

Waldsumpfmoorlandschaft zur Steinkohlenzeit

mit Lepidodendren (links), Sigillarien (Mitte), Calamiten und Cordaitenbäumen (rechts) sowie Baumfarnen und anderen Farnen.
Vorne links eine große Libelle (Meganeura) mit 70 cm Flügelspannweite (nach einem Modell in natürlicher Größe).
Nach dem Urbild im Geologischen Museum der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum von Kunstmaler W. KUKUK (Düsseldorf) und Professor Dr. P. KUKUK (Bochum).

Aufnahme K. HEGE (Essen).

GEOLOGIE
DES
NIEDERRHEINISCH-WESTFÄLISCHEN STEINKOHLENGEBIETES

IM AUFTRAGE
DER WESTFÄLISCHEN BERGGEWERKSCHAFTSKASSE ZU BOCHUM

VERFASST VON

PAUL KUKUK

LEITER DER GEOLOGISCHEN ABTEILUNG DER WESTFÄLISCHEN BERGGEWERKSCHAFTSKASSE
A. O. PROFESSOR FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT MÜNSTER
DR. PHIL. HABIL., BERGASSESSOR A. D.

MIT BEITRÄGEN VON

H. BREDDIN · W. GOTHAN · M. HIRMER · E. HOFFMANN · G. KELLER
F. L. KÜHLWEIN · K. OBERSTE-BRINK · H. SCHMIDT · FR. SCHRÖDER
H. WEHRLI · H. WINTER · D. WOLANSKY

MIT 743 ABBILDUNGEN UND 48 TABELLEN IM TEXT
EINEM TITELBILD
UND 14 ZUM TEIL FARBIGEN TAFELN
IM TAFELBAND

TEXTBAND

BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1938

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.

ISBN 978-3-642-50354-2 ISBN 978-3-642-50663-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-50663-5

COPYRIGHT 1938 BY JULIUS SPRINGER IN BERLIN.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1938

Vorwort.

„Es geht doch nichts über die Freude, die uns das Studium der Natur gewährt. Ihre Geheimnisse sind von einer unergründlichen Tiefe; aber es ist uns Menschen erlaubt und gegeben, immer weitere Blicke hineinzutun. Und gerade, daß sie am Ende doch unergründlich bleibt, hat für uns einen ewigen Reiz, immer wieder heranzugehen und immer wieder neue Einblicke und Entdeckungen zu versuchen." *Goethe.*

(Aus Biedermann: Goethe-Gespräche, VIII, S. 101.)

Vom Vorstande der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum mit der Neubearbeitung des von Bergassessor Dr. L. CREMER in Angriff genommenen und von Bergassessor H. MENTZEL im Jahre 1903 vollendeten ersten Bandes (Geologie) des sog. Sammelwerkes „Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaues" betraut, begann ich Ende 1913 mit der Umarbeitung des Buches. Durch Teilnahme am Weltkriege fast 5 Jahre dieser Aufgabe entzogen, griff ich die Arbeit erst viele Jahre nach dem Kriege wieder auf, um nach einer weiteren Reihe von Jahren zu der Überzeugung zu kommen, daß der mir gewordene Auftrag in Form einer verbesserten Auflage des ersten Bandes nicht zu lösen sein würde.

Die durch das unaufhaltsame Vordringen neuer Schächte nach Norden, Osten und Westen geschaffenen zahllosen Neuaufschlüsse im Industriegebiet hatten eine Unmenge neuer, bedeutungsvoller Einzeltatsachen stratigraphischer und tektonischer Natur gebracht und unsere Vorstellung vom geologischen Bau des Ruhrbezirkes in vielen wesentlichen Punkten gewandelt. Immer stärker war die Abhängigkeit der wirtschaftlichen Bedeutung dieses Bezirkes von seinen naturgegebenen geologischen Grundlagen in Erscheinung getreten. Dazu hatte sich eine Fülle früher nicht geahnter Probleme eingestellt, ganz abgesehen davon, daß neben den neue Wege weisenden Fortschritten wissenschaftlich-geologischer Erkenntnis auch die Fragestellung und die Arbeitsverfahren geologischer Untersuchungen andere geworden waren.

Nur eine völlige Neufassung konnte dieser Aufgabe gerecht werden. Sie baut sich vorwiegend auf die in langen Jahren bei der Untersuchung zahlloser Aufschlüsse unter und über Tage an Ort und Stelle gesammelten Beobachtungen und Erkenntnisse sowie auf die daraus gezogenen Schlußfolgerungen auf. Dabei konnte ich mich weiter auf die während vieler Jahrzehnte im Geologischen Museum der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum zusammengetragenen stratigraphischen und tektonischen Belegstücke stützen. Manche Anregungen verdanke ich auch dem im Geologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster vorhandenen Vergleichsmaterial. Daß auch das sehr umfangreiche neuere und ältere Schrifttum über den Ruhrbezirk sowie das aufschlußreiche Rißmaterial der in Betracht kommenden Zechenverwaltungen sowie des Markscheide-Instituts der Westfälischen Berggewerkschaftskasse durchgearbeitet wurde, bedarf kaum besonderer Erwähnung.

Damit stellt das Werk einen Querschnitt unserer heutigen geologischen Erkenntnis des Ruhrbezirkes vorwiegend vom montangeologischen Standpunkte aus dar.

Im Gegensatz zu dem bekannten Werke THEODOR WEGNERS „Die Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete", das sich an die für die Geologie dieses Bezirkes Teilnahme zeigende Allgemeinheit wendet, richtet sich das vorliegende Buch auftragsgemäß in erster Linie an die Bergbeamten des Ruhrbezirkes aller Grade. Als Niederschlag ungezählter unmittelbarer Beobachtungen aus dem unterirdischen Betriebe, an Bohr- und Tagesaufschlüssen soll es sie in erster Linie an Beispielen aus den Erfahrungen des

Bergbaues bzw. auf der Grundlage gesicherter oder kartenmäßig festgelegter Ergebnisse der geologischen Forschung durch Wort und Bild in die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse der ihre engere Heimat aufbauenden Formationen und ihrer nutzbaren Lagerstätten, insbesondere aber des für sie wichtigsten Ausschnittes, des Steinkohlengebirges, einführen. Es soll sie weiter mit der Entwicklungsgeschichte des gesamten Gebietes und den besonderen Gesetzmäßigkeiten der hauptsächlichsten Erscheinungen des Steinkohlen- und Deckgebirges bekannt machen, ihnen damit die dem heutigen Stande unseres Wissens entsprechenden sachlichen Unterlagen für eine Beantwortung der an sie herantretenden geologischen Fragen geben und diejenigen, die tiefer schürfen möchten, zu eigenen Arbeiten und Vergleichen anregen. Das Buch will sich aber nicht minder mit den zahlreichen noch schwebenden theoretischen Problemen der Geologie des Bezirkes und ihrer Ziele auseinandersetzen, soweit hier nur einigermaßen klare Vorstellungen vorhanden oder brauchbare Arbeitshypothesen aufgestellt sind und damit auch die theoretischen Grundlagen für betriebliche Untersuchungen geben. Unterliegt es doch keinem Zweifel, daß auch für den im unmittelbaren Betriebe stehenden Bergmann die Beschäftigung mit ± wissenschaftlichen Fragen unter anderem petrographischer, fazieller, paläogeographischer, paläobiologischer oder genetischer Art von größter Bedeutung sein kann, indem oft genug die Schlüsselstellung zum Verständnis von Problemen, die nur scheinbar rein bergbaulicher Natur sind, in der wissenschaftlichen Durchdringung der den Erscheinungen zugrunde liegenden geologischen Vorgänge beruht.

Aber auch für die auf Nachbargebieten des Bergbaues Tätigen, wie Geologen, Chemiker, Geographen, Mineralogen, Tiefbau- und Tiefbohringenieure, Kulturbeamte, Vermessungstechniker sowie die große Zahl der an den verschiedenen Arbeitsgebieten der Bergbauindustrie interessierten Naturwissenschaftler aller Sonderrichtungen sowie Volkswirtschaftler ist das Buch geschrieben. Allen diesen, vornehmlich aber dem Bergmann, Markscheider und Geologen, soll es neben seinem großen, vorwiegend noch unveröffentlichten Tatsachenmaterial neue Erkenntnisse und noch unbekannte Zusammenhänge des geologischen Geschehens sowie daraus abgeleitete Gesetzmäßigkeiten vermitteln. Dazu sollen unter anderem beitragen die Darlegungen über die Entwicklungsgeschichte des ganzen Gebietes, über die Ausdehnung des flözführenden Steinkohlengebirges über den Ruhrbezirk hinaus, über die planmäßige Behandlung der Flora und Fauna des Karbons und der Kreide, über die Stratigraphie der flözführenden Schichten auf neuer Grundlage, ferner über die Chemie und Petrographie der Ruhrkohle, über die Verhältnisse des Abtragungs- und Ablagerungsraumes des Ruhrkarbons, über das Problem der Gleichzeitigkeit von Faltung und Sedimentation, über die Flözstörungen und den Bewegungsmechanismus der Steinkohlengebirgsschichten, über das neue Bild der Oberfläche des Karbonrumpfes unter dem Deckgebirge, über die stratigraphische Gliederung der Kreide und ihre paläogeographischen Verhältnisse, über die neuen Erkenntnisse im Diluvium sowie über die zahlreichen Gesteins- und Minerallagerstätten des Reviers.

Der Erfüllung dieses Zweckes sollen weiter die auf neuen Grundlagen entworfenen, zur Zeit noch fehlenden allgemeingeologischen Übersichtstafeln sowie die stratigraphischen und tektonischen Übersichtskarten dienen, die zur zweckdienlicheren Benutzung in einem besonderen Tafelbande vereinigt wurden. Die gleiche Absicht wird mit der Wiedergabe der meist noch unveröffentlichten photographischen Aufnahmen von Fossilien und geologischen Aufschlüssen und der möglichst lückenlosen, zeitlich geordneten Zusammenstellung des umfangreichen Schrifttums über die Geologie des Ruhrbezirkes (im weitesten Sinne) seit 1806 verfolgt.

Dabei geht das Buch durch die Behandlung vieler allgemeingeologischer Probleme des Karbons, die größtenteils auch für die Kohlenvorkommen anderer Länder bedeutungsvoll sind, in mehr als einer Beziehung über den Rahmen einer Einzeldarstellung des Ruhrkohlenbezirkes hinaus.

Daß bei der Behandlung aller dieser Fragen nach Möglichkeit auf Ausschaltung entbehrlicher, nur dem Fachgeologen bekannter Fremdwörter und Ersatz durch Worte des deutschen Sprachschatzes geachtet wurde, sei nur nebenbei bemerkt.

Obgleich nun kein Gebiet Deutschlands — schon allein durch die Unzahl von Tiefenaufschlüssen des Bergbaues und der Bohrungen — so weitgehend erschlossen sein dürfte, wie der Ruhrbezirk, ist gerade hier die Fülle der noch ungelösten bzw. strittigen geologischen Fragen größer als in irgendeinem seiner anderen Räume. Ist doch schon die Frage, was als wissenschaftlich gesichertes Ergebnis anzusprechen ist, und was nicht, gerade für den Ruhrbezirk noch zu sehr im Fluß. Man wird daher verstehen, daß es angesichts der hohen Zahl noch im Kampfe miteinander liegender und erst teilweise bis zu tieferer Erkenntnis vorgedrungener Anschauungen noch nicht möglich ist, sich im ersten Entwurf einer Geologie eines so großen Gebietes wie des Ruhrbezirkes mit allen Problemen schlüssig auseinanderzusetzen und zu einem abgeschlossenen Gesamtbilde seines Werdens in rein dynamischer Erkenntnisweise zu gelangen. Hat doch die Lösung dieser Aufgabe die Beantwortung zu vieler, noch ungelöster Vorfragen zur Voraussetzung.

Großer Raum ist der Behandlung der zahlreichen, stellenweise fast schon vergessenen Vorkommen nutzbarer Minerallagerstätten und technisch verwertbarer Gesteinsablagerungen des engeren und weiteren Industriebezirkes gewidmet worden. Heute, wo der drohende Mangel an bestimmten Rohstoffen sowie die starke Devisenknappheit uns in Verbindung mit den großen Aufgaben des Vierjahresplanes zwingen, unser Land auf eigene Rohstoffgrundlagen zu stellen und die Lagerstätten des heimatlichen Bodens mehr als früher heranzuziehen, um seine Erzeugnisse der verarbeitenden Industrie zuzuführen, erhalten sowohl die zur Zeit auflässigen, aber noch nicht erschöpften, als auch die ärmeren Vorkommen nutzbarer Mineralien und Gesteine des rheinisch-westfälischen Bezirkes wieder eine nationalwirtschaftliche Bedeutung. Es erscheint deshalb wichtig genug, die stark verstreut gelegenen und sehr verschiedenartigen Einzelvorkommen im Sinne einer Bestandsaufnahme nicht nur nach Art des Minerals, geographischer Lage und geologischer Stellung in übersichtlicher Weise schaubildlich festzulegen, sondern auch im Hinblick auf ihre mögliche Bauwürdigkeit und Wiederinbetriebnahme oder auf ihre ± vorhandene Erschöpfung kritisch zu betrachten, damit Fehlleitungen des für wirklich höffige Vorkommen notwendigen Kapitals vermieden werden.

Der naheliegenden Versuchung, die stratigraphisch-tektonischen Befunde des westfälischen Karbons bis in die im Westen angrenzenden Kohlengebiete vergleichend zu verfolgen, mußte im Hinblick auf das dadurch eintretende starke Anwachsen des Stoffes widerstanden werden. Dafür sind an den verschiedensten Stellen stratigraphische Übersichten eingeschaltet worden, die einen Vergleich des Ruhrbezirkes mit den anschließenden Kohlenvorkommen ermöglichen.

Auch dem Gedanken, im Anschluß an die Darstellung der rein geologischen Verhältnisse vom Stein und Bau des Ruhrkohlengebietes die mannigfaltigen, aus den naturgegebenen Beziehungen der Geologie zum Bergbau erwachsenen bergbaugeologischen Sonderprobleme ausgiebig zu behandeln, konnte aus Mangel an Raum nur gelegentlich und hinweisend entsprochen werden. Hierhin gehören unter anderem die Fragen des Einflusses des Bergbaues auf den Zustand des Gebirgskörpers und auf die Oberfläche, weiter die natürlichen Bodenbewegungen rein geologischer bzw. tektonischer Natur, der Gebirgsdruck als Folge der Bewegungen des Gebirgskörpers unter Tage und seine Einwirkungen auf die Gesteinsablagerungen, die Probleme des Bergeversatzes und der Flözentgasungen, die Entstehung von Flözbränden, die Inkohlungsvorgänge, die Abhängigkeit der Erwärmung des Gesteins von der geothermischen Tiefenstufe, die verschiedenartigen geophysikalischen Verfahren zur Untersuchung des Aufbaues des Steinkohlengebirges sowie seiner Störungen und der Lagerstätten des Bezirkes, die Einwirkungen des Abbaues auf das Grundwasser u. a. m. Die Zahl dieser Fragen ist im übrigen so groß, daß ihre erschöpfende Bearbeitung Gegenstand eines selbständigen Werkes bilden muß.

Um für einige wichtige, rein geologisch-wissenschaftliche Sonderfragen des Ruhrbezirkes den letzten Stand unserer Erkenntnis aufzuzeigen, habe ich die Bearbeitung dieser Gebiete in die Hände mit dem Stoff besonders vertrauter Fachgenossen gelegt.

Da das Bild lebendiger wirkt als das Wort, wurde unter Berücksichtigung der dem Buche gestellten Aufgaben größte Sorgfalt auf die Ausstattung des Textes mit leicht

verständlichen Linearzeichnungen und anschauungsfördernden Blockraumdarstellungen, ferner mit Übersichtskarten und Schichtenschnitten sowie mit Lichtbildaufnahmen bezeichnender Versteinerungen und wichtiger geologischer Aufschlüsse über und unter Tage gelegt. Fossilabbildungen, vornehmlich nach Urstücken aus dem Geologischen Museum der Berggewerkschaftskasse angefertigt, sind im wesentlichen nur insoweit beigegeben worden, als sie in Ablagerungen auftreten, die auch tatsächlich im Bergbaubetriebe des Ruhrbezirkes durchörtert werden. Die Beigabe des reichen Bildstoffes, von dem ich nur das ganzseitige Landschaftsbild der Steinkohlenzeit aus der Künstlerhand meines Bruders Willy Kukuk (Düsseldorf) namentlich nennen möchte, soll dazu beitragen, auch in weiteren Kreisen Verständnis und Liebe für das Sein und Werden des noch viel zu wenig bekannten Bodens der Heimat zu erwecken, der ja kein lebloses Felsgerüst, sondern das Ergebnis eines überaus schicksalsvollen Werdegangs ist. In den Rasterbildern handelt es sich durchweg um bisher noch nicht veröffentlichte Aufnahmen, die, falls keine besonderen Angaben vorliegen, von Herrn Burkhardt oder Frl. Dr. Wolansky auf meine Veranlassung hergestellt worden sind. Die als Strichätzungen erschienenen Tafeln und Textabbildungen wurden fast vollständig auf Grund eigener Entwürfe bzw. unter Zugrundelegung von Grubenrissen oder Meßtischblättern der Geologischen Landesanstalt reingezeichnet.

So ist das Buch, das, abgesehen von seinem durch die gestellte Aufgabe gewiesenen Ziel, dem Wortlaut nach nichts mehr mit dem alten Werke gemein hat, nicht nur dem Umfange nach viel stärker, sondern auch dem Inhalte nach erheblich reichhaltiger geworden, zumal hier viele Gebiete und Fragen behandelt worden sind, die in Band I des alten Sammelwerkes überhaupt nicht oder nur untergeordnet zur Erörterung gestanden haben. Dabei bin ich mir wohl bewußt, daß trotz allen Bemühens und des Versuches einer möglichst vollständigen Berücksichtigung aller Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten noch manche Unvollständigkeiten und Fehlschlüsse verblieben sind. Für jeden sachlichen Hinweis auf vorhandene Mängel werde ich verbunden sein.

Es bleibt mir noch übrig, allen denen Dank abzustatten, die das Werk gefördert haben. Meinen wissenschaftlichen Mitarbeitern für die Beisteuerung der wertvollen Beiträge herzlichst zu danken, ist mir eine besonders angenehme Pflicht. Es sind die Herren:

Professor Dr. Breddin, Aachen (Quartär des Ruhrbezirkes),
Professor Dr. Gothan, Berlin (Pflanzenreste des Karbons),
Professor Dr. Hirmer, München (Pflanzenführung der Torfdolomite),
Privatdozent Dr. Keller, Essen (Fazies, Insektenreste und Fischfauna des Ruhrkarbons),
Bergassessor Dr.-Ing. Kühlwein, Bochum und Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Hoffmann, Saarbrücken (Petrographie der Kohle),
Professor Dr. Oberste-Brink, Essen (Bewegungsvorgänge des Karbons),
Professor Dr. H. Schmidt, Göttingen (Marine Reste des Karbons),
Dr. Schröder, Berlin (Kluftmineralien des Karbons),
Professor Dr. Wehrli, Münster (Süßwasserreste und Gliederfüßer des Karbons),
Chemiker Dr. Winter, Bochum (Chemie der Kohle) und
Fräulein Dr. Wolansky, Bochum (Paläogeographie der Oberen Kreide).

Mein Dank gilt ferner zahlreichen geologisch interessierten Männern des Ruhrbergbaues (Bergwerksdirektoren, Markscheidern, Geologen, Chemikern und Grubenbetriebsbeamten) für Mitteilungen von Grubenaufschlüssen, für Überlassung von zeichnerischen und bildlichen Darstellungen, von Fossil- und Gesteinsbelegstücken sowie von statistischen Angaben und Analysen. Ihre Vielzahl macht es mir unmöglich, ihre Namen im einzelnen aufzuführen. Dankbar bin ich auch für manche Auskünfte und Hinweise, die mir seitens befreundeter Geologen und der im Bezirk kartierenden Beamten der Preußischen Geologischen Landesanstalt geworden sind. Aus ihrer großen Menge möchte ich nur meines verstorbenen Kollegen, Professor Dr. Wegner, Münster, des Herrn Professor Dr. Jongmans, Heerlen, des früheren Präsidenten der Landesanstalt, Herrn

Geh. Bergrat Professor Dr. KRUSCH, der Herren Landesgeologen Professor Dr. GOTHAN, FLIEGEL, BÄRTLING †, WUNSTORF und PAECKELMANN, Berlin, gedenken. Dem Preußischen Oberbergamte zu Dortmund und dem Verein für die bergbaulichen Interessen zu Essen habe ich für die Überlassung einschlägigen Schrifttums, die Vermittlung geologischer Aufschlüsse und die Bereitstellung von Druckstöcken Dank zu sagen.

Gerne erinnere ich mich weiter der Hilfe, die ich durch die in langen Jahren mit großem Verständnis aufgesammelten Fossilien und gewissenhaften Beobachtungen des bekannten Sammlers und Bergmanns Herrn B. FALK, Lünen, sowie des Herrn FRIEDL, Heeßen, erhalten habe. Ebenso bin ich dem verstorbenen Herrn Konrektor LAURENT, Hörde, für Führungen im Gelände, Fossilüberweisungen und wichtige Angaben über die Kreide des engeren Bezirkes zu Dank verbunden, während ich Herrn PAUL, Essen, für fachliche Auskünfte über das Unterkarbon verpflichtet bin.

Nicht zum wenigsten habe ich für die wertvolle Unterstützung zu danken, die mir durch die Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum, besonders aber durch ihren verstorbenen Vorsitzenden, Herrn Bergassessor Dr.-Ing. e. h. O. KRAWEHL, seinen Nachfolger, Herrn Generaldirektor Bergassessor W. KESTEN, sowie den derzeitigen Vorsitzenden, Herrn Bergwerksdirektor Bergassessor H. EICHLER, zuteil geworden ist, die durch ihr meiner Arbeit stets zugewandtes persönliches Interesse die Herausgabe des Werkes wesentlich gefördert haben. Nicht minder dankbar erkenne ich das große Verständnis an, das die Geschäftsführer der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Person des langjährigen früheren Direktors der Bochumer Bergschule, Herrn Professor Dr.-Ing. e. h. FR. HEISE, seines vor kurzem verstorbenen Nachfolgers, Herrn Professor Dr.-Ing. e. h. FR. HERBST, und des derzeitigen Direktors, Herrn Oberbergrat TH. KEYSER, meinem Buche entgegengebracht haben.

Namentliche Anerkennung möchte ich auch den mit mir in jahrelanger gemeinsamer Arbeit verbundenen Hilfskräften zollen, in erster Linie Herrn Bürovorsteher FR. BURKHARDT für seine verständnisvolle Mitarbeit und die mit großem Geschick hergestellten Reinzeichnungen der Tafeln und Textabbildungen sowie für die Anfertigung zahlreicher photographischer Aufnahmen. Weiter danke ich für die wertvolle Hilfe, die mir durch Rat und Tat meines wissenschaftlichen Mitarbeiters, Frl. Dr. D. WOLANSKY, bei meinen Arbeiten und insbesondere beim Lesen der Korrekturen, durch Lichtbildaufnahmen, beim Zusammenstellen des Schrifttums und der Anlage der Inhaltsverzeichnisse zuteil geworden ist. Auch meinem Freunde, Herrn Bergwerksdirektor Bergassessor L. GRÄFF, Kurl, bin ich für seine sachliche Mithilfe beim Lesen der Fahnen sehr verpflichtet. Dankbar bin ich ferner den Herren Dr.-Ing. SCHÖNMÜLLER, Bibliothekar HENKER † und Dr. G. HERBST, die mich zeitweise, unter anderem in der Sammlung der Literatur, unterstützt haben.

Aufrichtigen Dank schulde ich schließlich auch dem Verlage, der durch die Berücksichtigung aller meiner Wünsche und die vortreffliche Ausstattung dem Buche das festliche Gewand geliehen hat.

Möge das Werk dazu beitragen, das Wissen um den reichen Kohlenschatz, den die Natur unserer Heimat zu treuen Händen in den Schoß gelegt hat, zum Nutzen des deutschen Volksganzen zu fördern. Glückauf!

Bochum, im März 1938.

Paul Kukuk.

Inhaltsübersicht.

I. Abschnitt.

Allgemeine Einführung.

Seite

A. Geographische, hydrographische, siedlungs- und verwaltungstechnische Verhältnisse des Rheinisch-Westfälischen Industriebezirkes (Ruhrgebiet) 1

B. Überblick über die geologische Stellung des Ruhrgebietes und die an seinem Aufbau beteiligten Formationen 8

C. Zur Entstehungsgeschichte des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes 13

D. Geschichtliche Entwicklung unserer Erkenntnis der geologischen Verhältnisse des Industriebezirkes 21

II. Abschnitt.

Das Liegende des flözführenden Steinkohlengebirges.

A. Devon 25

1. Allgemeine Übersicht 25
2. Die stratigraphischen Verhältnisse des Devons 27
   a) Unterdevon 28
      α) Unteres Unterdevon 28
      β) Oberes Unterdevon 30
   b) Mitteldevon 30
      α) Unteres Mitteldevon 30
      β) Oberes Mitteldevon 31
   c) Oberdevon 36
      α) Das untere Oberdevon 37
      β) Das mittlere Oberdevon 37
      γ) Oberes Oberdevon 38
3. Zur Tektonik des Rheinischen Schiefergebirges mit besonderer Berücksichtigung seines rechtsrheinischen Teiles 41
4. Die tektonischen Sonderverhältnisse im Südwesten des Bezirkes 43
5. Die vulkanischen Erscheinungen des Devons 45

B. Unterkarbon 46

1. Begriff und Gliederung des Karbons mit besonderer Berücksichtigung des Unterkarbons im Ruhrbezirk 46
2. Das Unterkarbon in der Fazies des Kohlenkalks 49
   a) Die Tournai-Stufe 49
   b) Die Visé-Stufe 50
3. Das Unterkarbon in der Fazies des Kulms 51
4. Tektonik des Unterkarbons 54

C. Das Flözleere (Oberkarbon) 56

1. Ausbildung, Grenzen und Verbreitung des Flözleeren 56
2. Stratigraphie 59
3. Tektonik 63

III. Abschnitt.

Ausdehnung und Gliederung des flözführenden Oberkarbons sowie die Fazies des Oberkarbons im Ruhrbezirk.

A. Allgemeiner stratigraphisch-tektonischer Überblick 64

B. Ausdehnung und Begrenzung des Flözführenden in seiner Abhängigkeit von der Tektonik und der Überlagerung durch jüngere Schichten 67

Seite
1. Der Südrand des flözführenden Karbons 67
2. Die Weitererstreckung des Karbons nach Osten 70
3. Die Fortsetzung nach Westen 72
4. Die Nordgrenze des Ruhrkarbons 73
5. Flächeninhalt des flözführenden Karbons 75
C. Gliederung der flözführenden Schichten und Flözbenennung 76
1. Geschichtliche Entwicklung der Schichtengliederung 76
2. Die heutige stratigraphische Gliederung 80
3. Die Einheitsbezeichnung der Flöze 82
4. Zusammenstellung alter Flözbezeichnungen 83
D. Die Bedeutung der Fazies im Oberkarbon des Ruhrgebietes 85
Von Privatdozent Dr. Gerhard Keller-Essen.
1. Die oberkarbonische Schichtfolge des Ruhrgebietes und ihre Fazies 85
a) Das oberkarbonische Schichtenprofil 85
b) Die petrographische und faunistische Fazies 87
2. Die genetische Deutung der Fazies 88
a) Der tektonische Charakter und die Lage der oberkarbonischen Sedimentationsräume in Nordwesteuropa 88
b) Die genetische Deutung des Sedimentinhaltes der oberkarbonischen Sedimentationsräume 89

IV. Abschnitt.

Die besonderen stratigraphischen Elemente der flözführenden Schichten.

A. Das Nebengestein der Steinkohlenflöze 90
1. Die petrographischen Verhältnisse der klastischen Gesteine des Ruhrbezirkes 91
a) Sandsteine 94
b) Konglomerate 100
c) Schiefertone (Tonschiefer) 104
d) Sandschiefer 109
2. Eisensteine 110
3. Veränderung der Gesteine unter Wirkung des durch Abbau entstehenden Gebirgsdruckes . . 114
4. Die Klüfte des Nebengesteins 116
5. Geothermische Tiefenstufe 117
B. Die Tierwelt 117
1. Die marinen Fossilien im Oberkarbon Nordwestdeutschlands 117
Von Professor Dr. Hermann Schmidt-Göttingen.
a) Allgemeine Übersicht 117
b) Unterkarbon 118
c) Das untere Namur 118
d) Das mittlere Namur 118
e) Das obere Namur 119
f) Westfal A 120
g) Westfal B 122
h) Westfal C 122
i) Biostratigraphische Bemerkungen zu den Linguliden, Nautiliden und Pectiniden. . . . 123
k) Die Goniatiten 124
2. Die Süßwassermuscheln des Ruhrkarbons 124
Von Professor Dr. Hans Wehrli-Münster.
a) Allgemeine Übersicht 124
b) Systematik 125
α) Carbonicola 125
β) Anthracomya 126
γ) Naiadites 127
c) Stratigraphische Verbreitung der einzelnen Arten 128
3. Die Gliederfüßer (Arthropoden), mit Ausnahme der Insekten 128
Von Professor Dr. Hans Wehrli-Münster.
a) Crustacea 128
b) Merostomata 131
c) Arachnoidea (Spinnentiere) 131
4. Insektenreste aus dem Ruhroberkarbon 132
Von Privatdozent Dr. Gerhard Keller-Essen.

Seite

5. Die Fischfauna des Ruhroberkarbons 135
Von Privatdozent Dr. Gerhard Keller-Essen.
a) Lebensbedingungen, Häufigkeit und Erhaltung 135
b) Systematik 135
α) Elasmobranchii 136
β) Crossopterygii 136
γ) Ganoidei 137
c) Stratigraphische Verbreitung 138
6. Fährten von Landwirbeltieren im Karbon 140
C. Die Pflanzenwelt 141
1. Die Bedeutung der Steinkohlenpflanzen für die Stratigraphie des Ruhrkarbons 141
Von Professor Dr. Walther Gothan-Berlin.
a) Allgemeines 141
b) Kurze Charakterisierung der Flora der einzelnen Karbonstufen im Ruhrgebiet und seinen Anhängseln 143
c) Zusammenfassung 146
2. Der Fossilinhalt der Dolomitknollen der westdeutschen paralischen Kohlenbecken 154
Von Professor Dr. Max Hirmer-München.
a) Allgemeine Bedeutung der Dolomitknollen 154
b) Die Pflanzenwelt der Dolomitknollen 154
c) Die einzelnen Pflanzenreste 157

V. Abschnitt.

Die stratigraphischen Verhältnisse der flözführenden Schichten im einzelnen . . . 158

A. Die Magerkohlenschichten (Namur) 160
1. Die Unteren Magerkohlenschichten 160
2. Die Oberen Magerkohlenschichten 162
B. Die Eßkohlenschichten (Westfal A) 165
1. Die Unteren Eßkohlenschichten 166
2. Die Oberen Eßkohlenschichten 168
C. Die Fettkohlenschichten (Westfal A) 170
1. Die Unteren Fettkohlenschichten 174
2. Die Mittleren Fettkohlenschichten 177
3. Die Oberen Fettkohlenschichten 178
D. Die Gaskohlenschichten (Westfal B) 180
1. Die Unteren Gaskohlenschichten 182
2. Die Mittleren Gaskohlenschichten 183
3. Die Oberen Gaskohlenschichten 183
E. Die Gasflammkohlenschichten (Westfal B) 184
1. Die Unteren Gasflammkohlenschichten 185
2. Die Oberen Gasflammkohlenschichten 186
F. Die Flammkohlenschichten (Westfal C) 187
1. Die Unteren Flammkohlenschichten 188
2. Die Oberen Flammkohlenschichten 190

VI. Abschnitt.

Die Flöze.

A. Die stratigraphischen Verhältnisse der Kohlenflöze 191
1. Das allgemeine Bild der Flöze 191
2. Die Identifizierung der Flöze 195
3. Die Kohlenführung der einzelnen Schichtengruppen 200
4. Das Einsetzen der Flözführung in den Schichten des Rheinisch-Westfälischen Karbons . . . 203
5. Sondererscheinungen im unmittelbaren Nebengestein der Flöze 204
B. Die petrographischen Verhältnisse der Flözkohle 207
1. Verschiedene Arten der die Flöze aufbauenden Kohlen 207
a) Streifenkohle 207
b) Kennelkohle 208
c) Pseudokennelkohle (und Kennelschiefer) 212
d) Braune Kohle 213

Seite
2. Makrophysikalische Eigenschaften der Kohlen 213
3. Chemisch-technische Eigenschaften der Kohlen 215
4. Die Inkohlungsverhältnisse der Flöze des Ruhrbezirkes und ihre Abhängigkeiten 218
5. Einschlüsse in der Flözkohle 223
a) Mineralausscheidungen 223
b) Fremdgesteine 230
c) Bergemittel 232
6. Bemerkenswerte Absonderungsformen (Schlechten, Risse, Lösen und Drucklagen) sowie Struktur- und Verbandsverhältnisse der Kohle 233
7. Festigkeit und Härte der Kohle 239
8. Gasführung der Ruhrkohle 239
C. Die Störungen und Unregelmäßigkeiten der regelrechten Flözablagerung 242
1. Tektonische Störungen der Flöze 242
2. Flözstörungen durch Gebirgsdruck als Folge des Abbaus 244
3. Flözunregelmäßigkeiten nichttektonischer Natur 244
a) Syngenetische Erscheinungen 245
b) Epigenetische Erscheinungen 253

VII. Abschnitt.

Die chemischen und petrographischen Verhältnisse der Ruhrkohle.

A. Chemie der Ruhrkohle 255
Von Chemiker Dr. Heinrich Winter-Bochum.
1. Einteilung der Steinkohle 258
a) Nach dem Aussehen 258
b) Nach dem chemischen Verhalten 260
2. Chemisches und physikalisches Verhalten der Ruhrkohle 262
3. Die chemische Veredelung der Steinkohle 265
B. Petrographie der Steinkohlen des Ruhrbezirkes 266
Von Bergassessor Dr.-Ing. Friedrich Ludwig Kühlwein-Bochum und Dr.-Ing. Edwin Hoffmann-Saarbrücken.
1. Kennzeichnung der Steinkohlen 266
a) Bezeichnungsweise der Streifenkohlen 266
b) Die makroskopische Erscheinungsform 268
α) Streifenkohlen 268
Streifenarten 268
Brandschiefer 269
Harzeinlagerungen 269
β) Faulschlammkohlen 270
2. Genetischer Überblick 270
a) Flözbildungsvorgänge 270
b) Bildung der einzelnen Gefügebestandteile 271
α) Fusit 271
β) Übergangsstufen 272
γ) Vitrit 272
δ) Clarit 273
ε) Durit 273
3. Durchführung der mikroskopischen Kohlenuntersuchung 273
a) Die Hilfsmittel der Diagnose 273
b) Die mikroskopische Erscheinungsweise der Kohlengefügebestandteile 274
c) Quantitative Analysenverfahren 278
4. Mikroskopische Erkennung der Inkohlung 279
a) An Mattkohlen 280
b) An Glanzkohlen 280
5. Technisch-wirtschaftliche Bedeutung der Kohlenpetrographie 282

VIII. Abschnitt.

Überblick über Bildungsraum und Bildungsgeschichte der flözführenden Ablagerungen.

A. Der Bildungsraum des Ruhroberkarbons 284
B. Sedimentation und Faltung 288
C. Zur Bildungsgeschichte der Gesteine des Ruhrkarbons 292

IX. Abschnitt.

Das tektonische Bild des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges.

Seite
A. Historischer Überblick 296
B. Das allgemeine Faltenbild des Steinkohlengebirges 296
C. Die Bruchstruktur des Steinkohlengebirges 301
D. Das Faltenbild im einzelnen (Sättel und Mulden) 301
E. Gräben, Horste und Staffeln 311

X. Abschnitt.

Der Mechanismus der tektonischen Bewegungsvorgänge im Ruhrbezirk.

Von Professor Dr. Karl Oberste-Brink-Essen.

A. Der Absenkungsvorgang bei der Ablagerung des Karbons 315
B. Der Mechanismus der variszischen Druckbeanspruchung. 318
1. Das Aufreißen von Wechseln vor der Faltung 319
2. Der Faltungsvorgang 321
a) Die Faltung selbst 321
b) Die Wechsel der zweiten Folge 326
c) Die querschlägigen Blätter 331
3. Die Druckwirkungen nach der Faltung. 332
a) Die diagonalen Seitenverschiebungen (Blätter) 332
b) Die Deckelklüfte mit nord-südlichem Streichen 335
C. Die Sprünge 336
D. Die regionale Kippung der Ruhrkarbonscholle nach Norden 341
E. Die saxonische Querbeanspruchung 342
F. Das Einsinken des Rheintalgrabens 343
G. Die Kleintektonik (Klüfte und Schlechten). 344

XI. Abschnitt.

Das Osnabrücker Karbon.

A. Allgemeine Betrachtungen über die Osnabrücker Kohlenvorkommen 347
B. Die Ibbenbürener Bergplatte 349
1. Die Stratigraphie des Ibbenbürener Karbons 349
2. Die Flözführung 352
3. Die Tektonik 354
4. Bergbauliche Verhältnisse 355
C. Das Hüggelgebiet 356
D. Der Piesberg 358
1. Stratigraphie 358
2. Tektonik 360
3. Flözführung und Bergbauliches 361

XII. Abschnitt.

Die Schichten des Deckgebirges mit Ausnahme der Oberen Kreide.

A. Die Oberfläche des Steinkohlengebirges unterhalb des Deckgebirges 363
1. Allgemeine Verhältnisse 363
2. Das allgemeine morphologische Bild der Rumpffläche 370
3. Die großregionalen Unregelmäßigkeiten der Fastebene, insbesondere die Mergelabstürze . . . 373
B. Zechstein 378
1. Verbreitung 379
2. Gliederung 381
a) Unterer Zechstein 382
b) Mittlerer Zechstein 389
c) Oberer Zechstein 390
3. Zur Paläogeographie und Genese des Salzes 393

Seite
C. Buntsandstein 395
1. Verbreitung 395
2. Gliederung 396
a) Unterer Buntsandstein 397
b) Mittlerer Buntsandstein 397
c) Oberer Buntsandstein (Röt) 398
D. Die Tektonik der Zechstein-Buntsandsteinablagerungen 400
E. Die Schichten vom Alter des Muschelkalks bis einschließlich Untere Kreide 402
1. Muschelkalk und Keuper 402
2. Jura 403
3. Untere Kreide 404
4. Zur Tektonik der älteren Deckgebirgsablagerungen im Nordwesten und Norden des Gebietes 405

XIII. Abschnitt.

Die Obere Kreide.

A. Stratigraphie der Oberen Kreide 409
1. Allgemeiner Überblick 409
2. Cenoman 414
3. Turon 425
a) Labiatusschichten (Unterturon) 428
b) Der Bochumer Grünsand (Mittelturon) 431
c) Lamarckischichten (Mittelturon) 432
d) Soester Grünsand des Scaphitenpläners (Mittelturon) 434
e) Scaphitenschichten (Mittelturon) 435
f) Schloenbachischichten (Oberturon) 436
4. Emscher 437
5. Senon 441
a) Untersenon 443
b) Obersenon 450
6. Der Nordwestrand der Kreide 453
B. Tektonik der Oberen Kreide 453
1. Im engeren Ruhrgebiet 453
2. Am Nordwest- und West- bzw. Nordost- und Ostrand der Kreide 457
C. Paläogeographie der Oberen Kreide 458
Von Dr. phil. Dora Wolansky-Bochum.
1. Überblick über die Grundlagen einer paläogeographischen Darstellung der Kreide im Ruhrbezirk 458
2. Paläogeographie und Fazies des Cenomans 459
3. Paläogeographie und Fazies des Turons 461
4. Paläogeographie und Fazies des Emschers 463
5. Paläogeographie und Fazies des Senons 464

XIV. Abschnitt.

Das Tertiär 465

A. Verbreitung des Tertiärs 466
B. Die Stratigraphie des Tertiärs im Bereiche der Niederrheinischen Bucht 467
C. Schichtenausbildung innerhalb des engeren Ruhrbezirkes 469
1. Oligozän 469
2. Miozän 476
3. Pliozän 477
D. Die tektonischen Verhältnisse des Tertiärs im Ruhrbezirk 477
E. Epirogene Bewegungsvorgänge im Bereiche der Niederrheinischen Bucht 478
F. Vulkanismus der Tertiärzeit 479

XV. Abschnitt.

Die Quartärablagerungen des Niederrheinisch-Westfälischen Industriegebietes.

Von Professor Dr. Hans Breddin-Aachen.

A. Die quartäre Hebung und Abtragung 480
B. Die Flußterrassen 481

Seite
1. Die Flußterrassen der Ruhr . . . 482
2. Die Terrassen des Rheins . . . 484
3. Quartäre Flußaufschüttungen von Emscher und Lippe . . . 486
C. Ablagerungen des Inlandeises . . . 489
D. Windablagerungen (Löß, Sandlöß und Flugsand) . . . 492
1. Flugsand und Sandlöß . . . 493
2. Löß . . . 494
3. Der Zusammenhang der Ablagerung von Löß, Sandlöß und Flugsand mit der Aufschüttung der Niederterrasse . . . 495
E. Die Tierwelt und der Mensch der Eiszeit . . . 495

XVI. Abschnitt.

Die geologischen Verhältnisse der linken Rheinseite.

A. Die Ausbildung des Deckgebirges . . . 501
B. Das flözführende Steinkohlengebirge . . . 504
1. Zusammensetzung, Gliederung und Ausbildung des flözführenden Karbons links des Rheins. 504
2. Die besonderen stratigraphischen Merkmale des linksrheinischen Karbons . . . 506
3. Die Tektonik des Steinkohlengebirges auf der linken Rheinseite . . . 507

XVII. Abschnitt.

Die nutzbaren Minerallagerstätten des engeren und weiteren Industriebezirkes . . . 511

A. Kohlenvorkommen . . . 512
1. Steinkohlen . . . 512
2. Braunkohlen . . . 514
3. Torfmoore des Industriebezirkes . . . 516
B. Eisenerzlagerstätten . . . 517
1. Devon . . . 517
a) Die Spateisensteingänge des Siegerländer-Wieder Bezirkes . . . 517
b) Waldeck-Sauerländer Rot- und Brauneisensteinbezirk . . . 519
2. Karbon . . . 521
a) Eisenerze des Unterkarbons . . . 521
b) Eisenerze des flözführenden Karbons . . . 521
3. Zechstein . . . 523
a) Die Brauneisenerze des Schafberges und des Hüggels . . . 523
4. Jura . . . 525
a) Die Eisenerzlagerstätten des Wesergebirges und des Teutoburger Waldbezirkes . . . 525
b) Das Minettevorkommen bei Bislich (Niederrhein) . . . 527
5. Kreide . . . 528
a) Toneisensteinvorkommen von Bentheim-Ochtrup-Alstätte . . . 528
b) Weitere Eisensteinvorkommen der Kreide . . . 529
6. Tertiär, Diluvium und Alluvium . . . 530
C. Die Lagerstätten der Erze und Nichterze (mit Ausnahme des Eisens) . . . 532
1. Devon . . . 532
a) Das Meggener Schwefelkies- (und Schwerspat-) Lager . . . 532
b) Die metasomatischen Blei-Zink- (und Eisen-) Erzvorkommen des Mitteldevons . . . 534
c) Die Bleizinkerzgänge des Velberter Sattelbezirkes . . . 536
d) Die Bleizinkerzgänge von Ramsbeck i. W. . . . 543
e) Schwerspatlagerstätten . . . 545
2. Karbon . . . 546
a) Das Kupfererzvorkommen von Stadtberge i. W. (Nieder- und Obermarsberg) . . . 546
b) Erzvorkommen auf den Sprüngen des flözführenden Karbons . . . 548
c) Schwerspatlagerstätten des Steinkohlengebirges . . . 550
3. Zechstein . . . 552
a) Kupfererzlagerstätten . . . 552
b) Gips- und Cölestinvorkommen . . . 552
4. Kreide . . . 553
Strontianitvorkommen . . . 553

Seite
5. Seltenere Lagerstätten 555
a) Antimon-, Quecksilber-, Nickel- und Kobaltvorkommen 555
b) Die Goldlagerstätte des Eisenberges bei Corbach (Waldeck) 556
c) Platinvorkommen des Sauerlandes 556
d) Weitere Vorkommen 557
D. Salz- und Kalisalzlagerstätten 557
1. Allgemeine Übersicht 557
2. Das niederrheinische Salz- und Kalisalzvorkommen 557
3. Die Tektonik der niederrheinischen Salzablagerung 561
4. Die weitere Verbreitung des Salzes und Kalisalzes 563
5. Bergbauliches und Wirtschaftliches 564
E. Die Kohlenwasserstoffe des engeren und weiteren Ruhrbezirkes 564
1. Erdgas 565
2. Erdöl 567
3. Bituminöser Schiefer 570
4. Erdwachs 570
5. Asphalt 570
6. Allgemeine Bemerkungen über die Herkunft der Kohlenwasserstoffe 572

XVIII. Abschnitt.

Technisch verwertbare Gesteine, Mineralquellen und Grundwasservorkommen im Ruhrbezirk.

A. Gesteinsvorkommen 573
1. Kalkstein, Dolomit und Marmor 573
2. Grauwacke, Sandstein und Quarzit 576
3. Dachschiefer und Tone 580
4. Mergel 581
5. Ziegelmaterial 581
6. Kies und Sand 582
7. Farberde 583
8. Eruptivgesteine 583
9. Versatzgut 583
B. Sol- und Schwefelquellen 583
1. Solen des Deckgebirges 584
2. Solen des Steinkohlengebirges 587
3. Solen der liegenden Schichten 588
4. Schwefelquellen 589
C. Grundwasservorkommen 589
1. Die wichtigsten Grundwasservorkommen des Industriebezirkes 589
2. Die Versorgung des Bergbaues mit Grundwasser aus werkseigenen Gewinnungsanlagen . . . 591

XIX. Abschnitt.

Die Wasserführung des Gebirges.

A. Die bergwirtschaftliche Bedeutung der Wasserhaltung für den Bergbau 592
B. Die hydrogeologischen Verhältnisse des Deckgebirges 593
1. Zechstein 594
2. Buntsandstein 596
3. Kreide 597
a) Der untere Kluftwasserhorizont 598
b) Der mittlere Kluftwasserhorizont 605
c) Der obere Schwimmsandhorizont 605
4. Tertiär 608
5. Diluvium 609
C. Die Beeinflussung der natürlichen Grundwasserverhältnisse des Deckgebirges durch den Bergbau 610
D. Die Wasserführung des flözführenden Steinkohlengebirges 610
E. Die Wasserführung der liegenden Schichten 619

XX. Abschnitt.

Die Mineralvorkommen auf den Querverwerfungsklüften des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges.

Von Dr. Fritz Schröder-Berlin.

Seite
A. Mineralführung 619
B. Vorkommen der Mineralien in den flözführenden Schichten 620
C. Die Verwitterungsmineralien und Neubildungen 629
D. Die paragenetischen Verhältnisse in den Spalten der flözführenden Schichten . . . 630

XXI. Abschnitt.

Der Kohlenvorrat des Ruhrbezirkes und Ausblick auf die Zukunft 631

XXII. Abschnitt.

Geologisches Schrifttum und Kartenwerke über den Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirk.

A. Schrifttum 637
B. Kartenwerke 690

XXIII. Abschnitt.

Orts-, Namen- und Sachverzeichnis.

A. Ortsverzeichnis 694
B. Namenverzeichnis 696
C. Sachverzeichnis 698

Verzeichnis der Tafeln[1].

Tafel I.

Geologische Übersichtskarte des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung (bei abgedecktem Diluvium). Nach Unterlagen der Preuß. Geol. Landesanstalt u. a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. Kukuk 1936. Maßstab rd. 1:350000.

Tafel II.

Strukturskizze des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung (bei abgedecktem Diluvium). Nach Unterlagen der Preuß. Geol. Landesanstalt u. a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. Kukuk 1936. Maßstab rd. 1:350000.

Tafel III.

Querschnitt und Längsschnitt durch die Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlenablagerung. Maßstab 1:100000. Entworfen von P. Kukuk 1937.

A. Querschnitt in der Richtung Vreden-Borken-Dorsten-Gelsenkirchen-Schwelm-Radevormwald.

B. Längsschnitt in der Richtung Mülheim-Essen-Herne-Lünen-Ahlen-Senne-Detmold.

Tafel IV.

Die Ausdehnung der Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung und ihre Beziehungen zur Tektonik. Entworfen von P. Kukuk 1937.

Tafel V.

Vergleichende stratigraphische Übersicht der wichtigsten westeuropäischen Steinkohlenbezirke. Entworfen von P. Kukuk 1936.

Tafel VI.

Stratigraphisch-tektonisches Übersichtsbild des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges. Maßstab 1:150000. Entworfen von P. Kukuk 1936.

[1] Die Tafeln I—XIV sind lose im Tafelband vereinigt.

Tafel VII.

Drei Querprofile durch den Ruhrkohlenbezirk. Maßstab 1:60000. (Grundriß siehe Tafel VI.)
Entworfen von P. Kukuk und K. Oberste-Brink 1936.

Tafel VIII.

Darstellung der Karbonoberfläche unter dem Deckgebirge in Höhenlinien unter Berücksichtigung des Verwurfs durch die Sprünge. Unter Mitbenutzung der Tiefbohrkarte der Preuß. Geol. Landesanstalt, der Arbeiten von H. Breddin und von Zechenangaben entworfen von P. Kukuk und D. Wolansky 1936.

Tafel IX.

Fazieskarte der oberen Kreide im Industriebezirk. (Profil A—B siehe Abb. 456.)
Entworfen von H. Breddin 1934.

Tafel X.

Die Verbreitung des Ausgehenden der einzelnen Oberkreidestufen im Industriebezirk. (Profile siehe Abb. 477.)
Unter Mitbenutzung der Arbeiten der Preuß. Geol. Landesanstalt, von H. Breddin und von Zechenangaben entworfen von P. Kukuk und D. Wolansky 1935.

Tafel XI.

Die Ausbildung des Kreidedeckgebirges von W nach O auf Grund neu untersuchter Schachtprofile.
Entworfen von P. Kukuk und D. Wolansky 1935.

Tafel XII.

Übersichtskarte der nutzbaren Mineralvorkommen im weiteren Industriebezirk.
Entworfen von P. Kukuk 1936.

Tafel XIII.

Übersichtskarte der nutzbaren Gesteinsvorkommen im weiteren Industriebezirk.
Entworfen von P. Kukuk 1936.

Tafel XIV.

Vorkommen von Sole, Schwerspat und schwerspathaltiger Sole im Ruhrbezirk.
Entworfen von P. Kukuk 1935.

Abkürzungen.

S.W.B. Geologische Sammlung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum.
W.B. und
W.B.K. Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum.
Pr.G.L.A. Preußische Geologische Landesanstalt zu Berlin.

I. Abschnitt.

Allgemeine Einführung.

A. Geographische, hydrographische, siedlungs- und verwaltungstechnische Verhältnisse des Rheinisch-Westfälischen Industriebezirkes (Ruhrgebiet).

Obwohl der Ruhrbezirk das bekannteste Gebiet unseres Vaterlandes ist, stellt er doch keine fest umrissene geopolitische Größe dar. Vielmehr versteht man darunter ganz allgemein das Steinkohlen- und Industriegebiet rechts des Rheins zwischen Ruhr und

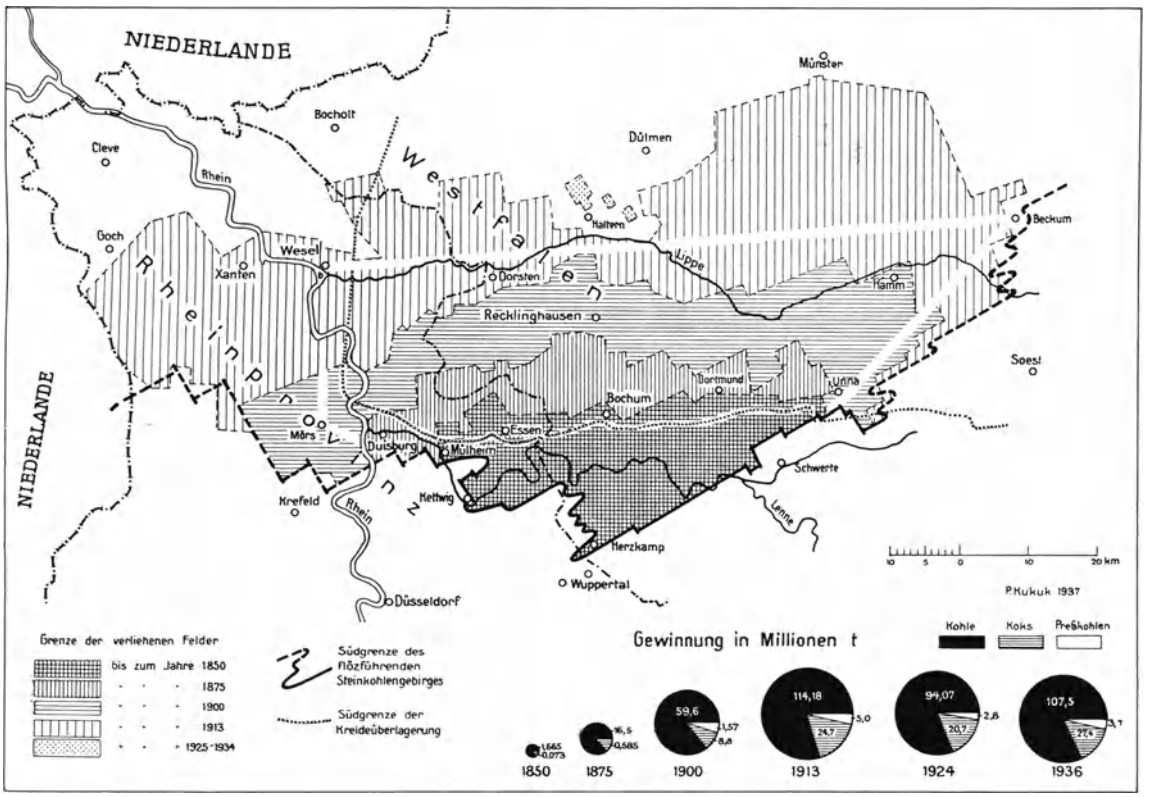


Abb. 1. Entwicklung des Ruhrbezirkes seit dem Jahre 1850.

Lippe. Dieser Begriff deckt sich in etwa mit der Ausdehnung des in Bau stehenden Steinkohlenvorkommens, mit dem es schicksalhaft verbunden ist. Als Teile der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung kann man auch noch das linksrheinische Steinkohlenrevier sowie das Osnabrücker Kohlengebiet zum Ruhrbezirk stellen.

Der nach seinen geologischen Grundlagen stetig nordwärts, aber auch nach W strebenden Entwicklung des Bergbaues folgend, hat sich die Begrenzung des engeren Ruhrbezirkes im Laufe der Zeit stark erweitert. Umfaßt das 1850 erst rd. 600 km² messende Gebiet doch heute schon rd. 4575 km² (s. Abb. 1). Seine Grenzen werden etwa

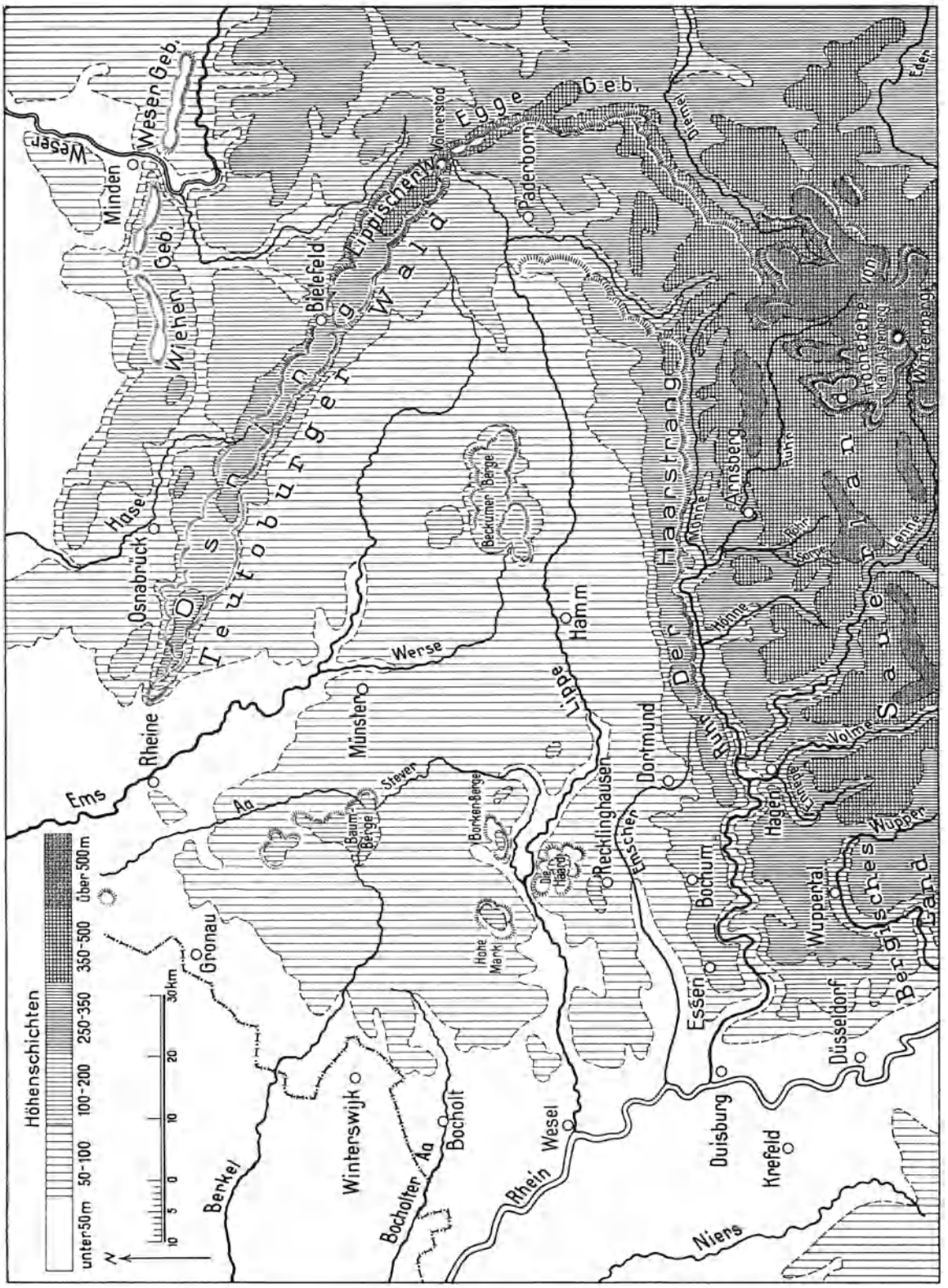


Abb. 2. Morphologische Übersichtskarte des Ruhrbezirkes und seiner Umrandung.

von der Verbindungslinie der Orte Wesel-Dorsten-Beckum-Unna-Schwerte-Herzkamp-Kettwig-Mörs-Wesel gebildet (s. Abb. 1).

Einige wenige Zahlenangaben mögen die überragende wirtschaftliche Stellung dieses Gebietes vor Augen führen, dessen Grundlage Kohle und Eisen sind. Rd. 75% des Roheisens und rd. 70% des deutschen Stahles werden in Rheinland-Westfalen erzeugt, während man im engeren Ruhrbezirk im Jahre 1937 auf etwa 145 Zechen rd. 127,7 Mill. t Steinkohle bei einer Belegschaft von rd. 307000 Mann gewann, d. h. etwa 70% der gesamten Steinkohlenförderung von Deutschland. Dabei ist das Ruhrgebiet mit über 75% an der Koks-erzeugung und mit rd. 80% an der Kohlenausfuhr beteiligt.

Der Wert der Kohlenförderung beläuft sich für 1936 auf weit über 1,1 Millrd. RM. Auch hinsichtlich der Erzeugung von Koks und der Nebenerzeugnisse mit einem Werte von mehr als 500 Mill. RM. im Jahre 1936 sowie bezüglich seiner Steinkohlenvorräte steht das Ruhrrevier mit rd. 90% an erster Stelle im deutschen Raum. Dieser gewaltigen Zusammenballung der wirtschaftlichen Kräfte entsprechend wohnen hier, obwohl der Bezirk nur etwa 0,8% der rd. 554500 km² umfassenden Bodenfläche des großdeutschen Reiches beträgt, über 4,4 Mill. Menschen, d. h. etwa 6,0% der rd. 74 Mill. zählenden deutschen Gesamtbevölkerung. Als weiterer kennzeichnender Ausdruck der hohen wirtschaftlichen Bedeutung des Ruhrgebietes sei nur noch die Tatsache angeführt, daß der Reichsbahndirektionsbezirk Essen trotz seiner geringen Streckenlänge nach Verkehrs-größe und Betriebsstärke die erste Stelle in Deutschland einnimmt.

Hinsichtlich der Beschaffenheit seiner Oberfläche besteht der Ruhrbezirk im weiteren Sinne aus mehreren stark voneinander abweichenden Teilen (s. Abb. 2). Drei morphologisch sehr verschiedenartige Landschaftsgebiete sind es, die ihm seinen Stempel aufdrücken: Das Münstersche Flachland, die Niederrheinische Bucht und der aus der Ebene langsam aufsteigende Nordrand des Rheinischen Schiefer-gebirges (einschließlich des Haarstranges).

Das dreieckige flache Gebiet des Münsterlandes, die sog. Kreidetafel von Münster, mit den breiten Tälern der Lippe, der Emscher und der Ems wird von zwei Gebirgs-systemen umrandet: im S von dem nach N sich abflachenden und von W nach O sich erstreckenden Zuge des Haarstranges sowie den Erhebungen des Rheinischen Schiefergebirges und im O bzw. NO von der WNW-OSO verlaufenden Kette des Teutoburger Waldes sowie des NS streichenden Eggegebirges (mit dem Völmerstod, 468 m). Nur vereinzelte Bodenwellen, wie die „Haard", die „Hohe Mark", die „Borken-berge", die „Baumberge" (mit 188 m), die „Beckumer Berge" (mit 173 m) und die „Höhen von Burgsteinfurt" ragen aus der sich von O nach W ganz flach abdachenden Münsterschen Ebene heraus. Sie geht nach N in der Stromrichtung der Ems allmählich in die ausgedehnte norddeutsche Tiefebene über. In Richtung auf den Rhein zu bzw. nach NW vereinigt sich die Münstersche Kreidetafel mit der durch den Rheinstrom beherrschten ebenen und sich nach NW öffnenden Niederrheinischen (Kölner) Bucht und weiter mit dem holländischen Tiefland. Demgegenüber wird der kleinere südliche Teil von den aus widerstands-fähigen Gesteinen aufgebauten Höhen des nördlichen Teiles des Rheinischen Schiefer-gebirges eingenommen, geographisch als „Bergisches" und „Sauerland" mit dem Lenne-, Ebbe- und dem Rothaargebirge (Kahler Asten, 841 m) bezeichnet. In dem im allgemeinen plateauartigen, von einzelnen „Härtlingen" überragten Gebiete wechseln langgestreckte Höhenzüge und Hochflächen mit tiefeingeschnittenen engen Tälern der Ruhr und ihrer Nebenflüsse ab. Mit ihm verschmelzend legen sich an seinen Nordrand die flachwelligen „Ruhrberge", das „Ardeygebirge" und der schon erwähnte sanft nach N abfallende „Haarstrang" an.

Das Klima (Durchschnittswetter) des gegen NW nicht geschützten Bezirkes unter-liegt der Einwirkung des Ozeans. Hierdurch werden Winter- und Sommertemperaturen gemildert. Beträgt die Durchschnittswärme (mittlere Jahrestemperatur) im Gebirgs-lande +8° C, so steigt sie in Richtung auf den Rhein auf 9—10° C, während sie im Sauerlande auf 6° C zurückgeht. Im allgemeinen bringen die vorherrschenden W- (SW- und NW-) Winde dem Lande Regen. Demgemäß ist das in den niederen Teilen milde Klima auf den Höhen rauh.

Die für die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse des Bezirkes wichtigen Nieder-schlagsmengen, welche von der Höhenlage bzw. den Wärmeverhältnissen abhängen, belaufen sich im Durchschnitt auf etwa 700—800 mm/Jahr. Sie wachsen ungefähr in Richtung von N oder NW nach S bzw. SO, d. h. auf das Gebirge zu, an. In Duisburg (+32 m über NN) erreichen die Niederschlagsmengen im Jahresmittel 723 mm, auf

Zeche Fürst Hardenberg (+72 m über NN) 777 mm und in Zurstraße bei Hagen (+405 m über NN) 1018 mm. Weitere Einzelheiten hinsichtlich der Verteilung der Niederschläge ergeben sich aus der Regenkarte nach HELLMANN und POLIS (s. Abb. 3).

Hydrographisch liegt der Niederrheinisch-Westfälische Bergbaubezirk im Bereiche des Rheinstromes, in den die nach W fließenden Flüsse: Ruhr, Emscher und Lippe münden (s. Abb. 2). Die Ruhr nimmt vornehmlich die Wässer des Rheinischen Schiefergebirges auf, die ihr von S bzw. O her durch die wichtigsten Nebenflüsse: Volme (mit der Ennepe), Lenne, Hönne, Röhr (mit Sorpe) und Möhne zufließen. Der nördliche Teil des Münsterlandes sowie die Osnabrücker Gegend gehören den Flußgebieten der nach N bzw. NW strömenden Ems und Berkel an, während der südliche und östliche Teil des Teutoburger Waldes ihre Vorflut in nordöstlicher Richtung zur Weser finden. Zur Maas und ihren Nebenflüssen entwässert der größere Teil des linksrheinischen Gebietes. Von diesen natürlichen Wasserläufen abgesehen, verfügt das Gebiet auch noch über mehrere wichtige künstliche Wasserstraßen, wie den Rhein-Herne-Kanal. Dazu tritt noch eine Reihe von ± bedeutenden Talsperren und Stauseen zur Beschaffung von Trink-, Kraft- und Gebrauchswasser, wie die große Möhne-Talsperre (mit rd. 134 Mill. m³ Stauinhalt), die Sorpe-Talsperre (mit rd. 71 Mill. m³), ferner die Glör-Talsperre, die Heilenbecker Talsperre, die Barmer Talsperre, die Ennepe-Talsperre, die Hasper Talsperre und die Füllbecke-Talsperre, ferner der Baldeney-, Harkort- und Hengstey-See, sowie einige weitere noch im Bau begriffene bzw. geplante Anlagen wie der Kahlenberg-See, der Kettwiger See, der Hattinger See, der Herdecker See und der Blankenstein-See (s. Abb. 4).

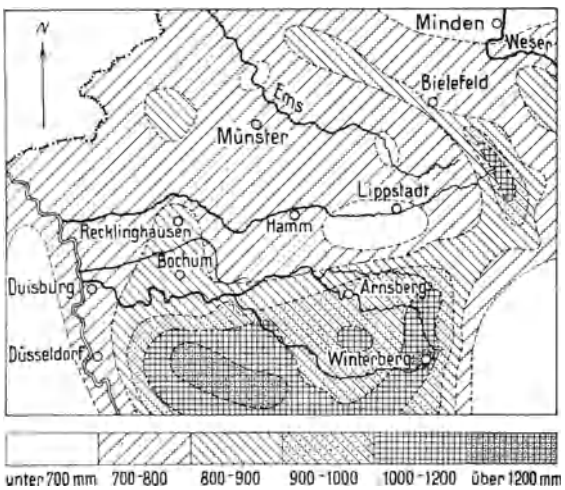


Abb. 3. Regenkarte der Provinz Westfalen. Mittlere Jahresmenge. Umgez. nach HELLMANN und POLIS.

Fast ebenso verschieden wie die morphologische Gestaltung der Einzellandschaften und ihre klimatischen Verhältnisse sind auch die völkischen Sonderverhältnisse seiner Bewohner niedersächsischen, rheinfränkischen und hessischen Stammes, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

In bezug auf die Besiedlung ist das nördlich der Ruhrberge sich ausbreitende Flachland das Gebiet vieler volkreicher Städte und Ortschaften, die durch ein engmaschiges Eisenbahnnetz sowie durch großzügige Straßenanlagen (Verbandstraßen, Reichsautobahn) verbunden sind (s. Abb. 4). Mit rd. 960 Einwohnern auf 1 km² ist der Ruhrbezirk der am dichtesten bevölkerte Teil Deutschlands. Die Großstädte Mülheim (Ruhr), Essen (mit Essen-Borbeck, Essen-Katernberg, Essen-Altenessen, Essen-Karnap, Essen-Steele, Essen-Rellinghausen), Bochum (mit Bochum-Gerthe, Bochum-Langendreer, Bochum-Linden-Dahlhausen) und Dortmund (mit Dortmund-Oespel, Dortmund-Dorstfeld, Dortmund-Hörde, Dortmund-Mengede) sind etwa am Fuße der letzten Erhebungen des Rheinischen Schiefergebirges bzw. des Haarstranges erbaut. Weiter nördlich in der Ebene liegen die Städte Duisburg (mit Duisburg-Ruhrort, Duisburg-Meiderich, Duisburg-Hamborn), Oberhausen (mit Oberhausen-Sterkrade, Oberhausen-Holten, Oberhausen-Osterfeld), Bottrop, Gelsenkirchen (mit Gelsenkirchen-Buer), Wattenscheid, Wanne-Eickel, Herne, Kastrop-Rauxel, Unna u. a. Nach N folgen unter anderem Walsum, Dinslaken, Gladbeck, Westerholt, Marl, Herten, Recklinghausen (mit Recklinghausen-Süd), Ickern, Datteln, Waltrop, Brambauer, Kamen und Ahlen. Weiter nördlich an der Lippe liegen: Wesel, Dorsten, Haltern, Lünen, Werne, Hamm u. a. im Aufblühen begriffene Städte. Das Berg- und Hügelland an der Ruhr beherbergt die alten, mit der Geschichte des frühesten Ruhrbergbaues eng verknüpften Orte, wie Kettwig, Essen-

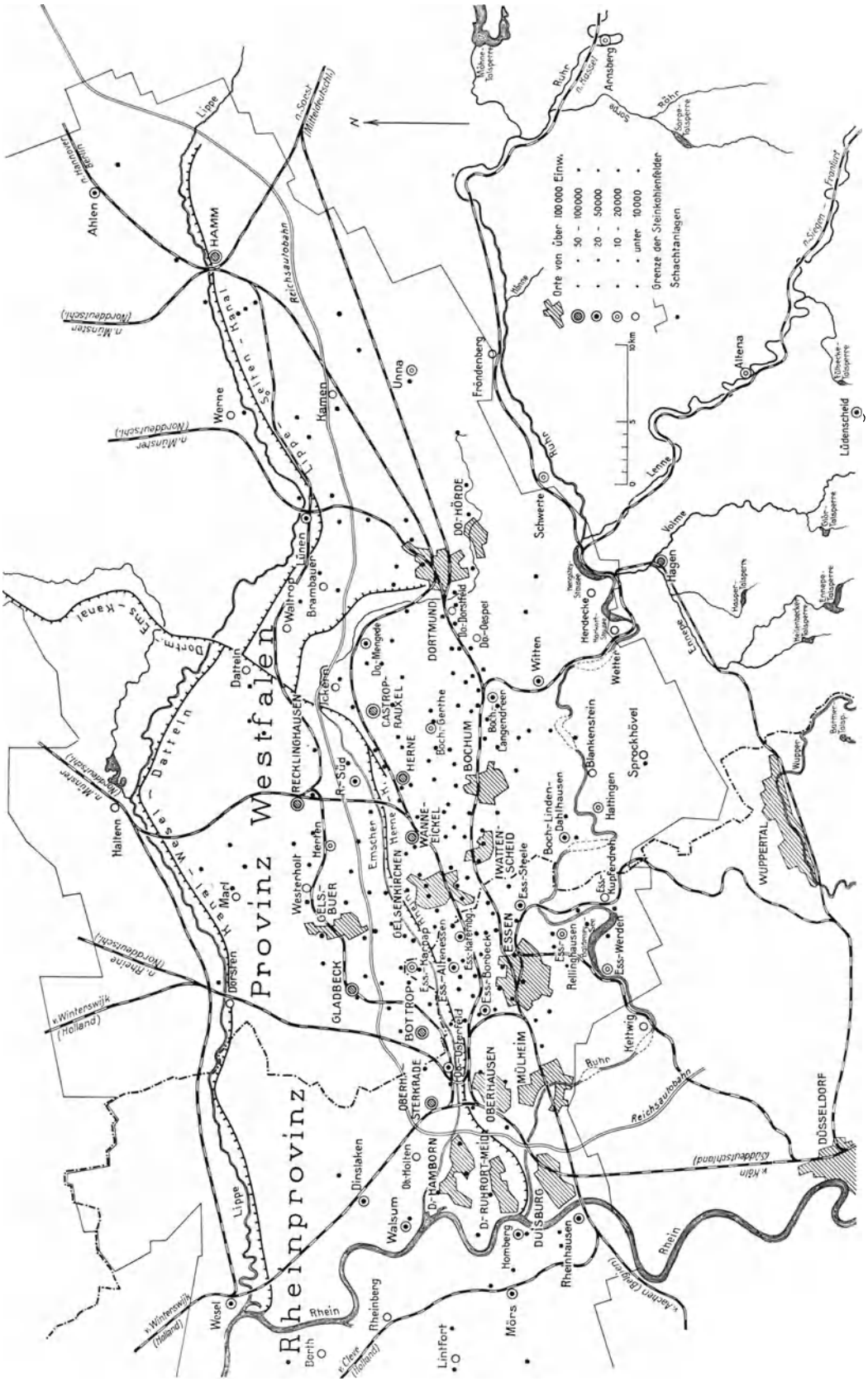


Abb. 4. Übersichtskarte der Besiedlungs- und Verkehrsverhältnisse des Ruhrbezirkes.

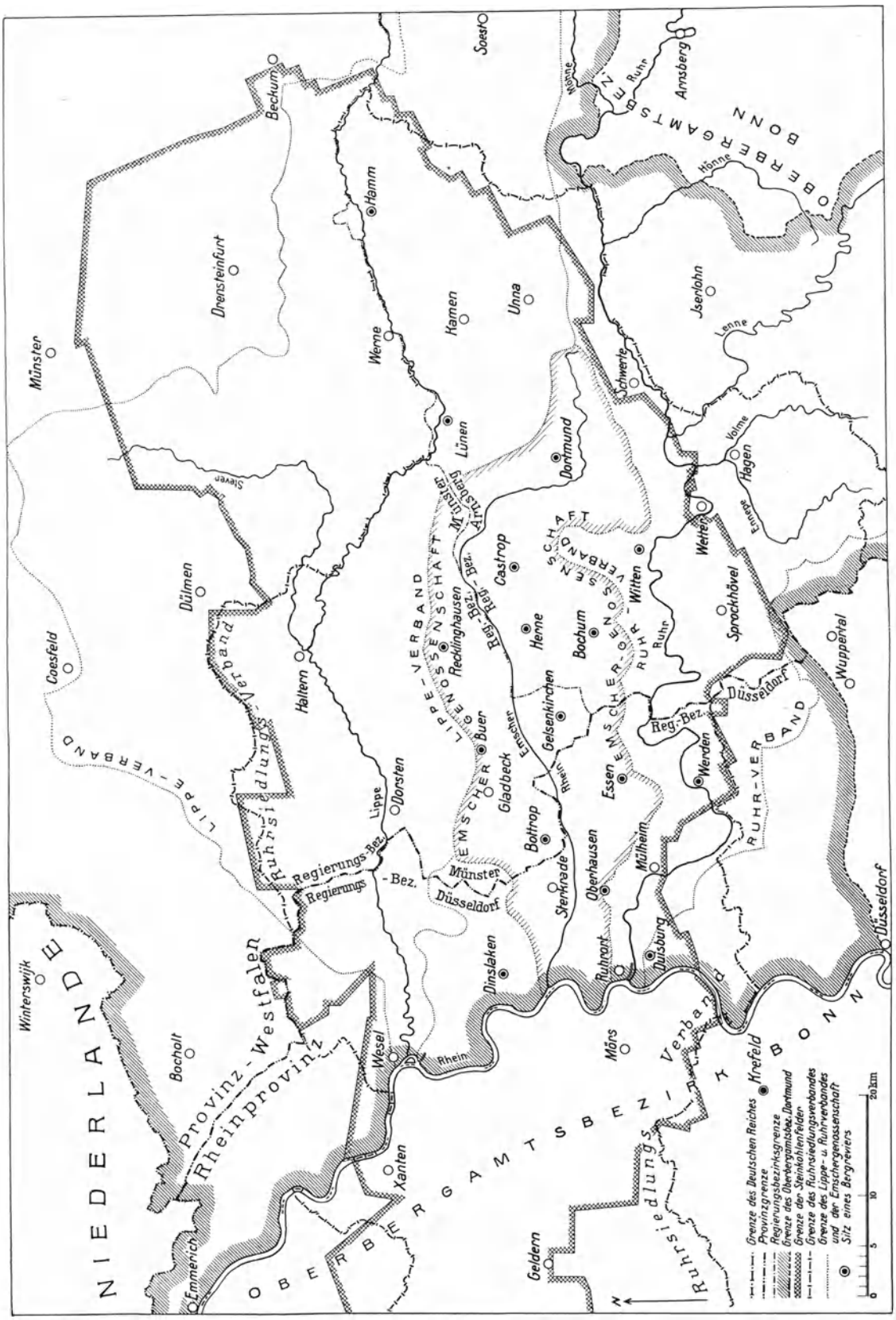


Abb. 5. Übersichtskarte der wichtigsten Verwaltungsbezirke der Provinz Westfalen und angrenzender Gebiete. (Seit 1933 gehört auch das Bergrevier Krefeld zum Oberbergamtsbezirk Dortmund, vgl. Abb. 6.)

Werden, Essen-Kupferdreh, Hattingen, Blankenstein, Sprockhövel, Witten, Wetter, Herdecke, Schwerte, Fröndenberg usw. Links des Rheins sind unter anderem folgende aufstrebende Städte und Gemeinwesen zu nennen: Rheinhausen, Homberg, Mörs, Lintfort, Rheinberg und Borth. Zahlreiche Schachtanlagen geben dieser Landschaft ihr besonderes Gepräge (s. Abb. 4). Sind diese auch scheinbar regellos über das ganze Gebiet verstreut, so verraten sie schon durch ihre Lage in etwa ihre Abhängigkeit von dem geologischen Bau des karbonischen Untergrundes. Wie Abb. 4 zeigt, stehen die Schächte in den flözreichen Muldengebieten des Steinkohlengebirges besonders dicht, während ihre Stellung über den kohlenärmeren Sattelzonen eine weit lockerere ist. Die große Menge der auf der Übersichtskarte angegebenen Schachtpunkte verbietet es, ihre Namen im einzelnen aufzuführen.

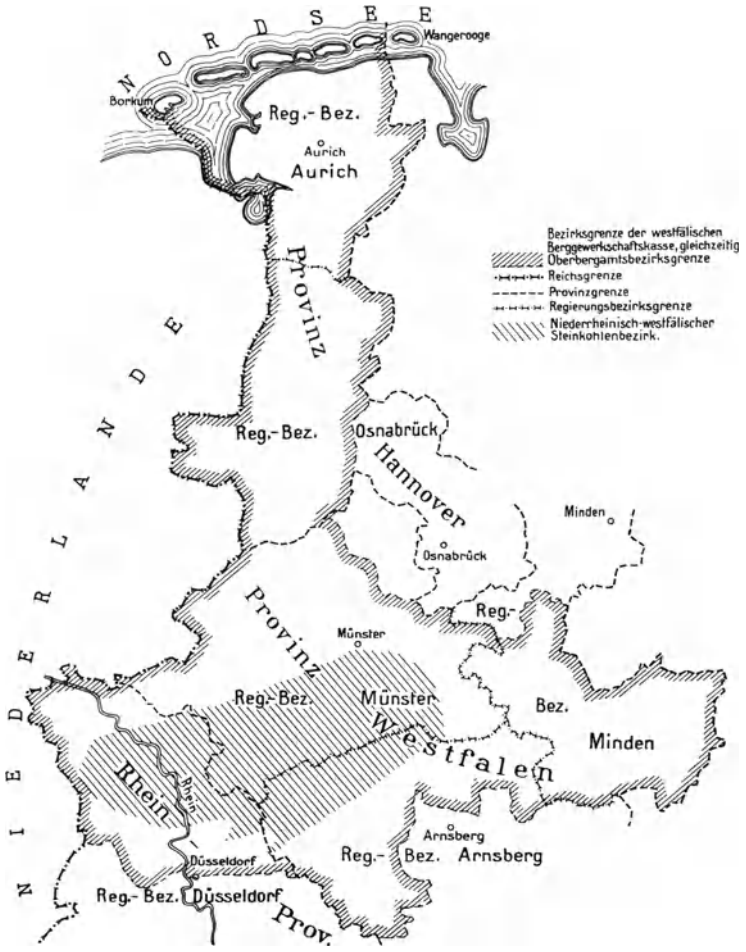


Abb. 6. Übersichtskarte des Bereiches der Westfälischen Berggewerkschaftskasse.

Politisch gehört das Ruhrgebiet zu den Regierungsbezirken Arnsberg und Münster der Provinz Westfalen, zum Regierungsbezirk Düsseldorf der Rheinprovinz und zu den Regierungsbezirken Aurich und Osnabrück der Provinz Hannover.

In bergverwaltungstechnischer Hinsicht ist das Ruhrgebiet dem Oberbergamt Dortmund unterstellt, das sein bergpolizeiliches Aufsichtsrecht durch 21 Bergämter ausübt. Es sind die Bergreviere: Hamm, Lünen, Dortmund I, Dortmund II, Witten, Castrop-Rauxel, Herne, Recklinghausen I, Recklinghausen II, Gelsenkirchen, Bochum I, Bochum II, Werden, Essen I, Essen II, Essen III, Buer, Bottrop, Dinslaken-Oberhausen, Duisburg und Krefeld. Die Grenzen des Oberbergamtsbezirkes sind aus der Abb. 5 zu ersehen.

Über das Ruhrgebiet erstrecken sich aber auch noch die Verwaltungsbezirke wichtiger anderer Verbände, Genossenschaften und Forschungsinstitute, die ihre Aufgaben in Gemeinschaftsarbeit erfüllen. Nur die für die vorliegende Arbeit in Frage kommenden Einrichtungen sollen hier genannt sein (s. Abb. 5).

Etwa das gleiche Gebiet wie das des Oberbergamtsbezirkes Dortmund umfaßt der Bezirk des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikates zu Essen (des Hauptwirtschaftsvertreters des ganzen Ruhrbezirkes), des Vereins für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund zu Essen mit seinen vielfältigen Aufgaben und des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen zu Essen.

Das engere Bergbaurevier deckt sich weiter in etwa mit dem im Jahre 1920 gegründeten, rd. 4570 km² umfassenden Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, dem die

Aufgabe obliegt, die vielfältigen Fragen der Siedlung dieses mit rd. 4,4 Mill. Menschen dicht bevölkerten Bezirkes nach einheitlichen Plänen zu bearbeiten. Das Gebiet der früher durch Bergbau versumpften Emscher wird durch die Emschergenossenschaft (mit dem Sitz in Essen) betreut, während für die Reinhaltung der Ruhr, Lippe und ihrer Nebenflüsse der Ruhrverband, der Lippeverband sowie der Ruhrtalsperrenverein zu Essen bestimmt sind.

Mit dem Geschäftsbereich des Oberbergamtes zu Dortmund deckt sich auch der Bezirk der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum, deren gemeinnützige Anstalten, Bergbau-Hilfseinrichtungen, Versuchs- und Forschungsbetriebe dem Nutzen des gesamten Bergbaues dienen. Auf das Gebiet dieser Berggewerkschaftskasse (s. Abb. 6) ist die vorliegende Arbeit in erster Linie ausgerichtet worden.

B. Überblick über die geologische Stellung des Ruhrgebietes und die an seinem Aufbau beteiligten Formationen.

Wenn auch noch viele Fragen ihrer Klärung harren, gehört doch der Ruhrbezirk zu den geologisch bestbekannten Gebieten unseres Vaterlandes. Diese Vorzugsstellung wird einerseits durch die zahllosen, infolge Industrie-, Kanal- und Straßenbauten sowie durch Steinbrüche geschaffenen ± tiefen Einschnitte, insbesondere aber durch die mehrere Tausende von km² umfassenden, bis in mehr als 1000 m Teufe reichenden und mit großer Sorgfalt festgelegten unterirdischen Aufschlüsse des Bergbaues bedingt. Andererseits ist sie dem Zusammenwirken der vielen an der Aufklärung des geologischen Aufbaues unseres Gebietes sowohl betrieblich als wissenschaftlich beteiligten Männer, und zwar vornehmlich der Bergleute, Geologen, Markscheider und Tiefbauingenieure zu verdanken. Hierdurch sind Beobachtungsgrundlagen geschaffen, die sich in dieser Vollständigkeit und Genauigkeit in keinem anderen deutschen Gebiete finden dürften.

Suchen wir nunmehr einen kurzen Gesamtüberblick über die das Ruhrgebiet aufbauenden Formationen, ihre Gesteinsmächtigkeiten, ihre Untergliederung, ihre faziellen Erscheinungen und ihre wichtigsten Lagerstätten sowie ihre gegenseitigen Beziehungen, ihre Verbreitung und ihre allgemeinen Lagerungsverhältnisse zu gewinnen (s. Abb. 7 und Tafel II).

Wegen der starken Schwankungen der Formationsmächtigkeiten sind in Abb. 7 nur die durchschnittlichen Werte angegeben worden. In fazieller Beziehung habe ich unterschieden zwischen Bildungen des „Landes", des „Meeres" und der „Lagunen" (Waldsumpfgebiete). Von den Vorkommen nutzbarer Mineralien und Gesteine sind nur die wichtigsten schematisch angeführt worden.

Zwei Dinge stehen schon bei der ersten Betrachtung des geologischen Aufbaues des Gebietes in scharfem Gegensatz zueinander: der alte, stark gefaltete paläozoische Unterbau (mit den Schichten des flözführenden Karbons) und der weniger bewegte und ungleichförmig darüber liegende Oberbau (das Deckgebirge) (s. Abb. 7).

Wir gehen aus von dem Angelpunkt unserer Untersuchungen, dem Ruhrkarbon.

Die Steinkohlenablagerung des Ruhrbezirkes stellt einen Teil des ausgedehnten meeresnahen (paralischen) Kohlengürtels dar, der, sich an den Nordrand des sog. armorikanisch-variszischen Gebirges anlehnend, die Kohlenvorkommen des Osnabrücker Bezirkes, der linken Rheinseite und weiter Hollands, Belgiens, Frankreichs und Südenglands umfaßt (s. Abb. 8). Hier haben sich die das Steinkohlengebirge aufbauenden Sedimente in einer Sammelmulde abgelagert, welche sich als Saumtiefe am Nordrande des zu devonisch-karbonischer Zeit gefalteten variszischen Kettengebirges herausbildete. Zwei von Mittelfrankreich aus „V" förmig auseinanderlaufende Bögen setzen dieses Gebirge zusammen. Sein westlicher Ast (armorikanisches Gebirge) erstreckt sich von Südirland über Wales und Südengland bis ins französische Zentralplateau, während der von hier abzweigende östliche (variszische) Bogen in SW—NO-Richtung über das Massiv von Brabant durch Süd- und Mitteldeutschland bis nach Schlesien und Mähren zu verfolgen ist. In den Rümpfen des Rheinischen Schiefergebirges, des Harzes, der Vogesen, des

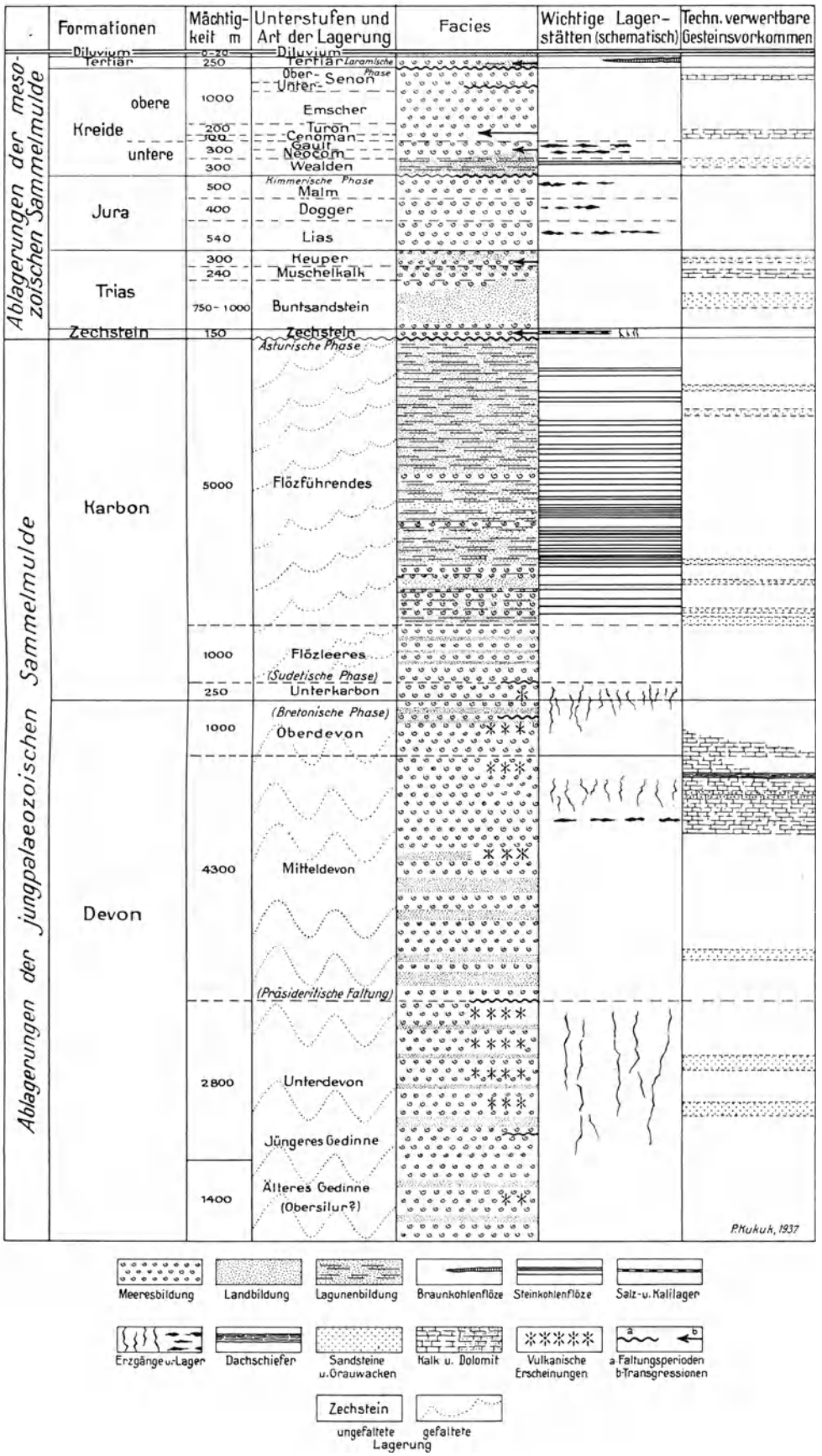


Abb. 7. Schematischer Querschnitt durch die im Ruhrbezirk zur Ablagerung gekommenen Formationen nebst ihren wichtigsten Lagerstätten.

Schwarzwaldes, des Thüringer Waldes und des Fichtelgebirges bis zur Böhmischen Masse sehen wir heute die Reste dieses während seines Aufstieges schon wieder abgetragenen alten Gebirges. Den aus Altkristallin bestehenden Kernen dieser alten Massive schließen sich kambrisch-silurisch-devonische Bögen an, die von innen nach außen (d. h. nach NW, N und NO) in Zeiten jüngerer variszischer Faltungsphasen entstanden sind.

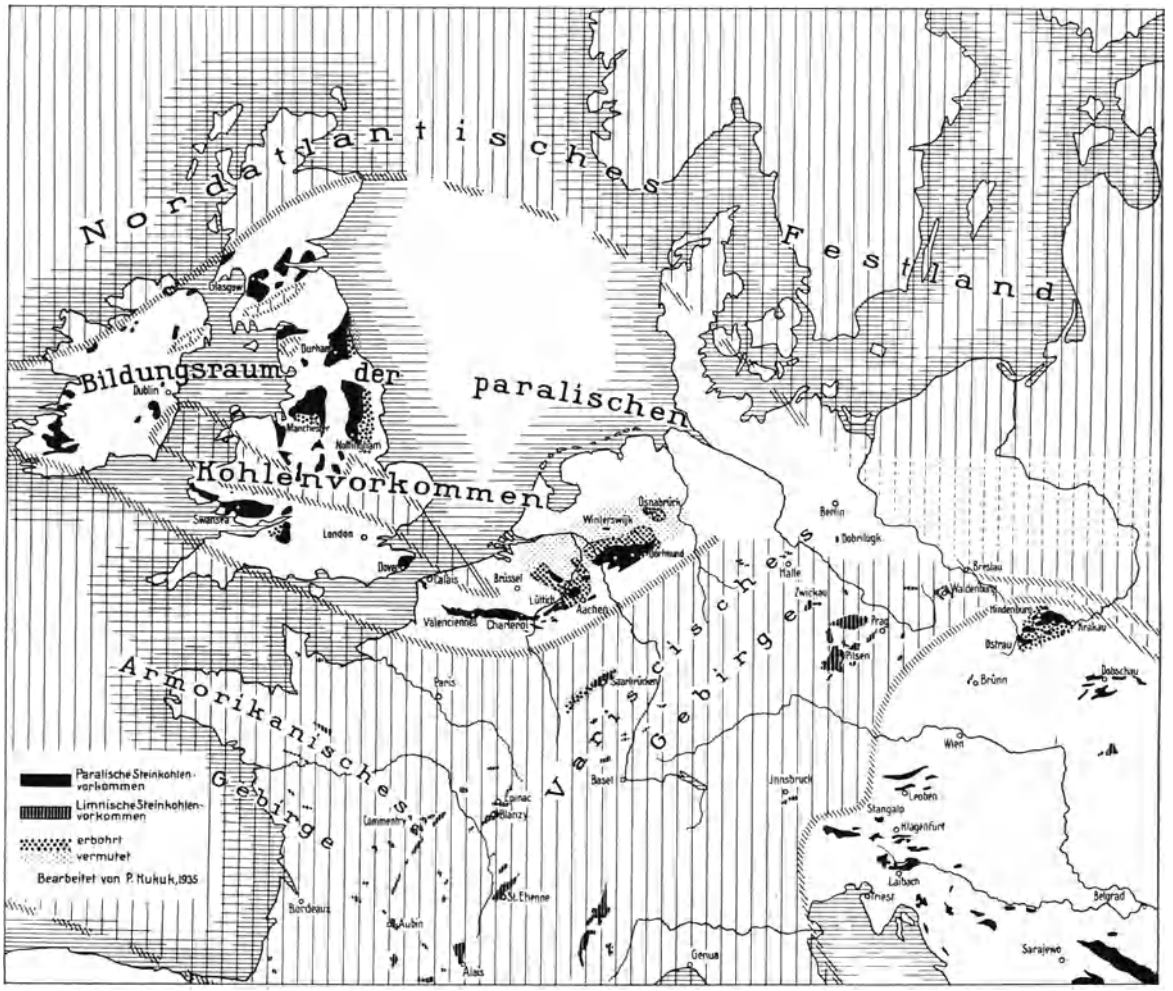


Abb. 8. Verbreitung der paralischen und limnischen Steinkohlenvorkommen in Mitteleuropa.

Dieser am Außenrande verlaufende paralische Karbonzug steht nun sowohl hinsichtlich seiner Lage als auch seiner stratigraphisch-faziellen Verhältnisse in natürlichem Gegensatz zu den weiter im S in einer besonderen Senke (Saône-Saar-Saale-Graben) innerhalb der variszischen Falten entstandenen limnischen Kohlenvorkommen, zu denen unter anderem die Ablagerungen des französischen Zentralplateaus, des Saarbezirkes, der sächsischen und der Harzer Vorkommen gehören. Hier sind nur das oberste Oberkarbon (Stefan) bzw. die oberen Teile des mittleren Oberkarbons (Westfal B, C und D) entwickelt. Zu diesem seit langem bekannten Gegensatz der beiden Kohlenzonen tritt nach der Auffassung von Quiring (1936) noch ein großer tektonischer Unterschied. Er sieht ihn als Folgeerscheinung der besonderen paläogeographischen Verhältnisse in Verbindung mit der im Oberkarbon erfolgten flachen Absenkung der „nordvariszischen Großscholle" nach NW und des dadurch eingetretenen Abrisses von ihrem südöstlichen Hinterlande, der „südvariszischen Hauptscholle", an. Demzufolge liegt in der Nordzone ein Einbiegungs- und Pressungsstreifen am Südrande einer marinen Geosynklinale vor, während die Südzone (Saône-Saar-Saale-Graben) den Einbruchs- oder Zerrungsstreifen eines binnenländischen Hebungsgebietes darstellt.

Liegen die flözführenden Ablagerungen des limnischen Saarreviers dem alten, noch in der sudetischen Phase der variszischen Gebirgsbildung gefalteten Gebiete diskordant auf als Ablagerung eines aus einer Zerrung hervorgegangenen Senkungsgebietes, so herrscht im paralischen Ruhrrevier fast durchweg konkordante Lagerung zwischen den Schichten

des Devons, Unterkarbons und Oberkarbons. Wurden doch die gesamten Ablagerungen der subvariszischen Saumtiefe vorwiegend in der Zeit zwischen mittlerem und oberem Oberkarbon (d. h. in der asturischen Phase der variszischen Orogenese) von der nach N übergreifenden Faltung erfaßt. Hierdurch ist es im Ruhrbezirk nicht mehr zur Ablagerung der jüngsten Zone des Oberkarbons, des „Stefans", gekommen.

Das alte variszische Gebirge (Rheinisches Schiefergebirge) bildet den natürlichen Grenzwall der Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung im Süden. Demgegenüber kann von einer scharfen Begrenzung nach W, O und N nicht geredet werden. Schon wegen seiner engen genetischen Verbundenheit mit dem Münsterschen Becken, muß das Steinkohlengebirge nach diesen Richtungen mit ihm zusammen betrachtet werden.

Das im S von den Faltenzügen des Rheinischen Schiefergebirges und weiter des Haarstranges abgeschlossene Münstersche Becken wird, wie erwähnt, im O und NO durch das Eggegebirge und weiter durch die Höhenzüge des Teutoburger Waldes eingefaßt (s. Tafel I). Dabei entspricht der Rolle, welche das variszische Gebirge und der Teutoburger Wald in rein orographischer Beziehung durch die Herausbildung der Tiefebene von Münster spielen, ihre Bedeutung in geologischer Hinsicht als Umrandung der Kreidetafel von Münster: Tiefebene und Kreidebecken fallen annähernd zusammen. Bilden auf der Südseite die älteren Formationen des Karbons und Devons die Grenze, so treten auf der NO- und O-Seite zunächst steilaufgerichtete bis überkippte Kreidegesteine, weiter nach außen hin auch ältere Formationen als Rahmen auf.

Bei der Betrachtung des Gesamtbildes des Münsterschen Tafellandes nimmt das Gebiet in NW eine besondere Stellung ein. Es handelt sich um die von Rheine aus über Ochtrup, Ahaus, Stadtlohn nach Winterswijk (Holland) sich hinziehende, meist nur unerheblich aus der Ebene aufragende Reihe älterer Schichtengruppen (Buntsandstein, Muschelkalk, Jura). Wegen ihrer Überdeckung mit jungen Schichten ist sie zwar noch nicht so eingehend erkannt, als daß ihre Bedeutung für die Geologie des ganzen Bezirkes hätte völlig erfaßt werden können. Immerhin sind ihre wichtigsten geologischen Grundlagen durch die vielen Bohrungen nach Kohle auf holländischem Boden geklärt. Das bemerkenswerte Auftauchen dieser Reste älterer Schichten aus der oberen Kreide ist auf Auswirkungen der saxonischen Faltung zurückzuführen. Hierdurch weicht das Hauptstreichen der dort festgestellten Sattelgebilde (WNW—OSO) nicht unwesentlich von dem des Rheinischen Schiefergebirges (WSW—ONO) ab.

Gehen wir nun zu den Ablagerungsgebieten der am Aufbau des Gesamtbezirkes beteiligten Formationen über.

Wie ein Blick auf Tafel I lehrt, stellen die ältesten Ablagerungen des Bezirkes, die Schichten des Devons, die südliche Begrenzung des Karbons dar. Durch die jungen Diluvial- und Tertiärgebilde der Beobachtung über Tage entzogen, erstrecken sie sich von der linken Rheinseite südlich von Aachen bis in das rechtsrheinische Gebiet, wo ihre Nordgrenze in Sattel- und Muldenwendungen über Velbert, Barmen-Elberfeld, Hagen, Iserlohn, Meschede, Brilon weiter nach O verläuft. Bei Niedermarsberg verschwinden sie dann unter den diskordant überlagernden Zechstein- und Triasschichten. Ihre dem Unter-, Mittel- und Oberdevon angehörenden sandig-tonigen und kalkigen Ablagerungen bauen den dem Steinkohlengebiet südlich vorgelagerten Rumpf des Rheinischen Schiefergebirges auf, der nur noch in tief eingeschnittenen Tälern die Wurzelreste bzw. den Stumpf des einstmals, wenn auch nicht überall und zu großer Höhe aufgestiegenen Faltengebirges erkennen läßt. Seine Querverwerfungsspalten bergen örtlich ± reiche Erzlagerstätten, seine Schichten viele technisch verwertbare Gesteine.

An den Nordrand dieses Devonzuges legen sich die flözreichen Schichten des Karbons an, das weiter gegen N in der Linie Duisburg-Dortmund unter dem Deckgebirge verschwindet (s. Tafel II). Die zu ausgedehnten, ± parallel verlaufenden und von WSW nach ONO streichenden Falten zusammengeschobenen Ablagerungen, deren flözführende Mulden nach den bergbaulichen Aufschlüssen von S nach N an Breite und Tiefe gewinnen, nehmen in dieser Richtung immer jüngere Karbonhorizonte auf. Nördlich der erwähnten Linie Dortmund-Duisburg ist das im S zutage ausgehende Steinkohlengebirge diskordant

von jüngeren, vornehmlich der oberen Kreide angehörenden Schichten überlagert. Unterhalb dieser Decke ist es dann durch Bergbau und Bohrungen in immer weiterer Ausdehnung nach NW, N und NO nachgewiesen worden. Nur in vereinzelten Vorkommen tritt es bei Osnabrück noch einmal zutage. Hier bestimmen im wesentlichen zwei parallel zueinander verlaufende, von NW nach SO streichende Sattelerhebungen den Gebirgsaufbau: eine nördliche, durch den Steinkohlengebirgssattel des Piesberges streichende Aufwölbung (Piesberg-Achse) und eine südliche, durch die Ibbenbürener Bergplatte und den Hüggel ziehende Aufsattelung (Osning-Achse). Ungeachtet der durch das Fehlen des obersten Oberkarbons und des Rotliegenden hervorgerufenen Lücke in dem Schichtenaufbau scheint hier zwischen dem Karbon und seinen Deckgebirgsschichten nur eine schwache Diskordanz zu herrschen.

Unter den das Steinkohlengebirge überlagernden jüngeren Formationen ist zunächst der Zechstein zu nennen. Die nur auf der Schwelle von Osnabrück und am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges zutage tretenden Zechsteinschichten sind im übrigen durch jüngere Schichten verhüllt. Sie spielen im NW des Bergbaubezirkes (zwischen den Unterläufen der Emscher und Lippe) eine besonders wichtige Rolle, wo sie durch Bohrungen in großer Ausdehnung unterhalb des Buntsandsteins, der Kreide und des Tertiärs, unmittelbar diskordant auf dem Karbon liegend, nachgewiesen worden sind (s. Tafel II). Hier erreicht der Zechstein einschließlich des überlagernden Buntsandsteins eine Mächtigkeit bis zu mehreren hundert Metern und birgt im Gebiet des Niederrheins Steinsalz (und Kali)-Lager von bedeutender Mächtigkeit.

Auch Ablagerungen der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper) sind, wie Tafel II zeigt, zwischen dem Teutoburger Wald und dem Wesergebirge sowie am Niederrhein weit verbreitet. Zusammen mit dem Zechstein bilden ihre Schichten im Niederrheingebiete eine nach NW einsinkende und in der gleichen Richtung mächtiger werdende Schichtenplatte, die durch NW verlaufende Störungen in Horste, Gräben und Staffeln zerlegt ist.

Schichten des Juras sind gleichfalls vertreten, wenn ihnen auch nur eine verhältnismäßig geringe Bedeutung im Becken von Münster zukommt, da sie nur gelegentlich durch Bohrungen festgestellt worden sind, wie bei Ochtrup, Ahaus, Stadtlohn, Raesfeld und in Gräben versenkt am Niederrhein (u. a. bei Wesel).

Ablagerungen der Unteren Kreide (Wealden, Valendis, Hauterive, Barrême, Apt und Alb) kennt man nur im Gebiet des Teutoburger Waldes, der Schwelle von Winterswijk sowie u. a. bei Hünxe und Dorsten, d. h. vorwiegend nördlich des vermuteten Münsterländer Abbruches (s. Tafel II). Stellenweise sind ihre Ablagerungen reich an Eisenerzen.

Dagegen nimmt die Obere Kreide mit ihren Unterstufen (Cenoman, Turon, Emscher und Senon) den ganzen Raum der Münsterschen Bucht nördlich einer Linie Duisburg-Bochum-Unna ein (s. Tafel I). Die mit etwa 2—5° nach N einfallenden und an Mächtigkeit wachsenden Deckschichten der fast ungefalteten Oberen Kreide überlagern diskordant die Sättel und Mulden des Steinkohlengebirges, wobei das ziemlich genau W-O verlaufende Ausgehende der Oberkreide die WSW-ONO streichenden Faltenstränge des Karbons schief überschneidet. Im NW, d. h. im Gebiet der sog. Bruchfaltentektonik des saxonischen Faltungsfeldes, sind auch die Ablagerungen der Kreide gefaltet und zeigen herzynisch gerichtete ganz flache Sättel und Mulden.

Das vorwiegend aus Unter-, Mittel- und Oberoligozän bestehende Tertiär ist überwiegend auf die Tiefebene der Niederrheinischen Bucht beschränkt (s. Tafel II). Vereinzelte Vorkommen sind allerdings auch in dem Winkel zwischen Rhein und Ruhr, in der Osnabrücker Gegend sowie längs der holländischen Grenze bekannt geworden. Innerhalb des Rheintalgrabens wird das Steinkohlengebirge größtenteils unmittelbar und diskordant von Schichten des Tertiärs überlagert, das in diesem Gebiete die sonst herrschende Kreidebedeckung ersetzt.

Eine weite Verbreitung nehmen schließlich die Formationen des Diluviums und Alluviums ein. Sie überziehen als oberste und jüngste Decke die älteren Schichten, deren Ausstrich durch sie örtlich verdeckt wird. An der Zusammensetzung des Diluviums

sind teils Bildungen des sog. „nordischen" Diluviums (glazialer Natur), teils solche des „heimischen" Diluviums (Absätze der Flüsse und des Windes) beteiligt. Ihre Ablagerungen und Sondererscheinungen leiten unmerklich zu den geologisch wenig bedeutungsvollen jüngsten Schichten des Alluviums über.

C. Zur Entstehungsgeschichte des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes.

Die Mehrzahl der großen geologischen Geschehnisse, die den Boden Europas formte, hat auch den Ruhrbezirk betroffen und dort ihre unvergänglichen Spuren hinterlassen. Es gilt also, aus ihnen die Entwicklungsgeschichte des Gebietes wieder herauszulesen.

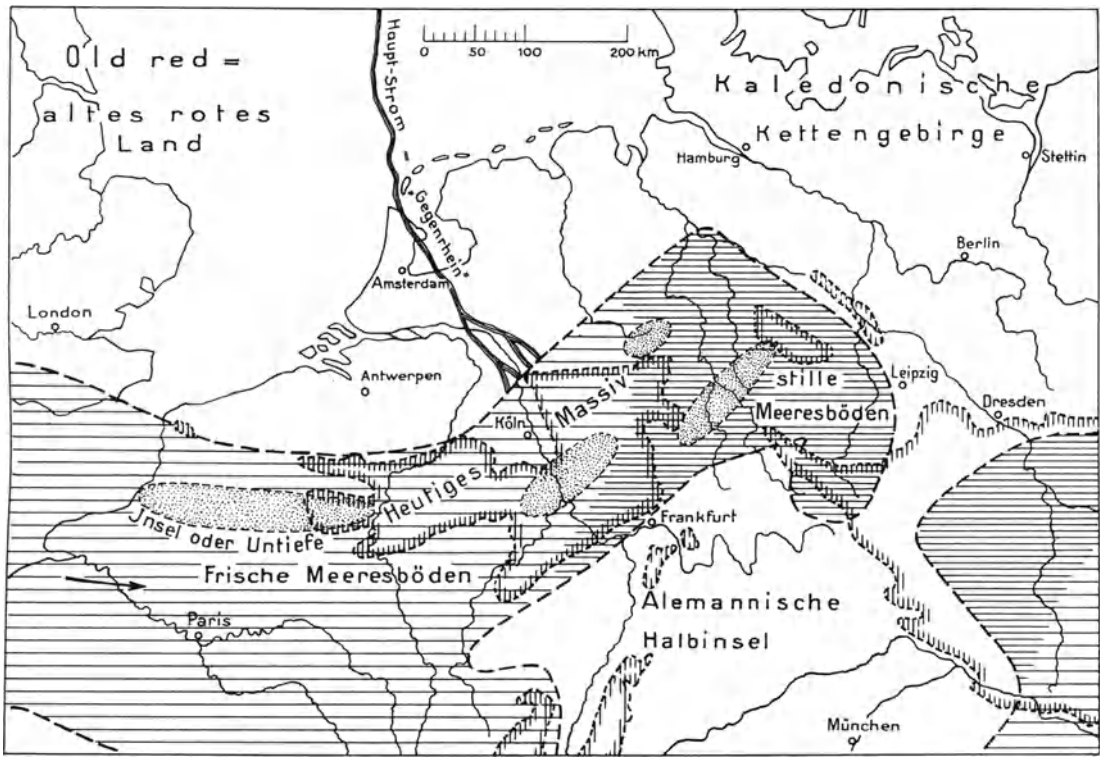


Abb. 9. Die Verbreitung von Wasser und Land zu Beginn des Mitteldevons. Umgezeichnet nach H. SCHMIDT 1936.

Über die älteste (archäische) Zeit der Erdgeschichte unserer engeren Heimat können wir mangels irgendwelcher heute bekannten Ablagerungen aus jenen Tagen nur wenig mit Sicherheit aussagen. Wahrscheinlich ist Westfalen zur Zeit des Kambriums und Silurs von einem ausgedehnten Meere bedeckt. Auf dem langsam sinkenden Boden dieses Meeres lagern sich mächtige Gesteinsschichten ab, die später im N von der kaledonischen Faltung erfaßt werden.

Die ältesten im Industriebezirk (und zwar im Rheinischen Schiefergebirge) zu unserer Kenntnis gekommenen Schichten gehören schon der mittleren Zeit des Paläozoikums, und zwar dem Silur, ganz überwiegend jedoch der Devonformation an. Sie sind weiter im S in großer Mächtigkeit (bis 10000 m) abgelagert worden. Aber schon am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges, in Höhe des Velberter Sattels, scheinen die Schichten des Unterdevons und des unteren Mitteldevons auszukeilen, wie sich aus dem Auftreten eines groben Transgressionskonglomerates obermitteldevonischen Alters mit Geröllen älterer gefalteter Sedimente im Schwarzbachtal (östlich von Ratingen) ergibt, das auf ein in der Tiefe vorhandenes kambrosilurisches Orogen in Verlängerung des ganz im W gelegenen Massivs von Brabant hinweist (BREDDIN 1926).

Im übrigen kann man aus den faziell so verschiedenartigen, teils sandigtonigen, teils kalkigen Gesteinsablagerungen im Devon des Rheinischen Schiefergebirges etwa folgende Vorstellung von der Bildungsgeschichte dieser Ablagerungen gewinnen (s. Abb. 9). Der S Westfalens nebst den umgebenden Gebieten ist zur Unterdevonzeit nördlicher Randteil einer schon zu silurischer Zeit angelegten Senke zwischen Brabant und den Vogesen, die von einem von W (Frankreich) kommenden, verhältnismäßig flachen und nach O transgredierend vordringenden Meere überflutet wird (s. Abb. 9). Dieses Meer wird im N durch den „alten roten Kontinent" (mit den Resten des „kaledonischen Gebirges") abgeschlossen, dessen Südrand in England, Belgien, Norddeutschland und Nordrußland liegt. Wasserreiche, von N nach S verlaufende Ströme tragen in diesen nach W offenen und sich allmählich verengenden Busen (die mitteldeutsche Meeresbucht) den Abtragungsschutt des verwitterten kaledonischen Hochgebirges in Form von Geröllen, Sand, Schlamm und feiner Tontrübe. Zu gleicher Zeit erfolgen untermeerische Vulkanausbrüche, deren Spuren sich in den Keratophyrdecken des Rheinischen Schiefergebirges wiederfinden.

Auf dem mobilen Boden dieser nicht einheitlichen Sammelmulde setzen sich Sandgesteine, Tongesteine und Kalkablagerungen in einer Gesamtmächtigkeit von mehr als 10000 m ab. Epirogene, vielleicht aber auch orogene Bewegungsvorgänge erzeugen in Verbindung mit der Herausbildung verschiedener Teilbecken — unter besonderen klimatischen, biogenetischen und morphologischen Verhältnissen — voneinander abweichend entwickelte Sedimentationsgebiete (u. a. mit „rheinischer" oder „herzynischer Fazies" [1]). Die auf Becken- und Schwellenbildungen hindeutenden Faziesgebiete scheinen bald in der Richtung schräg zum heutigen Gebirgsstreichen, bald parallel mit diesem zu verlaufen. Sie beweisen, daß es sich stellenweise um Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung handelte.

Schon zur Zeit des jüngeren Unterdevons (präsideritische Phase Denckmanns) und später macht sich die Herausbildung von Geantiklinalen (Inseln oder Schwellen bzw. Untiefen) bemerkbar, so insbesondere in Gestalt der „Siegerländer Schwelle", gewissermaßen als nördliches Anhängsel der sog. „Alemannischen Halbinsel" (s. Abb. 9).

Während der Mitteldevonzeit scheint diese als Zubringer für die Sedimente, die das zwischen dem Nordkontinent und dieser Schwelle gelegene Sammelbecken ausfüllen, größere Bedeutung zu gewinnen. Schmidt unterscheidet dabei zwischen dem im O gelegenen inneren Teil der Bucht (mit den „stillen Meeresböden") und dem im W liegenden offenen bewegten Teil (mit den „frischen Meeresböden") (s. Abb. 9).

Haben wir es zur unteren Mitteldevonzeit in diesem Troge noch vorwiegend mit der Ablagerung sandigen und sandigtonigen Gesteinsmaterials (den späteren Lenneschiefern) zu tun, so spielt vom oberen Mitteldevon ab die Bildung von mehrere hundert Meter mächtigen kalkigen Gesteinen die Hauptrolle. In dem flacher werdenden Meere erwachsen Korallenriffe, die ähnlich den „Barrier-Riffen" zur Jetztzeit in tropischen Meeren (beispielsweise an der Ostküste Afrikas und der Nordostküste Australiens) sich bogenförmig mehrere Male hintereinander anordnen. Wir erkennen sie heute in den in zahlreichen Steinbrüchen aufgeschlossenen Vorkommen des Massenkalks wieder, der ebensosehr durch seinen Fossilreichtum als die vielen in ihm auftretenden Höhlen sein besonderes Gepräge erhalten hat. In der Zeit des jüngsten Mitteldevons kommt es zu ausgedehnten untermeerischen Ausbrüchen und Ergüssen basischer Gesteine, die ein Merkmal des nordöstlichen Sauerlandes sind.

Später, in der Oberdevonzeit, dringt das Meer weiter nach O vor, wird aber in unserer Gegend flacher. Die Sedimente werden deshalb sandiger, zumal sich auch die Küste gegen Süden vorgeschoben hat. Infolge Auftauchens von Schwellen kommt es zur Auflösung des Gesamttroges in kleine Teilsynklinalen. Hierdurch bilden sich Becken- und Schwellenfazies heraus. Stellenweise schreitet die für das obere Mitteldevon so kennzeichnende Ablagerung kalkiger Absätze fort.

[1] Rheinische Fazies = terrigene mächtige Ablagerungen von Grauwacken, Sandsteinen und Schiefern mit Zweischalern und Brachiopoden. Herzynische (böhmisch-mediterrane) Fazies = wenig mächtige landferne kalkige Gesteine mit Trilobiten und Cephalopoden.

Gegen die Zeit der Wende Devon-Karbon, aber auch schon im oberen Oberdevon setzen im Sauerlande und im Siegerlande starke Bewegungen der Erdrinde ein, die sich teils in Faltungen und Heraushebungen (Sättel von Belecke und Warstein ?), aber auch in Zerreißungen äußern (bretonische Phase der variszischen Orogenese). Die für unser Gebiet kaum in Frage kommende gebirgsbildende Zeit wirkt sich im Schiefergebirge noch in der Querzone Iserlohn-Berleburg aus. Wahrscheinlich im Zusammenhange hiermit steigen eisen- und schwermetallhaltige Thermalwässer aus der Tiefe auf, deren Material sich vorwiegend in Form von Eisenerzgängen auf Verwerfungsspalten absetzt. Örtlich dringt auch glutflüssiges Magma (die sog. Deckdiabase) nach oben. Nach allem aber sind die Faltungsvorgänge nicht so stark, daß sie, wie früher häufig angenommen wurde, die abgelagerten Sedimente zu einem „Hochgebirge" auftürmen.

Die nun folgende Steinkohlenzeit ist der Schauplatz weitreichender gebirgsbildender Vorgänge, die das Antlitz des mittleren Europas völlig neuformen. Zu Beginn der Karbonzeit wird die Küste wieder nach NO zurückverlegt und macht dem flachen Meere der Unterkarbonzeit zwischen dem skandinavischen Massiv und den Gebirgen Mittel- und Süddeutschlands Platz. Hier lagern sich zunächst verhältnismäßig geringmächtige marine Sedimente, und zwar organogene Kalke (sog. Kohlenkalk) ab, während in den vom Meere weiter entfernten Teilen unter Zuführung feinen Abtragungsschuttes aus den im Aufsteigen begriffenen verwitterten Randgebieten die Ablagerungen des sog. Kulms mit seinen Kieselschiefern, Kieselkalken und Alaunschiefern entstehen.

Gegen Ende des Unterkarbons, etwa in der Zeit der sonst so bedeutsamen sudetischen Phase der variszischen Orogenese, zieht sich das Meer langsam zurück. Der im weiteren Verlauf der Regression sich bildende, in ständiger, wenn auch ungleichmäßig schneller Senkung begriffene, ausgedehnte aber schmale Raum, die sog. „subvariszische Saumtiefe", wird nun vom Beginn der Oberkarbonzeit an mit dem Verwitterungsschutt des im S langsam aufsteigenden und der Abtragung unterliegenden sowie später wohl auch des im N gelegenen nordatlantischen Kontinents (Paläoeuropa) gefüllt.

Es entstehen zunächst die Ablagerungen des Flözleeren, und zwar teilweise noch als Meeresbildungen. Allmählich wird das Gebiet landfest. In den grundwassernahen Bildungsgebieten der Saumtiefe erwachsen in Zeiten sehr langsamer Absenkung des Troges unter Wirkung eines humiden Klimas aus üppigen Moorvegetationen einer kryptogamen Flora ausgedehnte Urmoore (Waldsumpfmoore). Steigert sich die Geschwindigkeit der Absenkung, so daß die Humusbildung mit der Senkung nicht gleichen Schritt halten kann, so ersterben die Flachmoore in dem immer höher steigenden Grundwasser und werden bei ruckweise eintretender schneller Senkung des Tieflandes durch den von den umrandenden Gebirgen herabgeführten Verwitterungsschutt zugedeckt. Jedesmal, wenn das weite Gebiet durch Auffüllung mit Sediment wieder landfest geworden ist, wird es wieder von neuen Urmooren eingenommen, die beim Einsetzen schnellerer Absenkung zugeschüttet werden. Nur gelegentlich stößt das aus der Saumtiefe völlig verschwundene Meer in das freigegebene Gebiet wieder vor, bleibt ± lange Zeit in den weiten Niederungen stehen und läßt seine Sedimente — die bekannten fossilführenden marinen Zwischenmittel — zurück. Setzen sich im Laufe langer Zeiten in der ständig absinkenden subvariszischen Saumtiefe insgesamt mindestens rd. 5000 m und mehr mächtige, vorwiegend terrestrische Gesteinsmittel und Flöze in rhythmischem Wechsel ab, so schreitet die im S schon begonnene Zusammenschiebung der im Troge abgelagerten Schichten zu einem Faltengebirge fort, wobei sich einzelne Teile aufwölben, während der größere Teil versenkt bleibt. Aber erst nach Ablagerung der jüngsten flözführenden Schichten des Westfals greifen Faltungsvorgänge (als Auswirkungen der asturischen Phase der variszischen Gebirgsbildung) auch auf den nördlichen Teil, die subvariszische Saumtiefe, über. So entsteht in dieser Vortiefe ein aus WSW-ONO streichenden schmalen Sätteln und breiten Mulden bestehendes Faltensystem, das von annähernd gleichsinnig verlaufenden Überschiebungen begleitet wird. Freilich müssen wir uns von der Vorstellung frei machen, als wenn aus diesem großen Sedimentationsbecken ein durch Nordwesteuropa ziehendes, morphologisch hochragendes Gebirge aufgestiegen sei; denn es fehlt ja an dem sonst notwendigerweise entstehenden Gebirgsschutt. Schon für das eigentliche variszische Gebirge

bestehen nach dieser Richtung Bedenken, erst recht aber für den Raum der subvariszischen Vortiefe. Infolge später einsetzender Dehnungs- oder Zerrungsvorgänge, als letztem orogenetischen Ereignis (saalische Phase), reißen am Schluß des Oberkarbons fast querschlägig zu den Faltensträngen gerichtete Klüfte auf, die das ganze Gebiet in Schollen zerlegen.

Auf diese gebirgsbildenden Vorgänge der Karbonzeit folgt in der Rotliegendzeit unter der Herrschaft eines wüstenhaften Klimas eine längere Festlandperiode mit starken Verwitterungsvorgängen. Die in Gräben und Horste zerrissenen, karbonisch-devonischen Faltenzüge des variszischen Gebirges werden wieder abgetragen. Trotzdem haben diese Zeiten bedeutender terrestrischer Einebnungsereignisse auf westfälischem Boden keine oder so gut wie keine Gesteinsablagerungen zurückgelassen. Jedenfalls fehlen sichere Nachweise des Vorkommens von Rotliegendem im Industriebezirk, von den noch nicht sicher erkannten Aufschlüssen einer Bohrung bei Lippspringe und einigen anderen Stellen abgesehen.

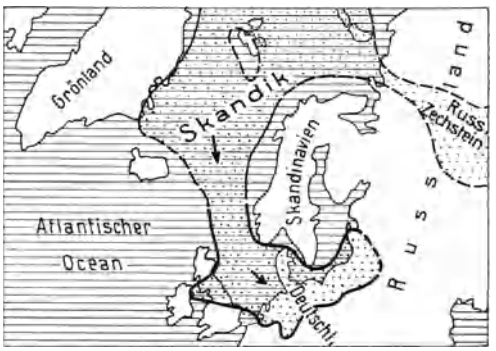


Abb. 10. Das deutsch-englische Zechsteinmeer als südlicher Ausläufer des permischen Skandikmeeres. Die Pfeile geben die Transgressionsrichtung an. Umgez. nach FREBOLD und STILLE. Aus: Kali 1932.

Obwohl, rein stratigraphisch gesprochen, die Reihenfolge der Sedimente der jungpaläozoischen Sammelmulde noch nicht erschöpft ist, schließt praktisch genommen die Geschichte des „Unterbaues" des Ruhrkarbons mit der Rotliegendzeit ab. Die jüngsten Schichten des Paläozoikums können daher schon zu den Ablagerungen der mesozoischen Sammelmulde des „Oberbaues" gerechnet werden (vgl. Abb. 7).

Gegen Ende des Rotliegenden sinkt das Gebiet der Steinkohlenablagerung langsam unter den Meeresspiegel und wird zur Zechsteinzeit von einem aus dem N, vom Skandik, vorstoßenden Meere überflutet (s. Abb. 10), das an seiner Basis ein grobes Konglomerat absetzt. Hierbei nimmt das deutsche Zechsteinbecken die gewissermaßen hammerförmig gestaltete Form einer weit größeren Meeresbucht an, die weit nach N reicht. Auch die Randgebiete des eingeebneten variszischen Gebirges, nicht aber sein Kern, werden unter den Meeresfluten begraben. Nichts weist auf Inseln in diesem flachen Zechsteinmeer hin. In dieser Flachsee schlagen sich — wie noch heute im Schwarzen Meere — schlammige, örtlich stark von H_2S durchsetzte Sedimente mit einer artenarmen, aber individuenreichen Fauna zu Boden. Stellenweise reichert sich der Bodenschlamm an Sulfiden an, ein Vorgang, der in Mitteldeutschland zur Bildung des erzhaltigen Kupferschiefers führt. Freilich bleibt im Gebiete des niederrheinisch-westfälischen Raumes diese Ablagerung erzleer. Später setzen sich mergelige Schiefer und versteinerungsreiche Kalke ab. Gegen Mitte der Zechsteinperiode kommt es zur Einengung dieses Raumes. Es bildet sich ein vom Meere abgeschnürtes Binnenbecken (salinare Lagune) mit einem wohl schon untergegliederten Boden heraus, dessen Wasserspiegel vielleicht unter dem des Meeres liegt. Das abgeschnürte Binnenmeer (etwa der Karabugasbucht des Kaspischen Meeres vergleichbar) löst sich im weiteren Verlaufe der Zechsteinzeit in eine Reihe — wahrscheinlich tektonisch schon vorbedingter — Salzpfannen auf. Eine von diesen ist der heutige niederrheinisch-westfälische Salzbezirk. Fast abgeschlossen von stärkeren Zuflüssen, dampft unter den Wirkungen eines niederschlagsarmen ariden Klimas dieses Sonderbecken ein und hinterläßt auf dem langsam sinkenden Beckenboden ein mächtiges Salz- und Kalilager. Lang wehende Winde lagern feinen grauen Gesteinsstaub über dem Salz ab, der dann als Salzton die entstandene Salzlagerstätte vor der Auflösung schützt. Gegen Abschluß des Zechsteins wird die Sonderbucht wieder für kurze Zeit Meeresgebiet, in dem es erneut zur Ablagerung mariner Sedimente, aber nicht zur Ausscheidung einer „jüngeren" Salzfolge wie in Mitteldeutschland kommt.

Über die geologischen Verhältnisse unserer engeren Heimat während der nun folgenden Periode des Mesozoikums sind wir noch nicht genügend unterrichtet. Versuchen wir uns

ein Bild zu machen, so dürfen wir sie uns als eine Zeit geringer gebirgsbildender Bewegungen bei völligem Fehlen jeder eruptiven Tätigkeit vorstellen. Wahrscheinlich ist während dieser ganzen Periode das im S gelegene Schiefergebirge Festland, das erst zur Zeit der kimmerischen Gebirgsbildung (Wende Jura-Kreidezeit) sich als Blockgebirge heraushebt. Möglicherweise sind aber auch die hier erfolgten Ablagerungen der Trias- und Jurazeit wieder zerstört worden. Etwa gegen Ende der Kreidezeit macht sich im NO als Folge einer jüngeren (laramischen) Phase der saxonischen Gebirgsbildung erneut eine stärkere Bodenunruhe bemerkbar.

Diese Unsicherheit unserer Erkenntnis setzt mit dem Beginn des Mesozoikums ein. Schon über die Verhältnisse zur Zeit des Buntsandsteins herrscht keine einheitliche Auffassung. Wahrscheinlich ist der Bildungsraum der Gesteine des unteren Buntsandsteins ein flaches, ungleichmäßig sinkendes Binnenbecken, in das wasserreiche wilde Flüsse und Wind den meist roten (lateritischen) Verwitterungsschutt aus den Randgebieten hineinbefördern, wo er sich in großer Mächtigkeit auf dem in dauernder Senkung begriffenen Boden ablagert. Dagegen entstehen die Gesteine des mittleren Bunten, wie die zahlreichen Fährten, Trockenrisse und Kreuzschichtungen beweisen, vorwiegend auf dem Festlande. Infolge des nunmehr immer stärker sich ausprägenden ariden Klimas trocknet das abflußlose Gebiet aus. Wüstenstürme durchziehen das regenarme Land, gewaltige Mengen roten Sandes und Staubes mit sich führend, die sich örtlich wieder als Wanderdünen absetzen. Gegen Ende der Buntsandsteinperiode, in der Rötzeit, gerät das Land erneut unter den Meeresspiegel, der etwa den gleichen Raum wie das Zechsteinmeer eingenommen haben dürfte.

Die nachfolgende Muschelkalkzeit zeigt uns das Bild eines vom Ozean abgeschnittenen, flachen, tierreichen Binnenmeeres. In der anschließenden Keuperperiode haben wir es teils mit den Ablagerungen eines flachen Binnenmeeres, teils mit kontinental-fluviatilen Sedimenten zu tun. Erst am Schluß, in der Rhätzeit, geht das Binnenmeer allmählich wieder in den offenen Ozean über.

Der schon gegen Schluß der Trias einsetzende Kampf zwischen Meer und Land findet mit einem Sieg des tierreichen jurassischen Meeres zur Lias-, Dogger- und Malmzeit, das sich in unserem Bezirk ungefähr das gleiche Verbreitungsgebiet wie das Zechsteinmeer erobert hat, sein Ende.

Von besonderer Bedeutung für das Verständnis der Lagerungsverhältnisse unseres Gebietes erweisen sich die Auswirkungen einer von der Wende Jura-Kreidezeit bis in die untere Kreidezeit reichenden orogenen Periode, der sog. kimmerischen Faltungsphase der saxonischen Gebirgsbildung. Sie kennzeichnet sich unter anderem durch die infolge Herausbildung nordsüdlich verlaufender Falten (kimmerische Achsen) im Gebiete der Egge (bei Germete, Warburg, Driburg und Horn) (s. Tafel II) eingetretene Hebung des Landes. Dazu treten noch Schollenbildungen und -verschiebungen am Rande der Egge bei Westheim und Borlinghausen sowie im nordwestlichen Industriebezirk, möglicherweise auch die Anlage eines Systems streichender Störungen im Ennepetal. Etwa in diese Zeit wird die Anlage des vermuteten „Münsterländer Abbruchs" zu legen sein. Gleichzeitig erfolgte im Niederrheingebiet eine Zerreißung der salz- und kalisalzführenden Schichten des Zechsteins sowie des überlagernden Buntsandsteins in Schollen. Hierbei werden die Salzablagerungen in Gräben versenkt und dadurch vor späterer Zerstörung bewahrt. Später tritt das Meer ganz zurück und große Gebiete werden trockengelegt.

So ist Westfalen zur untersten Kreidezeit (Wealdenzeit) vorwiegend Festland. Nur im N umgeben ausgedehnte Brackwasserlagunen am Rande eines Binnenmeeres die in der Erhebung begriffenen Festlandsränder des Teutoburger Waldgebietes. Waldsumpfvegetationen führen zur Bildung ausgedehnter Moore, den heutigen Wealdensteinkohlenflözen bei Borgloh, Bückeburg, Barsinghausen, Minden u. a. Orten.

Etwas später — zur Neokom- und Gaultzeit — gewinnt das Binnenmeer wieder Verbindung mit dem offenen Ozean und schiebt sich transgredierend in mehreren Vorstößen wieder weiter nach S vor, noch über die Linie des vermuteten Münsterländer Abbruches hinaus, und nimmt etwa die gleiche Lage wie zur Jurazeit ein.

Mit Beginn der oberen Kreidezeit kommt es dann zu einem erdgeschichtlichen Ereignis, das sich in diesem Ausmaß zu keiner anderen Zeit mehr wiederholt. Als Folge epirogenetischer Bewegungen in unserem Gebiete transgrediert das Meer zu Beginn der oberen Kreide weit über die Grenze des Unterkreidemeeres hinweg. Zeitweilig überflutet es sogar den Nordrand des durch Verwitterung abgetragenen und eingeebneten variszischen Gebirges, dringt damit tief in den Bereich der rheinischen Masse vor und lagert seine Sedimente auf einer Fastebene ab. Dabei bleibt die Lage der Küstenlinie während der Dauer der einzelnen Stufen der Kreide (Cenoman-, Turon-, Emscher- und Senonzeit) nicht die gleiche. In ständigem Kampfe wird sie in nordsüdlicher Richtung bald vor-, bald rückwärts verlegt (s. Abb. 11). Etwa gegen Ende der Kreidezeit machen

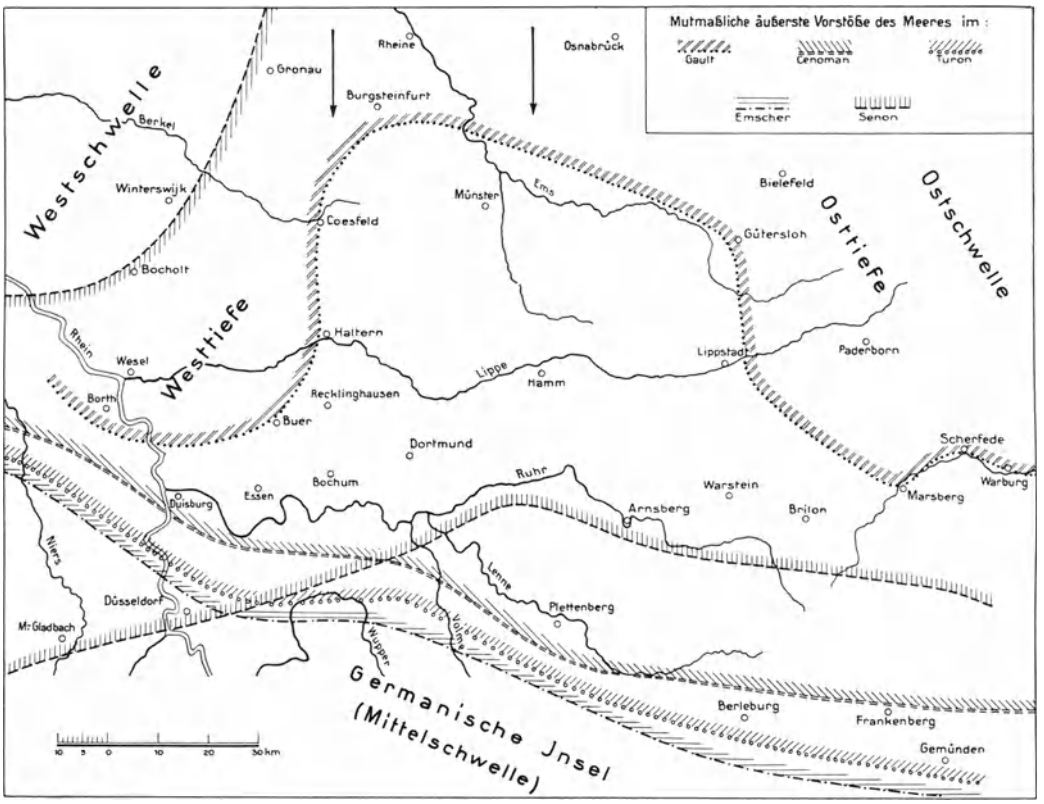


Abb. 11. Paläogeographische Skizze der Kreide, entworfen unter Mitbenutzung der Angaben von BÄRTLING, KAHRS und WEGNER.

sich neue orogenetische Bewegungen als Auswirkungen der laramischen Phase der saxonischen Gebirgsbildung geltend. Die im N und NO der rheinischen Masse von den jüngeren Bildungen des Zechsteins, der Trias, des Juras und der Kreide überlagerten Schichten des allerdings nur schwach noch variszisch gefalteten karbonischen Untergrundes werden zu zwei ausgedehnten, herzynisch streichenden Gebirgsketten (Osning und Wiehengebirge) zusammengeschoben und werden dadurch vom Meere frei. Örtlich, so im Kern der Sättel (wie bei Ibbenbüren, am Piesberg und am Hüggel), wird hierdurch sogar das Karbon wieder an die Oberfläche gebracht (s. Tafel II). Bedeutungsvoll für unseren engeren Bezirk ist, daß sich diese orogenen Vorgänge auch noch im NW des Ruhrgebietes durch Schübe auswirken, die fast senkrecht zu den NW—SO verlaufenden Schollen des Ruhrbezirkes gerichtet sind. Hierbei werden stellenweise die Schollen längs der karbonischen Sprünge übereinander geschoben, wobei aus alten Sprungebenen Überschiebungsflächen werden.

Wesentliche Änderungen im Bilde Mitteleuropas spielen sich dann zur Tertiärzeit ab (s. Abb. 12). Zu Beginn dieser Periode hat sich das Meer aus unseren Breiten zurückgezogen. Westfalen ist größtenteils wieder Festland. Zur mittleren Oligozänzeit trans-

grediert das im Eozän im N liegende Meer infolge langsamer Senkung des Bodens weit nach S und lagert im heutigen Bereiche der niederrheinischen Bucht und im Bergischen glaukonitische Sande und dunkle Tone (Septarientone) ab. Noch weiter nach S rückt das Meer zur Oberoligozänzeit vor und schüttet mit seinen Sanden die sinkende niederrheinische Bucht unter diskordanter Überlagerung der älteren Schichten zu. Gegen Ende des Tertiärs setzen in Verbindung mit alpinen orogenetischen Vorgängen erneute Schollenbewegungen ein, die das Meer zum Rückzug zwingen. In den vom Meere freien, ausgedehnten Niederungen des großen Gebietes der niederrheinischen Bucht erwachsen, begünstigt durch feuchtes und warmes Klima, neue üppige Waldsumpfmoore. Aus ihnen entsteht im Laufe einer langdauernden tektonischen Senkung im Bereich der niederrheinischen Bucht am Rande des oberoligozänen Meeres (paralisch) das bekannte ausgedehnte und mächtige Braunkohlenflöz der Ville. Noch einmal stößt das Meer zu Beginn der Miozänzeit nach S vor und setzt dort Sande und Tone ab. Am Schluß der Miozänzeit einsetzende gebirgsbildende Pressungen bringen das Meer nun endgültig außerhalb des westfälischen Raumes, das dann weit nördlich des Wiehengebirges und der holländischen Grenze liegt. Gleichzeitig erfolgen im südlichen Sauerlande Ausbrüche vulkanischer Massen. In der nun folgenden Festlandsperiode der Pliozänzeit verändert sich das Bild weitgehend. Die vom Gebirge herabkommenden Flüsse schütten ihre Deltas auf, während es in flachen Senken gelegentlich wieder zur Bildung von Waldsumpfmooren kommt. Andererseits beginnen die neu entstehenden fließenden Wässer das langsam aber ständig aufsteigende Rheinische Schiefergebirge mit seiner präoligozänen Fastebene zu zertalen. Zu dieser Zeit ist ganz Westfalen — mit Ausnahme bestimmter randlicher Teile — Festlandsgebiet. Gegen Ende der Tertiärperiode wird dann das Klima kühler.

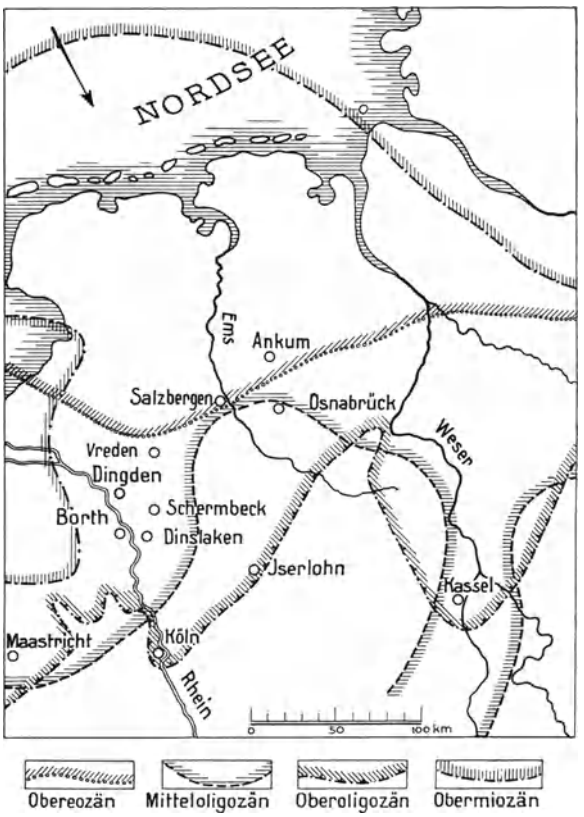


Abb. 12. Die Küstenlagen der tertiären Meere in Westdeutschland. Umgez. nach v. LINSTOW.

Mit der nun folgenden Quartärzeit tritt trotz ihrer verhältnismäßig geringen Dauer ein tief einschneidendes geologisches Ereignis in Erscheinung, die „Eiszeit". Infolge des erwähnten Temperaturrückganges vereist Nordeuropa.

Ausgedehnte Binneneismassen schieben sich von Skandinavien her in dreimaligen Vorstößen (Elster-, Saale- und Weichseleiszeit) nach S vor (s. Abb. 13). Ihre Mächtigkeit mag nach dem Vorbilde Grönlands im N (Ostseegebiet) etwa 2000 m erreicht haben. Aber nur beim zweiten Vorstoß überschreiten sie das Wesergebirge und den Teutoburger Wald, dringen bis zum Haarstrang bzw. bis zur Ruhr vor und entsenden bei Kettwig, Steele, Witten, Dortmund u. a. a. O. Gletscherzungen in das Ruhrtal. Klimaveränderungen lassen die Gletscher wieder abschmelzen. In den vom Inlandeis befreiten Gebieten Niederrhein-Westfalens bleibt eine dünne Decke von Kiesen, Sanden und Grundmoräne (Geschiebemergel) zurück, die wie ein löcheriger Schleier den älteren Untergrund verhüllt und ihn dadurch der unmittelbaren Beobachtung entzieht. Zahllose aus dem N stammende Geschiebe (erratische Blöcke oder Findlinge) kennzeichnen den äußersten Rand der Vergletscherung. Am Schmelzrande der Gletscherzungen entstehen die

bogenförmig angeordneten End- und Stauchmoränenwälle. Die Ebenen und das Gebirge werden belebt durch eine reiche Tierwelt. Dickhäuter (Mammut und Rhinozeros), Rinder (Auerochse und Wisent), Raubtiere (Höhlenbär, Höhlenlöwe, Höhlenhyäne), Moschusochsen, Hirsche, Schweine, Pferde u. a. Tiere bevölkern das vom Eis freie Gebiet. Gleichzeitig tritt der Mensch auf den Plan, um sich im Kampf mit der Natur und ihren Geschöpfen erstaunlich schnell weiterzuentwickeln. Die Flüsse setzen Schotter, Sande und Lehme ab, die sich teils im Rheinischen Schiefergebirge auf engem Raume, teils in

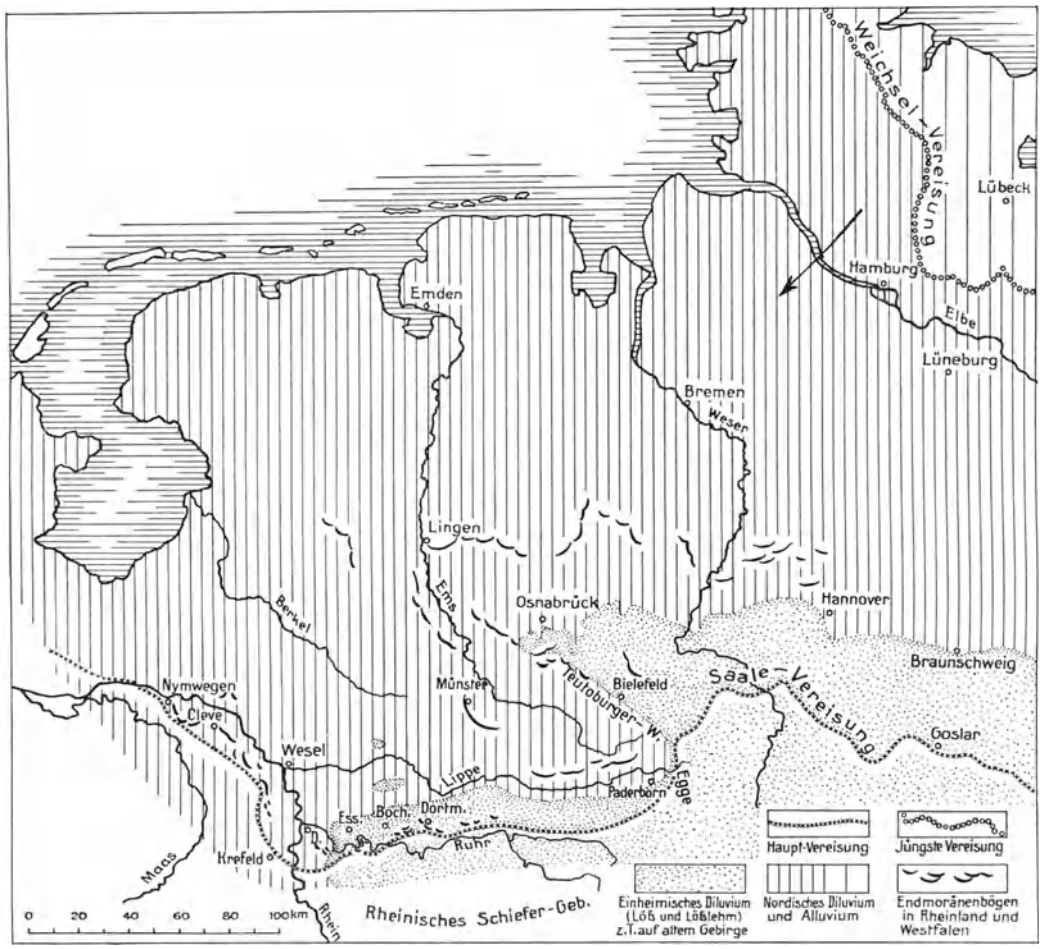


Abb. 13. Karte des nordwestdeutschen Vereisungsgebietes. Umgezeichnet nach WOLDSTEDT u. a.

N und W in weiten Talebenen ablagern. Nach dem Abschmelzen der Gletscher bläst der Wind aus den Schuttmassen Sand und Staub aus, die in Form von Flugsand und Flugstaub (Löß) Höhen und Täler überdecken. In dieser Zeit werden durch Wirkung der Erosion auch noch viele andere wichtige Linien des heutigen Oberflächenbildes, insbesondere des Rheinischen Schiefergebirges, herausgearbeitet, ferner die Geländekanten der Mittelterrasse des Rheines und der Ruhr sowie die heutigen Talböden durch Einschneiden in die Mittelterrassen. Nur die Kreidehöhen des Münsterlandes bleiben als zeugenbergähnliche Bildungen übrig.

Diese Vorgänge leiten über zur Zeit des Alluviums mit den Ablagerungen der historischen und der heutigen Zeit. Es entstehen die ebenen Talböden der heutigen Flüsse und Seen sowie die schon im Diluvium begonnenen Moore und Dünen.

D. Geschichtliche Entwicklung unserer Erkenntnis der geologischen Verhältnisse des Industriebezirkes.

Die ersten Anfänge geologischer Untersuchungen im Niederrheinisch-Westfälischen Industriebezirk gehen naturgemäß vom Bergbau, und zwar vom Erzbergbau aus. Von seiner Tätigkeit zeugen unter anderem die in den ehemaligen Erzrevieren noch häufig sichtbaren „Pingen".

Über Lagerstätten und Gesteine unseres Gebietes berichten als älteste Autoren BRÜCKMANN: Magnalia Dei in locis subterraneis (1727), KLIPPSTEIN: Mineralogischer Briefwechsel (1779) und NORES: Orographische Briefe über das Sauerländische Gebirge in Westfalen (1791).

Ein erster beachtenswerter Versuch, das Rheinisch-Westfälische Steinkohlengebirge nebst seiner Umgebung geologisch darzustellen, liegt in der Abhandlung des Kgl. Landrats FRIEDRICH v. HÖVEL vor. Dieser berichtet im Jahre 1806 im Westfälischen Anzeiger über „Bruchstücke und Fragen aus der westfälischen Gebirgskunde". Fünf Jahre später erscheint die erweiterte Arbeit als besondere Schrift unter dem Titel „Geognostische Bemerkungen über die Gebirge in der Grafschaft Mark".

In dieser entwickelt v. HÖVEL auf Grund eigener Beobachtungen in klarer Weise seine Ansichten über die Zusammensetzung, Ausbildung und Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Gebirgsschichten der Gegend von Letmathe. Seine Feststellungen decken sich trotz der beschränkten Beobachtungen und mancherlei irriger Auffassungen vielfach in überraschender Weise mit unseren heutigen Erkenntnissen. So weist er unter anderem auf die Konkordanz der beiden von ihm unterschiedenen Hauptgebirgsarten: Grauwacke und Kohlengebirge hin, gibt eine genaue Gliederung der in beiden Formationen auftretenden Schichten, behandelt das Verhältnis der ersteren zu den Gebirgsschichten des Harzes, macht auf die diskordante Überlagerung des Kohlengebirges durch die Mergelschiefer-Formation und dessen Fortsetzung unterhalb der letzteren aufmerksam und teilt zahlreiche wertvolle Einzelbemerkungen über das Kohlengebirge mit.

Wegen ihrer Klarheit und als erster Versuch einer einheitlichen geologischen Beschreibung unseres Gebietes sollte diese Abhandlung der unverdienten Vergessenheit entrissen und auf den ihr gebührenden Platz als klassische Grundlage der geologischen Erkenntnisse des Bezirkes gestellt werden.

Als Fortschritt muß dann die Herausgabe des Werkes von NOEGGERATH: „Das Gebirge in Rheinland-Westfalen nach mineralogischem und chemischem Bezuge" (Bonn 1822) angesehen werden. Hier wird die Erstlingsarbeit v. DECHENS: „Bemerkungen über das Liegende des Steinkohlengebirges in der Grafschaft Mark" (als „von einem wackeren jungen Bergmann und Geognostiker herrührend") abgedruckt. v. DECHENS Ausführungen interessieren besonders deswegen, weil hier die Erkenntnis des generellen nördlichen Einfallens des Steinkohlengebirges, d. h. des Tieferwerdens der Mulden nach N hin, zum Ausdruck gebracht wird.

Als das nächste größere Werk sehen wir das von HÉRON DE VILLEFOSSE (1819), das aber — abgesehen von einer ausführlichen Aufzählung einzelner Flöze und einiger interessanter Karten — nichts wesentlich Neues über die Geologie Westfalens bringt.

Bald darauf (1823) erscheint die zweite Arbeit v. DECHENS: „Geognostische Bemerkungen über den nördlichen Abfall des niederrheinisch-westfälischen Gebirges nebst Karte (im Maßstab 1:200000)". Als Erweiterung des ersten Aufsatzes ist sie neben den Arbeiten v. HÖVELS als die wichtigste Grundlage unserer Kenntnis der geologischen Verhältnisse Westfalens anzusprechen.

Neben zahlreichen wissenswerten mineralogischen und petrographischen Einzelheiten beschäftigt sie sich mit einer Gliederung der am Gebirgsaufbau Westfalens beteiligten Formationen, deren einzelne Stufen im wesentlichen der heutigen Großgliederung entsprechen:

v. DECHEN	
Grauwackenschiefer	= Lenneschiefer
Übergangskalkstein	= Massenkalk
Tonschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer, plattenförmiger Kalkstein	= Oberdevon und Kulm
Flözleerer Sandstein	= Flözleeres
Steinkohlengebirge	= Flözführendes
Mergel (jüngerer Flözkalkstein)	= Obere Kreide

v. DECHEN unterscheidet außerdem noch in der Gegend östlich von Stadtberge (an der Diemel) den älteren Flözkalkstein (Zechstein) und den jüngeren Flözsandstein (Buntsandstein). Auch verschiedene

Grandlager (Bildungen des Diluviums und Alluviums) werden erwähnt. Von den Steinkohlengebirgsmulden kannte v. DECHEN bereits drei nach N tiefer werdende Hauptmulden, von denen die nördlichste auf Zeche Dannenbaum 76 Flöze enthalten sollte. Besonders wichtig erscheint die Abtrennung des sog. flözleeren Sandsteins als besondere Schichtengruppe von den übrigen Gebirgsgliedern sowie der Hinweis auf pflanzliche und tierische Versteinerungen des Steinkohlengebirges.

Im nächsten Jahre (1824) führt BUFF den Ausdruck „Kreidegebirge" für den das Steinkohlengebirge überlagernden Mergel ein, den er später in den noch heute allgemein gebräuchlichen Namen „Kreidemergel" umändert. In dieser Arbeit finden wir auch einen Hinweis auf die Möglichkeit von Salz- und Gipsvorkommen in Richtung auf den Niederrhein zu, der, wenn auch unzutreffend begründet, dadurch belangreich ist, daß die BUFFsche Vermutung sich wirklich bestätigt hat.

Die eigentliche Karbongeologie setzt mit dem im Jahre 1826 in KARSTENs Archiv erschienenen Aufsatz: „Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreiches" ein. Hier finden wir neben allgemeinen Betrachtungen über die chemische Zusammensetzung der Kohle und ihre Einteilung in Back-, Sinter- und Sandkohle auch noch zahlreiche Analysen westfälischer Kohlen. Gleichzeitig wird im Anschluß an eine Darstellung der Lagerungsverhältnisse der für die weitere Entwicklung wichtige Gedanke ausgesprochen, daß es „mehr als wahrscheinlich ist, daß sich die reichsten Kohlenschätze der Grafschaft Mark unter dem Mergelgebirge befinden".

Im gleichen Jahre erscheint die Arbeit von FR. HOFFMANN: „Über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Ibbenbüren und Osnabrück", die den nördlichen Teil unseres Gebietes behandelt.

Außer dem alten Steinkohlengebirge werden hier noch das „Rotliegende", der „Mansfeldische Kupferschiefer", „Buntsandstein", „Muschelkalk", „Keuper" und „Gryphitenformation" unterschieden. In einem zweiten Bande werden die Pflanzenreste von Ibbenbüren, vom Piesberg und vom Hüggel untersucht und dabei die Vermutung der Gleichaltrigkeit der drei Karbonvorkommen geäußert.

Von gelegentlichen Mitteilungen abgesehen, ruht nun die allgemeine geologische Erforschung unseres Gebietes fast ein Vierteljahrhundert bis zum Jahre 1850. In diesem Jahre veröffentlicht v. DECHEN eine wichtige Arbeit „Über die Schichten im Liegenden des Steinkohlengebirges an der Ruhr", in der zum ersten Male „Devon" und „Kohlenkalk" nach dem Vorgange von MURCHISON und SEDGWICK (1844) als neue Schichtengruppen unterschieden werden.

Vier Jahre später (1854) wird in der grundlegenden klassischen Arbeit F. ROEMERs „Die Kreidebildungen Westfalens" die Kreide gegliedert.

Sie wird eingeteilt in:

Obere Kreide; a) Senon, b) Turon mit Cenoman (Pläner) (nach D'ORBIGNY).
Gault.
Neocom oder Hils.

Der Essener Grünsand wird der belgischen Tourtia gleichgestellt.

Außerdem werden von BECKS und HOSIUS wichtige Beobachtungen über das Tertiär mitgeteilt.

Im Jahre 1855 faßt VON DECHEN in seiner „Geognostischen Übersicht des Regierungsbezirkes Arnsberg" die Ergebnisse aller bisherigen Untersuchungen bezüglich der älteren Formationen zusammen.

Er unterscheidet vom Hangenden zum Liegenden:

Eigentliches Steinkohlengebirge Flözleerer Sandstein Kulm oder Posidonienschiefer (mit Kieselschiefer und Plattenkalken)	Kohlenformation
Cypridinenschiefer (mit Flinz und Kramenzel) Stringocephalenkalk Lenneschiefer Spiriferen-Sandstein	Devon

Die Ergebnisse seiner und seiner Mitarbeiter Forschungen finden ihren kartographischen Niederschlag in den von 1855—1860 im Maßstab 1:80000 herausgegebenen Blättern der geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen.

Als sehr wichtiges Werk sei dann die Arbeit von HUYSSEN (1855): „Die Soolquellen des westfälischen Kreidegebirges, ihr Vorkommen und mutmaßlicher Ursprung" erwähnt.

Wertvolle Beiträge für die Gesamtgeologie unseres Gebietes liefern zwei weitere Aufsätze v. DECHENs: „Über den Zusammenhang der Steinkohlenreviere von Aachen und an der Ruhr" (1856) und „Der Teutoburger Wald, eine geognostische Skizze" (1856). Im Jahre 1859 erscheint als erste ausführliche und zusammenhängende Beschreibung des eigentlichen Karbons F. H. LOTTNERs grundlegendes, noch heute wertvolles Werk: „Geognostische Skizze des westfälischen Steinkohlengebirges" sowie v. STROMBECKs „Beiträge zur Kenntnis des Pläners über der westfälischen Steinkohlenformation". Weitere wichtige Arbeiten über die karbonische Fauna liefert R. LUDWIG (1859—1863) in den Arbeiten: „Die Najaden der rheinisch-westfälischen Steinkohlenformation" und „Süßwasserbewohner aus der westfälischen Steinkohlenformation". In den sechziger und siebziger Jahren veröffentlicht C. SCHLÜTER zahlreiche bedeutsame Abhandlungen über die „Kreidebildungen Westfalens und ihre Fossilführung". 1868 liefert v. ROEHL unter dem Titel „Fossile Flora der Steinkohlenformation Westfalens einschließlich Piesberg bei Osnabrück" die erste wissenschaftliche Bearbeitung der karbonischen Pflanzenwelt. Im Jahre 1880 veröffentlicht L. ACHEPOHL eine Arbeit über das „Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlengebirge, Atlas der fossilen Fauna und Flora" mit manchen wichtigen Beobachtungen, aber auch sehr eigenwilligen Fossilbestimmungen.

Im Jahre 1884 faßt v. DECHEN in seiner „Geologischen und paläontologischen Übersicht der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen" (als Erläuterung zur geologischen Karte von Rheinland und Westfalen) seine und seiner Mitarbeiter Untersuchungen zusammen. Dieses Werk darf als die wissenschaftliche Grundlage der Geologie des Gesamtbezirkes betrachtet werden. An weiteren bemerkenswerten Arbeiten seien unter anderem noch genannt: LEPSIUS „Geologie von Deutschland", I. Teil: „Das westliche und südliche Deutschland", Stuttgart 1887—1892, RUNGE, „Das Ruhr-Steinkohlenbecken", Berlin 1892, STOCKFLETH „Der südlichste Teil des Oberbergamtsbezirkes Dortmund", Bonn 1896, sowie endlich FRECH: „Die Steinkohlenformation" (Sonderdruck aus Lethaea palaeozoica), Stuttgart 1899. Eine zusammenfassende, vielbeachtete Darstellung der geologischen Verhältnisse des Ruhrbezirkes nach dem damaligen Stande des Wissens bringt dann das 1903 erschienene sog. Sammelwerk in Nr. 1 „Geologie der Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung", verfaßt von den Bergassessoren Dr. CREMER und MENTZEL, gleichzeitig ein Markstein in der geologischen Erkenntnis des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirkes.

Zu Beginn des Jahrhunderts setzt die für die wissenschaftliche Erkenntnis der stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse des Bergbaubezirkes überaus bedeutsame, systematisch vorgehende geologische Kartierung des Industriebezirkes (M. 1 : 25000) durch die Preußische Geologische Landesanstalt ein, nachdem durch LORETZ (1893—1898) und DENCKMANN (seit 1900) schon wertvolle Vorarbeiten geleistet waren. Diese Arbeiten werden im Laufe der Zeit von BÄRTLING, BENTZ, BEYENBURG, BREDDIN, FLIEGEL, FUCHS, HENKE, HOFFMANN, ISERT, KRUSCH, LOTZ, MÜLLER, PAECKELMANN, QUIRING, RIEDEL, SCHMIDT, STACH, UDLUFT, WUNSTORF, ZIMMERMANN II u. a. durchgeführt. Die ersten „Blätter" im Karbon des Ruhrbezirkes nehmen BÄRTLING, KRUSCH, LOTZ und MÜLLER auf. Als erste Lieferung werden im Jahre 1909 die geologischen Blätter Dortmund, Kamen, Witten und Hörde nebst Erläuterungen herausgegeben. Eine Übersicht der Kartierungsergebnisse im SO des Bezirkes bringt KRUSCH (1908) in seiner Arbeit über den „Südrand des Beckens von Münster zwischen Menden und Witten". Zwei Jahre später folgen die Blätter: Unna, Menden, Hagen, Hohenlimburg und Iserlohn und aus dem engeren Bezirk im Laufe der folgenden Jahre die Blätter: Bochum, Essen, Elberfeld, Barmen, Hattingen, Velbert, Kettwig, Mülheim, Duisburg, Herne, Gelsenkirchen, Mettmann u. a. nebst ihren Erläuterungen. Als Ergänzung hierzu erscheinen die Karten der nutzbaren Lagerstätten (1 : 200000) der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Soweit sie den Ruhrbezirk betreffen, sind als Bearbeiter HAUSBRAND, BRÜCK, HOFFMANN, ISERT und SCHÜNEMANN zu nennen. Etwa zu gleicher Zeit setzen die Untersuchungen GOTHANs (1909—1935) über die „Pflanzenwelt des Karbons" sowie WEGNERs

Studien (1905—1934) über die „Gliederung der oberen Kreide und des Diluviums" ein. Sie finden in zahlreichen Abhandlungen ihren Niederschlag. Es folgen eingehende Untersuchungen von KUKUK und MINTROP (1913) über die im Ruhrbezirk anstehenden Kohlenvorräte.

Nicht zu vergessen sei auch der von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum herausgegebenen „Flözkarten" (1 : 10000), deren Grundrisse und Profile wertvolle Unterlagen für die Erfassung der Tektonik des Bezirkes liefern sowie des von MINTROP (1913/14) entworfenen anschaulichen „Tiefenreliefs des Ruhrreviers" (im Maßstab 1 : 10000), das 1922 von SCHULTE erweitert wird.

Eine zusammenfassende, allgemeinverständliche Übersicht der Geologie des Bezirkes verdanken wir dann BÄRTLING (1913) in seinem „Geologischen Wanderbuch für den Niederrheinisch-Westfälischen Industriebezirk", das 1925 eine zweite Auflage erlebt. Fast gleichzeitig erscheint TH. WEGNERS aufschlußreiche „Geologie Westfalens" (1913), die 1926 in zweiter, erweiterter Auflage herauskommt. Sie gibt eine leicht verständliche, auf eigenen Untersuchungen beruhende, reich bebilderte Darstellung der Stratigraphie und Tektonik sowie der Entwicklungsgeschichte der am Aufbau des Münsterschen Beckens beteiligten Formationen. Einen wesentlichen Fortschritt in der Erkenntnis der paläogeographischen Verhältnisse der Kreide bedeutet dann BÄRTLINGS grundlegende Arbeit über „Transgressionen, Regressionen und Faziesverteilung in der Kreide des Beckens von Münster" (1920). Von Bedeutung für den Betrieb des Bergbaues sind ferner verschiedene Arbeiten WEGNERS (1916—1926) über Fragen des „Spülversatzmaterials" sowie des „Grundwassers und seiner Entziehung".

Inzwischen ist auch in weiten Kreisen des Ruhrbezirkes der Sinn für geologische Fragen der engeren Heimat lebendig geworden. Er äußert sich nicht nur im Erscheinen zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten der Geologie und der Bergbaukunde des Ruhrreviers, sondern auch in der Gründung der Geologischen Gesellschaft für den Industriebezirk (mit den Ortsgruppen Essen und Bochum). Die sprunghafte Entwicklung tritt auch in den Auf- und Ausbauarbeiten der geologischen Museen des Bezirkes, so des Museums der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum, des Ruhrland-Museums in Essen, des Museums der Bergschule in Essen und weiter des geologischen Museums der Universität Münster, der Heimatmuseen in Dortmund, Duisburg, Gelsenkirchen, Hamborn und vieler anderer Orte des Ruhrreviers in Erscheinung. Als Ausdruck dieses neuerwachten Interesses sind ferner die von OBERSTE-BRINK verfaßten geologischen Abschnitte der im Verlage der Ver. Stahlwerke seit 1929 erscheinenden wertvollen Monographien der verschiedenen Konzernzechen (für die außerdem KNEPPER und HAACK zeichnen) sowie die wiederholten Auflagen der bekannten Bergbaukunde von HEISE-HERBST zu werten.

Als erste rein wissenschaftliche geologische Frage wird die „Tektonik des Ruhrkarbons" und weiter das „Problem der Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung" angefaßt: Ich verweise hier unter anderem auf Arbeiten von BÄRTLING, BÖTTCHER, BREDDIN, BRUNE, FLIEGEL, HAARMANN, KELLER, KUKUK, LEHMANN, NEHM, OBERSTE-BRINK, QUIRING, SCHLEIER, SCHOLTZ, SEIDL, STACH, STILLE, WEISSNER, WUNSTORF, ZIMMERMANN II.

Ebenso lebhaft ist das Interesse für stratigraphische Fragen des Ruhrkarbons, die vornehmlich im Anschluß an die auf dem 1. internationalen Kongreß für Karbonstratigraphie zu Heerlen (1927) aufgestellte Gliederung des Karbons, sowie auf dem 2. Kongreß zu Heerlen (1935) gefördert werden. An ihrer Untersuchung sind vorwiegend BÄRTLING, BODE, BEYENBURG, BRUNE, FIEGE, GOTHAN, HAHNE, KELLER, KÜHNE, KUKUK, OBERSTE-BRINK, PAECKELMANN, PAUL, UDLUFT, SCHINDEWOLF, SCHMIDT, WUNSTORF u. a. beteiligt. Außer den vorgenannten Arbeiten werden zahlreiche Beiträge zur Klärung wichtiger Einzelprobleme geliefert. Die „Chemie der Ruhrkohle und ihre Bildungsgeschichte" bringen Untersuchungen von FISCHER, FUCHS, GOTHAN, HOFFMANN, KUKUK, LEHMANN, LIESKE, PETERS, POTONIÉ, SCHRADER, STACH, WINTER u. a. weiter, Den „pflanzlichen und tierischen Resten des Karbons" widmen sich unter anderen BODE, F. FRANKE, GOTHAN, HAHNE, HARTUNG, HIRMER, KELLER, KUKUK, LEGGEWIE, SCHMIDT, WEDEKIND und WEHRLI, denjenigen der „Kreide" BEYENBURG, BÖHM, FIEGE, A. FRANKE,

Giers, Heine, Heinz, Kahrs, Löscher, Köplitz, Riedel, Seitz, Wegner u. a. Mit dem „Zechstein und der Trias" beschäftigen sich Breddin, Fliegel, Fulda, Kukuk, Landgräber, Wunstorf, Zimmermann II u. a. Nicht geringer ist das Interesse an der Bearbeitung „fazieller und tektonischer Verhältnisse der oberen Kreide", wie die Arbeiten von Bärtling, Bentz, Beyenburg, Breddin, Fiege, Giers, Heine, Kahrs, Kukuk, Löscher, Riedel, Wegner u. a. beweisen. Mit den verschiedenartigsten Diluvialfragen befassen sich Andree, Beyenburg, Breddin, Kahrs, Keller, Kukuk, Löscher, Spethmann, Steeger, Steusloff, Udluft u. a. Seit 1933 ist als neues Arbeitsgebiet die „Petrographie der Kohle" auf den Plan getreten, die nunmehr systematisch untersucht wird. Die Ergebnisse der Studien auf diesem Gebiete finden ihren Ausdruck in den Arbeiten von Bode, Hoffmann, Kühlwein, Krüpe, Kukuk, Jenkner, Lehmann, Potonié, Schönmüller, Schweppe, Stach, Winter u. a. Neben den erwähnten Autoren sind als Bearbeiter zahlreicher Sonderfragen unter anderem noch zu nennen: Andree, Börger, Free, Fuchs, Heise, Herbst, Honermann, Janus, Klüppelberg, Kratz, Landgräber, Laurent, Mönnig, Pfeiffer, Raub, Richter, C. Schmidt, Semmler, Scholtz, Schröder, Steinmann, Stöcke, Tilmann, Trümpelmann, Wolansky, Zelter u. a. Auf die Ergebnisse ihrer Einzeluntersuchungen wird noch in den betreffenden Abschnitten näher eingegangen werden.

Trotz aller dieser Neuerkenntnisse harren aber noch zahlreiche Probleme paläogeographischer, mikropetrographischer, paläobiologischer sowie bergbaugeologischer Natur der Lösung, für die die Zeit mangels genügender Beobachtungsgrundlagen offenbar noch nicht reif ist. Zwar sammeln sich mit dem Fortschreiten des Bergbaues und der Neuaufschlüsse durch Bohrungen in Verbindung mit immer neuen Oberflächenaufschlüssen (durch Reichsautobahn, Verbandsstraßen, Kanäle u. a.) ständig neue Beobachtungen. Andererseits tauchen trotz schnell weiter schreitender Erkenntnisse von Teilproblemen immer wieder neue Fragen auf. Und so beobachten wir in den jüngsten Arbeiten immer tiefer schürfende Versuche, die am Aufbau des Ruhrkohlengebietes beteiligten Formationen stratigraphisch feiner zu gliedern, ihren Entstehungsraum und ihre Bildungsweise, insbesondere aber die der Kohlenflöze, immer klarer zu erfassen und die tektonischen Sonderverhältnisse des gefalteten Karbonkörpers und der ihnen zugrunde liegenden Ursachen weiter zu klären.

II. Abschnitt.

Das Liegende des flözführenden Steinkohlengebirges.

Zum richtigen Verständnis des Werdeganges des flözführenden Steinkohlengebirges ist die allgemeine Kenntnis der Stratigraphie und Tektonik der flözfreien Schichten seines Liegenden eine notwendige Voraussetzung. Aus den Ablagerungen des Liegenden baut sich auch das Rheinische Schiefergebirge (als Ausschnitt des variszischen Gebirges) auf, dessen Nordabfall das Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlenvorkommen angelagert ist. Bausteine liefern neben den Ablagerungen des flözleeren Oberkarbons und des Unterkarbons in erster Linie die Sedimente des Devons:

A. Das Devon.

1. Allgemeine Übersicht.

Es bedarf kaum besonderer Hervorhebung, daß trotz der großen Bedeutung des vorwiegend aus devonischen Schichten aufgebauten Schiefergebirges für das Werden unseres ganzen Bezirkes die Verhältnisse des Devons im S des Ruhrgebietes im Rahmen des vorliegenden Buches nur in groben Zügen betrachtet werden können.

Durch die zur Zeit fast abgeschlossene, systematisch durchgeführte geologische Kartierung des Rheinischen Schiefergebirges seitens der Preußischen Geologischen

Landesanstalt sind die Grundlagen seiner Gliederung und seiner Bildungsgeschichte geklärt. Das schließt aber nicht aus, daß viele Einzelheiten der paläogeographisch-stratigraphisch-tektonischen Verhältnisse dieses Massivs auch heute noch nicht erkannt sind.

Das im Rheinischen Schiefergebirge an die Oberfläche tretende Devon ist mit seinen sämtlichen drei Unterabteilungen zur Entwicklung gekommen, und diese in einer Vollständigkeit und Mannigfaltigkeit der Schichtenausbildung und der sie kennzeichnenden fossilen Reste, die in Europa fast kein Gleichnis hat. Insgesamt handelt es sich um Ablagerungen, die in einer Reihe von Sonderbecken sowohl zeitlich als räumlich nebeneinander entstanden sind.

Wie schon oben angedeutet, besteht die weit überwiegende Masse der unterdevonischen Gesteine aus klastischen Sedimenten (mechanisch niedergeschlagenen tonigen und sandigen Ablagerungen) eines flachen Meeres mit schnellem Wechsel grob- und feinkörnigen Materials, die später unter der Einwirkung des mächtigen Belastungsdruckes und der Wärme in größeren Tiefen zu Tonschiefern, Sandsteinen und Grauwacken verfestigt wurden. Als Absätze des Abtragungsschuttes eines im N gelegenen alten Kontinents stellen diese unter den verschiedenartigsten Einflüssen (zum Teil als Deltabildungen) entstandenen eintönigen Ablagerungen der Siegener und Koblenzer Stufe je nach ihrer Lage zum Festland küstennahe oder küstenferne Gesteine bzw. Wattenmeerbildungen dar. In diese Zeit fallen auch die ältesten vulkanischen Ergüsse der Keratophyre der Remscheider Schichten.



Abb. 14. *Aneurophyton germanicum* Kr. und Wld. Rekonstruktion eines Gewächses vom Typ eines Baumfarnes. Mitteldevon von Elberfeld. Nach Weyland.

In den Schichten des Mitteldevons handelt es sich zuunterst um eine Reihe tonigsandiger Fazieszonen, die teils von NW nach SO teils SW-NO streichen. Im oberen Mitteldevon herrschen kalkige Bildungen vor, die wir als Reste ehemaliger weitausgedehnter Korallenriffe am Rande der Kontinente ansehen können. Sie sind vornehmlich auf die großen Muldengebiete verteilt.

Die jüngsten Bildungen des Devons, die Ablagerungen des Oberdevons, zeichnen sich durch besondere große Mannigfaltigkeit der im allgemeinen nicht sehr mächtigen Gesteinsserien aus. Teils aus mechanischen, teils aus chemischen Sedimenten bestehend, deuten sie bald auf tiefes Meer, bald auf Nähe der Küste hin. Als weitere Gegensätze treten die verschiedenartigen Absätze der Becken- und Schwellenfazies in Erscheinung. Dabei beschränken sich die Schichten des Oberdevons auf den Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges, das sie mit schmalem Bande umsäumen (s. Tafel I).

Allgemeines Merkmal der das Schiefergebirge aufbauenden Schichten ist die ± ausgeprägte, von S nach N abnehmende Schieferung der tonigen Gesteine (sog. Transversalschieferung), die auf eine durch tangentialen Druck bewirkte Verformung der Gesteine zurückzuführen ist. Dabei ist das geschieferte Gestein senkrecht zur Schieferungsebene verkürzt, in der Ebene der Schieferung aber ausgedehnt worden (Breddin 1931/35). Naturgemäß ist die Schieferung sehr von der petrographischen Beschaffenheit des Gesteins abhängig und kommt um so kräftiger zum Ausdruck, je toniger es ist. Durch das Auftreten härterer Gesteinsbänke wird eine ± deutliche Brechung der Schieferung mit ihren die Schichten unter sehr kleinen Verschiebungen durchsetzenden Schieferungsflächen herbeigeführt. Nach Steinmann (1930) setzt Kalkgehalt die Schieferungsfähigkeit von Tongesteinen weniger herab als Sandgehalt. Über die Ursache der Schieferung herrscht noch keine Einstimmigkeit. Scholtz (1930/31) ist der Ansicht, daß sie allein auf eine Bewegungsmetamorphose zurückzuführen ist, und zwar derart, daß bei stark gefaltetem Gesteinsmaterial die Faltungsfähigkeit einmal aufhört und bei weiterer Beanspruchung Schieferungsflächen entstehen. Die Schieferung wäre also gleichsam eine Fortsetzung der Faltung. Born (1929) dagegen sieht die Gründe für den Beginn des Schieferungsvorganges im Belastungsdruck und Umkristallisationen.

Eine genaue Aufnahme der Richtung der Schieferung devonischer Schichten durch Steinmann (1930/31) hat ergeben, daß die Schieferung die Achsen der Sonderfalten unter gleichbleibendem Streichen etwa in Richtung N 75° O durchsetzt, während das Achsenstreichen etwa N 60° O beträgt, bei einem im allgemeinen steil nach S gerichteten Einfallen der Schieferungsflächen. Steinmann leitet daraus den Schluß ab, daß die Schieferung nicht ohne weiteres als eine Funktion des faltenden Druckes anzusprechen ist. Nicht selten wird noch eine zweite, zur ersten ± senkrecht verlaufende Schieferung („Schubklüftung") beobachtet, die als letzte Äußerung des Druckes anzusprechen ist. Jedenfalls stellt die Schieferung ein wertvolles Hilfsmittel zur Deutung der variszischen Tektonik dar.

Neben der Schieferung spielen auch noch die das Gestein durchsetzenden „Milchquarzgänge“ eine Rolle, welche nach BREDDIN (1934) eine enge Beziehung zur Transversalschieferung besitzen. Sie entstanden nach ihm durch die mit der Schieferung im Zusammenhang stehende Verformung der Schichten, wodurch stark überhitztes Wasser aus dem Nebengestein ausgepreßt und in Lösung gegangenes Material auf Spalten wieder ausgeschieden wurde (lateral-sekretionäre Mineralausscheidung).

Kennzeichnend ist die Sonderausbildung der Flora und Fauna des Devons. Durch neuere Untersuchungen an verschiedenen Stellen, so insbesondere im Wahnbachtal bei Siegburg (Siegener Schichten) und bei Elberfeld (Mitteldevon) sind gut erhaltene Pflanzenreste gefunden worden, deren Bildungsstätten Lagunen und Küstensümpfe gewesen sein müssen.

Von den schon lange bekannten leitenden tierischen Resten abgesehen, sind auch Panzerfische und Flachwassertiere nicht selten.

Die früher wenig beachteten Pflanzenreste sind in den letzten Jahren, insbesondere von KRÄUSEL und WEYLAND (1930/36), sehr eingehend untersucht und beschrieben worden. Nach ihren Feststellungen handelt es sich fast um die ältesten echten „Landpflanzen“ (Gefäßpflanzen), die früher unter dem Namen der „Psilophyten“ zusammengefaßt wurden. Sie haben dadurch eine besondere wissenschaftliche Bedeutung erlangt, daß man in ihnen die Vorläufer der aus der Karbonformation so wohlbekannten Bärlapp- und Schachtelhalmgewächse sowie Farne sieht. Hier will ich durch einige kennzeichnende Abbildungen das primitive Aussehen dieser Altpflanzen erläutern (s. Abb. 14 und 15).

Abb. 16 zeigt eine Rekonstruktion eines der erst vor wenigen Jahren im Unterdevon des Wahnbachtales bei Overath gefundenen Fisches.

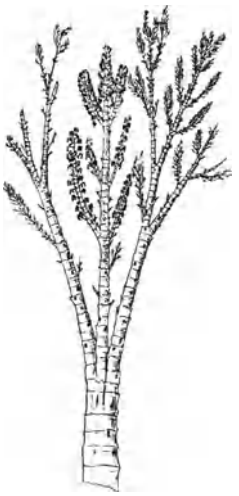


Abb. 15. *Calamophyton primaevum* KR. und WLD. Vorläufer eines Schachtelhalmgewächses. Mitteldevon von Elberfeld. Nach WEYLAND.

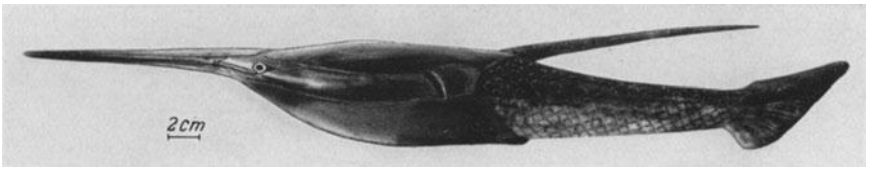


Abb. 16. *Pteraspis dunensis* ROEMER (Modell nach GROSS). Wahnbachschichten (Unterdevon), Overath. S.W.B.

2. Die stratigraphischen Verhältnisse des Devons.

Dem nun folgenden Überblick über die stratigraphischen Verhältnisse des gesamten Devons des Rheinischen Schiefergebirges im einzelnen will ich eine historische Skizze der Entwicklung unserer Kenntnis des Devons vorausschicken.

Die grundlegenden Ergebnisse der älteren Gliederung des rheinisch-westfälischen Devons sind in des Altmeisters v. DECHEN geologischer und paläontologischer Übersicht der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen (1884) zusammengestellt und auf den Blättern Düsseldorf, Lüdenscheid, Berleburg, Dortmund und Soest der v. DECHENschen Karte (M. 1 : 80000) zur Anschauung gebracht.

Da die alten Formationsbezeichnungen v. DECHENS noch häufig in der Literatur, insbesondere im bergmännischen Schrifttum angewendet werden, sei zum besseren Verständnis noch einmal kurz die alte Einteilung aufgeführt:

v. DECHEN gliederte das Devon in:

Oberdevon	Kramenzel
	Flinz
Mitteldevon	Kalk im Hangenden der Lenneschiefer
	Lenneschiefer mit Kalksteineinlagerungen
Unterdevon	Siegener Grauwacke.

Unter „Lenneschiefer“ faßte er eine vorwiegend aus klastischen Gesteinen (Grauwackenschiefern und Tonschiefern) und untergeordnet aus Kalksteinen, Quarziten, Konglomeraten und Arkosen bestehende mächtige Schichtenfolge zusammen, die vom Eifelkalk (Massenkalk) des oberen Mitteldevons konkordant über- und von der unterdevonischen Siegener Grauwacke unterlagert wird.

Große Fortschritte in der Erkenntnis der stratigraphischen Verhältnisse des Devons brachten die Arbeiten von E. KAYSER und HOLZAPFEL sowie weitere Untersuchungen von SCHULZ, LORETZ, WALDSCHMIDT. Aber erst durch die Aufnahmearbeiten der Preußischen Geologischen Landesanstalt, vornehmlich auf Grund der Untersuchungen von DENCKMANN, FUCHS, SPRIESTERSBACH, PAECKELMANN u. a., gelang es, die alte Einheit des „Lenneschiefers“ von DECHENS (die sog. „grüne Wiese“ der alten Kartenblätter) unter Berücksichtigung

petrographischer und faunistischer Merkmale in eine Reihe selbständiger Stufen zu zerlegen. Diese Gliederung ermöglichte die Erkenntnis, daß der alte Lenneschiefer v. DECHENS sowohl silurisch-devonische Grenzformationen als auch das ältere und jüngere Unterdevon sowie das Mitteldevon umfaßt. Die Ergebnisse der erwähnten Forscher sind vorwiegend in den bis jetzt vorliegenden Meßtischblättern der Preußischen Geologischen Landesanstalt vom Nordrande des variszischen Gebirges (Iserlohn, Hagen, Hohenlimburg, Menden, Hattingen, Barmen, Kettwig, Velbert, Mülheim) sowie den weiter südlich und südöstlich gelegenen Gebieten und in deren Erläuterungen zugrunde gelegt.

Aus ihnen ergibt sich die folgende vereinfachte stratigraphische Übersichtsgliederung des Devons:

Oberdevon	Oberes Oberdevon	Wocklumeria-Stufe	Hangenbergschiefer Wocklumer Kalk	
		Dasberg-Schichten	Obere Cypridinenschiefer	
		Hemberg-Schichten	Kalkknotenschiefer Cypridinenschiefer	
	Mittleres Oberdevon	Nehdener Schichten	Plattensandstein Untere Cypridinenschiefer	
	Unteres Oberdevon	Adorfer-Schichten	Matagneschichten Flinzschiefer Pharcicerasschichten	
			Iberger Kalk Dorper Kalk	Massenkalk
Mitteldevon	Oberes Mitteldevon	Anarcestes-Stufe	Eskesberger Kalk Schwelmer Kalk	Massenkalk
			Obere Honseler Schichten Untere Honseler Schichten	Lenneschiefer (i. e. S.)
	Unteres Mitteldevon	Maeneceras-Stufe	Brandenberg-Schichten Mühlenberg-Schichten Hobräcker Schichten Obere Hohenhöfer Schichten	Lenneschiefer (i. e. S.)
Unterdevon	Oberes Unterdevon	Koblenz-Schichten	Untere Hohenhöfer Schichten Remscheider Schichten Rimmertschichten	
	Unteres Unterdevon	Siegener Schichten	Bunte Ebbeschichten Obere Verseschichten (Remscheider Konglomerat)	
		Jüngere Gedinneschichten		
Obersilur	—	Ältere Gedinne-Sch.	Untere Verseschichten	
Untersilur	—	—	Herscheider Schichten.	

Freilich kann die vorstehende schematische Übersichtsgliederung den so verschiedenartigen faziellen Verhältnissen der einzelnen Gebiete des Rheinischen Schiefergebirges nicht völlig gerecht werden. Ich lasse daher noch eine auf Grund vieler Einzelarbeiten von BÄRTLING, BREDDIN, DENCKMANN, FUCHS, HENKE, PAECKELMANN, QUIRING, RICHTER, H. SCHMIDT, WEDEKIND, WEGNER u. a. zusammengestellte Übersicht folgen (s. Tabelle 1).

Wir kommen nun zur Besprechung der einzelnen Unterstufen:

a) Unterdevon.

α) Unteres Unterdevon (bzw. Silur): { Siegener Schichten / Gedinneschichten / Untersilur.

Die ältesten Ablagerungen des Rheinischen Schiefergebirges, die Herscheider Schichten im Ebbesattel, umfassen Bildungen untersilurischen Alters.

Als tiefstes Glied der Gedinnestufe müssen nach A. FUCHS und SCHMIDT die schiefrig-tonig-sandigen Verseschichten angesprochen werden, die unter anderem den Kern des sog. Remscheid-Altenaer Sattels, des bekannten, großen, nördlichsten Faltensattels des variszischen Gebirges bilden. Diese Ablagerungen sind am besten im Gebiete des Ebbesattels aufgeschlossen, dessen Sedimente zum Teil, wie die sog. Oberen Herscheider Schiefer (= Untere Verseschichten), wohl schon obersilurisches Alter besitzen. Darüber liegen die Oberen Verseschichten mit stellenweise gut entwickelten Konglomeraten (sog. Remscheider Konglomerate). Sie weisen auf die Nähe des die Sedimente liefernden, alten nordatlantischen Kontinents hin. Überlagert werden sie von den ziemlich mächtigen Bunten Ebbeschichten.

Tabelle 1. Gliederung des westfälischen Devons und Vergleich mit den benachbarten Gebieten.
(Nach Paeckelmann, Bärtling, Wegner, Schmidt, Fuchs, Breddin, Richter u. a.)

Formationsstufen				Ältere Gliederung v. Dechens	Gliederung der Geologischen Landesanstalt u. a.				Gliederung im übrigen Schiefergebirge
					Velberter Sattel und südlich	Elberfeld, Barmen, Schwelm bzw. Siegerland	Hohenlimburg, Letmathe, Öse, Attendorn	Östliches (und südöstliches) Sauerland	
Oberdevon	Oberes			Kramenzel z. T.	Famenne-Stufe: Velberter Schichten	Horizont der oberen Cypridinenschiefer	Hangenberg-Schiefer, Wocklumer Kalk (Wocklumeria-Stufe), Dasberger Kalk (Gonioclymenia-Stufe)	Graugrüne Tonschiefer mit Kalkknollen	Wocklumer Stufe; Dasberg-Stufe
						Horizont der roten und grünen Kalkknotenschiefer (obere Cypridinenschiefer)		Fossley-Schiefer	Hemberg-Stufe (Platyclymenia-Stufe)
	Mittleres				Horizont der unteren Cypridinenschiefer	Horizont der Plattensandsteine	Horizont der sandigen Schiefer	Graue kalkige Schiefer und Bänderschiefer Cheiloceras-Kalk	Nehden-Stufe (Cheiloceras-Stufe)
						Horizont der unteren Cypridinenschiefer	Horizont der grauen und schwarzen Schiefer		
	Unteres			Flinz	Frasne-Stufe: Obere Mergelschiefer	Obere Matagne-Schichten	Östricher Kalk	Flinzschiefer, Flinzkalk und Plattenkalk: Adorfer Kalk	Adorf-Stufe (Manticoceras-Stufe)
					Flinzschiefer	Untere Matagne-Schichten	Büdesheimer Schiefer		
					Iberger Kalk / Flinzschiefer: Dornaper Kalk	Flinzschiefer	Flinz des unteren Oberdevons		
					Dorper Kalk: Flinzschiefer	Pharciceras-Schiefer	Pharciceras-Schichten	Dorper Kalk	
Mitteldevon	Oberes	Givet-Stufe	Stringocephalen-Schichten	Massenkalk (Eifelkalk)	Schwelmer Schichten: Eskesberger Kalk, Konglomerate von Ratingen	Eskesberger Kalk	Tentaculitenschiefer	Nuttlarer Flinzschiefer; Hauptgrünstein	Oberer Stringocephalenkalk
							Flinz des oberen Mitteldevons	Sparganophyllum-Kalk	
					Schwelmer Kalk	Schwelmer Kalk	Massenkalk / Obere Finnentroper Schichten	Kalkige Crinoiden- und Bryozoenschiefer	Mittlerer Stringocephalenkalk
					Honseler Schichten	Obere Honseler Schichten	Untere Finnentroper Schichten	Tentaculitenschiefer	Unterer Stringocephalenkalk
						Untere Honseler Schichten			
	Unteres	Eifel-Stufe	Calceola-Schichten	Lenneschiefer		Brandenberg-Schichten	Wissenbacher Schiefer	Obere Ramsbecker Schiefer	Mergel und Kalke der Calceola-Schichten
						Mühlenberg-Schichten		Ramsbecker Quarzit	
						Hobräcker Schichten	Olper Schiefer	Untere Ramsbecker Schiefer (mit Quarzporphyr)	
					Obere Hohenhöfer Schichten	Obere Hohenhöfer Schichten	Orthocrinus-Schichten		Obere Cultrijugatus-Schichten
Unterdevon	Oberes	Koblenz-Schichten	Oberkoblenz-Schichten		Untere Hohenhöfer Schichten	Cultrijugatus-Schichten			Untere Cultrijugatus-Schichten
					Remscheider Schichten	Remscheider Schichten	Rimmert-Schichten		Oberkoblenz-Schichten
			Unterkoblenz-Schichten		Bunte Ebbe-Schichten	Bunte Ebbe-Schichten / Unterkoblenz-Schichten von Daaden	Bunte Ebbe-Schichten		Koblenzquarzit; Unterkoblenz-Schichten
	Unteres	Siegener Schichten	Jüngere Gruppe der Siegener Schichten	Siegener Grauwacke	Obere Verse-Schichten (Remscheider Konglomerat)	Herdorfer Schichten; Rauhflaser-Horizont; Tonschiefer-Horizont: Tonschiefer-Schichten; Obere Gedinne-Schichten: Seifener Schichten	Obere Verse-Schichten	Varster Schichten	Hunsrück-Schiefer; Taunus-Quarzit; Obere Gedinne-Schichten
			Ältere Gruppe der Siegener Schichten			Mildflaserige Grauwacken		Silberger Schichten	Mittlere Gedinne-Schichten
						Flaserplattenhorizont			
Obersilur					Untere Verse-Schichten	Untere Gedinne-Schichten	Obere Herscheider Schiefer		Untere Gedinne-Sch.
Untersilur							Herscheider Schichten		

Die Siegener Schichten, in einer Gesamtmächtigkeit von mehreren Tausend Metern (bis 7000 m in den Ardennen), setzen sich aus milden bis rauhflaserigen Tonschiefern (Dachschiefern), Grauwackenbänken, Quarziten, Sandsteinen, Arkosen und Konglomeraten zusammen. Die im allgemeinen arme Fauna dieser entkalkten Schichten ist örtlich reicher, aber fast nur in Form von Steinkernen erhalten. W. E. Schmidt (1907) u. a. haben sie näher beschrieben. Henke (1934) gliedert diese mächtige, aber eintönige Schichtenfolge der Siegener Schichten auf Grund der Ausbildung der Gesteine und ihrer Faunenführung in drei Horizonte, und zwar (vom Hangenden zum Liegenden) in:

Siegener Schichten
- Obere Siegener Schichten = Herdorfer Schichten (mit *Tropidoleptus carinatus*)
- Mittlere Siegener Schichten = Rauhflaser-Horizont (mit *Spirifer primaevus*)
- Untere Siegener Schichten = Tonschiefer-Horizont (mit *Rensselaeria crassicosta*)

Anderer Ansicht ist Breddin (1932), der — vorwiegend auf Grund lithologischer Beobachtungen — folgende Horizonte im oberen Teile der mächtigen Schichten des Unterdevons im Siegener Gebiete ausscheidet, und zwar: Herdorfer Schichten (über 3000 m), Tonschieferschichten (3000—4000 m) und Seifener (Unkeler) Schichten (2000—3000 m).

Diese Siegener Schichten sind es, denen wegen des Auftretens zahlreicher Spateisensteingänge besondere wirtschaftliche Bedeutung zukommt.

β) Oberes Unterdevon (Koblenzschichten).

Die Koblenzschichten werden in eine untere, erstmalig von Frech (1889) nachgewiesene Stufe und in eine obere Stufe gegliedert. Beide bauen sich vorwiegend aus Schiefertonen, stellenweise wechsellagernd mit dünnplattigen Grauwackenbänken auf. Dabei sind die höheren Horizonte durch mächtige Quarzkeratophyre und Felsokeratophyrdecken nebst ihren Tuffen gekennzeichnet. Denckmann, Fuchs und Spriestersbach (1909) haben ihre Fossilführung beschrieben. Im Bergischen besteht diese Stufe hauptsächlich aus den Rimmertschichten (im Liegenden) und den Remscheider Schichten (im Hangenden). Während die Rimmertschichten sich aus grobkonglomeratischen quarzitischen Ablagerungen zusammensetzen, sind die Remscheider Schichten als graublaue flaserige Ton- und Grauwackenschiefer entwickelt.

b) Mitteldevon.

Das Mitteldevon umfaßt einerseits die mitteldevonischen Lenneschiefer v. Dechens (im engeren Sinne) rechts des Rheines und andererseits die tiefere Calceola- und die höhere Stringocephalenstufe links des Rheines. Stratigraphisch kann man zunächst zwei Stufen unterscheiden: oberes Mitteldevon (=Anarcestes-Stufe) und unteres Mitteldevon (= Maeneceras-Stufe).

Oberes Mitteldevon (Anarcestes-Stufe)	Eskesberger Kalk Schwelmer Kalk	Massenkalk
	Obere Honseler Schichten Untere Honseler Schichten	Lenneschiefer (i. e. S.)
Unteres Mitteldevon (Maeneceras-Stufe)	Brandenberg-Schichten Mühlenberg-Schichten Hobräcker Schichten Obere Hohenhöfer Schichten	Lenneschiefer (i. e. S.)

Wir kommen daher zu nebenstehender von der Preuß. Geol. Landesanstalt aufgestellten Gliederung.

α) Unteres Mitteldevon.

Wie oben angegeben, teilt man nach dem Vorgange Denckmanns die aus Tonschiefern, Sandsteinen und Grauwacken bestehenden Schichten des unteren Mitteldevons in vier Horizonte ein, deren Namen dem Flußgebiet der Volme und Lenne entnommen sind. Es werden unterschieden (vom Liegenden zum Hangenden):

Obere Hohenhöfer Schichten. Sie bestehen aus einer gleichmäßigen Folge roter und grüngrauer Schiefertone mit vereinzelten Grauwackensandsteinbänken. Kennzeichnendes Fossil ist der *Spirifer cultrijugatus*.

Hobräcker Schichten. Die rd. 600 m mächtige Schichtenfolge setzt sich aus blaugrauen Schiefern und vereinzelten Grauwackensandsteinen sowie „Rotschiefern" zusammen. Die bekannte Burg Altena steht auf diesem Gestein.

Mühlenberg-Schichten. Sie sind nur rd. 300 m mächtig und werden aus festen feinkörnigen Grauwackensandsteinen mit vereinzelten Grauschiefern, Rotschiefern und Konglomeraten gebildet. Kennzeichnend für sie ist das Auftreten der *Newberria amygdala*.

Brandenberg-Schichten. Diese Schichtenfolge zeichnet sich durch ihren lebhaften Gesteinswechsel von roten und grünen sandigen Schiefern sowie graugrünen Grauwackenschiefern von den eintönigen Gesteinszonen der tieferen Schichten aus. Die rd. 500 m mächtige Reihe ist reich an eingeschwemmten Resten primitiver Gefäßpflanzen (KRÄUSEL und WEYLAND 1925). Ihr hangender Teil ist als „Funklochschichten" ausgeschieden worden.

Die genannten vier Schichtengruppen werden mit den Honseler Schichten des oberen Mitteldevons unter dem Begriff der „Lenneschiefer i. e. S." zusammengefaßt.

Da die Gesamtheit dieser Schichten schon aus dem Rahmen des zu behandelnden Gebietes fällt, will ich auf ihre stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse im einzelnen nicht näher eingehen.

β) Oberes Mitteldevon.

Nach dem Hangenden zu wird die vorerwähnte Schichtenfolge des unteren Mitteldevons (Lenneschiefer im Sinne v. DECHENS) durch die vorwiegend kalkigen Schichten des oberen Mitteldevons, insbesondere durch den sog. „Massenkalk" (Stringocephalenkalk), abgegrenzt. Die Ablagerungen dieser Zone, die mit den rd. 1500 m mächtigen Honseler Schichten einsetzen, verraten noch den Einfluß des nordwärts gelegenen Landes. Sie zerfallen in einen oberen und einen unteren Horizont. Sind die unteren Honseler Schichten durch das Auftreten plattiger, bisweilen Pflanzen führender Grauwacken mit grauen Schiefern gekennzeichnet, so überwiegen in den oberen graublaue Schiefer mit Kalkbänken. Letztere schwellen gelegentlich, wie bei Elberfeld und Barmen, zu mächtigen Kalklagern an. Noch weiter im Hangenden folgen die Ablagerungen des eigentlichen Massenkalks.



Abb. 17. Felsbild „Pater und Nonne". Massenkalk bei Letmathe.

In der neu einsetzenden Entwicklung dieses massigen Kalkes offenbart sich die völlige Umänderung der faziellen Verhältnisse. An Stelle der viele tausende von Metern mächtigen Gesteine sandig-schiefriger Art der Unterdevonzeit gewinnen kalkige Schichten die Oberhand.

Statt terrigener Schichten aus den Abschlämmassen eines alten Festlandes entstehen mächtige Kalkmassive (Korallenriffe), die den Rand des alten arktoatlantischen Kontinents bzw. der Siegener Schwelle umrahmen.

Dieser sog. Massenkalk umsäumt in einem etwa 0,5—2 km mächtigen, durch Querverwerfungen zerrissenen und durch streichende Störungen örtlich verschmälerten Bande die Schichtenfolge des Lenneschiefers (i. e. S.).

Schon orographisch ist das Massenkalkband von den hangenden und liegenden Gebirgsgliedern scharf geschieden. Seine vielfach schroffen Felsen geben dem Landschaftsbilde der Gegend ein besonderes Gepräge. Ich erinnere an die Felsenbilder von Pater und Nonne bei Letmathe (s. Abb. 17), an das Felsenmeer bei Sundwig u. a. m. Überdies finden sich hier alle Merkmale einer Karstlandschaft, und zwar eine hochgelegene, aber gegenüber den einfassenden Gebirgsgliedern mehr oder weniger tief eingesenkte wasserarme Hochfläche mit steilen Abstürzen zu den Flußtälern. Im Gegensatz zu den höher herausragenden und bewaldeten Höhen des Lenneschiefers, des Oberdevons und des Kulmbandes werden seine waldfreien, mit Lehm bedeckten Plateaus vorwiegend von Äckern eingenommen. Fast auf seiner ganzen Erstreckung hat der Massenkalk eine bedeutende Kalkindustrie ins Leben gerufen (vgl. Abschnitt XVIII: Nutzbare Gesteinsvorkommen).

Nach seinem Vorkommen bei Elberfeld führt der Kalk auch den Namen „Elberfelder Kalk", während ihn v. DECHEN noch als „Eifelkalk" bezeichnete. Eine weitere Benennung ist Stringocephalenkalk (nach dem Hauptleitfossil *Stringocephalus burtini*). Hierbei ist aber zu beachten, daß der Massenkalk nicht mit dem Stringocephalenkalk der Eifel, sondern nur mit dessen oberer Stufe gleichzustellen ist.

Wie schon der Name besagt, besteht der Massenkalk im Gegensatz zu den dünnen, plattigen Kalken des Oberdevons und Kulms aus einer 600—1000 m mächtigen Schichtenfolge massiger (dickbankiger) mariner Kalke von feinkörniger oder grobkristalliner Struktur, bisweilen bituminöser Beschaffenheit und graublauer bis grauschwarzer Farbe. Die auf der frischen Bruchfläche nicht immer klar erkennbare Schichtung wird durch Verwitterung meist wieder sichtbar. Die Bezeichnung „Massenkalk" ist daher nicht ganz zutreffend. Sehr häufig zeigt der Massenkalk eine in die Augen fallende Klüftung, die von weitem gesehen, den Eindruck der Schichtung erweckt (s. Abb. 18).



Abb. 18. Horizontal geschichteter Massenkalk mit senkrechter Zerklüftung und ausgewaschenen Kluft-hohlräumen bei Letmathe.

Stellenweise ist der Kalkstein von Klüften ausgehend dolomitisiert worden. Der Dolomit läßt dann bei oberflächlicher Betrachtung weder Schichtung noch Fossilreste, höchstens Steinkerne, erkennen. Seine Struktur ist auch nicht mehr dicht wie beim Kalkstein, sondern meist zuckerkörnig und löcherig. Auf seinen Hohlräumen finden sich Ausscheidungen der verschiedensten Karbonate. Infolge seiner geringen Härte unterliegt er einer schnellen Verwitterung zu Dolomitsand, so daß seine äußeren Formen weit gerundeter als die des Kalkes erscheinen. Ausscheidungen gangartigen weißen Kalkspates in fiederförmiger Anordnung sind nicht selten.

Offenbar ist dieser sog. Massenkalk nach der ganzen Art seiner Ausbildung, insbesondere nach dem rasenbildenden Auftreten typischer Fossilien, vornehmlich von Bryozoen, Korallen und Stromatoporiden (schwammähnlichen Tieren), die örtlich ganze Bänke aufbauen, als Überrest eines alten Korallen-Stromatoporenriffes (Saumriffes) des mitteldevonischen Meeres am Außensaum alter Kontinente (etwa nach der Art der heutigen Barrierriffe vor dem australischen Festlande) anzusehen.

Wir haben also in ihm Bildungen zu sehen, die in einer bestimmten Tiefenlage unter dem Meeresspiegel auf gleichmäßig sinkendem Untergrunde entstanden sind, und nicht zusammengeschwemmte Reste zerstörter benachbarter Riffe. Freilich besteht der Massenkalk nicht nur aus Bänken mit riffbewohnenden Tieren (Korallen-Stromatoporen), sondern auch aus Kalkkonglomeraten (zerriebenen Schalenresten, Kalksand, Korallenbrocken und Schlamm), wie sie sich örtlich durch Wirkung der Brandung an der Außenseite der Riffe bilden konnten. Jedenfalls stellen die Schichtungsflächen teils Stillstandsperioden im Aufsteigen der Riffe dar, teils sind sie durch das rasen- und teppichförmige Wachstum der erwähnten Tiervergesellschaftungen mit Kalkschalen hervorgerufen.

Groß ist der Reichtum des Massenkalkes an Versteinerungen. Er entspricht der Bildungsgeschichte der Riffe. Es finden sich in erster Linie Korallen, und zwar Tabulaten (z. B. *Favosites*) und Tetrakorallen (z. B. *Cyathophyllum, Cystiphyllum* und *Calceola sandalina*); ferner überaus häufig verschiedene Arten rasenbildender Stromatoporen der Gattung *Actinostroma* und der *Amphipora ramosa*. Weiter treten auf Encriniten (*Cyathocrinus, Rhipidocrinus, Cupressocrinus* u. a.), ferner Lamellibranchiaten, Gastropoden und Brachiopoden *(Spirifer)*, und zwar vornehmlich das Leitfossil „*Stringocephalus burtini*" und schließlich Cephalopoden *(Clymenia, Cyrtoceras, Orthoceras)* in vielen Gattungen und Arten. Dagegen fehlen die freischwimmenden Goniatitenformen.

Wie erklärt sich nun die große rd. 1000 m betragende Mächtigkeit des bergischen Massenkalkes gegenüber der nur rd. 650 m umfassenden Schichtenfolge im Sauerlande? Nach PAECKELMANN dauerte die Riffbildung im Bergischen weit länger als im Sauerlande an, so daß hier auch noch die im Hangenden des Sauerländischen Massenkalkes gelegenen obermitteldevonischen Schichten des Flinz und des Tentaculitenschiefers sowie der unterste Teil des Oberdevons in der Fazies des „Massenkalkes" zur Entwicklung kommen konnten.

Paeckelmann unterscheidet im Massenkalk des Bergischen vom Hangenden zum Liegenden mehrere verschiedenaltrige Zonen, und zwar:

Iberger Kalk Dorper Kalk	Unteres Oberdevon
Eskesberger Kalk Schwelmer Kalk	Oberes Mitteldevon

Demgegenüber hat Breddin (1934) eine abweichende Auffassung geäußert. Nach seiner Annahme handelt es sich in den Kalkzügen des Velberter Sattels nicht um „Kalkhorste", die auf der Grenze der oberdevonischen Flinzschiefer und Velberter Schichten an Längsstörungen aufgebrochen sind, sondern um normale Einlagerungen zwischen oberdevonischen Schichten.

Breddin hält daher die Namen „Eskesberger" und „Dorper Kalk" für entbehrlich, da sie nur Ausbildungsformen des oberdevonischen Dornaper Kalkes seien. Auch der „Iberger Kalk" soll nach ihm eingezogen werden können, weil alle diese Kalke keine stratigraphische Stufe darstellen. Es scheint aber doch fraglich zu sein, ob diese Anschauungen Breddins zu Recht bestehen.



Abb. 19. Karrenbildungen in den Dorper Kalken von Rodenhaus. Aufn. Kukuk.

Die Schichten des dem oberen Mitteldevon angehörenden Schwelmer Kalkes zeigen im SW des Bezirkes im Kern des Velberter Sattels ein sehr bemerkenswertes Äquivalent. Es handelt sich um die durch Breddin (1926) näher bekannt gewordenen Konglomerate des Schwarzbachtales bei Ratingen (mit groben Geröllen aus älteren Quarziten, Schiefern und Gangquarzen), die von ihm als Transgressionskonglomerat des obermitteldevonischen Meeres über gefaltetem Kambrosilur angesprochen werden.

Am Südwest- und Südrande des besprochenen Gebietes läßt sich der erwähnte Massenkalkzug leicht verfolgen. In der Regel zeigt der schmale, in seiner Mächtigkeit schwankende Packen nördliches Einfallen. Mehrfach ist er aber auch zu Sätteln und Mulden gefaltet.

Von Ratingen streicht der Zug in ostnordöstlicher Richtung — dem Stockumer Sattel parallel verlaufend — südlich von Heiligenhaus über Hofermühle weiter. Südlich von Velbert nimmt er eine südliche Richtung an und tritt in mehreren Sätteln („Rodenhauser" und „Wülfrather") zutage. Von Wülfrath aus umfaßt er dann in einem weit bis zum Neandertal bei Erkrath (9,5 km östlich Düsseldorf) ausholenden, auf dem Nordflügel häufig unterbrochenen Bogen die Herzkämper Mulde, die er auf ihrer Südseite über Gruiten, Elberfeld und Barmen hinaus begleitet. Bei W.-Elberfeld wird der Massenkalk durch den „Flinzschiefergraben von Osterholz" in zwei Züge gespalten (Paeckelmann 1913). Weiter nach O gabelt er sich östlich W.-Barmen wieder in zwei einen Lenneschieferhorst umschließende, bei Linderhausen bzw. Schwelmerbrunnen auslaufende Äste, die hier ganz unvermittelt durch eine bedeutende Querstörung abgeschnitten werden (s. Tafel I). Zwischen Gevelsberg und Hagen sind dann infolge einer sehr ausgedehnten streichenden Störung von großem Ausmaß (wahrscheinlich Überschiebung?) — der sog. „Ennepetalstörung" — nur noch unzusammenhängende Reste vorhanden. Vom Volmetal aus in östlicher Richtung ist die gewöhnliche Breite des Streifens wieder hergestellt. Der Kalkzug streicht nunmehr in etwa 1 km Breite über Hohenlimburg, Letmathe, Dechenhöhle, Iserlohn, Westig, Sundwig und Deilinghofen, biegt bei Binolen um den nach O einsinkenden Altenaer Sattel nach S um und läuft südlich von Balve aus. Weiter nördlich taucht er dann in der Verlängerung des Altena-Arnsberger Sattels im „Warsteiner Sattel" noch einmal heraus. Am Südrande der „Lüdenscheid-Langenholthauser Mulde" ist zwischen Meschede und Brilon wieder ein ganz schmales Kalkband vorhanden. Möglicherweise ist diese Verschmälerung als Folgeerscheinung einer der Ennepetalstörung ähnlichen Störung anzusehen. Erst im „Briloner Sattel" tritt der Massenkalk noch einmal in größerer Mächtigkeit auf, um dann südöstlich von Messinghausen für das in Frage kommende Gebiet endgültig zu verschwinden.

Vereinzelte, von der Abtragung verschonte Teile des Massenkalkes sind an mehreren Stellen im Lenneschiefer eingefaltet. Der größte derartige Rest ist in der „Attendorner Mulde" erhalten geblieben.

Wie man an zahlreichen Stellen beobachten kann, ist der Kalkstein nach allen Richtungen von (stellenweise als Verwerfer ausgebildeten) Spalten durchzogen, die CO_2-haltigen Tagewassern das Eindringen

ermöglichten. Hierdurch ist es im Innern des Kalkgebirges vielorts zur Entstehung von ± großen Hohlräumen gekommen. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß infolge von Einwirkungen der Atmosphärilien auch die Oberfläche des Kalkgebirges häufig sehr unregelmäßig ausgebildet, von tief eingeschnittenen Rinnen durchfurcht und mit Strudellöchern sowie Auslaugungstrichtern versehen ist (also „verkarstet" ist), wie z. B. bei Rodenhaus und Wülfrath (s. Abb. 19). Örtlich sind diese Wannen mit diluvialem Lehm oder Tertiär (marinem Oberoligozän) erfüllt. Fliegel (1912) hat nachgewiesen, daß die Verwitterungsrinde des Massenkalkes in erster Linie auf die im Alttertiär erfolgte, tiefgründige chemische Verwitterung zurückzuführen ist, die mit ihren Anfängen schon ins Mesozoikum zurückgeht. Auch richtige „Dolinen" (Erdfälle oder Schwalglöcher = trichterförmige steilwandige Vertiefungen der Oberfläche) als Einbrüche von Höhlendecken sind bekannt, so bei Somborn (südwestlich Elberfeld), südlich Hagen und a. a. O.



Abb. 20. Die Kaiserhalle in der Dechenhöhle. Nach käuflicher Photographie.

Aus den gelegentlich im N der Stadt Barmen oder in Schwelm festgestellten Erdrutschungen, die Beschädigungen von Häusern, Rohrbrüche und andere Erscheinungen hervorgerufen haben, die, wie ich mich überzeugen konnte, den bekannten „Bergschäden" des Ruhrbezirkes durchaus ähnlich sind, geht im übrigen hervor, daß die Verkarstung der Oberfläche auch heute noch nicht abgeschlossen ist.

Besonders kennzeichnende Erscheinungen des westfälischen Massenkalkes sind die schon obenerwähnten ± großen Höhlen.

Als bekannteste der weit über 100 zählenden Höhlen nenne ich nur die überreich mit Kalksintergebilden ausgestattete Dechenhöhle (s. Abb. 20) (zwischen Letmathe und Iserlohn), die hohe Balver Höhle (im Hönnetal), die tropfsteingeschmückte Attahöhle (bei Attendorn), die fossilreiche Heinrichshöhle (bei Sundwig), die ausgedehnte Kluterthöhle (bei Milspe), die Bilsteinhöhle (bei Warstein), die Veledahöhle (bei Velmede) und die Reckenhöhle (bei Binolen im Hönnetal).

Neben ihren Reizen als sehenswürdige Naturdenkmäler haben die Höhlen, und zwar besonders die Höhlenmündungen als uralte Kulturstätten für die Menschheitsgeschichte große Bedeutung. In diesem Zusammenhange braucht nur auf die im Höhlenlehm eingebetteten Knochen des fossilen Menschen (die heute zerstörte Neandertalhöhle bei Mettmann ist die Fundstätte des berühmten „homo neandertalensis") und diluvialer Wirbeltiere sowie auf die zahlreichen dort gefundenen Artefakte (s. unter Diluvium des Bezirkes) hingewiesen zu werden.

Eine sehr große Höhle muß in früheren Zeiten zwischen Sundwig und Deilinghofen an der Stätte des weitbekannten sog. „Felsenmeeres" vorhanden gewesen sein. Wahrscheinlich liegt in dem aus mehreren Teilen bestehenden Felsenmeere ein ursprüngliches „Karrenfeld" vor, das über einer oder mehreren schlauchartigen natürlichen Höhlen nach Art einer Doline eingebrochen ist. Hierzu treten noch die Einwirkungen alter oder uralter bergmännischer Abbaue der hier aufsetzenden gangförmigen Roteisenerze in Verbindung mit tiefreichenden Verwitterungserscheinungen. Durch alle diese Umstände ist ein überaus eindrucksvolles, hinsichtlich seiner Entstehung nur schwer zu deutendes Bild geschaffen worden (s. Abb. 21).

Wie schon kurz erwähnt, finden sich in den Kalken nicht selten kleinere und größere, gelblich aussehende Einlagerungen eines zuckerkörnigen Dolomits, dessen Bildungsgeschichte lange Zeit zweifelhaft war. Bei Elberfeld-Barmen besteht stellenweise die ganze Mächtigkeit des Massenkalkzuges aus Dolomit.

In welchem Umfange es sich in dem Dolomit um metasomatische Verdrängung des Kalkes durch $MgCl_2$-führende Lösungen handelt, die auf Querstörungen hochstiegen, oder um primäre Dolomitbildung beim Aufbau des Riffs, bleibe dahingestellt.

Im engsten Zusammenhange mit den auf Thermalwässer zurückzuführenden Umbildungen stehen auch die als metasomatische Lagerstätten zu betrachtenden Bildungen

von Eisen-, Zink- und Bleierzen, die hier infolge hydrometasomatischer Verdrängung des Kalkes durch Metallösungen entstanden sind (vgl. das Kapitel „Lagerstätten"). Ähnlicher Natur sind die nicht seltenen Kieselsäureausscheidungen in den Kalken.

Hierhin gehört z. B. das bekannte Vorkommen von gelbem Eisenkiesel mit organischen Einschlüssen von Warstein, der teils grobkristallinische Aggregate bildet, teils kristallisiert im Kalkspat eingewachsen ist. An anderen Stellen, z. B. am Burgberge bei Letmathe und in den Brüchen von Dorp bei Elberfeld finden sich nicht selten wohlausgebildete, vielfach schwarze Quarzkristalle („Morione"), die ihre Entstehung einer von Klüften ausgehenden Verkieselung (Silifizierung) verdanken. Durch diese Vorgänge ist z. B. bei Belecke der Massenkalk in „Hornstein" umgewandelt worden, der früher dort in großen Steinbrüchen gebaut wurde.



Abb. 21. Karrenbildungen im Massenkalk des Felsenmeeres bei Sundwig.

Sehr häufig sind die den Massenkalk durchsetzenden Klüfte mit massigem reinem weißem Kalkspat oder auch mit lagenweise abgesetzten, durch Eisenlösungen bunt gefärbten und zu den Kluftwänden senkrecht stehenden Kristallindividuen wieder ausgefüllt, so insbesondere am Hömberg bei Letmathe und in der Donnerkuhle bei Hohenlimburg (s. Abb. 22).

An anderen Stellen finden sich im Massenkalk mächtige, unregelmäßige Vorkommen reinen Kalkspates, wie in Beckum bei Balve und in Riemke bei Iserlohn. Sie scheinen hier an die Sattelwende des Arnsberger

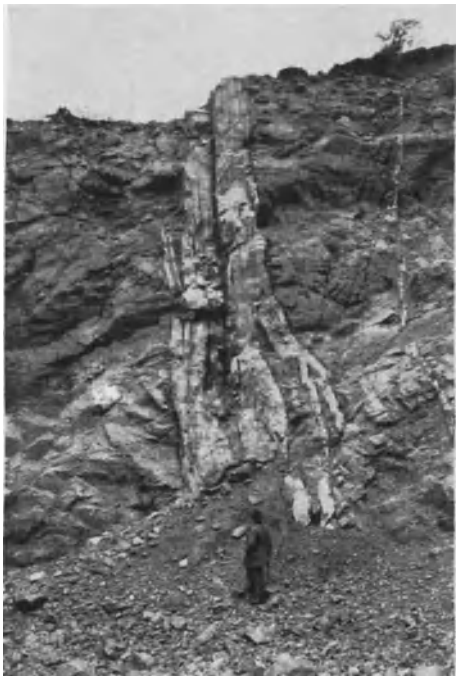


Abb. 22. Kalkspatgänge im Massenkalk. Donnerkuhle bei Hohenlimburg.



Abb. 23. Massenkalk, von Flinzschichten des oberen Mitteldevons (mit prismatischem Bruch) überlagert. Grüntal bei Letmathe.

Sattels gebunden zu sein, wo sie lagerartig in den aufgeblätterten Sattelschichten oder als Spaltenausfüllungen wahrscheinlich aus heißen Lösungen zur Abscheidung gekommen sind. Vielleicht steht die Bildung des Beckumer Vorkommens mit der Entstehung der Balver Schalsteindecken in Verbindung (s. Abb. 674).

Von der Ausbildung des bergischen Massenkalkes weicht die des Sauerlandes nicht unerheblich ab. Hier hat die Bildung des Korallenriffes durch schnellere Senkung

schon während der Zeit des obersten Mitteldevons ihr Ende gefunden. Statt kalkiger Bildungen wie im Bergischen stellt sich eine Schichtenfolge grau bis schwarz gefärbter bituminöser, hornsteinreicher „Plattenkalke" von prismatischem Bruch ein, die mit Mergelschiefern wechsellagern.

Dadurch nähern sich die Schichten in ihrer Ausbildung der des Oberdevons. Nach ihrem Fossilinhalt gehören sie jedoch durchaus zum Mitteldevon. Durch die plattige Ausbildung der Schichten und den Wechsel in der Farbe ist die Grenze gegen den Massenkalk scharf festgelegt (s. Abb. 23).

Diese Stufe wird als „Flinz an der oberen Grenze des Massenkalkes" bezeichnet.

Darüber folgen im Normalprofile die sog. „Tentaculitenschiefer des oberen Mitteldevons", dunkle, tonige, muschelig brechende Mergelschiefer mit vereinzelten, dem Massenkalk ähnlichen Kalkbänken.

Die schwarzen Schiefer sind auf den Schichtflächen überreich an Tentaculitenabdrücken oder Steinkernen und auch an Tiefseezweischalern *(Buchiola)*. Zuweilen findet sich *Stringocephalus burtini*. Die Ausbildung dieser Stufen ist am ganzen Nordrande des Sauerlandes fast die gleiche. Am besten sind sie im Hönnetal und nördlich von Letmathe aufgeschlossen, wo sie von DENCKMANN eingehend beschrieben sind. Ihnen entsprechen im Bergischen die „Dorper" bzw. „Iberger" Kalke.

c) Oberdevon.

Das Oberdevon im Hangenden der mitteldevonischen Schichten ist, wie erwähnt, fast ausschließlich auf den Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges beschränkt. Die dem sauerländischen Faziesbezirk angehörende schmale Zone begleitet den schon genannten Streifen des Massenkalkes von Ratingen über Neviges, Elberfeld, Hagen und Iserlohn bis Balve. Darüber hinaus tritt sie in geringer Breite noch am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges bis Stadtberge auf. Nur im sog. Velberter Sattel zwischen Mettmann und Velbert nimmt das Oberdevon, rechtwinklig zum Streichen gemessen, eine ungewöhnliche Ausdehnung an, weil in diesem flach nach NO einsinkenden Sattelgewölbe auch noch die zahlreichen Falten der sich aushebenden Wittener Karbonmulde zur Geltung kommen.

Gegenüber der Ausbildung des Mitteldevons zeigen die Sedimente des Oberdevons ein weit wechselvolleres Faziesbild, und zwar sowohl in vertikaler als in horizontaler Richtung. Zu unterst bestehen sie aus bunten Schiefern, sandigen Schiefern, Flinzschiefern und Plattensandsteinen. Weiter nach oben folgen Flinzkalke und Mergelschiefer.

Die Schichten des Oberdevons heben sich insbesondere am Südrande der Wittener Mulde dadurch orographisch deutlich im Landschaftsbilde ab, daß die weichen älteren Gesteine vielfach als schmale, im Streichen verlaufende Tröge in Erscheinung treten. Demgegenüber ragen die Schichten mit größerer Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphärilien in Form schmaler Rücken mit vereinzelten Kuppen heraus. Harte Kulmgesteine der nördlich vorgelagerten und sie überhöhenden Bergrücken begleiten sie.

Oberdevon	Oberes Oberdevon	Dasberg-Schichten (Gonioclymenia-Stufe)	Obere Cypridinenschiefer
		Hemberg-Schichten (Platyclymenia-Stufe)	Rote und grüne Kalkknotenschiefer
			Rote und grüne Cypridinenschiefer
	Mittleres Oberdevon	Nehdener Schichten (Cheiloceras-Stufe)	Horizont der Plattensandsteine
			Untere Cypridinenschiefer
	Unteres Oberdevon	Adorfer Schichten (Manticoceras-Stufe)	Matagne-Schichten
			Flinzschiefer des unteren Oberdevons
			Pharciceras-Schiefer

Lange Zeit ist die Gliederung des Oberdevons infolge der wiederholten Transgressionen, der Faziesunterschiede, der Versteinerungsarmut gewisser Schichten und der Unterdrückung mancher Horizonte durch streichende Verwerfungen auf große Schwierigkeiten gestoßen. Gegenwärtig ist sie durch die grundlegenden älteren Arbeiten von E. KAYSER (1900) und DENCKMANN (1906) und die jüngeren Untersuchungen von FUCHS, PAECKELMANN u. a. auf eine neue Basis gestellt worden, auf deren Grundlagen sich auch die Kartierungen der Landesanstalt in dieser Gegend aufbauen. Für das Bergische Land schuf PAECKELMANN (1913) eine neue Gliederung des Oberdevons.

Während v. DECHEN alle über dem Massenkalk auftretenden Schichten in Flinz und hangenden Kramenzelkalk zusammenfaßte, hatten Untersuchungen von HOLZAPFEL ergeben, daß der Flinz v. DECHENS teils mittel-, teils oberdevonischen Alters ist und daß Kramenzelkalke nicht nur in oberdevonischen Schichten auftreten. „Flinz" und „Kramenzel" sind daher als Horizontbezeichnungen nicht verwendbar, sondern stellen petrographische Begriffe dar.

Nach verschiedenen Gliederungsversuchen unterschied bis vor kurzem die Preuß. Geol. Landesanstalt auf ihren östlichen Blättern vorstehende Unterstufen (s. Tabelle).

Nach dem Beschluß des zweiten Kongresses für Karbonstratigraphie in Heerlen gehört zum oberen Oberdevon neben den Hemberg- und Dasberg-Schichten auch die früher ins Unterkarbon gestellte Wocklumeria-Stufe (s. Tab. 2, S. 40).

α) Das untere Oberdevon (Adorfer Schichten).

Im Sauerlande setzt diese Stufe mit den bis rd. 180 m mächtigen sog. Pharciceras-(Prolecaniten)-Schichten, fossilführenden, dunklen Mergelschiefern ein, welche unter anderem Goniatiten der Gattung *Pharciceras* (früher *Prolecanites* genannt) führen.

Nach dem Hangenden zu tritt eine geringmächtige Folge (rd. 35 m) dünnplattiger, dunkler, fossilführender, hornsteinreicher dichter Kalke und Mergel mit Korallen und Brachiopoden, Schnecken u. a. auf, der sog. Flinz des unteren Oberdevons.

Diese werden überlagert von weichen, dunklen Mergelschiefern mit Kalkkonkretionen und vereinzelten Flinzkalkbänken, den bis 225 m mächtigen sog. Matagne-Schichten. Ihr oberer Teil (= Büdesheimer Schiefer) stimmt nach DENCKMANN in seiner Fauna (verkieste Cephalopoden, Lamellibranchiaten usw.) mit den bekannten Schiefern von Büdesheim in der Eifel (Prümer Mulde) überein.

Mit den für den O kennzeichnenden, hellfarbigen, festen, dünnbankigen Kalken, den sog. Östricher Kalken (dem unteren Teil der Matagne-Stufe) und zwischengelagerten schwärzlich - grauen - hell - grauen, bis 130 m mächtigen Mergelschiefern (mit Tentaculiten und Cypridinen) schließt die Schichtenreihe ab. Im Gelände prägt sich diese Stufe durch die Neigung, lange Rücken zu bilden, deutlich aus, während die Büdesheimer Schichten flache Mulden bilden.



Abb. 24. Aufschluß im Plattensandstein des Oberdevons bei Letmathe (Ziegelei Happe).

β) Das mittlere Oberdevon (Nehdener Schichten).

Das mittlere Oberdevon des Sauerlandes ist vorwiegend schiefrig entwickelt. Seine Gesteine zeichnen sich durch eine Häufung verschiedenartig ausgebildeter Gesteine mit lebhaften Farben aus. Außerdem gibt es viele scharf ausgeprägte Unterstufen.

Die rd. 220 m mächtige Schichtenfolge des mittleren Oberdevons beginnt mit dem Horizont der Unteren Cypridinenschiefer, d. h. vorwiegend grauen und graugrünen Tonschiefern mit *Posidonia venusta* und zahlreichen Cypridinen *(Entomis serratostriata)* sowie Kalkknotenschiefern.

Weiter nach dem Hangenden zu folgt der rd. 50 m mächtige Horizont der Plattensandsteine (s. Abb. 24).

Letzterer ist gekennzeichnet durch das Vorherrschen hellgrauer, dünnplattiger, glimmerreicher Sandsteinbänke mit häufig schlecht erhaltenen Resten von Landpflanzen (Häcksel), durch wulstige, infolge Rutschung auf schräger Unterlage entstandene Sandschieferzwischenlagen und durch Schichten mit Kriechspuren, Wellenfurchen und Fließfaltungen auf den Schichtflächen. Sie weisen auf Bildung in einem flachen Wasser, vielleicht in einem Wattenmeere hin.

Infolge seines großen Widerstandes gegen die Verwitterung bildet dieser Sandsteinzug scharf hervorstehende Rücken aus, welche die der Östricher Kalke noch überragen.

γ) Oberes Oberdevon.

Das obere Oberdevon zeigt eine deutliche Zweiteilung der Schichten, die infolge des schnellen Wechsels der Fazies sehr verschiedenartig entwickelt sind. Die untere Abteilung umfaßt die sog. Hembergschichten, die obere die sog. Dasbergschichten.



Abb. 25. Aufschluß im Kramenzelkalk bei Rödinghausen. Aufn. KUKUK.

Die tiefsten Ablagerungen der unteren Stufe (Hembergschichten = Platyclymenia-Stufe) sind die bis rd. 100 m mächtigen sog. Roten und Grünen Cypridinenschiefer mit zahlreichen Resten winziger Schalenkrebse (*Entomis-* und *Richterina*-Arten).

Auf diese Schichten legen sich die Roten und Grünen Knotenkalke und Kalkknotenschiefer (= Kramenzelschichten), bis rd. 80 m mächtige bunte Tonschiefer mit Goniatiten, Clymenien, Cypridinen und *Posidonia venusta*, denen Kalkknollen und Kalksandsteinlinsen eingelagert sind.

Durch Herausfallen der Kalkknoten bei der Verwitterung hat das Gestein ein löcheriges Aussehen erhalten (s. Abb. 25). „Kramenzelkalk" heißt das Gestein, weil seine Löcher vielfach von Ameisen (volkstümlich früher „Kramenzeln" genannt) aufgesucht werden. Die stellenweise vorhandenen harten, großen Kalkknollen haben örtlich zu Steinbruchbetrieben geführt.

Das hangendste Glied des Oberdevons bilden die rd. 100 m und mehr mächtigen Dasbergschichten (= Gonioclymenia-Stufe) in toniger Fazies. Zu diesem treten nach neuer Auffassung (PAECKELMANN und SCHINDEWOLF 1935) noch die Wocklumer Kalke und die Hangenberg-Schiefer (sog. Wocklumeria-Stufe) (s. Tab. 2, S. 40).

Als Standardprofil für diese Serie gilt der Eisenbahneinschnitt im Hönnetal bei Rödinghausen (Blatt Balve), wo man das Verschwinden der *Clymenia* und das Einsetzen von *Gattendorfia*, *Protocanites* und *Paralytoceras* als Vertreter des Karbons beobachten kann. Die insgesamt den Cypridinenschiefern entsprechenden Ablagerungen bestehen aus fossilführenden hellgrauen Knollenkalken mit Clymenien, Goniatiten und Trilobiten, denen stellenweise grau-grüne, Tentaculiten und Cypridinen führende Schiefertone zwischengelagert sind. Sie können bis zu 300 m mächtig werden.

Wegen ihrer großen Beständigkeit kann diese Zone auf große Entfernung verfolgt werden. Sie ist deshalb für die stratigraphische Gliederung des Oberdevons am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges von großer Bedeutung.

Das Oberdevon des Bergischen Landes. Von der oben geschilderten Ausbildung weicht die Entwicklung der Schichten im SW des Bezirkes etwas ab. Trotz des Auftretens mehrerer fossilführender, charakteristischer Kalkbänke läßt sich noch keine völlige Gleichstellung mit den aus dem Sauerlande bekannten Schichten erreichen. Nach PAECKELMANN ist im Bergischen der hangende Teil des Oberdevons schiefrig, der liegende kalkig entwickelt und nähert sich daher in gewisser Beziehung der belgischen Fazies.

PAECKELMANN (1928) gliederte das Oberdevon im Bergischen wie folgt (s. Tabelle):

Oberes Oberdevon	Dasberg-Schichten	Obere Cypridinenschiefer
	Hemberg-Schichten	Rote und grüne Kalkknotenschiefer
		Rote und grüne Cypridinenschiefer
Mittleres Oberdevon	Nehdener Schichten	Plattensandsteine
		Untere Cypridinenschiefer
Unteres Oberdevon	Adorfer Schichten	Matagne-Schichten
		Flinzschiefer-Schichten und Iberger Kalk
		Pharciceras-Schichten und Dorper Kalk

Unteres Oberdevon (= Adorfer Schichten). Gegenüber der mehr schiefrigen Ausbildung im O zeigt das untere Oberdevon des Bergischen Landes eine mehr kalkige Beschaffenheit. Die Ursache liegt darin, daß im W die für eine Korallenriffbildung günstigen paläogeographischen Verhältnisse länger angedauert haben als im O.

Bei Wülfrath, Elberfeld und im Angertal haben wir an der Basis des unteren Oberdevons einen bis 100 m mächtigen fossilreichen Kalk, den Dorper Kalk, der unter anderem aus Stromatoporen *(Actinostroma)*, Korallen *(Phillipsastraea)*, Brachiopoden, Crinoiden und Gastropoden aufgebaut ist. Er ist petrographisch von dem liegenden Eskesberger Kalk nicht zu unterscheiden.

Stellenweise sieht man eine Verzahnung mit mergeligschiefrigen Sedimenten, die reich an Cephalopoden, und zwar Goniatiten der Gattung *Pharciceras (Prolecanites)* sind.

Mitunter ist im Hangenden des Dorper Kalkes noch ein weiterer, sehr fossilreicher, crinoidenführender Kalk erhalten, der sog. Iberger Kalk. Mit ihm gleichaltrig sind die Flinzschiefer, die in einer Mächtigkeit von mehreren 100 m das untere Oberdevon aufbauen. Es handelt sich um dunkle, schwefeleisenreiche, kalkige Schiefer mit einer Flachmeerfauna *(Tentaculites* und *Styliolina, Manticoceras intumescens)*. Auf die abweichende Ansicht Breddins (1934) von der Stellung des Kalkes wurde schon oben eingegangen. Diese Serie wird nach dem Hangenden zu begrenzt von schiefrig-kalkigen Gesteinen der Matagne-Schichten. Paeckelmann scheidet die unteren, bankigen bzw. knolligen schwarzen Flinzkalke (die unteren Matagne-Schichten) von den oberen, milden Mergelschiefern (= Büdesheimer Schiefer der Eifel) und dickbankigen Nierenkalken (den oberen Matagne-Schichten = Östricher Kalk des Sauerlandes).



Abb. 26. Wellenförmige Ausbildung des Plattensandsteins (Oberdevon) bei Hottenstein nördlich Barmen. Aufn. Kukuk.

Mittleres Oberdevon (= Nehdener Schichten). Das mittlere Oberdevon setzt ein mit bis 100 m mächtigen, schiefrigen, Kalkknollen führenden Absätzen, den sog. unteren Cypridinenschiefern, die massenhaft Muschelkrebse und andere Reste *(Entomis striata, Phacops, Posidonia venusta* und *Cheiloceras)* enthalten. Sie entsprechen der Fossilführung nach den „Nehdener Schiefern" des Sauerlandes. Im östlichen Teil des Bergischen gehen die Schiefer nach dem Hangenden zu in den Horizont der Plattensandsteine über, d. h. in glimmerreiche, plattige Sandsteine sehr gleichförmiger Körnung mit den schon erwähnten eigenartigen, wulstigen, auf subaquatische Gleitung zurückzuführenden Bildungen und mit Kriechspuren (s. Abb. 26).

Oberes Oberdevon (= Hemberg- und Dasbergschichten = Velberter Schichten). Nach oben werden die Plattensandsteine durch rote und grüne Cypridinenschiefer überlagert, eine Grenze, die sich auch im Sauerlande überall wiederfindet. Durch Aufnahme

von Kalkknollen werden aus dem Schieferton die roten und grünen Kalkknotenschiefer, das sog. Kramenzelgestein v. DECHENS. Als jüngste Gesteinsstufe (Dasbergstufe) erscheint der rd. 300 m mächtige Horizont der oberen Cypridinenschiefer (mergelige, bunte Schiefer mit Kalkknotenschiefern und Kalkbänken).

Neben Cypridinen der Gattung *Richterina striatula* finden sich unter anderem Trilobiten und Clymenien.

Noch weiter westlich, bei Velbert, ist die Ausbildung der Schichtenfolge weit eintöniger. Hier lassen sich die „Dasberg- und Hembergschichten" des oberen Oberdevons nicht mehr ausgliedern. Die aus grauen, kalkigen Schiefern mit untergeordnet eingelagerten Sand- und Kalksteinbänken zusammengesetzten Schichten werden hier unter dem Namen der „Velberter Schichten" zusammengefaßt. Ihre Mächtigkeit ist in den Erläuterungen der Preuß. Geol. Landesanstalt auf 500—1000 m angegeben, obwohl klare Aufschlüsse zu ihrer Feststellung nicht vorliegen. Vermutlich ist die von anderer Seite angegebene noch größere Mächtigkeit nur eine Folge starker Sonderfaltungserscheinungen.

Demgegenüber gelangt BREDDIN (1934) zu folgender Gliederung der Devonschichten im Kern des Velberter Sattels, die hier auszugsweise vom Hangenden zum Liegenden wiedergegeben werden soll:

Oberes Oberdevon (Famennestufe) = Velberter Schichten (Cypridinenschiefer).

Unteres Oberdevon (Frasnestufe) = { Obere Mergelschiefer, Dornaper Kalke, Flinzschiefer.

Oberer Teil des Oberen Mitteldevons = Schwelmschichten.

Bemerkenswert für die Velberter Schichten ist ihre sehr scharf ausgeprägte Schieferung, die im Gebiet des Velberter Sattels durchweg südliches Einfallen zeigt.

Ein Wort noch zur Frage der Etroeungt-Schichten. Diese petrographisch wie faunistisch als Übergangsstufe zu betrachtenden Ablagerungen wurden rechts des Rheins zuerst von DREVERMANN (1902) näher auf ihren Fossilinhalt untersucht und auf Grund dessen nach dem Vorgange der Belgier in die tiefste Stufe des Kohlenkalkes gestellt. Diese Zuteilung ist bis vor kurzem auch von der Geologischen Landesanstalt beibehalten worden.

Tabelle 2. Grenze zwischen Karbon und Devon (nach PAECKELMANN-SCHINDEWOLF). Die Doppellinie bezeichnet die neue Grenze.

Historische Gliederung in Deutschland	Neuere Gliederung der deutschen Cephalopodenfazies	Stufenfolge der Cephalopodenfazies	Heerlener Einteilung (1927)	Einstufung des belgisch-französischen Kohlenkalkes
Kulm bzw. Kohlenkalk	Schichten mit *Pericyclus, Münsteroceras* usw.	Pericyclus-Stufe	Dinant:	Basis des Viséen = C 2
Oberer Clymenienkalk MÜNSTERS = Gonioclymenien-Zone FRECHS	Hangenberg-Kalk (mit *Gattendorfia, Protocanites, Pseudarietites, Paralytoceras* usw.)	Gattendorfia-Stufe	Pericyclus-Stufe	Tournaisien Z_1—C_1
	Hangenberg-Schiefer (mit *Wocklumeria, Kalloclymenia* usw.)	Wocklumeria-Kalloclymenia-Stufe	= Tournai	Ass. d'Étroeungt (Strunien) = K
	Wocklumer Kalk (mit *Wocklumeria, Parawocklumeria, Kalloclymenia, Glatziella* usw.)		Devon: Gonioclymenia-Stufe	Famennien
	Dasberg-Kalk (mit *Orthoclymenia, Gonioclymenia* usw.)	Orthoclymenia-Gonioclymenia-Stufe		

Rein petrographisch handelt es sich in den Etroeungt-Schichten vorwiegend um fossilführende, feinsandige und glimmerreiche Mergelschiefer, denen dunkelblaugraue, crinoidenführende Kalkbänke zwischengelagert sind. Die Mächtigkeit der meist ± steil nach N einfallenden Ablagerungen ist sehr verschieden. Sie beträgt (nach WUNSTORF) bei Ratingen etwa 400—500 m. Weiter nach O wird sie geringer. Am Nordflügel des Velberter Sattels streichen die Etroeungtschichten nur noch in einer Bandbreite von 230 m aus. Ganz ähnlich ist ihre Ausbildung auf dem Ostflügel des Velberter Sattels, obwohl ihre Mächtigkeit hier schwächer ist. Auf dem Südflügel des Velberter Sattels sind die Ablagerungen des Etroeungts schon sehr geringmächtig.

An der Kopfstation Neviges betragen sie kaum mehr als 50 m, um weiter nach S sogar auf 25 m herunterzugehen.

Ihre Stellung berührt unmittelbar das Problem der Grenzziehung zwischen Devon und Karbon. Untersuchungen von PAECKELMANN und SCHINDEWOLF (Heerlen 1935) haben ergeben, daß die noch auf der ersten Heerlener Tagung (1927) angenommene Gleichsetzung des Etroeungts mit der Protocanites-Stufe und der Pericylus-Stufe mit dem Tournaisien unzutreffend ist, daß vielmehr das Etroeungt (Strunien) den Wocklumer Schichten bzw. den Hangenbergschiefern entspricht (s. Tabelle 2). Die Grenze Devon-Karbon tritt mit dem Verschwinden der Clymenien und dem ersten Auftreten der Goniatitengattungen *(Gattendorfia, Protocanites, Pseudarietites* und *Paralytoceras)* in Erscheinung, d. h. die Etroeungtschichten sind zum Devon zu stellen.

Demgemäß gehören also die Hangenberg-Kalke zum Karbon, die Hangenberg-Schiefer zum Devon. Standardprofil ist der Eisenbahneinschnitt von Rödinghausen im Hönnetal.

3. Zur Tektonik des Rheinischen Schiefergebirges mit besonderer Berücksichtigung seines rechtsrheinischen Teiles.

Ist auch, wie erwähnt, der Schichtenaufbau des rechtsrheinischen Schiefergebirges (Bergisches Land, Sauerland, Westerwald und Siegerland) noch nicht bis in alle Einzelheiten geklärt, so sind doch die Hauptzüge seiner Tektonik erkannt. Jedenfalls ist der im großen und ganzen ziemlich einfache Bau des Gebirges im einzelnen sehr verwickelt und läßt noch viele Fragen offen. Als wichtigste Elemente des tektonischen Aufbaues sind die variszischen Großfalten (nebst ihren Faltungskernen) in Verbindung mit Längsstörungen und Querverwerfungen zu betrachten. Dazu tritt noch die Schieferung.

Zum ganz überwiegenden Teil setzt sich das Rheinische Schiefergebirge aus WSW-ONO streichenden Falten vorwiegend devonischer Ablagerungen von teils isoklinalem, teils disharmonischem Bau zusammen. Ihre im westlichen Teil in der gleichen Richtung verlaufenden Achsen, die im allgemeinen mit dem Verlauf der Gebirgskämme zusammenfallen, schwenken östlich der Volme immer mehr in die WO-Richtung ein. Örtlich stellen sich einigermaßen parallel zur Faltung verlaufende und vielfach flach einfallende Überschiebungen ein, die stellenweise — wie im Querprofil von Warstein oder im Gebiete von Ramsbeck — eine richtige Schuppung der Schichten hervorgerufen haben. Von Bedeutung für die Herausbildung der Falten sind die alten, nicht immer leicht zu erkennenden Faltungskerne des Gebietes, wie der Ahr-Sieg-Kern, der Taunus-Kern, die Kerne im Remscheider- und Ebbesattel und der Alme-Kern (SCHMIDT 1936). Von diesen hat der von SCHMIDT vermutete alte Alme-Kern (Paderborner Kern) für uns ein besonderes Interesse, weil auf sein Vorhandensein das zu beobachtende Abbiegen der Achsen des östlichen Sauerlandes nach S zurückzuführen sein soll.

Diese Großfaltenanlage wird durch ein System von Querverwerfungen beeinflußt, die das ganze Gebiet in Schollen, und zwar Quergräben und Querhorste, zerlegt haben, deren stratigraphisch gleichwertige Schichten sowohl in ihrer Höhe als in ihrer Lage zueinander ± verschoben sind. Sie lassen sich nach der Auffassung PAECKELMANNs zu drei Gruppen zusammenfassen, und zwar zu den Schollen des „Rheintalgrabens", der „Mitte" und des „Ostsauerlandes". Von diesen hat insbesondere die des Ostsauerlandes ihre eigene Geschichte. Über die Art und das Alter der Längsstörungen, wie z. B. der „Ennepetalstörung", läßt sich meines Erachtens noch nichts Endgültiges aussagen.

Aus den gefalteten und zerrissenen Kernen des Rheinischen Schiefergebirges, aber auch an anderen Stellen, heben sich örtlich in einzelnen Aufbrüchen ältere vordevonische Schichten heraus, die gewissermaßen als Versteifungsrippen des ganzen zu betrachten sind. Das sind die linksrheinischen im Hohen Venn zutage tretenden Ablagerungen des Kambriums und Silurs sowie die am Südrande des Soonwaldes festgestellten vordevonischen Phyllite und Serizitschiefer. Auf sie folgen die Sedimente des Gedinniens, d. h. des tiefsten Unterdevons am Rande des Soonwaldes und des Taunus. Sie

treten rechts des Rheins innerhalb jüngerer Schichten in wiederholten Aufbrüchen zutage und bieten hier die Möglichkeit, zu einer Erkenntnis der Gesetzmäßigkeit des Faltenbaues zu gelangen.

Im einzelnen ist der Verlauf der Falten im S des Karbons natürlich nicht so genau bekannt wie im flözführenden Steinkohlengebirge, dessen inneren Aufbau die tiefreichenden Aufschlüsse des Bergbaues in denkbar ausgedehntem Maße bloßgelegt haben. Die Ursache dieser geringeren Erkenntnis der Faltenbildung des devonischen Schiefergebirges ist unter anderem auch in der verhältnismäßig großen petrographischen Einförmigkeit gewisser Schichtengruppen des Devons zu suchen, die es mitunter fast unmöglich macht, bestimmte Schichten in ihrem Verlauf zu verfolgen. Zu dieser Erschwernis tragen weiter die stellenweise vorhandene Fossilarmut und nicht zum wenigsten die Druckschieferung bei, welch letztere vielfach die Schichtung und damit zugleich den Verlauf der Falten stark verschleiert.

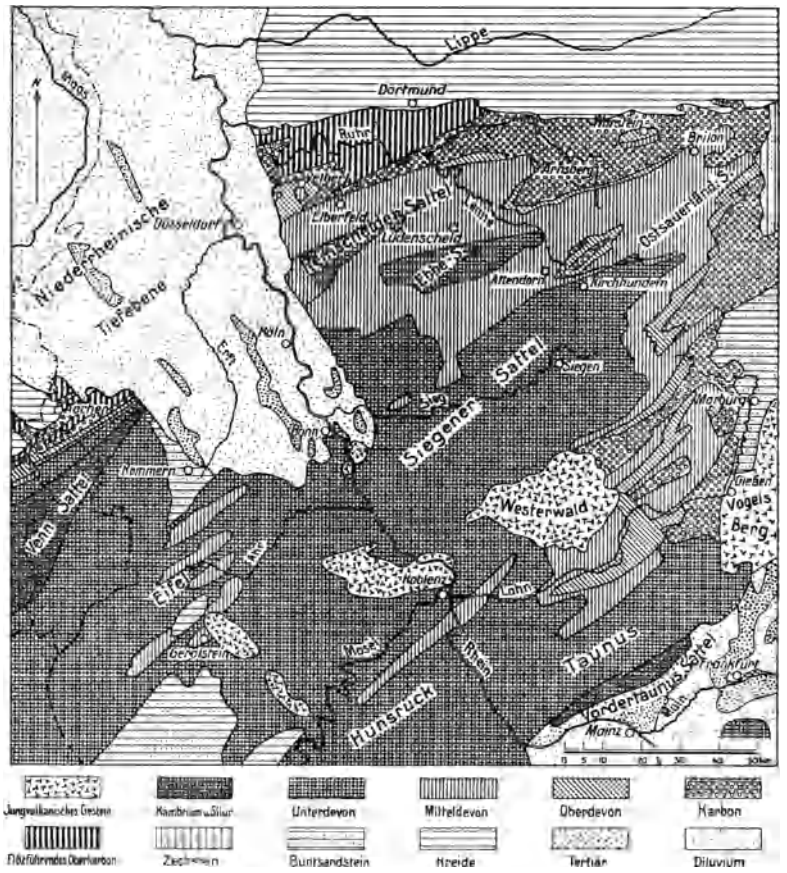


Abb. 27. Geologische Übersichtskarte des Rheinischen Schiefergebirges. Nach Aufnahmen der Geologischen Landesanstalt bearbeitet von P. KUKUK.

Ein Blick auf die Abb. 27 läßt eine Reihe von Sätteln (und Mulden) erkennen. Nach SCHOLTZ (1933) zeigen die im N des rechtsrheinischen Schiefergebirges gelegenen Falten im allgemeinen eine NW-Vergenz im Gegensatz zu dem fast gleichsinnigen Bau der karbonischen Sättel des Ruhrbezirkes. Diese Schrägstellung äußert sich darin, daß die Südflügel der Sättel steil einfallen, während die Nordflügel meist überkippt und teils flach, teils steil aufgeschoben sind.

Aus der Zahl der bekannt gewordenen Antiklinen sei zunächst ganz im S der aus vordevonischen Schichten aufgebaute Vordertaunus-Sattel genannt. Ihm schließt sich nach N die mittelrheinische Mulde an. Es folgt immer in der gleichen Richtung der Siegerländer Block (Sattel?), aufgebaut aus den bei Olpe und Kirchhundem aus der Tiefe aufsteigenden Schichten des Gedinniens mit den Verseschichten, ein Gebilde, das sich auch über den Rhein nach W bis an die Ahr fortsetzt. Das Siegerländer Sattelsystem geht nach N in das Sauerländer Faltensystem über, dessen Einzelmulden nach NO von immer jüngeren Ablagerungen erfüllt werden. Demgemäß senken sich auch die Schichten des Schiefergebirges ebenso wie die Sättel und Mulden des Karbons nach NO langsam ein (s. Tafel I und Abb. 27).

An wichtigen tektonischen Elementen nenne ich von S nach N noch folgende: Die mit Schichten mitteldevonischen Massenkalks, des Oberdevons und unteren Karbons erfüllte Attendorn-Elsper-Doppelmulde (= Gummersbacher Mulde) nebst einigen südlich vorgelagerten Sondermulden sowie den nordwestlich vorgelagerten silur-devonischen Ebbesattel (Sattel der Wildewiese nach SCHULZ). Diese aus vormitteldevonischen Schichten (Ebbe- und Verseschichten sowie Oberkoblenzschichten) aufgebaute Aufbruchzone stellt keine einheitliche Aufwölbung dar, sondern baut sich aus zahlreichen, durch

Längs- und Querverwerfungen zerrissenen Sonderfalten auf. Hieran schließt sich nach N mit einer streichenden Störung die durch starke Nebenfaltung ausgezeichnete, 5 km breite Lüdenscheider Mulde (Affelner Mulde nach SCHULZ) an. Die unter anderem mit jüngeren mitteldevonischen Schichten angefüllte Mulde erstreckt sich von Hückeswagen über Lüdenscheid nach Neuenrade. Ihr folgt als nächster Sattel im nördlichen Sauerlande der mächtige Remscheid-Altenaer oder Arnsberger Sattel. Ob es sich in dem weiter im O auftauchenden Warsteiner Sattel um seine Fortsetzung handelt, wie früher vermutet wurde, ist nach neueren Untersuchungen von PAECKELMANN (1933) mehr als zweifelhaft geworden. Freilich sind alle diese Aufwölbungen morphologisch kaum oder gar nicht erkennbar, da sie heute ± eingeebnet sind.

Weiter nach N legen sich an den Nordflügel des dem Remscheid-Altenaer Sattel vorgebauten Sondersattels von Haspe noch zwei wenig ausgeprägte Mulden an: die Vörder Mulde (im S) und die Kückelhäuser Mulde (im N).

Das mittlere und vornehmlich das östlich der Linie Unna-Berleburg gelegene Gebiet ist nicht nur sowohl hinsichtlich seiner stratigraphischen als auch seiner tektonischen Verhältnisse von denen des westlichen Sauerlandes nicht unwesentlich verschieden. Besondere Verdienste um seine Erkenntnis hat sich PAECKELMANN (1925/35) erworben.

Während es sich nach der alten v. DECHENschen Karte im mittleren und östlichen Teile um ein gewaltiges einheitliches Lenneschiefergebiet handeln sollte, das von einem Saum jüngerer, mittel- oder oberdevonischer und kulmischer Gesteine umrandet ist, haben die Neuaufnahmen ergeben, daß insbesondere im Gebiet des Arnsberger Sattels sehr erhebliche stratigraphische Abweichungen innerhalb der Schichtenentwicklung vorliegen. So fallen im Kerngebiet dieses Sattels z. B. Dasbergschichten und Hangenbergschiefer (Oberstes Devon) völlig aus. Andererseits machen sich stellenweise infolge verschiedenartiger fazieller Ausbildung der Schichten (Becken- bzw. Muldenfazies sowie Schwellen- bzw. Sattelfazies) große Unterschiede in der Stratigraphie bemerkbar, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden kann. Dazu kommt noch die sehr verschiedenartig ausgebildete „Druckschieferung", die schwach auf den Sätteln, aber stark in den Mulden in Erscheinung tritt.

Hinsichtlich der Tektonik des östlichen Sauerlandes sei bemerkt, daß nach PAECKELMANN (1933) in der Linie Arnsberg-Berleburg die westsauerländischen Hauptsättel und -mulden untertauchen, um neuen Tektogenen wie dem Warsteiner Sattel, der Nuttlarer Hauptmulde (mit dem Scharfenberger Sattel), dem Briloner Sattel, vorwiegend aber dem mächtigen Ostsauerländer Hauptsattel (in der Richtung Elspe-Ramsbeck-Brilonwald-Giershagen) Raum zu geben. Dieser vorwiegend aus Schiefern des unteren Mitteldevons bestehende Sattel wird im S von der Fredeburg-Waldecker Hauptmulde begleitet.

Bemerkenswerterweise liegt ein großer Teil dieser Zone (zwischen Wennemen und Altenbüren) überkippt. Nordöstlich dieses überkippten Devon-Karbonsaumes treten aus den Schichten des Flözleeren die schon erwähnten Sättel von Warstein und Brilon heraus.

Infolge Abtragung der jüngeren Schichten (z. B. der Ablagerungen des Karbons) im S, welche nach der Auffaltung eine höhere Lage einnahmen als im N, sind diese nur im nördlichen Teil des Schiefergebirges erhalten geblieben. Das ist auch die tiefere Ursache, warum heute im großen und ganzen im Siegerlande Unterdevon ansteht, während sich weiter nördlich in der Gegend von Gummersbach, Olpe und Berleburg bzw. in der Richtung Elberfeld, Altena, Meschede und Brilon ein breiter Streifen Mitteldevon hinzieht, an den sich noch weiter nach N ein schmales Band von Oberdevon anlegt (s. Tafel I).

4. Die tektonischen Sonderverhältnisse im SW des Bezirkes.

Im Anschluß an die Tektonik des Rheinischen Schiefergebirges sei hier noch kurz auf die das Oberkarbon unmittelbar begleitenden Schichten des Devons und Unterkarbons eingegangen, die dem Velberter Sattelgebilde angehören. Wie ein Blick auf die Karte (s. Abb. 28) lehrt, werden die aus dem südlichen Teil des Ruhrbezirkes bekannten Engfalten des flözführenden Karbons zunächst von den Schichten des Flözleeren und weiter des Kulms und Kohlenkalks umrahmt. Dabei wird offenbar, daß die scharfe Knickform der Falten des Flözführenden nach der Teufe zu einer ruhigeren und gerundeten Ausbildung der gefalteten älteren Schichten des Velberter Sattels Platz gemacht hat. Das Bild zeigt

weiter, daß ebenso wie die Sattelachsen des rechtsrheinischen Schiefergebirges auch die Faltenachsen des Velberter Devonsattels nach NO einsinken, so daß nach ONO immer jüngere Schichten (Unterkarbon, Flözleeres und Flözführendes) in den Mulden erscheinen.

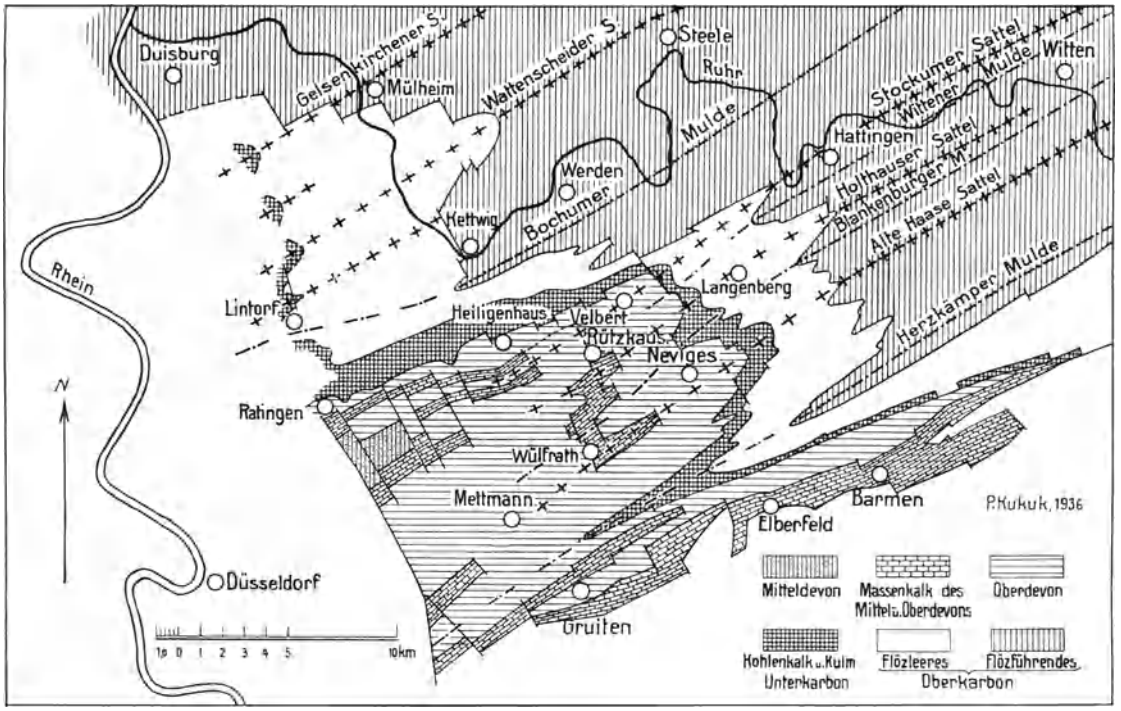


Abb. 28. Die Tektonik im SW des Ruhrbezirkes.

Infolge des flachen Achsengefälles erlangen daher die am Rande dieses Sattels ausstreichenden Schichtenbänder des Unterkarbons und des Flözleeren stellenweise eine im Verhältnis zu ihrer tatsächlichen Mächtigkeit übertriebene Breite (s. Abb. 28).



Abb. 29. Gefaltete Cypridinenschiefer des Oberdevons (rote und grüne Tonschiefer mit Sandsteinbänken) bei Linderhausen.

Die den Faltenbau des südwestlichen Teiles des Ruhrkarbons beherrschenden Elemente (Stockumer Sattel und Wittener Mulde) können dementsprechend mit all ihren Sonderfalten auch in den Falten des Velberter Sattels — freilich in schwächerer Form — wiedererkannt werden. Hier sind die im Kern des Velberter Sattels auftretenden Massenkalkvorkommen mittel- und oberdevonischen Alters (wie die von Wülfrath-Windhaus und Rützkausen-Richrath) die Träger der Aufwölbungen, die sich vom Velberter Sattel bis in das Gebiet der Wittener Mulde verfolgen lassen (s. Abb. 28).

Während nach der Auffassung Paeckelmanns (1923) diese Kalke streichend verlaufende Horste darstellen, die die oberdevonischen Schiefer an Längsstörungen durchstoßen haben, hält sie Breddin (1934) für gewöhnliche Kalkeinlagerungen im obersten Teile der Flinzschiefer.

Infolge des flachen Einfallens der Muldenlinie der Herzkämper Mulde, der südlichsten Sondermulde, springt in dieser das Oberdevon weit nach SW zurück. Ihr Südflügel ist steil aufgerichtet, so daß die devonischen Schichten des Liegenden nicht selten auf dem Kopf stehen bzw. eine starke Sonderfaltung zeigen (s. Abb. 29). Bisweilen sind sie sogar überkippt. Örtlich unterlagern hier die Schichten des Ober- und Mitteldevons die Schichten des Karbons nicht in der üblichen Reihenfolge, sondern stoßen infolge streichender Verwerfungen unmittelbar an den Schichten des Flözleeren ab. Über den allgemeinen Verlauf des umrandenden Devons im Gebiete des eigentlichen Velberter Sattels gibt die Abb. 28 Aufschluß.

Es sei hier der Ort, einer Erscheinung dieses Sattels zu gedenken, die im engsten Zusammenhang mit der Tektonik dieses Gebietes steht. Wie die eingehenden Untersuchungen Steinmanns (1930/31) erwiesen haben, bestehen die älteren Beobachtungen Borns (1929) und Breddins (1926/31) zu Recht, wonach die im alten Gebirge fast durchweg auftretende Schieferung der Gebirgsschichten mit dem Einsetzen des Karbons fast ganz verschwindet. Im einzelnen ergeben ihre Untersuchungen, daß die Schieferung im Bereiche des mergelig-tonigen Oberdevons des Velberter Sattels bis in die hangenden Tournaischichten gleich stark ist, daß dagegen der harte Kohlenkalk der Visé-Stufe fast völlig ungeschiefert ist. Demgemäß zeigen auch die darüber folgenden Schiefertone des Oberkarbons nur eine schwache Schieferung, die sich zum Teil in einem griffelförmigen Zerfall und in einer ellipsoidalen Absonderung der Schiefer äußert. Alle diese tektonischen Faziessprünge müssen in erster Linie auf die verschiedenartige petrographische Ausbildung der Schichten zurückgeführt werden.

5. Die vulkanischen Erscheinungen des Devons.

In einer Darstellung des Aufbaues des Rheinischen Schiefergebirges darf ein Hinweis auf die vulkanischen Erscheinungen nicht fehlen. Im engeren Ruhrbezirk sind während der

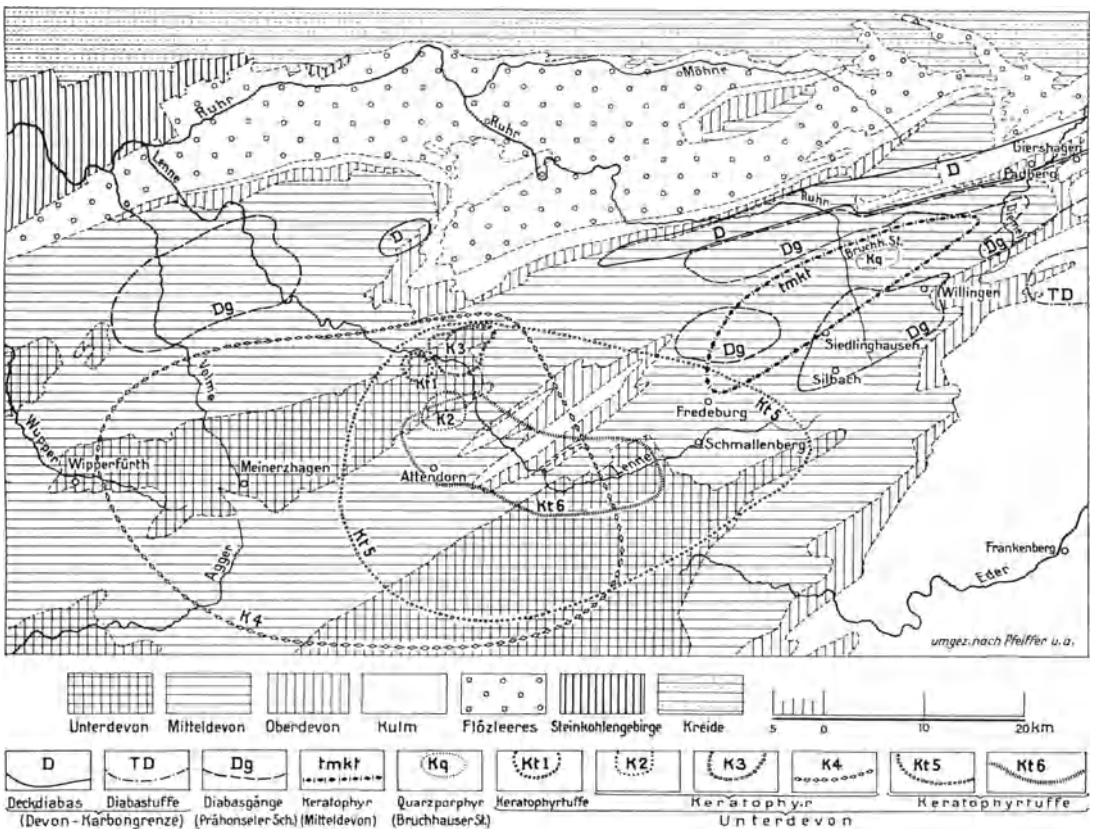


Abb. 30. Verbreitungsgebiete der verschiedenen Eruptivgesteinsvorkommen im nordöstlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges.

Devonzeit irgendwelche Äußerungen des Vulkanismus nicht bekannt geworden. Dagegen bilden sie weiter südlich (im variszischen Gebirge) keine seltenen Erscheinungen (s. Tafel I).

Die Eruptionen sind vorwiegend an zwei bzw. drei Hauptperioden gebunden (s. Abb. 30). In der ersten, das ganze Unterdevon umfassenden Zeit wurden im südlichen und

mittleren Sauerland saure Eruptivgesteine (mit mehr als 55% SiO_2), sog. Lenneporphyre (Quarzporphyre [Keratophyre] bzw. Keratophyrtuffe u. a.) gefördert. Die jüngere Zeit lieferte basische Gesteine (mit weniger als 55% SiO_2) (dunkle Diabase, Diabasporphyrite, Mandelsteine, Schalsteine u. a.), wie sie besonders im sog. Hauptgrünsteinzuge am Nordrande des Sauerlandes entwickelt sind (s. Tafel I).

Zu den ersteren gehören wahrscheinlich auch die klippenartig entwickelten bekannten „Bruchhäuser Steine", saure Ergüsse von Quarzkeratophyren, die mit Tuffen und Tuffbrekzien in Verbindung stehen. Diese durch gebirgsbildende Vorgänge steil aufgerichteten Quarzporphyrdecken sind durch Verwitterungseinflüsse zu den malerisch aufragenden „Steinen" (s. Abb. 31) herausmodelliert worden. Hierzu rechnen ferner die sauren Eruptivgesteinsdecken (Quarzkeratophyre, Felsokeratophyre und ihre Tuffe) zwischen Eder und Wupper, deren Bildung in die Zeit des Unterdevons verlegt wird.

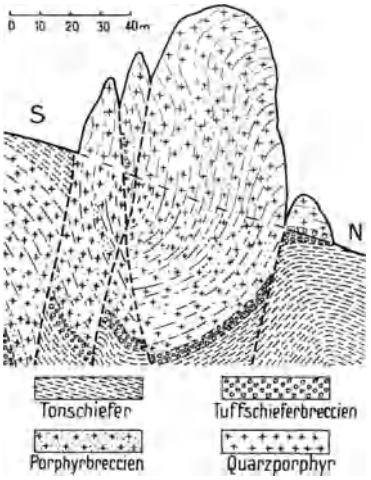


Abb. 31. Schematischer Querschnitt durch den Bornstein bei Bruchhausen. Umgez. nach PAECKELMANN.

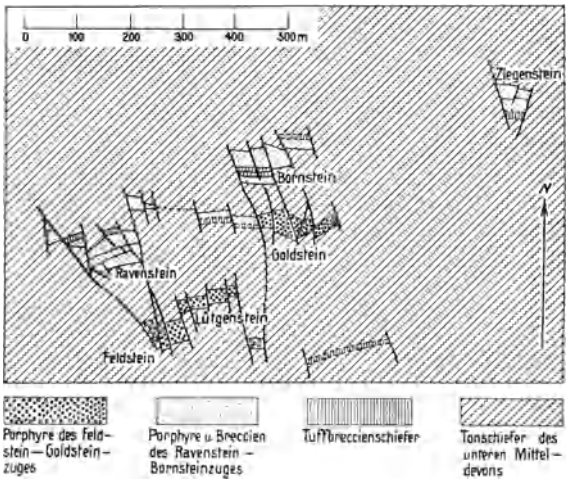


Abb. 32. Geologische Kartenskizze der Bruchhauser Steine. Nach PAECKELMANN.

In einer jüngeren Periode, an der Grenze vom Mittel- zum Oberdevon, kam es zu neuen Ergüssen (submarinen Deckenergüssen) bei Padberg und Giershagen (Diabase, Diabasporphyrite, Mandelsteine, Schalsteine und Tuffite, sog. „Hauptgrünsteine"), die am Nord- und Ostrand des Ostsauerländer Hauptsattels als normales Schichtenglied mitverfaltet sind. Auch die olivinfreien Diabasdecken der oberen Ruhr, die ausgedehnten Diabasgänge im Lenneschiefer der unteren Lenne und Volme und die Diabasgänge des Siegerlandes gehören hierhin.

Noch jünger (obermitteldevonischen Alters) sind die basischen Decken von Schalsteinen und Diabasen von Willingen. Nach PAECKELMANN stehen sie möglicherweise mit den mächtigen Intrusivgängen von zum Teil keratophyrähnlichen Diabasen im Kern des Ostsauerländer Hauptsattels und der Fredeburg-Waldecker Hauptmulde in Zusammenhang, die bei Silbach und Siedlinghausen in großen Brüchen gebaut werden.

Im Anschluß an das Ausklingen der bretonischen Faltungsphase folgte das Aufsteigen des Granits, der in der Gestalt von Geröllen zum ersten Male in der transgredierenden Kulmgrauwacke im O des Schiefergebirges in Erscheinung tritt.

B. Unterkarbon.

1. Begriff und Gliederung des Karbons mit besonderer Berücksichtigung des Unterkarbons im Ruhrbezirk.

Der Darstellung des Unterkarbons will ich einen schematischen Überblick über die allgemeine stratigraphische Gliederung des Karbons vorausschicken (s. Tabelle).

Ist das vorwiegend terrestrische Oberkarbon (Namur und Westfal) flözführend entwickelt, so zeigt sich das marine Unterkarbon (Dinant) völlig frei von Kohle. Im SW des Industriebezirkes besteht es aus den Ablagerungen des Kohlenkalks und Kulms, gleichaltrigen, aber faziell sehr verschiedenartigen Ablagerungen einer Flachsee. Sind es beim Kohlenkalk in der Hauptsache organogene Kalke, so wird der Kulm vorwiegend aus ± klastischen Gesteinen, und zwar Kiesel-, Ton- und Alaunschiefern, Kieselkalken sowie Plattenkalken zusammengesetzt. Es wurde schon erwähnt, daß die

lange Zeit umstrittene geologische Stellung des Kohlenkalks und Kulms nach PAECKELMANN heute gesichert ist. Auch ihre Grenzen gegen das Devon und das Oberkarbon sind durch die jüngsten Untersuchungen von PAECKELMANN und SCHINDEWOLF (1935) geklärt.

Karbon	Oberkarbon (Flözführendes und Flözleeres)	Oberes Oberkarbon		Stefan
		Mittleres Oberkarbon		Westfal
		Unteres Oberkarbon		Namur
	Unterkarbon	Kohlenkalk und Kulm	Visé	Dinant
			Tournai	
Devon	Oberdevon	Oberdevon	Étroeungt	Devon

Die das mergelig-sandig-tonige Oberdevon konkordant überlagernde Schichtenfolge des Kohlenkalks und Kulms war durch v. DECHEN (1850) dem Kohlenkalkstein, und zwar einer oberen Unterabteilung desselben, zugezählt worden. LOTTNER sprach 1859 die Gruppe als Kulm an. Dieser Name, ursprünglich ein englischer Lokalausdruck für schwarze Schiefer, bezeichnet heute allgemein die sandig-schiefrige Fazies des Unterkarbons. Dachte man sich den Kulm früher als Küsten- oder Flachseebildung, so galt der Kohlenkalk als Bildung der Tiefsee.

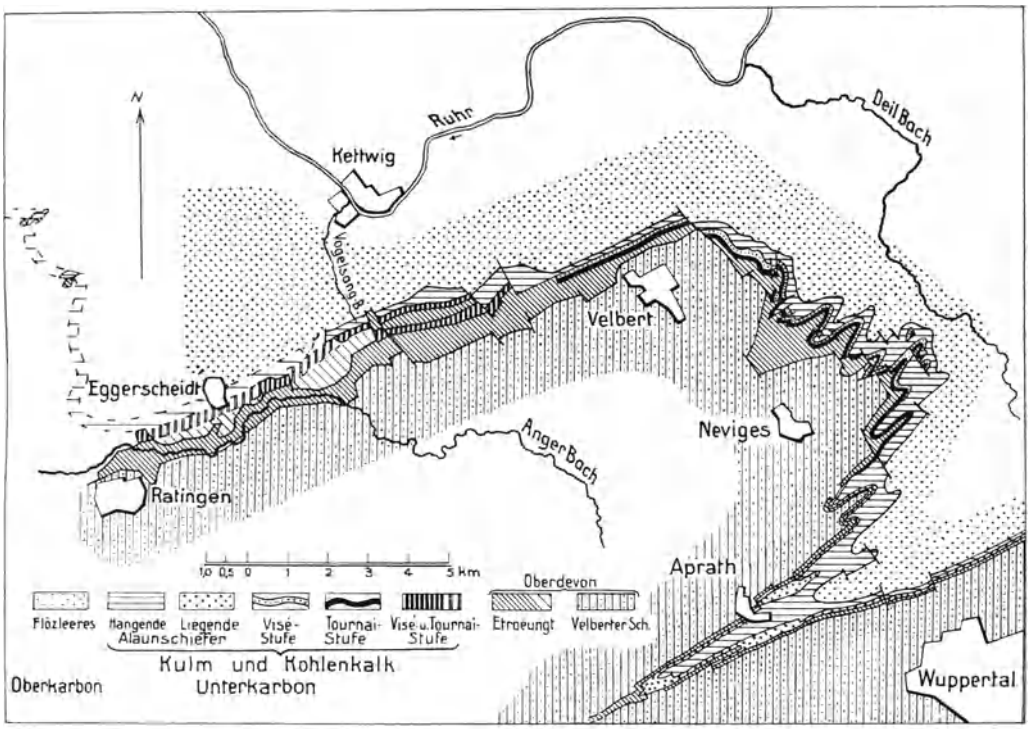


Abb. 33. Das Kulm-Kohlenkalkband am Velberter Sattel. Nach Aufnahmen der Pr. G. L. A.

Später wies HOLZAPFEL (1886) darauf hin, daß das Verhältnis höchstwahrscheinlich umgekehrt ist. Nach seiner Ansicht haben die rasenförmigen Korallen, die großen Brachiopoden und die dickschaligen Gastropoden des Kohlenkalks einen seichten Meeresteil bewohnt, während die wenig abwechslungsreiche, pelagische Fauna des Kulms mit ihren Cephalopoden, dünnschaligen Mollusken und Radiolarien der Tiefsee angehört. Demgegenüber sieht H. SCHMIDT (1927) den Kohlenkalk (mit seinen dickschaligen Brachiopoden, Gastropoden, Seelilien, Trilobiten, Zweischalern und Einzelkorallen) als Fazies des bewegten Wassers, den Kulm (mit seinen Goniatiten, Muscheln und Trilobiten) aber als Fazies des wenn auch ebenso tiefen, so doch ruhigen Wassers an. Für ein im allgemeinen wenig tiefes Meer spricht auch das Vorkommen von Pflanzenresten an der Basis des Kohlenkalks und das Auftreten der Oolithbänke nach dem Liegenden zu. Außerdem deutet die Ausbildung der hangendsten Alaunschiefer durch ihren Bitumengehalt auf eine allmähliche Hebung des Meeres bzw. auf Küstennähe hin.

Wie schon erwähnt, sind im Gebiet der Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung beide Ausbildungsarten des Unterkarbons vertreten (s. Tafel I). Westlich von Ratingen und weiter westlich des Rheins ist sogar das ganze Unterkarbon in der Fazies des Kohlenkalks entwickelt. Östlich von Barmen und im Sauerlande liegen die Ablagerungen nur in der Fazies des Kulms vor, während in dem Zwischengebiet, d. h. vornehmlich im Gebiet der Herzkämper Mulde, beide Fazies in auskeilender Wechsellagerung beobachtet werden können (s. Abb. 33).

Tabelle 3. Faziesverteilung im Unterkarbon des weiteren Ruhrbezirkes. Nach PAUL 1938.

	Stufenbezeichnungen		Kohlenkalk ——→ ←—— Kulm		
	nach Goniatiten	nach belgischen Fundorten	Velberter Sattel	Wuppertal	Hohenlimburg, Letmathe, Iserlohn, Hönnetal
Oberkarbon (Namur)	Reticuloceras-Stufe	Andenne-Stufe	Flözleeres		
	Homoceras-Stufe	Chokier-Stufe	„Hangende Alaunschiefer"		
Unterkarbon (Dinant)	Goniatites-Stufe	Visé-Stufe	Wechsellagerung von Ton- und Kieselschiefern	Posidonomyenschiefer mit *Goniatites subcircularis*	Plattenkalke
			Vorherrschend Kieselschiefer	Posidonomyenschiefer mit *Posidonomya becheri*	
			Fossilreiche Kalke mit *Productus gigantoides* PAECKELMANN	Horizont der vorwiegenden Kieselkalke	Kieselkalke
	Beyrichoceras-Stufe		Polygene Kalkbrekzien mit *Productus striatus* FISCHER, im O transgredierend		
			Bankige Kalke mit Hornsteinen		
	Pericyclus-Stufe		Monogene Kalkbrekzien		
			Erdbacher Goniatitenkalk	Erdbacher Goniatitenkalk	
		Tournai-Stufe	Sedimentationslücke	Lydite und Kieselschiefer	Lydite Liegende Alaunschiefer Lücke ?
	Gattendorfia-Stufe		Kalkige Schiefer und unreine Kalke mit Brachiopoden; Oolithe — Dunkle Ostrakoden- und Goniatitenschiefer	Flinzartige Kalke	Hangenberg-Kalk
	„Étroeungt"		Kalkige Schiefer, Crinoidenkalke und Sandsteine	Hangenberg-Schiefer	Hangenberg-Schiefer und oberer Teil der Seiler-Schichten
Oberdevon	Wocklumeria-Stufe	Famenne-Stufe	Velberter Schichten	Obere „Cypridinenschiefer"	Wocklumeria-Kalk

Im Gegensatz zu der alten Anschauung, daß Kohlenkalk und Kulm durch auskeilende Wechsellagerung miteinander verbunden, und daß dementsprechend der Kulm im allgemeinen gleichaltrig mit dem Kohlenkalk sei (KRATZ 1909), glaubte ZIMMERMANN II (1909) nachweisen zu können, daß eine derartige Verzahnung von Kohlenkalk und Kulm zwischen Ratingen und Neviges nicht bestehe, daß vielmehr der Kulm jünger als der Kohlenkalk und nicht gleichzeitiger Entstehung sei. Nach den auf paläontologischer Unterlage ausgeführten Untersuchungen von NEBE, H. SCHMIDT,

Tabelle 4.

Namur	Reticuloceras-Stufe		IV	R	VAUGHAN	
Dinant	D	*Goniatites granosus* Goniatites-Stufe	III	Go	D_3 D_2	Viséen
	C	Beyrichoceras-Stufe		B	D_1 S_2	
	B	Pericyclus-Stufe	II	Pe	S_1 C_2 C_1	
	A	Gattendorfia-Stufe *Gattendorfia subinvoluta*	I	Ga	Z K	Tournaisien
Famenne	Wocklumeria-Stufe					Assise d'Étroeungt (Strunien)

PAECKELMANN, PAUL u. a. ergibt sich aber, daß Kohlenkalk und Kulm einander äquivalent sind und lediglich Faziesbildungen darstellen.

Die Ergebnisse der neueren Forschungen sind von PAUL in der vorstehenden Zusammenstellung (Tabelle 3) in Form einer stratigraphischen Übersicht für den weiteren Ruhrbezirk zur Darstellung gebracht worden.

In der Festlegung der Grenze zwischen Devon und Karbon ergibt sich dabei allerdings ein Gegensatz zu der auf dem 2. Heerlener Kongreß (1935) getroffenen Vereinbarung (Tabelle 4), wonach diese Scheide über dem Étroeungt, im weiteren Ruhrbezirk also zwischen Hangenberg-Schiefer und Hangenberg-Kalk, liegen soll. Die auf dem Heerlener Kongreß international vereinbarte Gliederung, erweitert durch die Aufnahme der Beyrichoceras-Stufe (nach PAUL), ist aus vorstehender Tabelle 4 zu ersehen.

2. Das Unterkarbon in der Fazies des Kohlenkalks.

Der Kohlenkalk ist in seiner typischen Ausbildung nur auf verhältnismäßig kurze Erstreckung hin bekannt. Wie erwähnt, begleitet der Kohlenkalk als schmaler Saum den Rand des Velberter Sattels (s. Abb. 33). Weiter nach O ist er dann, wenn auch in etwas veränderter fazieller Ausbildung, auf dem Südflügel der Herzkämper Mulde von PAECKELMANN bis Schwelm verfolgt worden. Infolge der geringen Verwitterbarkeit der harten Schichten des Kohlenkalks ist der Verlauf dieses Zuges auch schon an der Oberfläche als Geländekante gut zu erkennen. Ganz im W senkt sich der geschlossene Kalkzug nordwestlich von Ratingen unter junge Schichten des Diluviums und Tertiärs der Kölner Bucht ein, um weiter nordwestlich in Form von zwei getrennten kleinen Sattelaufwölbungen bei Lintorf und am Druchter Kalkofen (östlich von Großenbaum) noch einmal aufzutauchen und dann endgültig zu verschwinden.

Erst rd. 75 km südwestlich tritt der Kohlenkalkzug auf der anderen Seite des Rheins bei Stolberg (Aachen) wieder zutage. Dort bildet er nunmehr das unmittelbare ständige Liegende des flözführenden Steinkohlengebirges von Aachen, Belgien und Nordfrankreich.

Da der Kohlenkalk durch Grubenbau in der Tiefe nicht aufgeschlossen ist, kann zur Festlegung der Verbreitung des Kohlenkalks unterhalb des produktiven Karbons fast nur sein Ausgehendes dienen.

Von den wenigen Bohraufschlüssen des Münsterschen Beckens, die das unmittelbare Liegende des flözführenden Steinkohlengebirges erreichten, hat nur die Bohrung KESSELER (östlich Lippborg) unterkarbonische Schichten, und zwar angeblich Kulmkieselschiefer, angetroffen. Einen weiteren Anhalt für ihre Verbreitung bieten die Grubenaufschlüsse der Zeche Neu-Diepenbrock III. BÄRTLING (1909) nahm an, daß die auf der westlichen Verlängerung des Wattenscheider Sattels bauende Zeche Neu-Diepenbrock III „Kohlenkalk" nicht mehr angetroffen habe und daß das Unterkarbon im Felde dieser Zeche ganz in Kulmfazies entwickelt ist. Auf Grund der Ergebnisse neuerer, noch unveröffentlichter Untersuchungen von PAUL (1938) an dem von KUKUK (1907) an Ort und Stelle gesammelten Material (S.W.B.) umfaßt die Kulmfazies hier mindestens den größten Teil der Visé-Stufe, die in transgressiver Lagerung auf dem Devon liegen dürfte.

Gegenüber der starken Entwicklung des Kohlenkalks in Belgien mit rd. 150—800 m und seiner etwa 200 m betragenden Mächtigkeit im Aachener Revier ist die durchschnittliche Dicke des rechtsrheinischen Kohlenkalks mit etwa 100 m bescheiden zu nennen. Nach seiner petrographischen Ausbildung lassen sich im Anschluß an die bekannte belgische Einteilung zwei Hauptabteilungen ausgliedern. Auch bei den Untergruppen besteht weitgehende Vergleichsmöglichkeit mit der belgischen Kohlenkalkstratigraphie (PAUL 1937).

Es sind zu unterscheiden[1]:

a) das Tournai,

b) das Visé.

Kennzeichnend für die Gesteinsablagerungen dieser zwei Stufen ist die abweichende Ausbildung hinsichtlich der in den Schichten des Devons so ausgesprochenen „Schieferung" (STEINMANN 1930/31). Zeigen die Schichten des oberdevonischen Étroeungt noch schieferungsfreudige Gesteine, so finden sich im Tournai schon ungeschieferte Kalkbänke. Fast völlig ungeschiefert sind jedoch die Kalke der Visé-Stufe und die Lydite des Tournais. Sie bilden das Dach der geschieferten liegenden Gesteine.

a) Die Tournai-Stufe.

Die an der Basis des eigentlichen Kohlenkalks auftretenden „Oolithe" und „Crinoidenkalke" mit wechsellagernden mergeligen Schiefern und Alaunschiefern sind für die Kartierungszwecke der Geologischen Landesanstalt in die „Tournai-Stufe" zusammengefaßt worden.

[1] Das früher zum Unterkarbon gezählte Étroeungt wurde in Heerlen ins jüngste Devon gestellt.

Ihre Mächtigkeit ist gering und beläuft sich auf höchstens 50 m. Wie in Belgien sind auch hier die sich gegenseitig vertretenden Schichten der Oolithbänke und Crinoidenkalke durch ihre Fauna *(Spirifer tornacensis, Syringothyris cuspidata* und *Productus niger)* gekennzeichnet.

Nach ihrer ganzen Ausbildung leuchtet ein, daß in den Schichten des Tournais Sedimente des Seichtwassers vorliegen. Ausschlaggebend ist, daß sowohl die Oolithe wie die Crinoidenkalke samt den klastischen Gesteinen auf Sedimentation in geringer Meerestiefe hinweisen, wobei die Entstehung der bis erbsengroßen Oolithe (s. Abb. 34) auf chemischen Niederschlag unter Mitwirkung von Organismen in stark bewegtem Seichtwasser zurückzuführen sein dürfte.

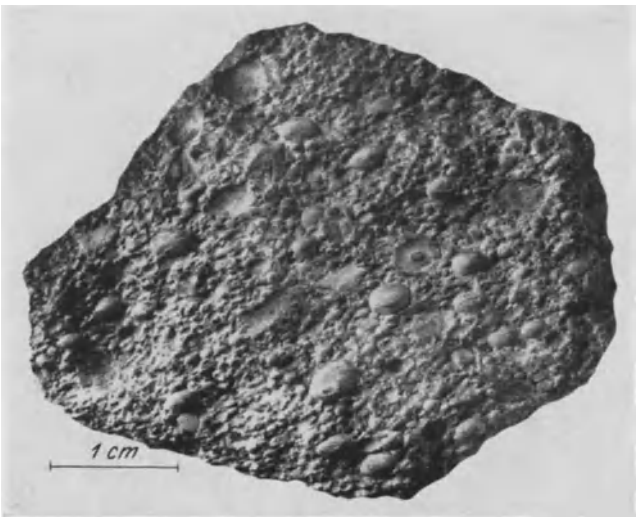


Abb. 34. Oolithe (Rogensteine) der Tournai-Stufe von Wildenburg (Velberter Sattel). S.W.B.

Bereits nördlich Ratingen setzt die kennzeichnende Fazies der Tournai-Stufe ein (s. Abb. 33).

Wie die Aufschlüsse lehren, ist die fazielle Ausbildung dieser Stufe längs des Velberter Kohlenkalkbandes erheblichen Schwankungen unterworfen. PAECKELMANN sieht als beständig eigentlich nur eine starke Oolithbank an der Basis und eine mehrere Meter mächtige Folge von bankigen Crinoidenkalken an[1]. Hiervon abgesehen, sind aber an ihrem Aufbau auch noch verschiedenartige mergelige Schiefer beteiligt, die nicht selten die Eigenschaft kulmischer Gesteine, d. h. typischer Alaunschiefer annehmen. Zahlreiche Fälle derartiger Wechsellagerungen sind bei der Kartierung der Blätter Velbert, Elberfeld und Barmen festgestellt worden. Jedenfalls steht heute — entgegen der Ansicht von ZIMMERMANN II (1909), „daß der Kulm jünger als der Kohlenkalk sei" — außer Zweifel, daß entsprechend den älteren Anschauungen Kulm und Kohlenkalk lediglich „Faziesbildungen" des Unterkarbons sind, die sich gegenseitig vertreten können.

Ein klares Bild dieser Verhältnisse zeigt der große Steinbruch östlich von Wasserfall (nördlich Velbert), wo glimmerreiche, sandige Schiefer mit Landpflanzenresten brachiopodenführenden Kalken zwischengelagert sind.

Hier erreichen die teils steil, teils bis zur Überkippung aufgerichteten Tournai-Schichten etwa 7 m Mächtigkeit. Dagegen haben die Oolithbänke an der Basis nur eine Mächtigkeit von etwa 1,30 m, während sie in dem weiter östlich folgenden Steinbruch (nördlich Wildenburg) bis 15 m anwachsen. Diese Oolithe werden von einer rd. 5 m mächtigen Wechselfolge dichter, schwefelkiesreicher Alaunschiefer mit 0,10—0,40 m mächtigen zwischengeschalteten Kalkbänken überlagert.

Der östliche Teil des Velberter Sattels mit seinem gewundenen Verlauf des Tournais bietet ein wesentlich anderes Bild dieser Stufe, die hier in der Sauerländer Cephalopodenfazies der Gattendorfia-Stufe entwickelt ist. Als letzter guter Aufschluß kommt der Steinbruch an der ehemaligen Kopfstation Neviges in Betracht. Nach Untersuchungen von PAUL (1937) entsprechen die Tournai-Schichten des Velberter Sattels nur dem tiefsten Abschnitt dieser Stufe. Darüber liegt mit erheblicher Schichtlücke transgredierend unmittelbar die Visé-Stufe.

b) Die Visé-Stufe.

Seiner petrographischen Ausbildung nach ist der rd. 100 m mächtige Kalk der Visé-Stufe ziemlich einförmig. Der organogene, blaugraue, meist fein-, örtlich auch grobkristalline Kalk zeigt eine bis 1 m starke Bankung. Kennzeichnend für den Visékalk sind Einlagerungen harter schwarzer Hornsteinlinsen. Die im allgemeinen seltenen Fossilien bestehen aus dickschaligen Brachiopoden und Gastropoden, die vielfach nesterweise auftreten. Mitunter entwickelt sich der Kalk zu richtigen Crinoidenkalken.

[1] Letztere werden neuerdings (PAUL 1937) als tiefstes, transgredierendes Viséen gedeutet.

Einschließlich der Ratinger Aufschlüsse ganz im NW ist die Visé-Stufe längs des größten Teiles des Kohlenkalkzuges am Velberter Sattel klar entwickelt (s. Abb. 33). Von einem geschlossenen Auftreten des „Kohlenkalks" im Wortsinne kann aber erst etwa östlich von Eggerscheidt die Rede sein. Von hier aus streicht der obere Kohlenkalk in fast ununterbrochener Folge und vielfach durch Steinbrüche gut aufgeschlossen in ostnordöstlicher Richtung bei meist nördlichem steilen Einfallen über Laupenmühle, Abtsküche, Krehwinkel, Wasserfall, Wildenburg (s. Abb. 35) nach Hefel. Weiter nach SO durch eine bedeutende Störung verworfen, schließt er sich dann in mehreren Sattel- und Muldenwendungen den Sonderfalten der Wittener Mulde über Sondern, Zippenhaus, Lembeck (südlich von Langenberg) bis Neviges (Kopfstation) an. Darüber hinaus kann man typischen Kohlenkalk in südwestlicher Richtung noch bis Asbruch verfolgen, während er in der Ausbildungsform grobbankiger Knollenkalke, die Herzkämper Mulde umsäumend, noch bei Aprath (in Tillmannsdorf) und weiter im S der Herzkämper Mulde vertreten ist.

Seine Mächtigkeit nimmt in dem gleichen Sinne ab. Die nach PAECKELMANN im Gebiet von Richrath schon weit geringere Mächtigkeit beträgt südlich von Kleff (bei Zippenhaus) noch 14 m, um bei Windrath noch mehr herunterzugehen. Im S dieses Aufschlusses mißt der Kohlenkalk in der Ausbildungsform des Crinoidenkalks bei Horst und Kleinobs noch 8 m, an der Kopfstation Neviges 8 m. Diese Mächtigkeit wird immer geringer und beträgt bei Elberfeld nur noch 2,5 m. Im übrigen ist die Visé-Stufe in Kulmfazies vertreten.

Der mit Ausnahme einiger fossilreicher Kalkbänke bei Ratingen (mit Enkrinitenstielgliedern, Korallen, großen Spiriferen und Productiden) im allgemeinen nicht sehr fossilreiche Kohlenkalk zeigt am Ostrande des Velberter Sattels, so bei Richrath und Zippenhaus, wieder einen größeren Fossilreichtum (*Productus gigantoides, Productus striatus, Spirifer trigonalis* u. a.).



Abb. 35. Seiger gestellte Schichten des Kohlenkalks (Visé-Stufe) bei Wildenburg nördlich Velbert. Aufn. KUKUK.

Seine größte Mächtigkeit erreicht der typische Kohlenkalk (mittl. Visé) in den Cromforder Brüchen bei Ratingen. Hier prägt sich das Auftreten fester Schichten innerhalb des Tertiärs und Diluviums schon oberflächlich durch einen flachen Höhenrücken aus. Dort war es, wo früher ein schwunghafter Abbau auf Dolomite und Kalke der Visé-Stufe (in einer Gesamtmächtigkeit von rd. 250 m) umging. Bestehen die liegenden Schichten aus dickbankigen, rd. 100 m mächtigen Kalken von blaugrauer bis aschgrauer Farbe, so mißt die hangende dolomitische Zone über 150 m. Sie läßt eine Schichtung nicht mehr erkennen. In ihrem Streichen entsprechen die mit 60—80° nach N einfallenden Schichten dem Hauptstreichen des Steinkohlengebirges.

Gleich dem Dolomit des Massenkalks scheint der grobbankige Dolomit der Visé-Stufe durch einen von Spalten ausgehenden Umwandlungsvorgang aus früherem Kalk gebildet worden zu sein, wie in den Steinbrüchen an vielen Aufschlüssen ersichtlich ist. Hier ist der Dolomit infolge der Einwirkung von Eisen- und Manganlösungen meist leicht braun gefärbt, in seiner ganzen Masse kristallinisch und stellenweise sehr porös. Versteinerungen sind — wie gewöhnlich im Dolomit — sehr selten und meist schlecht erhalten.

Nach Wegnahme des Abraums zeigen die Schichten des Kohlenkalks fast überall Spuren intensivster Verwitterung. Seine Oberfläche ist daher vollständig uneben oder runzelig und bildet eine Hügellandschaft im Kleinen mit runden Kuppen, Bergrücken und tief eingeschnittenen Tälern, deren Wandflächen vielfach (insbesondere bei korallenführenden Bänken) blatternarbig zerfressen sind, ähnlich der Ausbildung der Massenkalkoberfläche.

Gelegentlich beobachtet man auch an der Oberfläche des Kohlenkalks ± große Dolinen („Verkarstungserscheinungen"), wie z. B. bei Wasserfall. Nicht selten sind derartige trichterförmige Erweiterungen des Dolomits mit tertiärem Ton erfüllt. In diesen Fällen scheint es sich nach ZIMMERMANN (1909) um subaërisch entstandenen Dolinen zu handeln, die sich wahrscheinlich schon vor Ablagerung des mitteloligozänen Tones gebildet haben. Vermutlich sind es die gleichen Erscheinungen, die FLIEGEL in den mitteldevonischen Kalken bei Bergisch-Gladbach festgestellt und beschrieben hat.

3. Das Unterkarbon in der Fazies des Kulms.

Im Gegensatz zum Kohlenkalk ist die Verbreitung der Kulmfazies im Liegenden des flözführenden Steinkohlengebirges nicht derartig beschränkt (s. Tafel II). Schichten

des Kulms sind vielmehr am ganzen Nordabhange des Rheinischen Schiefergebirges von Lintorf an über Oberhösel, Lembeck, Düssel, Gevelsberg, Hagen, Letmathe, Iserlohn, Arnsberg und weiter zu verfolgen (vgl. Übersichtskarte). Oberhalb von Menden durchschneidet das Hönnetal das etwa 200 m mächtige Kulmband, und zwar im Meridian von Hamm. Deshalb kommt die östliche Fortsetzung der Kulmschichten für eine Untersuchung der Ablagerungsverhältnisse des flözführenden Karbons nur mehr untergeordnet in Frage.

Es sei nur erwähnt, daß der Kulm, den Nordrand des Rechtsrheinischen Schiefergebirges weiter umsäumend, sich in der Längserstreckung des Altenaer Sattels bis über Arnsberg hinaus hinzieht, um dann dem Einspringen der Lüdenscheider Mulde nach SW zu folgen. In östlicher Richtung streicht er dann weiter über Nuttlar, Brilon bis Stadtberge, biegt von hier aus nach S um und begleitet darauf den Ostrand des großen Devonmassivs. Außerhalb dieser Zone ist er noch am Warsteiner Devonsattel und am Dahlberg bei Kleinenberg festgestellt.

Ganz allgemein gesagt, nimmt also der Kulm umgekehrt wie der Kohlenkalk in seiner Mächtigkeit von W nach O zu, während auf der anderen Seite der niederrheinischen Bucht — im Aachener Steinkohlenbezirk — das Unterkarbon in Kulmfazies nicht mehr vorhanden ist.

Als wesentlichste Gesteine des Kulms gelten Kieselschiefer und Alaunschiefer sowie dünnbankige Kiesel- und Plattenkalke. Trotz der Stetigkeit ihres Auftretens am Nordrande des Schiefergebirges schwankt die fazielle Ausbildung der Schichten längs des Kulmbandes sowohl nach ihrer Mächtigkeit als auch nach der petrographischen Beschaffenheit sehr erheblich. Deshalb sei von einem Profil ausgegangen, in dem der Kulm besonders typisch und vollkommen aufgeschlossen ist, das ist die Gegend von Letmathe und Iserlohn.

Nach den älteren Untersuchungen von DENCKMANN (1906) und den neuern von H. SCHMIDT (1935) und PAUL (1937) gliedert sich hier der Kulm vom Hangenden zum Liegenden in die nachstehend aufgeführten Stufen:

Dinant	d) Horizont der vorwiegenden Plattenkalke	Goniatites-Stufe	*Goniatites granosus* PORTL.	III γ
			Goniatites striatus SOW.	III β
			Goniatites crenistria PHILL.	III α
	c) Horizont der vorwiegenden Kieselkalke	Pericyclus-Stufe		II
	b) Kulmkieselschiefer, vorwiegend Lydite.			
	a) Alaunschiefer an der Basis des Kulms.			
	Hangenbergkalk.	Gattendorfia-Stufe *(Gatt. subinvoluta)*		I

Die oben angeführten Gesteine sind natürlich nicht lediglich auf die einzelnen Stufen beschränkt. Vielmehr werden die ausgegliederten Unterzonen nur vorwiegend durch die erwähnten Gesteine gekennzeichnet.

So lassen sich gewisse Gesteine, wie z. B. die Alaunschiefer und Kieselschiefer, in dünnen Lagen auch in allen anderen Unterabteilungen des Kulms beobachten.

Wegen ihrer geringeren Bedeutung für den Aufbau des engeren Bergbaubezirkes sei auf die tiefen Schichten der Gattendorfia-Stufe hier zunächst nicht weiter eingegangen.

Die tiefste Zone der jüngeren Pericyclus-Stufe besteht aus den nur wenige Meter mächtigen (rd. 5 m), ebenflächig spaltenden und bituminösen Alaunschiefern, die im frischen Zustande schwarz, durch Verwitterungsvorgänge aber meist gebleicht erscheinen.

Die nächsthöhere Zone der dünngeschichteten Kulmkieselschiefer (bzw. richtiger Lydite) führt überwiegend schwarze, seltener weiße, splittrig bis muschelig brechende und infolge zahlloser Klüfte rhomboedrisch spaltende „Lydite". Sie wechsellagern (namentlich im Liegenden) mit Alaunschiefern (s. Abb. 36).

Auf den Spaltflächen ist das Mineral „Wavellit" ($3\,Al_2O_3 \cdot 2\,P_2O_5 \cdot 12\,H_2O$) häufig, so bei Östrich (Letmathe). Der muschelig brechende, durch kohlige Beimengungen dunkel gefärbte Lydit besteht im reinen Zustande aus 90% Kieselsäure (SiO_2). Unter dem Mikroskop beobachtet man nicht selten Kieselpanzer von

Radiolarien, so daß die Lydite als organogene (biochemische) Bildungen anzusprechen sind, in denen wegen ihrer sapropelitischen Natur aber doch keine echte Tiefseefazies vorliegen dürfte.

Sie werden in vielen Steinbrüchen zwecks Verwendung als Packlage gebrochen.

Nach dem Hangenden zu stellen sich meist mit scharfer Grenze helle bis dunkelfarbige Kieselkalke in Wechsellagerung mit Lyditen ein.

In den Kieselkalken sehen wir Kalkbänke mit ursprünglichem Kieselskelett, die bei der Verwitterung infolge Fortführung des Kalkgehaltes stark porös geworden sind, bis zum Schluß nur das „Kieselskelett" übrig geblieben ist. Wegen ihres Eisen- und Mangangehaltes hat der Verwitterungsboden der Kieselkalke eine dunkelbraune Farbe. Ihre Mächtigkeit unterliegt starken Schwankungen.

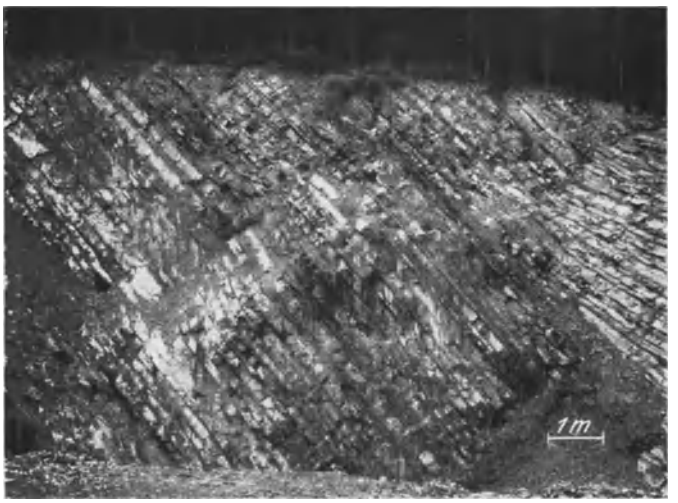


Abb. 36. Aufschluß in den Kulmkieselschiefern. Haltestelle Oese bei Menden.

Die noch höher ins Hangende reichenden Plattenkalke sind mehrere 100 m mächtig. Wie Abb. 37 zeigt, bestehen sie aus recht gleichmäßig und deutlich gebankten, dunklen, meist fossilarmen Kalken mit dünnen Zwischenlagen von Alaun- und Kieselschiefern. Wegen ihrer guten Eigenschaften finden sie als Bausteine und Schottermaterial ausgedehnte Verwendung.

Während einige der Kalkbänke nahe dem Liegenden lagenweise überreich an Goniatiten (*Goniatites sphaericus* und *Goniatites crenistria* PHILL.) sind, zeigen die zwischengelagerten Alaunschiefer stellenweise Massenanhäufungen von *Posidonomya becheri* BRONN. Pflanzenreste sind dagegen selten. Bisweilen findet man eine schachtelhalmähnliche Pflanze, nämlich *Asterocalamites scrobiculatus* SCHLOTH. und Cyclostigmareste.

Überlagert werden die Plattenkalke wieder von einer 75—200 m mächtigen Zone schwarzer Alaunschiefer, in deren Hangendem sich vereinzelte Grauwackenbänkchen einstellen. Während früher seitens der Geologischen Landesanstalt mangels schärferer paläontologischer Belege die Unterkante der ersten festen Grauwackenbank als Grenze des Kulms gegen das Flözleere gewählt wurde, liegt diese Grenze nach den Beschlüssen des Heerlener Kongresses an der Unterkante der hangenden Alaunschiefer.



Abb. 37. Aufschluß im Kulmplattenkalk. Oese bei Menden.

Ganz im W und im Bereich des Velberter Sattels ist die Ausbildung des Kulms — hauptsächlich wohl infolge andersartiger Sedimentationsvorgänge des Meeres — teils aber auch als Folgeerscheinung großer streichender Störungen mehr oder weniger verkümmert.

Das örtliche Ausfallen einiger Schichtengruppen des Kulmbandes setzt etwa an der Stelle ein, wo dieses den Lennefluß schneidet, eine Erscheinung, die nach FUCHS mit der Einwirkung einer gabeligen Verzweigung der Ennepetalstörung in Zusammenhang steht. Weiter westlich (auf Blatt Hagen) zeigen die Kulmschichten infolge der aus einem System mehrerer streichender Störungen bestehenden Ennepetalstörung eine immer unvollkommenere Entwicklung. Durch eine Lücke getrennt, treten sie bei Gevelsberg und weiter westlich

auf kürzere Erstreckung wieder in Erscheinung, um dann zu verschwinden und erst nördlich von Barmen in stark verringerter Mächtigkeit erneut einzusetzen.

Noch weiter im SW umranden wieder Alaun- und Kieselschiefer das Flözleere der Herzkämper Mulde und begleiten zusammen mit dem sich bei Asbruch in seinem Liegenden in konkordanter Lagerung einstellenden typischen Kohlenkalk alle Sattel- und Muldenwendungen des Velberter Sattels bis nach Oberhösel. Die Schichten setzen sich hier aus Lyditen, Kieselkalken und rd. 100 m mächtigen Alaunschiefern, sog. hangenden Alaunschiefern, zusammen, welch letztere aber schon oberkarbonisch sind. Im Liegenden dieser Alaunschiefer erscheinen kieseligkalkige Tonschiefer (Posidonienschiefer) mit reicher Fauna und *Posidonomya becheri* als Leitfossil nebst Trilobiten, Brachiopoden und Cephalopoden.

Diese Alaunschiefer führen im oberen Teil Goniatiten der Gattung *Homoceras*. Sie vertreten hier also die „Chokierstufe" der Belgier, die nach der 1. Heerlener Konferenz (1927) schon zum Oberkarbon gestellt wird. Die Mächtigkeit des Kulms (einschließlich der zur Chokierstufe zu rechnenden Schichten) beträgt hier, wie schon oben erwähnt, etwa 100 m.

Westlich von Oberhösel verschwinden dann die Alaun- und Kieselschiefer unter Tertiär und Diluvium, um zusammen mit dem Kohlenkalk noch einmal wieder bei Lintorf an die Oberfläche zu treten.

4. Tektonik des Unterkarbons.

Die tektonischen Verhältnisse des geringmächtigen Unterkarbons kommen in der unmittelbaren Umgebung des Ruhrbezirkes in der Fazies des Kohlenkalks am besten zum Ausdruck. Sie sind im allgemeinen — jedoch nicht immer — verhältnismäßig einfacher Natur. Von einer ausgesprochenen Faltung dieser Schichtenfolge ist nur örtlich die Rede. Meist sinken die völlig ungeschieferten Schichten, soweit sie als Kalk entwickelt sind, ohne Sonderfaltung dem allgemeinen Nordfallen der Schichten entsprechend ± steil nach NW ein. An vereinzelten Stellen kann man jedoch auch Falten beobachten.



Abb. 38. Blattverschiebung im Kulm des Arnsberger Sattels. Aufn. KUKUK.

So hat man es bei Eggerscheidt (östlich von Ratingen) mit einem überkippten Sattel zu tun. Ein anderer Sattel liegt bei Oberhösel. Sein Nordflügel zeigt hier rd. 50° Einfallen, während der Südflügel flach mit 30° einsinkt. Sonderfaltungen sieht man auch bei Heiligenhaus und Abtsküche in Gestalt eines Sattels und einer Mulde. Noch weiter östlich auf Blatt Velbert ist allerdings von einer Sattelbildung schon nichts mehr festzustellen. Hier ist die Aufrichtung der Schichten sehr steil und der Fallwinkel steigt auf 70—90°.

In scharfem Gegensatz zu der schwach entwickelten Faltung des Unterkarbons steht die Bedeutung der vielen Querverwerfungen, wenn diese auch der Zahl nach gegenüber der großen Menge devonischer Querstörungen zurückzutreten scheinen. Das Ausmaß der durch die Störungen hervorgerufenen treppenförmigen Verwürfe geht selten über die gesamte Schichtenbreite hinaus (vgl. Tafel I). Mitunter bilden sich jedoch durch diese Verwerfungen — in Verbindung mit der älteren Faltung — sehr verwickelte Lagerungsverhältnisse heraus. Neben einfachen Horsten, Gräben und Staffeln entstehen auch Sattelhorste und Muldengräben, wie z. B. am Ostrande des Velberter Sattels.

Aber auch dort, wo wir das Unterkarbon in der Fazies des Kulms sehen, ist das Band durch querschlägige und streichende Verwerfungen sowie Blattverschiebungen (vgl. Abb. 38) stark beeinflußt. An bedeutenderen

Querstörungen sind unter anderem zu nennen die „Volmetalstörung" bei Hagen und eine Verwerfung östlich von Oese (südlich Menden). Recht unübersichtlich werden die Verhältnisse dann zwischen Elberfeld und Hagen, wo eine der größten streichenden Störungen des Bezirkes, die „Ennepetalstörung", durchsetzt. Durch

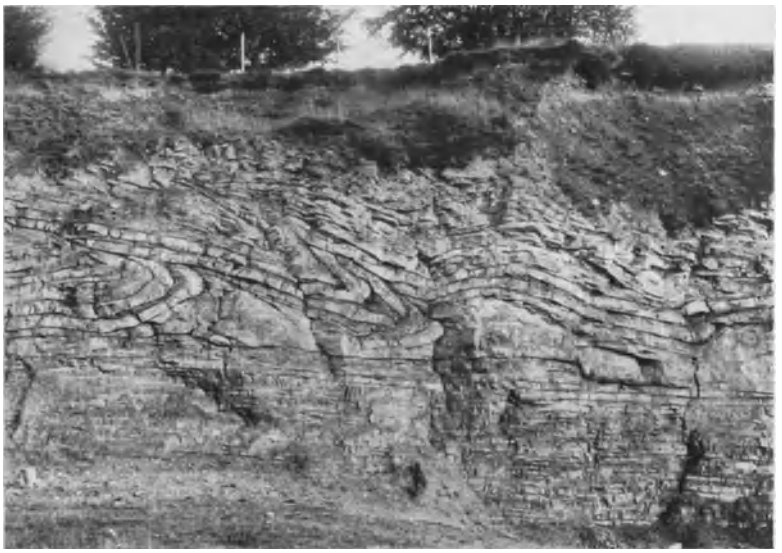


Abb. 39. Stark gefaltete, grobbankige Schichten, abgeschert über ungefalteten, feingeschichteten Kulmkieselschiefern. Steinbruch westlich Hövel bei Neuenrade.

sie kann örtlich eine starke Mächtigkeitsverringerung unter völligem Ausfall gewisser Schichtenglieder des Kulms bewirkt werden (s. Tafel I).

Besonders schöne Aufschlüsse bietet ein Steinbruch bei Hövel in den Schichten der Kulm-Kieselschiefer von Neuenrade (östlich des Hönnetals). Hier zeigt sich im nördlichen

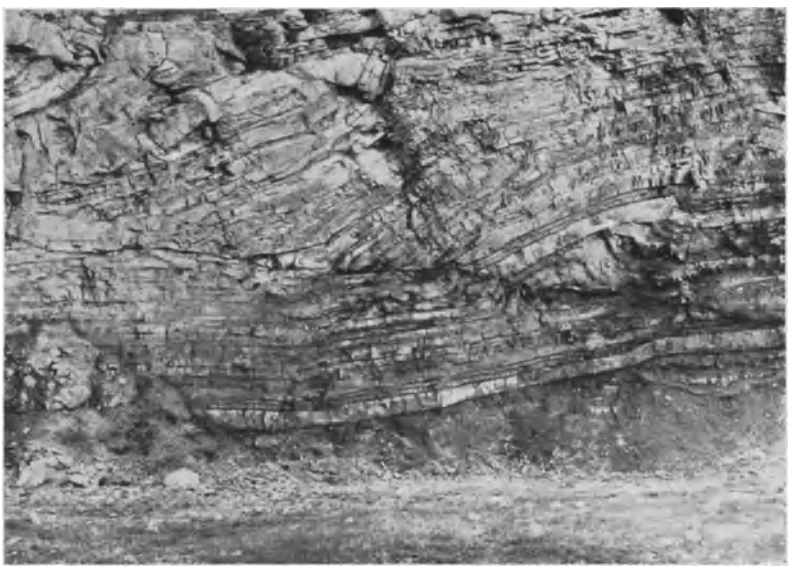


Abb. 40. Überschiebung im Kieselschiefer des Steinbruches westlich Hövel bei Neuenrade.

Teil des Bruches das ungewöhnlich eindrucksvolle Bild disharmonisch gefalteter, grobbankiger Schichten, die an einer Abscherungsfläche über ungefaltete, feiner geschichtete Kieselschiefer hinübergeschoben sind (s. Abb. 39). Im südlichen Teil des Bruches sieht man längs derselben Störungsfläche eine Überschiebung der fast ungefalteten Kieselschiefer übereinander (s. Abb. 40).

C. Das Flözleere (Oberkarbon).

1. Ausbildung, Grenzen und Verbreitung des Flözleeren.

Die für den Ruhrbezirk wichtigste Formation ist naturgemäß das Oberkarbon mit einer unteren, vielfach marinen, flözfreien Zone, dem Flözleeren (= unterer Teil des Namurs) und einer oberen, vorwiegend terrestrischen flözführenden Zone (oberer Teil des Namurs und das ganze Westfal). Dabei ist der Begriff „Flözführendes" und „Flözleeres" nicht streng im Sinne stratigraphisch verschiedenaltriger Unterabteilungen, sondern vielmehr als fazielle Erscheinung zu werten. Setzt doch in Westfalen die Flözführung erst im oberen Teile der Namurstufe, in Aachen dagegen schon im mittleren Teil der Namurstufe ein.

Das sog. Flözleere des Ruhrkarbons begrenzt das Flözführende im S, wobei seine Mächtigkeit, an der Oberfläche gemessen, von SW nach NO zunimmt (s. Abb. 41). Die bis etwa 1400 m (?) umfassende Schichtenfolge setzt sich aus wechsellagernden Alaunschiefern, sandigen Schiefertonen, Tonschiefern (Alphititen), Arkosesandsteinen, Quarziten, Grauwacken und Konglomeraten zusammen, d. h. aus Schichten, die denen des flözführenden Karbons ± ähnlich sind.

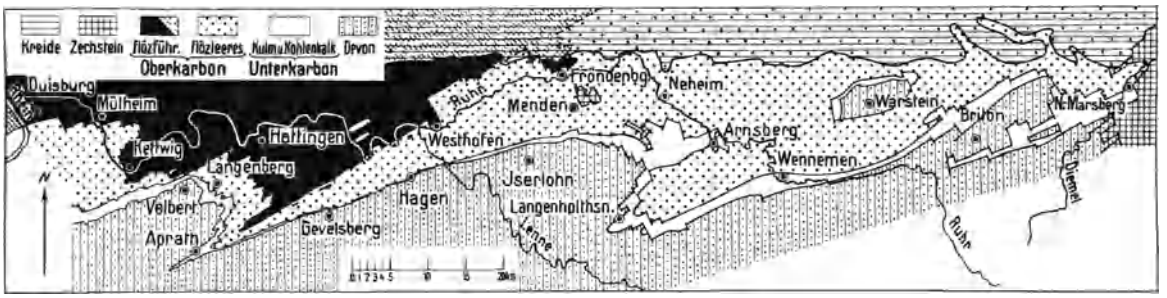


Abb. 41. Die Verbreitung des Flözleeren am Südrande des Ruhrbezirkes. Nach Aufnahmen der Pr. G. L. A.

Neuere Untersuchungen von Fiege (1932) im O des Bezirkes haben dargetan, daß in diesem Gebiete die genannten Gesteine in gesetzmäßiger Beziehung zueinander stehen, derart, daß Ablagerungen gröberen Korns mit solchen feineren Korns wechsellagern, d. h. einen Sedimentationszyklus repräsentieren.

Kennzeichnende, von den Gesteinen der flözführenden Schichten ganz abweichende Gesteinsarten sind im Flözleeren im allgemeinen selten. Erwähnt sei nur das Auftreten der nach Krusch das obere Flözleere bezeichnenden „bunt verwitternden" Schiefertone im Gegensatz zu den Schiefertonen des flözführenden Karbons.

Es handelt sich hier bekanntlich um eine durch bunte Eisenhydroxydhäutchen hervorgerufene Erscheinung, die aus der Zersetzung fein verteilten Schwefelkieses zu erklären ist. Westlich von Hattingen ist dieses Merkmal zur Unterscheidung nicht mehr geeignet. Auch an das kennzeichnende, örtlich recht häufige Auftreten kugeliger Toneisensteingebilde, wie z. B. in den Schichten des mittleren Flözleeren bei Hagen u. a. O. sei erinnert.

Dieser Schichtenkomplex wurde seit altersher von den Bergleuten der Grafschaft Mark allgemein als „flözleerer Sandstein" bezeichnet, ein Name, der durch v. Dechen in die Literatur überging. Nun haben aber die Kartierungsarbeiten der Geologischen Landesanstalt festgestellt, daß der Sandstein keineswegs das herrschende Element dieser Schichtengruppe darstellt, wie das beispielsweise bei dem stratigraphisch zum Teil dem flözleeren Sandstein vergleichbaren „Millstone Grit" Englands der Fall ist. Krusch (1906) hat daher vorgeschlagen, die alte Bezeichnung „flözleerer Sandstein" bzw. „der Flözleere" durch den zutreffenderen Ausdruck „das Flözleere" zu ersetzen.

Obwohl es sich bei der Abgrenzung zwischen den flözleeren und flözführenden Schichten nicht um scharfe stratigraphische Schnitte handelt, ist aus bergbaulichen Gründen diese Trennungslinie doch sehr wichtig. Freilich wurde sie früher ± willkürlich gezogen, zumal der Übergang der flözleeren in die flözführenden Schichten ohne Diskordanz stattfindet und wesentliche petrographische und paläontologische Unterscheidungsmerkmale nicht vorhanden sind.

Vom Standpunkt des Kohlenbergmannes aus zog v. DECHEN die Grenze mit dem liegendsten Flöz. Diese für den bergmännischen Betrieb zweckmäßige Grenzlinie, an der auch LOTTNER (1859) festhielt, hat lange Zeit die allgemeine Anerkennung in Bergbaukreisen gefunden. Sie ist auch noch in der ersten Auflage des Bandes I des Sammelwerkes als maßgebend betrachtet worden. Für die geologisch-kartographische Aufnahme erwies sie sich nicht als besonders geeignet, schon aus dem Grunde, weil sie sich aus Mangel an hinreichenden Grubenaufschlüssen im liegendsten Flöze über Tage nicht überall festlegen ließ.

Die für die Kartierungszwecke der Geologischen Landesanstalt notwendige scharfe Grenze fand sich in der liegendsten, noch unter dem tiefsten Flöz auftretenden, sehr beständigen Werksandsteinbank (KRUSCH 1904). Sie kann infolge ihrer großen Widerstandsfähigkeit über Tage als scharfe Geländekante gegenüber dem südlich anschließenden flachwelligen Gebiete des oberen Flözleeren deutlich verfolgt werden. Dort, wo die meist steil abfallenden Bergrücken von Haßlinghausen über Silschede, Volmarstein, Harkortberg, Kaisberg, Herdecke bis zur Hohensyburg im Landschaftsbild beherrschend in Erscheinung treten, verläuft diese Grenze. Gleichzeitig bildet diese Zone den Abschluß der untersten, sandsteinreichen Magerkohlenschichten gegen die mächtige Gruppe milder Schiefertone des hangendsten Teiles des Flözleeren (s. Abb. 42).



Abb. 42. Horizont der Werksandsteinbänke. Steinbruch in der Rettelsmühle bei Herdecke.

Damit wird eine uralte Grenze wiederhergestellt, die schon durch v. HÖVEL 100 Jahre vor KRUSCH als hangende Begrenzung der flözleeren Schichten aufgestellt worden war.

Außerdem bietet die kartenmäßige Festlegung des Verlaufes dieser Grenzschicht den Vorteil, daß hierdurch auch die tektonischen Verhältnisse geklärt werden können. Diese Grenzbank ist infolge wiederholter Faltungen der liegendsten Schichten und später eingetretener Abtragung, durch die bald Flözleeres, bald Flözführendes an die Oberfläche gebracht ist, naturgemäß nicht überall klar ausgeprägt.

Ganz im W hat allerdings die liegendste Werksandsteinbank aus faziellen Gründen ihre Bedeutung völlig verloren. Schon westlich von Hattingen sieht man, daß ein auffallender Faziswechsel im untersten Karbon eingetreten ist, indem hier von einer „liegendsten Werksandsteinbank" als deutlich verfolgbarer Grenze nicht mehr gesprochen werden kann. Hier ist daher die liegendste aufgeschlossene Sandsteinbank (etwa bei rd. 175 m unter Flöz Wasserbank) als Grenze gewählt worden. Demgemäß kann auch das liegendste Konglomerat, das schon in der Herzkämper Mulde in Richtung nach W immer sandiger wird, nicht mehr festgestellt werden.

Trotz der — wenigstens im S des Ruhrbezirkes — gut verfolgbaren stratigraphischen Grenze dieser beiden wichtigen Horizonte des Oberkarbons erschien es mir wichtig, auch die Verbreitung des tiefsten Flözes und seine Bedeutung als Grenze im Sinne v. DECHENS zu prüfen. Auf meine Veranlassung hat sich H. WINKHAUS (in einer unveröffentlichten Examensarbeit) mit dem liegendsten Flöze beschäftigt und zu diesem Zwecke alle Schürfe im Gelände auf dem liegendsten Flöze an der Hand der Mutungskarte des Oberbergamts in Dortmund und der alten Flözkarte der Westfälischen Berggewerkschaftskasse aus dem Jahre 1886 verfolgt. Hierbei ist die von mir vermutete Einheitlichkeit des liegendsten Flözes — wenigstens am Südrande zwischen Herzkamp und Unna — nachgewiesen worden. Stellenweise ist es, und zwar dort, wo es gebaut worden ist, an der reihenweisen Anordnung der Pingen recht gut zu verfolgen. Man kann es sogar, wie in den Wäldern des Kaisberges (südlich Herdecke), an den zuweilen gegeneinander versetzten Pingenreihen, die durch Querverwerfungen veranlaßt sind, wiedererkennen.

Schwieriger als die hangende ist die liegende Begrenzung des Flözleeren zu erfassen. Aus rein praktischen Gründen hat die Geologische Landesanstalt für ihre Kartierungszwecke als liegende Grenze des unteren Flözleeren die im Felde leicht erkennbare letzte mächtige, häufig quarzitische, mitunter auch fein- bis grobkonglomeratische Grauwackenbank über den Alaunschiefern gewählt. Diese scheidet zwei petrographisch verschiedenartige Gesteinszonen.

Neuere Arbeiten von H. SCHMIDT (1927/35), BISAT (1927), KÜHNE (1932) u. a. haben es sicher gemacht, daß mindestens der Hauptteil der Hangenden Alaunschiefer oberkarbonisches Alter besitzt. Auch nach

den Beschlüssen der Heerlener Konferenz sind die hangenden Alaunschiefer wegen des Auftretens von Eumorphoceraten als Oberkarbon anzusehen.

Die Alaunschiefer enthalten häufig unregelmäßige kugelige Toneisensteinabsonderungen (Konkretionen) mit einem großen Gehalt an Kalkphosphat. Im W (etwa von Oberhösel bis Aprath) sind diese Schiefer früher an zahlreichen Stellen zur Alaungewinnung ausgebeutet worden, wovon die zahlreichen alten rostbraunen Halden der gerösteten und ausgelaugten Schiefer Zeugnis ablegen.

Der Prozeß spielte sich wie folgt ab: Der an Schwefelkies reiche Alaunschiefer (Aluminiumsilikat) wurde zuerst geröstet, dann befeuchtet und das Erzeugnis der Verwitterung überlassen. Die sich hierbei neben $FeSO_4$ bildende Schwefelsäure verwandelte das Aluminiumsilikat in Aluminiumsulfat. Dieses wurde mit Wasser ausgelaugt. Unter Zugabe von Kaliumsulfat kristallisierte dann Alaun [$= KAl(SO_4)_2 + 12\,H_2O$] aus, der in der Färberei Verwendung fand.

Über die Verbreitung des Flözleeren an der Oberfläche, das in einem nach O breiter werdenden Bande den Nordabfall des Rheinischen Schiefergebirges umlagert, unterrichtet ein Blick auf die Abb. 41.

Das im W südlich der Linie Duisburg-Mülheim zutage tretende Flözleere stößt zwischen Mülheim und Kettwig über die Ruhr vor, legt sich dann um den Velberter Sattel herum, um östlich von Aprath die Südwestspitze der Herzkämper Mulde zu umfassen. Von hier erstreckt es sich in immer größerer Breite nördlich von Gevelsberg und Hagen bis an den Kreiderand. Den Arnsberger Sattel umsäumend, zieht es sich dann weiter bis Niedermarsberg, um dann, durchragt vom Warsteiner und Briloner Sattel, unter der Zechsteinformation zu verschwinden.

Die angegebenen Punkte können natürlich nur ein ganz allgemeines Bild vom Verlaufe des Flözleeren an der Oberfläche geben. Im einzelnen zeigen seine Grenzlinien im Hangenden und Liegenden durch die vielen Falten, in die das Gebirge zusammengeschoben ist, in Verbindung mit den zahlreichen, das Band durchsetzenden Querverwerfungen weit verwickeltere Verhältnisse.

Augenfällig ist das Verhalten des Flözleeren im Bereiche des von KRUSCH benannten „Horstes von Schwerte-Dellwig", wo das Flözleere an der sog. Westhofener Verwerfung 3 km nach N vorspringt, um dann wieder staffelweise um 5,5 km bis Fröndenberg zurückzutreten. Offenbar steht mit dem plötzlichen Vorrücken des Flözleeren bzw. seiner vorwiegend aus weichen Schiefertonen bestehenden oberen Stufe nach N auch die ausgedehnte Verbreitung der Terrassenbildungen nördlich der Ruhr (zwischen Schwerte und Dellwig) im engsten Zusammenhange (s. Abb. 41).

Im O von Fröndenberg verschwindet die ostnordöstlich verlaufende Grenzlinie zwischen den flözführenden und flözleeren Schichten unter der Kreidemergeldecke, um zunächst östlich von Strickherdicke im Grabengebiete des sog. Königsborner Grabens noch einmal zu erscheinen und dann östlich Schelk in Richtung ONO endgültig unter der Kreide unterzutauchen.

Die Übersichtskarte (Abb. 41) zeigt, daß die Breite des Flözleeren an der Tagesoberfläche im allgemeinen von W nach O zunimmt. Beträgt sie an der Westspitze der Herzkämper Mulde noch etwa 1,4 km, so mißt sie schon bei Gevelsberg rd. 3,5 km, bei Hagen über 5 km und nördlich von Iserlohn rd. 10 km. Diese Unterschiede beruhen wohl vorwiegend auf dem Einfluß der Gebirgsfaltung in Verbindung mit späterer Abtragung. Während nämlich an den erstgenannten beiden Orten die ganze Breite des Flözleeren nur einem Muldenflügel entspricht, umfaßt die bei Hagen und Iserlohn gemessene Ausdehnung zahlreiche kleinere Falten. Daß in der gleichen Richtung aber auch die absolute Schichtenmächtigkeit des Flözleeren zunimmt, sei nur nebenbei erwähnt. Jedenfalls ist die geringe Mächtigkeit des Flözleeren bei Hagen nach KRUSCH auf die Auswirkung der großen „Ennepetalstörung" zurückzuführen, während ihre starke Verbreiterung zwischen Westhofen und Fröndenberg mit einem tektonischen Graben zusammenhängt. Weiter nach O nimmt die Breite des Flözleeren vermutlich im Zusammenhang mit dem sich in der gleichen Richtung erstreckenden Altena-Arnsberger Sattel zu.

Die Ermittlung der tatsächlichen Mächtigkeit des Flözleeren bietet Schwierigkeiten. KRUSCH geht bei ihrer Feststellung von dem Verhältnis eines bestimmten Teiles der gefalteten Magerkohlenschichten zu ihrer Oberflächenausdehnung in einem gewissen Gebiete aus. Unter Berücksichtigung der weitaus stärkeren Faltung des Flözleeren kommt KRUSCH (1911) bei der Feststellung der wahren Mächtigkeit des Flözleeren in der Gegend von Menden auf etwa 790 m. BÄRTLING (1931) schätzt die Gesamtmächtigkeit der Schichten des Flözleeren im mittleren Ruhrbezirk auf mindestens 1000 m. KELLER (1934) bemißt die Mächtigkeit des Flözleeren zwischen Silschede und Gevelsberg auf rd. 1200 m. Dagegen soll sie sich im Raume der Wittener Mulde auf rd. 1000 m und in der Bochumer Mulde sowie im Wattenscheider Sattel auf rd. 800 m ermäßigen.

Über die Verbreitung des Flözleeren im Innern des Münsterschen Beckens läßt sich nur sehr wenig mit Sicherheit sagen. Nach Bohrungsergebnissen kann zunächst als fest-

stehend gelten, daß die Scheide zwischen flözführenden und flözleeren Schichten unter der Mergeldecke von Schelk (südlich Ostbürener Heide) aus nach N etwa bis Lünen zurückspringt, ihre nordöstliche Richtung bis Hovestadt (14 km westlich von Lippstadt) beibehält, um dann — entsprechend einem teilweisen Ausheben der flözführenden Mulden in östlicher Richtung — nach NO umzubiegen. Der allgemeine Verlauf dieser Grenzlinie dürfte in der Richtung des variszischen Streichens zu suchen sein.

Rein morphologisch betrachtet, ist für das untere Flözleere wegen des Auftretens von härteren Grauwacken- bzw. Quarzitbänken die Bildung von Rücken kennzeichnend. Landschaftlich ist der Bereich des Flözleeren, besonders im O des Bezirkes, wegen seines sterilen Bodens ein ausgesprochenes Waldgebiet.

2. Stratigraphie.

Fauna und Flora. Obwohl die Fossilführung der flözleeren Schichten sich als weit reicher erwiesen hat, als man früher annahm, ist sie vorläufig doch noch nicht genügend erforscht, um auf ihr für den W eine scharfe Gliederung des Flözleeren auf faunistischer und floristischer Grundlage aufzubauen.

So erwähnen die älteren Bearbeiter des Flözleeren von tierischen Resten lediglich das vereinzelte Vorkommen von Goniatiten aus verschiedenen Höhenlagen, wie z. B. der hangenden Zone bei Fröndenberg (Ziegelei Vossacker) und bei Böhle, sowie des mittleren Teiles in einer Ziegelei bei Haspe.

Neuere Untersuchungen von Hahne (1930), H. Schmidt (1933) und Kühne (1932) haben dagegen, besonders für den O, eine weit reichere Ausbeute an Fossilien geliefert.

Ebenso reich, ja noch reichhaltiger als die tierischen sind die pflanzlichen Reste des Flözleeren, obgleich bis vor einigen Jahren gut erhaltene Stücke noch zu den Seltenheiten gehörten.

Verfasser konnte schon vor langen Jahren an verschiedenen Fundpunkten gut bestimmbare pflanzliche Reste aufsammeln, die sämtlich dem aus den Magerkohlenschichten bekannten Formenkreis der Lepidophyten und Pteridophyllen angehörten.

Die gelegentlich in der Literatur erschienenen Mitteilungen über das Auffinden von Pflanzenformen im Flözleeren, die zum Unterkarbon hinüberleiten sollen, beruhen auf irrtümlichen Bestimmungen.

Später fanden Gothan (1928), Potonié, Franke (1930) und Bode (1933) gut bestimmbare Pflanzenreste im oberen und seltener im mittleren sowie unteren Flözleeren der Gegend von Hagen, Schwerte, Elberfeld und Barmen.

Aber erst in den letzten Jahren glückte es eifrigen Sammlern, unter anderem Bernhard (Dortmund), an mehreren Stellen eine unerwartet reiche Ausbeute an ausgezeichnet erhaltenen und gut bestimmbaren Pflanzen zu machen, so in den Ziegeleien Haspe-Heubing (mittleres Flözleeres) und Vorhaller Dampfziegelei (oberes Flözleeres), ferner in Kramberg bei Kabel, Holzen bei Schwerte und in dem Eisenbahneinschnitt Witten-Barmen bei Klosterholz.

Die von hier stammenden, vielfach ungewöhnlich scharf ausgeprägten Pflanzenreste sind unter anderem von Franke (1927 und 1930) monographisch bearbeitet worden. Aus der Liste der dort aufgeführten Reste, z. B. *Mariopteris acuta*, *Neuropteris schlehani*, *Neuropteris gigantea* und *Alethopteris lonchitica* geht hervor, daß sich die Flora des Flözleeren eng an die der höheren Schichten, das Flözführende, insbesondere an die Magerkohlenschichten, anlehnt. Außerdem finden sich aber auch einige der fast nur dem Flözleeren eigenen Arten, wie *Sphenopteris hollandica* (s. Abb. 154).

Die Flora gehört also dem unteren Oberkarbon (mittleres Namur) an. Da alle bislang aufgefundenen Pflanzenreste in den drei verschiedenaltrigen Stufen des Flözleeren ziemlich gleichmäßig verteilt sind, ist mit ihrer Hilfe allein eine stratigraphische Gliederung nicht möglich. Wegen weiterer Einzelheiten sei auf den Beitrag Gothans verwiesen.

Die das Unterkarbon (Dinant) kennzeichnenden Pflanzenreste treten erst unterhalb der hangenden Alaunschiefer, d. h. noch tief unterhalb des charakteristischen Florensprungs Gothans auf (s. Tabelle 5).

Pflanzenreste finden sich aber auch in anderer Form. Bemerkenswerterweise wurden von Fiege (1932) im Flözleeren bei Allagen in mehreren Horizonten „Dolomitkonkretionen mit Pflanzenresten" festgestellt, die wie die „Torfdolomite" des Flözführenden namurische Pflanzenreste mit allen Einzelheiten ihres Aufbaues erkennen lassen.

Angesichts des großen Reichtums an wohlerhaltenen Pflanzenresten überrascht es daher etwas, daß das Vorkommen von Steinkohle im Flözleeren nur auf ganz geringmächtige Kohlenrinden und -schmitzchen (Treibholzkohlenlagen allochthoner Natur)

Tabelle 5. Flora des Namurs zwischen Menden und Marsberg. (Nach FRANKE, GOTHAN u. a.)

Gliederung (Heerlen 1935)		Ausbildung zwischen Elberfeld u. Menden	Ausbildung zwischen Menden und Marsberg	Pflanzenvereine (nach GOTHAN)	Gliederung (nach SCHMIDT)	
Westfal	A	Fettkohle Eßkohle (Fl. Sarnsbank mit *Gastrioceras subcrenatum*)		*Lonchopteris rugosa, Sphenopteris höninghausi, Sphenopteris schlehani*	V α—δ	Gastrioceras-Stufe
Namur	C	Magerkohle Oberes Flözleeres		*Sphenopteris hollandica, Mariopteris acuta, Neuropteris schlehani. Sphenopteris höninghausi* noch fehlend Florensprung GOTHANS	IV	Eumorphoceras-Reticuloceras-Stufe: *Eumorphoceras superbilingue*
	B	Mittleres Flözleeres	Grauwacken und Grauwackenschiefer			*Reticuloceras reticulatum, Reticuloceras inconstans*
	A (H + E)	Unteres Flözleeres Hangende Alaunschiefer	Grauwacken und Grauwackenschiefer	Flora des Waldenburger Liegendzuges zu erwarten!		*Homoceras beyrichianum, Nuculoceras nuculum, Eumorphoceras bisulcatum, Eumorphoceras pseudobilingue*
Dinant		Kulm-Plattenkalke Kulm-Kieselkalke	Kulmtonschiefer (Bänderschiefer)	*Adiantites, Asterocalamites, Rhacopteris* (Visé-Flora)	III II	Goniatites-Stufe Pericyclus-Stufe

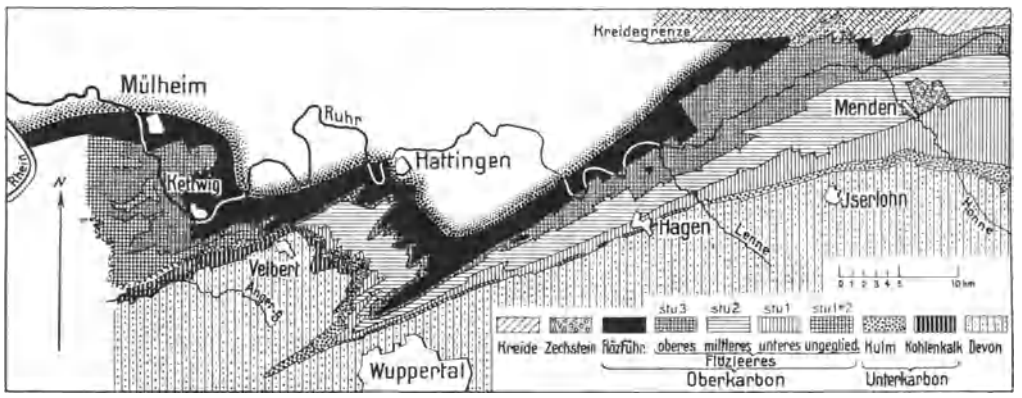


Abb. 43. Die Gliederung des Flözleeren und des Unterkarbons im SW des Industriebezirkes. Umgez. nach Aufnahmen der Pr. G. L. A.

beschränkt ist, wie bei Hennen (östlich Schwerte), bei Haldem (nordöstlich Hagen) und an vielen anderen Stellen.

Das bei Böhle (400 m westlich der Straße Hagen-Böhle) in 210 m Teufe erbohrte 0,50 m mächtige Kohlenflöz, auf das 1901 das Feld Caroline verliehen wurde, gehört vermutlich einer versenkten Steinkohlengebirgsscholle der Magerkohlenschichten an. Eine schwache Kohlenlage im Flözleeren wurde nach BÄRTLING im Voreinschnitt des Klosterholzer Tunnels festgestellt. Ob diese Kohlenablagerungen, die auch an anderen Stellen in etwa der gleichen stratigraphischen Höhe beobachtet worden sind, etwa den Wilhelmine-Flözen des Aachener Karbons entsprechen, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Jedenfalls stellen sie die ersten flözartigen Bildungen im variszischen Sedimentationszyklus dar.

Aus der Wechsellagerung dieser zweifellos terrestrischen Schichten mit den vielfach festgestellten marinen Horizonten ergibt sich, daß in der Zeit des Flözleeren die marinen

Überflutungen häufiger und ausgedehnter waren als während der Zeit des flözführenden Karbons.

Im Gegensatz zu den hangenden und liegenden Stufen des Karbons konnte sich das Flözleere in stratigraphischer Beziehung lange Zeit keiner Sondergliederung erfreuen. Die Ursache liegt einmal in der verhältnismäßig großen Fossilarmut dieses Schichtenkomplexes und in dem durch die wirtschaftliche Bedeutungslosigkeit seiner Gesteine bedingten Mangel an guten Aufschlüssen begründet.

Nach verschiedenen Versuchen von Müller, Henke, Fuchs und Lotz gab Krusch (1908) für die Gegend zwischen Menden und Witten eine auf rein petrographischer Basis aufgebaute Gliederung, die auch der geologischen Kartierung der in Frage kommenden Blätter zugrunde gelegt worden ist. Diese wurde durch spätere Untersuchungen von Bärtling noch etwas erweitert.

Nach Krusch und Bärtling sind vom Hangenden zum Liegenden in der Gegend zwischen Barmen und Menden folgende drei Zonen zu unterscheiden:

Tabelle 6.

Flözleeres (mittleres und oberes Namur) B C	3	Obere Zone (stu 3)	Zone der Ziegelschiefer: Dunkle, milde, bei der Verwitterung bunt anlaufende Schieferton- und Alaunschiefer mit untergeordneten Sandstein- und Eisensteinbänken
	2	Mittlere Zone (stu 2)	Grauwackenzone: Mächtige Schiefertonlagen, wechsellagernd mit schwächeren Grauwacken
	1	Untere Zone (stu 1)	Quarzit- und Konglomeratzone: Quarzitische und konglomeratische Grauwackenzone mit untergeordneten, teilweise pflanzenführenden Schiefertonbänken

Diese Dreiteilung gilt, wie erwähnt, in der Hauptsache für den mittleren Teil des Industriereviers, etwa zwischen Barmen und Menden (s. Abb. 43). Hier mißt das Flözleere quer zum Streichen rd. 10 km, während weiter im W und im O die Verhältnisse etwas andere sind (s. Abb. 43).

Im einzelnen sei hierzu folgendes bemerkt: Die Quarzitzone (unteres Flözleeres = stu 1) ist durch eine Reihe mehr oder weniger mächtiger, in Schiefertone eingebetteter und auf größere Entfernung zu verfolgender Quarzitbänke gut gekennzeichnet. Schon oberflächlich sind die Bänke an den weithin verstreuten Quarzitrollstücken im Gelände gut erkennbar. Die liegendste Quarzitbank sollte gleichzeitig auch die Grenzbank gegen die Schichten des Kulms darstellen. Mitunter gehen die liegenden Quarzitbänke in grobe Quarzkonglomerate über, was auf Strandnähe bei der Bildung hindeutet. Weiter im W (bei Velbert und Ratingen) treten an Stelle der Quarzite Grauwackenbänke. Auch gegen die nächsthöhere Zone schließt die untere Zone mit einer Quarzitbank ab.

Die Grauwackenzone (mittleres Flözleeres = stu 2) setzt sich aus wechsellagernden, örtlich bis zu 50 m anwachsenden Bänken meist dunkler, grobkörniger und glimmerreicher „Grauwacke" von rauhem erdigem Bruch und Schiefertonen zusammen, von denen die letzteren überwiegen. Örtlich werden die härteren Grauwackenbänke in Steinbrüchen ausgewonnen. Nach oben wird die Zone ebenfalls durch eine Grauwackenbank begrenzt.



Abb. 44. Schiefertone der Ziegelschieferzone des Flözleeren. Schmiedestraße bei Haßlinghausen.

Die oberste Zone, die Ziegelschieferzone (= stu 3), baut sich vorwiegend aus grauen Schiefertonen, schwachen Sandsteinbänken und untergeordneten Alaunschiefern auf (s. Abb. 44). An vielen Stellen werden die schwefelkiesarmen, buntverwitternden Schiefertone für Ziegeleizwecke verwendet.

Weiter nach W, z. B. auf Blatt Kettwig im Gebiete des Velberter Sattels, wo die Breite des Flözleeren durch die Wirkung der Satanella und anderer streichender Störungen stark herabgemindert ist, können diese drei Stufen nicht mehr ausgegliedert werden (s. Abb. 43). Hier läßt sich nach Roth (1918), Bärtling (1931) und

Wunstorf (1931) nur noch eine Zweiteilung in eine obere, rd. 800 m mächtige „Ziegelschieferzone" (gut aufgeschlossen im Eisenbahneinschnitt bei Hösel, siehe Abbildung 45) und eine untere, rd. 600 m mächtige Quarzit- und Grauwackenzone durchführen.

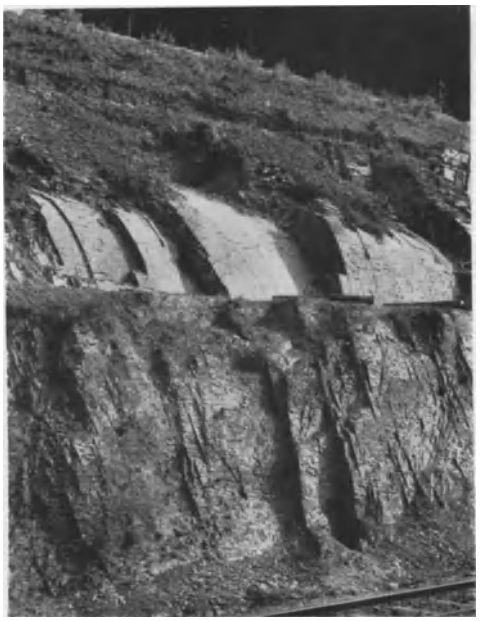


Abb. 45. Gefaltete Schiefertone des oberen Flözleeren bei Hösel. Aufn. Kukuk.

Die unverkennbare Veränderung der faziellen Verhältnisse des Flözleeren in der Richtung von O nach W steht mit der schon erwähnten, deutlich feststellbaren Verkümmerung der Gesamtstufe in der gleichen Richtung zweifellos in ursächlichem Zusammenhang.

Auch im O (östlich von Menden) soll sich nach Bärtling (1925) wieder nur eine Zweiteilung in eine Schieferzone (im Hangenden) und eine Grauwackenzone (im Liegenden) ermöglichen lassen. Noch weiter östlich zeigen sich aber nach Kühne (1932) sehr erhebliche Faziesverschiedenheiten. Sie prägen sich darin aus, daß aus der schiefrigen Ausbildung der „Hangenden Alaunschiefer" (H + E) und eines Teiles der „Quarzitzone" (von Krusch) das mächtige Schichtensystem der Arnsberger Schichten (H + E) hervorgeht, das aus glimmerfreien Grauwackenbänken, Grauwackenschiefern und milden Tonschiefern besteht. Darüber folgen die Hagener Schichten mit glimmerhaltigen Grauwacken.

Auf Grund der Untersuchungen von Kühne (1932) und Schmidt (1933) kann man für diese Gegend folgendes Gliederungsschema aufstellen:

Tabelle 7.

Stufenbezeichnung		Gliederung (nach Krusch-Bärtling)		Zonenfossilien (nach Schmidt)		Gliederung (nach Kühne)
Oberes Namur (C)	Eumorphoceras-Reticuloceras-Stufe	Ziegelschieferzone (stu 3)	Flözleeres	*Eumorphoceras superbilingue*		Ziegelschieferzone
		Grauwackenzone (stu 2)		*Reticuloceras bilingue*		Hagener Schichten
Mittleres Namur (B)		Quarzitzone (stu 1)		*Reticuloceras reticulatum*		
				Reticuloceras inconstans	IV	
Unteres Namur (A) (H+E)		Hangende Alaunschiefer (C t)		*Homoceras beyrichianum* *Nuculoceras nuculum* *Eumorphoceras bisulcatum* *Cravenoceras edalense* *Eumophoceras pseudobilingue*		Arnsberger Schichten (Schiefer- und Grauwackenzone)

Die technische Verwendbarkeit der Gesteine des Flözleeren ist gering. Wie erwähnt, eignen sich die zermürbten Schiefertone des oberen Flözleeren vorzüglich als Ziegelschiefer. In dieser Eigenschaft werden sie in zahlreichen Ziegeleien zusammen mit dem vielfach darüber anstehenden Lößlehm verwendet (s. Abb. 44). Dabei müssen die mürben Sandsteine dieser Zone jedoch außer acht bleiben. Da die Sandsteine bzw. Grauwacken der mittleren Zone gleichfalls nur von geringer Festigkeit sind, beschränkt sich ihre Gewinnung auf vereinzelte Brüche, in denen sie zu Schottermaterial oder als Packlage verarbeitet werden. Etwas größere Bedeutung haben dagegen die harten quarzitischen Bänke des unteren Flözleeren, die früher in vielen, im Streichen verlaufenden Steinbrüchen zur Gewinnung sauren Materials zum Ausfuttern der Hochöfen gewonnen wurden. Heute werden sie vorwiegend als Schotter und Packlage benutzt.

3. Tektonik.

Die tektonischen Verhältnisse des Flözleeren sind wegen der Gleichartigkeit seiner Gesteine und der verhältnismäßig geringen Zahl wirklich guter Aufschlüsse meist nicht leicht zu erkennen. Immerhin geht aus allen Beobachtungen hervor, daß die Faltenbildung sich im großen und ganzen — entsprechend dem Wechsel harter und weicher Gesteinsbänke — an die des flözführenden Steinkohlengebirges anschließt, d. h. aus ostnordöstlich streichenden Normalfalten in der Form der Knickfalten (s. Abb. 46) besteht. Örtlich ist sie aber weit enger und schärfer ausgeprägt als im flözführenden Steinkohlengebirge, freilich ohne daß hier die aus den älteren Teilen des Rheinischen Schiefergebirges bekannten Isoklinalfalten zum Ausdruck gekommen sind. Entsprechend der etwas abweichenden petrographischen Beschaffenheit der Schichten des Flözleeren und ihrer dadurch bedingten größeren Mobilität ist die Sonderausbildung der Falten ganz naturgemäß im einzelnen von derjenigen des flözführenden Karbons verschieden. Hier ausgedehnte flache Mulden, die durch schmale Sattelaufwölbungen getrennt werden; dort intensivst zusammengepreßte, schmale, oft nur wenige Meter breite Sättel und Mulden (Spitzfalten), wie sie ganz besonders im obersten Flözleeren zu sehen sind (s. Abb. 47). In den Spitzfalten sind die harten Bänke als Ganzes geknickt (s. Abb. 48), wobei sich auf den tonigen Zwischenmitteln Bewegungen in der Richtung des Einfallens vollzogen haben.



Abb. 46. Falte im unteren Flözleeren. Westhang der Sorpe-Talsperre.

Dagegen kann von einer durchgehenden Zickzackfaltung durch das ganze Flözleere, wie oft behauptet wird, keine Rede sein. Es wechseln vielmehr enggepreßte Zonen mit Zonen weitspanniger Falten. Ganz allgemein herrscht übrigens ein Nordfallen der Schichten vor (Hahne 1929). Mit dem Härterwerden der Gesteinsschichten werden auch die Falten in der untersten Zone des Flözleeren wieder breiter und runder.



Abb. 47. Spitzfalte im oberen Flözleeren bei Ergste.

Daß neben diesen Falten auch noch Querverwerfungen (Sprünge und Verschiebungen) sowie Längsstörungen (Überschiebungen) eine Rolle spielen, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Jedoch ist bemerkenswert, daß z. B. die große Zahl der Querverwerfungen des alten devonischen Rheinischen Schiefergebirges sich im Flözleeren nicht unerheblich vermindert hat. Der Grund dürfte darin liegen, daß die tektonische Beeinflussung der Schichten des Oberkarbons geringer

als die der älteren Schichten ist. Man geht auch wohl nicht fehl in der Annahme, daß die älteren Schichten schon in den Faltungsbereich des variszischen Gebirges gerieten, als die Schichten des Oberkarbons erst in der Bildung begriffen waren. Immerhin sind Querverwerfungen noch verhältnismäßig häufig. Sie stellen nicht selten „Quellinien" dar und sind daher für die Wasserführung des Flözleeren von Bedeutung. Ihre Verwurfshöhe scheint mit wenigen Ausnahmen nicht sehr groß zu sein. Zu den wichtigeren Querstörungen (in der Ausbildung von Verschiebungen) gehören unter anderem die Westhofener Störung, die Volmestörung (oder Hagener Querverwerfung) mit einem Verwurf im Eilpetal (südlich Hagen) von rd. 1500 m, das Königsborner Grabensystem und die Altenbürener Verwerfung (westlich Brilon).



Abb. 48. Knickfalte im mittleren Flözleeren von Eckesey bei Hagen. Aufn. KUKUK.

Über die Bedeutung und Häufigkeit der streichenden Verwerfungen desFlözleeren herrscht noch keine Klarheit. Die einen halten sie für keineswegs seltene Erscheinungen mit sehr verschiedenem Verwerfungsausmaß. So will BÄRTLING zahlreiche streichende Verwerfungen im Gebiete von Hattingen beobachtet haben, und zwar im Klosterholzer Tunnel, wo auf 350 m querschlägige Länge 12 größere derartige Störungen nachgewiesen sein sollen. Andere sind der Ansicht, daß die Zahl der echten Längsverwerfungen verhältnismäßig gering ist. Möglicherweise sind diese Störungen mit vorwiegend O—W verlaufenden Blättern verwechselt worden, deren häufiges Vorkommen, ebenso wie im Flözführenden, auch für das Flözleere anzunehmen ist.

Die wiederholt erwähnte bedeutende Ennepetalstörung (s. Tafel III) möchte ich nicht als einen streichenden Sprung ansehen, sondern sie mit OBERSTE-BRINK (1933) und HAARMANN (1932) für eine Überschiebung halten.

Hinsichtlich des Alters der Faltung im Flözleeren, das mit dem produktiven Karbon völlige Konkordanz aufweist, ergibt sich aus der Diskordanz mit dem überlagernden ungefalteten Zechstein und der Trias, daß die Hauptfalten, wozu auch die Mehrzahl der mit der Faltenbildung gleichaltrigen Überschiebungen gehört, in der Zeit der asturischen Phase der variszischen Orogenese entstanden sind. Jüngeren Alters sind die Querverwerfungen, während das Alter der Längsverwerfungen noch nicht sicher erkannt ist. Man gewinnt sogar stellenweise den Eindruck, als wenn die Querverwerfungen von den Längsverwerfungen abgeschnitten würden.

III. Abschnitt.

Ausdehnung und Gliederung des flözführenden Oberkarbons sowie die Fazies des Oberkarbons im Ruhrbezirk.

A. Allgemeiner stratigraphisch-tektonischer Überblick.

Von den weit über 6000 km² umfassenden flözführenden Schichten rechts des Rheins tritt nur ein kleiner Teil unmittelbar zutage. Das übrige Gebiet liegt unter einem nach N mächtiger werdenden Deckgebirge verborgen (s. Abb. 49).

An der Zusammensetzung der die subvariszische Saumtiefe erfüllenden flözführenden Steinkohlengebirgsschichten sind hauptsächlich Schiefertone und Sandsteine mit

ihren Übergängen und Abarten (Konglomerate, Grauwacken und Sandschiefer) sowie Steinkohlen- und Eisensteinflöze beteiligt. Trotz ihrer wirtschaftlichen Bedeutung ist der Anteil der Kohle am Gesamtschichtenaufbau sehr gering. Auf die im engeren Ruhrbezirk bis jetzt aufgeschlossene Schichtenfolge entfallen rd. 55 m Kohle in unbedingt (absolut) bauwürdigen Flözen und rd. 25 m in bedingt (relativ) bauwürdigen Flözen, insgesamt also etwa 80 m Kohle auf rd. 2900 m Schichtenmächtigkeit = rd. 2,8%.

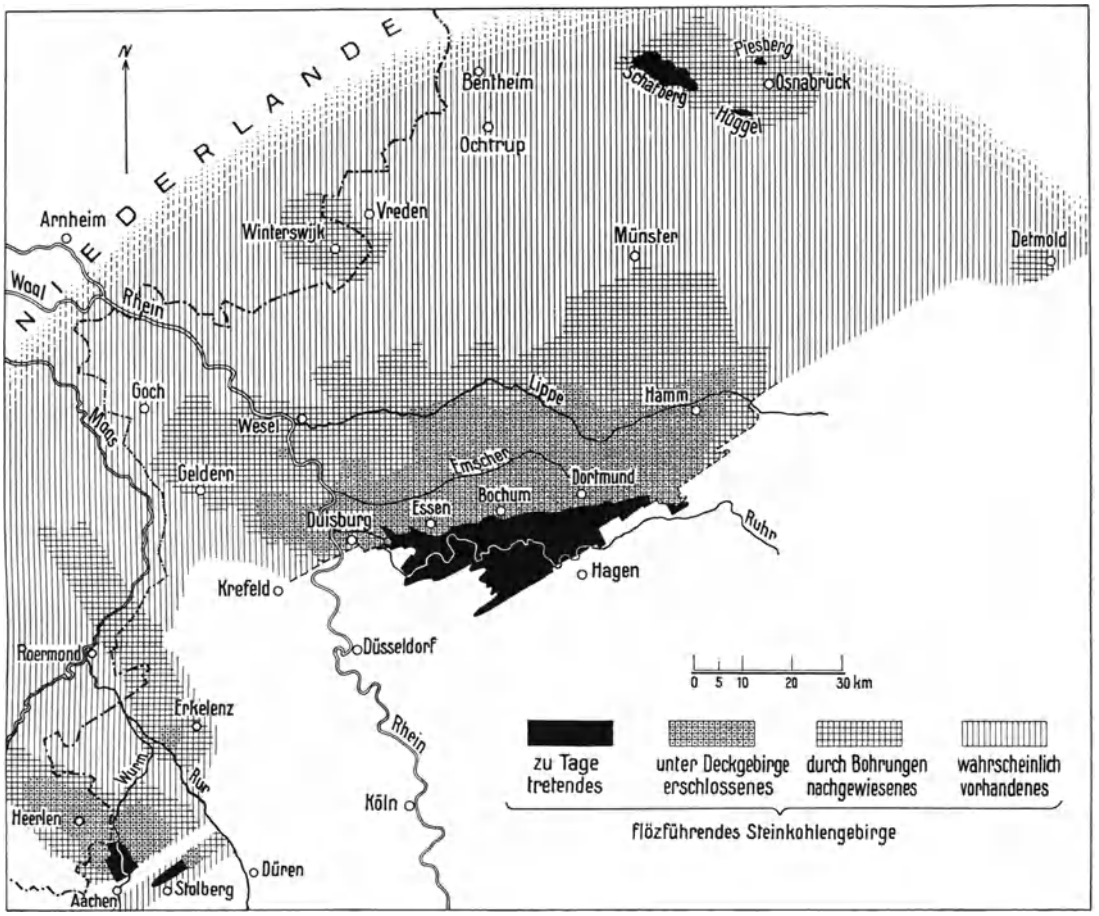


Abb. 49. Die Verbreitung des flözführenden Steinkohlengebirges im nordwestlichen Deutschland.

Kennzeichnend für die Stratigraphie des Ruhroberkarbons ist, daß sich Flora und Fauna der Schichten, aber auch Reife (Inkohlungsgrad) und Eigenschaften der Kohlenflöze sowie Zusammensetzung und Ausbildung des Nebengesteins vom Hangenden zum Liegenden, d. h. in senkrechter Richtung, recht erheblich verändern, während diese Verhältnisse in der Waagerechten ziemlich die gleichen bleiben. Auf die vorhandenen Unterschiede der Flözkohle in chemisch-technischer Hinsicht in der Senkrechten gründen sich auch die wiederholt unternommenen Versuche einer allgemein gültigen Gliederung der Steinkohlenschichten an der Ruhr (vgl. Abschnitt III, C). Sie haben heute zu einer Einteilung der gesamten Ablagerung in sechs unter sich gekennzeichnete Schichtengruppen, und zwar in Mager-, Eß-, Fett-, Gas-, Gasflamm- und Flammkohlenschichten geführt, die den stratigraphischen Stufen des Namurs sowie vorwiegend des unteren, mittleren und oberen Westfals angehören.

In petrographischer Beziehung zeichnen sich die mittleren Zonen (Fettkohlen- und Gaskohlenschichten) neben ihrem Flözreichtum durch das Überwiegen von Schiefertonschichten aus, während die verhältnismäßig flözarmen liegenden und hangenden Stufen (Mager- und Eßkohlen- sowie Gasflamm- und Flammkohlenschichten) zwar weit reicher an Sandsteinen und Konglomeraten, dafür aber ärmer an Kohlen sind. Rein palä-

ontologisch betrachtet, sind die unterste und die oberste Zone durch das häufige Auftreten von marinen Schichten gekennzeichnet, die beiden mittleren Horizonte durch ihren Reichtum an Ablagerungen mit Süßwasserbewohnern. Auch die fossile Flora läßt in den einzelnen Stufen eine nicht unerhebliche Differenzierung erkennen.

Das Bedürfnis nach schneller vergleichender Unterrichtung über die vielen Flöze des Bezirks hat schon früh zur Identifizierung und Benennung bestimmter Flöze innerhalb der verschiedenen Kohlengruppen geführt. Sie gründet sich auf flözeigene charakteristische Eigenschaften unter besonderer Berücksichtigung des petrographischen Verhaltens des unmittelbaren Nebengesteins bestimmter Flöze und seiner leitenden Pflanzen- und Tierreste. Diese Flöze sind schon früh als „Leitflöze" bezeichnet und durch den ganzen Bezirk verfolgt worden. Eingehende neuere Untersuchungen haben es sogar ermöglicht, die Mehrzahl aller Flöze auf den verschiedenen Zechen wiederzuerkennen und einheitlich zu benennen, wie später noch näher ausgeführt werden wird.

In tektonischer Hinsicht haben wir es im Ruhrgebiet mit einer im Verhältnis zum Faltenbilde der belgischen und französischen Becken mittelstark gefalteten Ablagerung zu tun, die von bestimmten Gesetzen beherrscht wird. Diese äußern sich — soweit die Aufschlüsse im Karbon unmittelbar unterhalb der Deckgebirgsüberlagerung in Frage kommen — im Auftreten wiederholt untergefalteter, breiter, flözreicher Mulden und verhältnismäßig eng zusammengeschobener, flözärmerer, schmaler Sättel. Dabei klingt die Intensität der Karbonfaltung nicht etwa gleichmäßig in der Richtung von S nach N ab, wie früher angenommen wurde, sondern nimmt — besonderen Regeln folgend — nach der Tiefe zu. An gewissen Stellen (sog. Knickstellen) vor und hinter den Hauptsätteln geht die schwach wellenförmige Lagerung der höheren (jüngeren) Schichten (als Folgeerscheinung disharmonischer Faltung) nach der Tiefe zu in den älteren Schichten in immer schärfer ausgeprägte Spitzfalten über.

Einige der sich besonders tief einsenkenden Mulden, die sich durch den ganzen Bezirk verfolgen lassen, werden als „Hauptmulden" bezeichnet. Es sind dies, von S nach N gezählt: die Wittener, Bochumer, Essener, Emscher- und Lippe-Mulde. Durch eine während der Zeit des Mesozoikums eingetretene Schrägstellung der Oberfläche des eingeebneten Karbonkörpers senken sich die Hauptmulden in der Richtung von S nach N immer tiefer ein und werden damit auch an Flözen reicher.

Ist die südlichste Mulde, die Wittener Hauptmulde, vorwiegend mit Schichten der Mager- und Eßkohlen gefüllt, während Fettkohlen nur in bestimmten, durch Faltung und Grabenversenkungen besonders beeinflußten Teilen der Mulde auftreten, so finden sich in der Bochumer Mulde, dem Gesetz des Einsinkens folgend, neben Fettkohlenschichten zum ersten Male Flöze der Gaskohlengruppe. Die Essener Mulde birgt schon untere Gasflammkohlenschichten in großer Mächtigkeit. In der Lippe-Mulde endlich sind auch die höchsten Schichten, die Flammkohlen, enthalten. Vier Hauptsattelerhebungen oder richtiger Sattelsysteme trennen die Hauptmulden voneinander. Es scheidet der Stokkumer Sattel die Wittener von der Bochumer Mulde, der Wattenscheider Sattel die Bochumer von der Essener Mulde, der Gelsenkirchener Sattel die letztere von der Emscher-Mulde und schließlich der Vestische Sattel (früherer Sattel Zweckel-Auguste Victoria) die Emscher-Mulde von der Lippe-Mulde. Eine weitere Erhebung ist im Norddorstener Sattel bekannt geworden.

Die verhältnismäßig gesetzmäßig gefalteten Ablagerungen des Ruhrbezirkes sind durch eine Reihe verschiedenartiger und -alteriger Störungen stark beeinflußt worden, so daß ein richtiges Faltenbruchgebirge entstanden ist. Ausgedehnte, mit den Auswirkungen des Faltungsvorganges im engsten Zusammenhange stehende Wechsel mit bis 2000 m flachem Überschiebungsausmaß, die teils gefaltet, teils nicht gefaltet sind, begleiten die Faltenstränge in ihrem Streichen. Zahlreiche Sprünge mit fast querschlägigem Verlauf zum Schichtenstreichen und Verwürfen bis zu vielen 100 m haben den gefalteten Karbonkörper zerrissen und in eine Reihe NW—SO sich erstreckender Schollen zerlegt, die heute nach eingetretener Abtragung ein Mosaik teils tiefversenkter Gräben, teils herausragender Horste oder Staffeln darstellen. Diese sind wieder stellenweise in sich zerbrochen. Zu den genannten Störungen treten noch zahlreiche Verschiebungen längs

westöstlich oder diagonal verlaufender Blätter. Diese letzteren haben aber das tektonische Gesamtbild nicht mehr wesentlich beeinflussen können.

B. Ausdehnung und Begrenzung des Flözführenden in seiner Abhängigkeit von der Tektonik und der Überlagerung durch jüngere Schichten.

Da der größte Teil des Karbons — voraussichtlich in erheblicher Tiefe — unter den jüngeren Schichten des Beckens von Münster bzw. des norddeutschen Flachlandes verborgen liegt, können wir über die Ausdehnung der flözführenden Ablagerungen nach NO, N und NW (das sog. kohlenhöffige Gebiet), d. h. über die durch Bergbau und Bohrungen erschlossenen Felder hinaus nur wenig mit Sicherheit aussagen. Wir haben auch keine Kenntnis darüber, ob z. B. das Flözführende noch weiter in der Richtung auf das oberschlesische Becken vorhanden ist, oder ob es noch unterhalb der Triasgebilde des Weserberglandes auftritt. Für die Beantwortung dieser und vieler anderer Fragen sind wir lediglich auf ± begründete Vermutungen angewiesen. Mit Sicherheit ist das Karbon eben nur innerhalb des durch Bergbau und Bohrungen aufgeschlossenen Gebietes bekannt.

Immerhin lassen sich über die Ausdehnung des Karbons folgende bestimmte Angaben machen (s. Tafel IV): Nach O streicht das Steinkohlengebirge, wie die Bohrungen erkennen lassen, bis über die Egge hinaus. Nach W steht es nach den bergbaulichen Aufschlüssen über den Rhein hinüber in einem unmittelbaren, durch einen Wechsel tiefgelegener Gräben und höherer Horste unterbrochenen Zusammenhang mit den Aachener Becken und dem holländischen Bezirk. Im N ist eine natürliche Grenze nicht vorhanden.

1. Der Südrand des flözführenden Karbons.

Das zum größten Teil von jüngeren Schichten überlagerte Gebiet des flözführenden Karbons geht, wie erwähnt, im S, und zwar auf einer kleinen Fläche von etwa 500 km², unmittelbar zutage aus. Nur im äußersten S, SW und SO dieses Gebietes kann man dabei von einer natürlichen Begrenzung sprechen. Hier haben Unterkarbon und Devon des Rheinischen Schiefergebirges einen hohen und breiten Grenzwall gegen das Ausgehende des Karbons aufgerichtet. Grenze der flözführenden Schichten bildet die liegendste Werksandsteinbank der unteren Magerkohlenschichten, die von der Geologischen Landesanstalt für ihre Kartierungszwecke als Abschluß angesehen wird (s. Abb. 42). Auf diese wichtige Linie, die durch die geologischen Aufnahmen auf den Blättern Kettwig, Velbert, Elberfeld, Barmen, Hattingen, Hagen, Hohenlimburg, Iserlohn, Menden genau festgelegt ist, sei zunächst kurz eingegangen (s. Abb. 50 und Tafel IV).

Vom Rhein aus verläuft die anfänglich über Tage nicht aufgeschlossene Grenzlinie südlich von Duisburg in WSW—ONO-Richtung auf die Ruhr zu und überschreitet sie unterhalb von Mülheim. Südlich von Mülheim wird ihre Erkenntnis durch Deckschichten (Löß und Lößlehm) sehr erschwert, kann aber zunächst geradlinig weiter nach O verfolgt werden. Bei Harzopf (südwestlich von Essen) quert sie den Wattenscheider Sattel, um vor dem Erreichen der Mergelüberlagerung wieder auf Kettwig zurückzubiegen. An einer dem Laufe der Ruhr folgenden Querverwerfung verspringt sie dann, um noch einmal südlich der Ruhr, dem Ausheben der Bochumer Mulde entsprechend, nach SW über Kettwig hinaus etwas vorzustoßen. Von hier aus läßt sie sich südlich der Ruhr, nur durch kleinere Querstörungen verworfen, in mehreren Bögen, in denen die Sonderfalten der Bochumer Mulde zu erkennen sind, etwa bis Hattingen nachweisen. Hier erreicht sie den von W bis fast an die Ruhr vorspringenden flözleeren Kern des Stockumer Sattels, der die Bochumer von der Wittener Mulde trennt. Ihr weiterer Verlauf über die Ruhrberge bis Herzkamp und Horath weist wieder eine girlandenartige Form auf, die durch das Ausheben der kleinen Sondermulden von Hamburg-Walfisch, Blankenburg, Sprockhövel und Herzkamp bedingt ist.

Mit der Umfassung der Herzkämper Mulde endigt der schlangenförmige Verlauf der Grenzlinie im SW, um weiter nach NO einer fast geradlinigen, nur von kleineren Querverwerfungen beeinflußten und dem Hauptschichtenstreichen parallelen Richtung Platz zu machen (s. Abb. 50). Die Grenze nähert sich hier unter anderem den Orten Herzkamp, Wetter und Schwerte. Unmittelbar östlich von Westhofen tritt das flözführende Karbon längs eines bei der früheren Zeche Glückauf-Segen aufgeschlossenen und von Krusch (1918) als „Westhofener Störung" bezeichneten Sprungs um etwa 3 km scharf nach NW zurück, um weiter nordöstlich bei Ardey wieder um rd. 5 km gestaffelt nach S vorzuspringen.

Südlich der vorgeschilderten Grenze treten an einigen Stellen, so südwestlich von Haßlinghausen (s. Abb. 51), nordöstlich von Asbeck und östlich von Boehle (nördlich von Hagen) noch einmal kleine, im Flözleeren eingefaltete bzw. eingesunkene Karbonschollen zutage, die erst durch die Kartierung der Landesanstalt bekannt geworden sind (s. Tafel IV).

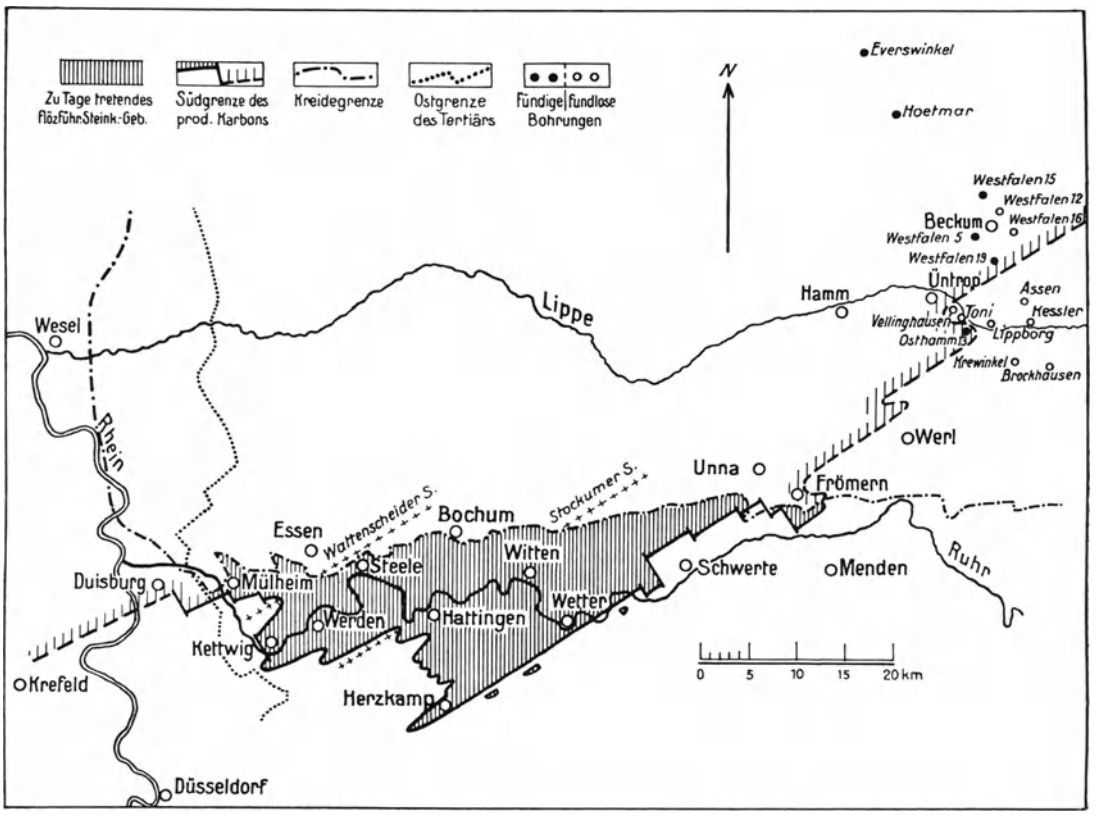


Abb. 50. Die Südgrenze des flözführenden Steinkohlengebirges und ihre östliche Fortsetzung unter dem Deckgebirge.

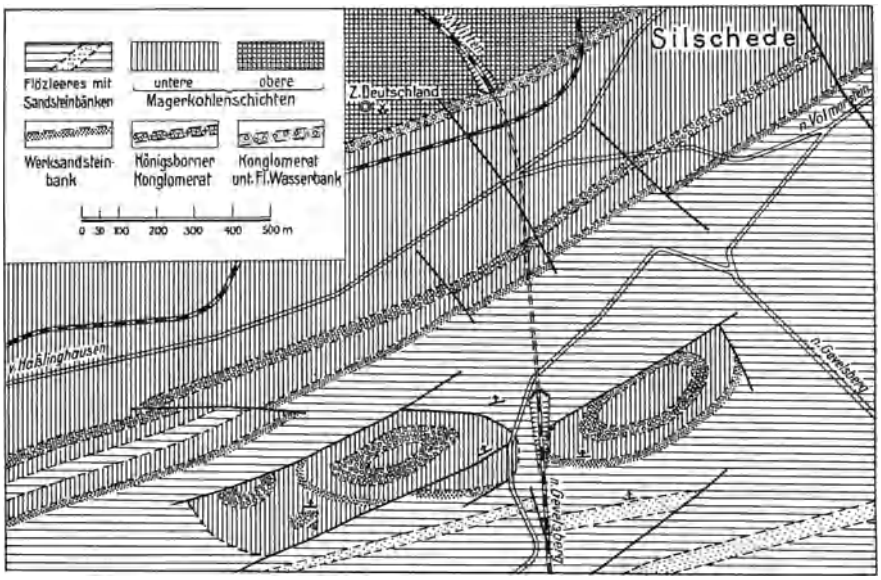


Abb. 51. Zwei flözführende Karbonmulden im Flözleeren bei Silschede. Nach Aufnahmen der Geol. Landesanstalt.

Die Karbongrenze springt dann im „Graben von Preußen“ (im westlichsten Teil der nach S vorgeschobenen Karbonmulde von Fröndenberg) noch einmal nach S vor, um im „Horst von Kamen“ (Kukuk 1910) wieder ein wenig nach N zurückzuweichen (s. Tafel VI). Im anschließenden Gebiet des „Königsborner

Grabens" tritt der rd. 2 km lange Teil des Fröndenberger Karbons wieder etwas nach S vor. Während dieses letztere Gebiet nach der Kartierung der Landesanstalt westlich von einer einfachen Verwerfung begrenzt wird, die KRUSCH (1918) mit dem Königsborner Hauptsprung identifiziert, erscheinen östlich mehrere Störungen, deren Fortsetzung nach N noch nicht sicher erkannt ist. Die östlichste dieser Verwerfungen bildet nach KRUSCH auch die östliche Grenze des bekannten Mendener Konglomerats.

Der weitere Verlauf der Grenze des Flözführenden kann infolge Überdeckung durch die Kreide und in Ermangelung von Grubenaufschlüssen östlich von Frömern nur noch durch Bohrungen verfolgt werden. Hierbei darf angenommen werden, daß die Grenzlinie die einmal angenommene ostnordöstliche Richtung im allgemeinen auch beibehält (s. Abb. 50).

Leider dürfen die „Ergebnisse"(?) eines großen Teils der hierfür der Lage nach in Frage kommenden Bohrungen nur mit großer Vorsicht verwertet werden, wie ich in mehreren Fällen feststellen konnte. Es ist daher zur Zeit nicht möglich, diese wichtige südliche bzw. südöstliche Grenze des produktiven Karbons unter dem Deckgebirge mit absoluter Genauigkeit anzugeben.

Aus den Angaben der nachprüfbaren Bohrungen und auf Grund einiger als einwandfrei zu betrachtenden Kontrollbohrungen läßt sich jedoch bezüglich des Verlaufes dieser Grenze der Schluß ziehen, daß das flözführende Karbon nördlich von einer die Bohrungen Hohenzollern, Wilhelm der Große, Maritana, Minister Falk und Aurora 4 einschließenden Linie als „nachgewiesen" zu betrachten ist (s. tektonische Übersichtskarte, Tafel VI).

Südlich von dieser Linie ist keine der niedergebrachten Kernbohrungen bei Stockum, Siddinghausen, Dreihausen fündig geworden, obgleich eine große Reihe älterer Bohrungen angeblich „Kohle" mit „hohem" Gasgehalt angetroffen haben wollte. Weiter gegen S und SO trafen Kernbohrungen der Int. B. Ges. zwischen Werl und Soest, z. B. bei Luigsmühle, Mawicke und Schwefe unter der Kreide schon Schichten des Devons an. Auch die noch weiter südlich gelegenen Kernbohrungen, wie bei Vierhausen und Bremen, sind fundlos geblieben (s. tektonische Übersichtskarte).

Trotzdem ist es möglich, mit einiger Sicherheit die Grenze des Flözführenden nach ONO unterhalb der Kreide weiter zu verfolgen (s. Abb. 50).

Es gerieten nämlich die Bohrungen Clara (bei Lippborg) bei rd. — 499 m, Toni bei rd. — 522 m, Vellinghausen bei rd. — 608 m ins Flözleere, während die Bohrung Osthamm 13 bei rd. — 448 m auf Magerkohle fündig wurde. Zudem trafen die nordöstlich von Lippborg gelegene Bohrung Dr. Ebeling (bei Haus Assen) nach KRUSCH (1902) unter der Kreide bei rd. — 517 m Mitteldevon (Massenkalk), und die Bohrungen Kessler 1 und 2 nach BÄRTLING (1909) bei rd. — 462 m Kulm an (s. Tafel II). Auch die südlich von Lippborg liegenden Bohrungen Krewinkel und Brockhausen sollen ins Flözleere geraten sein.

Diesen Ergebnissen und dem allgemeinen Schichtenaufbau folgend, kommt man zu der Auffassung, daß die flözführenden Schichten der Wittener Mulde sich etwa in einer nördlich von der Bohrung Kirchwelver und westlich von der Bohrung Clara (b. Lippborg) verlaufenden Linie ausheben, die, die Wittener Hauptmulde umrandend, auf dem Stockumer Sattel zwischen der angeblich ins Flözleere geratenen Bohrung Toni und der fundlosen Bohrung Vellinghausen sowie der fündigen Bohrung Osthamm 13 durchgeht (s. Abb. 50).

Die Annahme des Aushebens der Wittener Mulde im O wird auch noch durch die ins Mitteldevon geratene Bohrung Kreuzkamp (nordöstlich von Lippstadt) sowie durch die Bohrungen Geseke und Wildsöden bei Salzkotten wahrscheinlich gemacht, welche gleichfalls Mitteldevon antrafen.

Südlich der mit einiger Sicherheit erkannten Grenze des Flözführenden zwischen Lippborg und Flierich und nördlich von Werl sollen freilich noch einige Bohrungen flözführendes Karbon angetroffen haben, so die Bohrungen Sünnern (bei — 204), Neuwerk 3 (bei — 233), Büderich 1 (bei — 60), Büderich 2 (bei — 62), Neuwerk (bei — 217) und Aurora 2 (bei — 154). Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß hier noch einmal flözführendes Karbon in zwei flachen Mulden eingesenkt ist. Die Angaben dieser Bohrungen sind aber nicht zuverlässig genug, als daß sichere Schlüsse daraus gezogen werden könnten (vgl. Tafel VI).

Den Ergebnissen der Bohrungen in der Bochumer Mulde zufolge scheinen deren flözführende Schichten sich nach NO noch über die Wittener Mulde hinaus zu erstrecken. Dabei ist anzunehmen, daß auch die flözführenden Sonderfalten der Bochumer Mulde sich in ihrem Weiterverlauf nach NO flach herausheben, derart, daß der östliche Schluß der Bochumer Mulde in etwa dem westlichen entspricht. Ich möchte daher den Verlauf des Ausgehenden der flözführenden Schichten dieser Mulde in einer schlangenförmigen Linie sehen, welche die nichtfündigen Bohrungen Westfalen 12 und 16 aus-, die auf Magerkohle fündige Bohrung Westfalen 19 dagegen einschließt (s. Abb. 50 und Tafel IV).

Nach Angabe von MENTZEL (1906), der die Bohrungen untersuchte, geriet die nichtfündige Bohrung W. 12 in die untersten flözleeren Magerkohlenschichten, während die Bohrung Westfalen 16 ebenfalls tiefste Magerkohle oder sogar Flözleeres antraf.

Südlich von Neubeckum mag die Grenzlinie des Flözführenden infolge des hier durchstoßenden Wattenscheider Sattels sich nach W zurückbiegen, um sich von hier aus wieder nach ONO in variszischer Richtung weiter zu erstrecken. Für die weitere Verbreitung des flözführenden Karbons sprechen unter anderem die Ergebnisse der fiskalischen Bohrungen Hoetmar und Everswinkel mit 1307 bzw. 1352 m mächtigem Deckgebirge (s. Tafel IV).

Die Bohrung Hoetmar erschloß nach dem von BÄRTLING bearbeiteten Profil „Fettkohlenflöze" mit 25,9—23,9% Gas (vom Hangenden zum Liegenden), während die bei Everswinkel durchbohrten Flöze einen Gasgehalt von 29,2—24,6% aufwiesen, also gleichfalls Fettkohlenflöze sein dürften.

Weitere Aufschlüsse fehlen. Jedenfalls haben die zur Klärung der Lagerungsverhältnisse bei Holzhausen südöstlich von Lengerich und bei Saerbeck südlich von Ibbenbüren durch die Intern. Bohrges. in Erkelenz angesetzten Bohrungen das Karbon nicht mehr erreicht. Die erstere Bohrung wurde schon bei 82 m und die zweite bei 1397 m im Emscher eingestellt. Letztere hätte das Karbon erst etwa 4—600 m tiefer nach Durchteufung des Turons, Cenomans, der Trias und des Zechsteins angetroffen.

2. Die Weitererstreckung des Karbons nach Osten.

Die Ergebnisse mehrerer in den letzten Jahren im NO des westfälischen Kreidebeckens niedergestoßener Tiefbohrungen haben die oft erörterte Frage nach der Weitererstreckung des flözführenden westfälischen Karbons nach O über den Meridian von Soest hinaus wieder in Fluß gebracht und viel zur Kenntnis des vorkreidischen Untergrundes beigetragen. Besonders wichtig für die Beantwortung dieser Frage sind die zwecks Erschließung von kohlensäurehaltigen Heilquellen niedergebrachten Bohrlöcher bei Lippspringe i. W. und Detmold sowie die von der Ilseder Hütte (Peine) veranlaßten und von Stille (1932) untersuchten neuen Bohrungen von Haustenbeck, Lopshorn und Augustdorf geworden (s. Tafel II).

Bekanntlich gingen die älteren, von LEO CREMER und H. MENTZEL vertretenen Auffassungen über die Ausdehnung des produktiven Karbons dahin, daß sich das flözführende Steinkohlengebirge im O in einer gewellten Linie — etwa im Meridian von Soest — endgültig herausheben würde. Auch der Verfasser hatte sich in früheren Jahren dieser Ansicht angeschlossen, später aber wiederholt darauf hingewiesen, daß man im NO mit einem Wiedereinsetzen von Ablagerungen des Karbons bzw. mit seiner Weitererstreckung in dieser Richtung rechnen könne (KUKUK 1926).

Das Ergebnis der beiden Bohrungen Lippspringe und Detmold hat die vermutete Weitererstreckung des Karbons im erzgebirgischen Streichen (WSW—ONO) bestätigt.

Mit der Feststellung der Fortsetzung von Ablagerungen des Karbons nach O erwächst die Frage, ob die hierdurch um rd. 50 km vergrößerte Ausdehnung des Steinkohlengebirges auch volkswirtschaftlich von Bedeutung ist, d. h. ob begründete Aussicht besteht, innerhalb des neuen Raumes flözführendes Steinkohlengebirge in entsprechender Ausbildung und in bergwirtschaftlich nutzbarer Teufe zu erschließen.

Die im Jahre 1925 niedergebrachte Bohrung Lippspringe hat in einer Teufe von 459 m paläozoische Schichten mit 45° Einfallen angetroffen, die als „flözleeres Oberkarbon" angesprochen wurden. Angeblich soll es sich um „Häcksel" führende Schiefertone mit Überzügen dünner Farbenhäutchen handeln, wie sie ganz allgemein für das obere Flözleere kennzeichnend sind. Demgegenüber hat die Tiefbohrung Detmold im Tale der Berlebecke unter einem vermutlich zum Zechstein gehörenden hellen Sandstein zweifellos produktives Karbon von 1066—1101 m in steiler Stellung und stark gestört erbohrt. Funde oberkarbonischer Pflanzenvertreter der Gattungen *Sphenopteris*, *Mariopteris* und *Alethopteris*, die, soviel ich weiß, nicht näher bestimmt worden sind, deuten nach der Ansicht von GOTHAN und STILLE auf eine Zone hin, die der oberen Magerkohle bzw. unteren Fettkohle, d. h. also dem unteren Westfal entspricht. Dieser Ansicht schließe ich mich an. Nach der Angabe von Professor Dr. WEERTH (Detmold) soll neben Calamitenresten, welche allerdings stratigraphisch nichts beweisen, auch *Sphenopteris hoeninghausi* gefunden worden sein. Danach wäre die erbohrte Zone als Äquivalent der Eßkohle bis unteren Fettkohle anzusprechen. Nach einer weiteren Mitteilung soll auch ein Kohlenflöz von 0,50 m durchbohrt sein. Da aber das Schichtenfallen in der Tiefe 65° beträgt, also steil ist, vermag man aus dieser Angabe für die Flözführung des Karbons nur wenig zu entnehmen. Wahrscheinlich handelt es sich um Schichten des Karbons, die stratigraphisch als Äquivalente des Namurs bzw. unteren Westfals zu betrachten sind.

Der Grund dafür, daß gerade hier das Karbon in verhältnismäßig großer Höhenlage angetroffen wurde, liegt einmal in der saxonischen Auffaltung der Untergrundschichten längs der Osningachse begründet, die auch das Karbon des Piesberges und von

Ibbenbüren heraushob. Zum zweiten spricht der Umstand mit, daß hier sowohl die Mächtigkeit des Buntsandsteins als auch des salzfreien Zechsteins gegenüber den Nachbargebieten ungewöhnlich schwach entwickelt ist.

Im Hinblick darauf, daß das Karbon von Detmold ziemlich schnell sowohl nach S als auch nach N wieder einzusinken scheint, ist nicht anzunehmen, daß seine Flächenerstreckung in bergbaulich nutzbarer Teufe sehr groß ist. Rein wirtschaftlich betrachtet kommt daher dem Vorkommen des flözführenden Detmolder Karbons keine Bedeutung zu, zumal eine Teufe von weit über 1000 m bis zum Karbon zu groß ist, als daß sie nach dem heutigen Stande der Bergbautechnik gewinnbringenden Bergbau gewährleisten könnte (s. Abb. 539).

Über die südliche Grenze des Flözführenden in der Gegend von Detmold lassen sich trotz der Fündigkeit der Bohrung dortselbst nur Vermutungen äußern.

Meines Erachtens wird das südliche Ausgehende des flözführenden Karbons (östlich des Meridians von Soest) in etwa dem erzgebirgischen Streichen folgen, wobei es natürlich nicht ausgeschlossen ist, daß diese Grenzlinie infolge Auftretens älterer Aufsattelungen oder von Brüchen örtlich ± stark nach S oder nach N ausbiegt. Geht man davon aus, daß die Bohrung Haustenbeck nach STILLE noch Oberkarbon (und zwar tiefes Namur nach GOTHAN) mit schwachen Kohlenschmitzen angetroffen hat, so dürfte das Ausgehende des Oberkarbons zwischen den Bohrungen Haustenbeck und Lippspringe durchgehen (s. Tafel II). Wahrscheinlich überschreitet die Grenzlinie des Oberkarbons den vermuteten Münsterländer Abbruch in der alten erzgebirgischen Richtung, um dann in das Gebiet der nördlichen Eggefalten südlich von Detmold überzutreten.

Auf Grund unserer derzeitigen Kenntnisse sind daher die Aussichten sehr gering, östlich des Meridians von Soest noch bauwürdige Teile des produktiven Karbons anzutreffen. Vielmehr dürften in dem fraglichen Gebiete höchstens flözarme oder vielleicht auch nur flözleere Horizonte des Oberkarbons oder verfaltete Zonen beider anstehen.

Im übrigen ist die von STILLE (1926) auf Grund älterer Beobachtungen am Südostrande der Kreide seiner Zeit vermutete Lage des sog. präkretazischen „Borlinghauser Abbruchs" auf Grund neuer geologischer Aufnahmen, des Ergebnisses der Bohrung Lippspringe sowie der neuen Bohrungen bei Haustenbeck, Lopshorn und Augustdorf berichtigt worden (STILLE 1932, s. Abb. 539). Zunächst hat die Bohrung Lippspringe unmittelbar unter der transgredierenden oberen Kreide (einschließlich des oberen Gaults) nach HAACK das paläozoische Grundgebirge, d. h. zu oberst wenige Meter Rotliegendes (mit *Gampsonyx fimbriatus* JORDAN) und darunter flözleeres Karbon angetroffen, ohne die Schichten der Trias, des Juras und der untersten Kreide durchsunken zu haben. Dieses Bohrloch steht also noch zweifellos im Gebiet der „Rheinischen Masse". Der die Rheinische Masse nordöstlich begrenzende Münsterländer Hauptabbruch (BÄRTLING 1920) liegt also weiter östlich von Lippspringe sowie der oben angeführten neuen Bohrungen. Ganz nahe der Osning-Achse kann der Münsterländer Hauptabbruch nicht verlaufen, weil man zwischen diesen Bohrungen und dem Kreiderand noch die verschiedenen Eggefalten (mit der Warburger, Driburger und Berlebecker Achse) zu erwarten hat, selbst wenn sie sich, wie anzunehmen ist, nach NW zusammenschließen sollten. Gegen die Annahme der Lage des Abbruchs nahe der Osning-Achse spricht auch das Ergebnis der Bohrung bei Altenbeken, die wertvollen Aufschluß über die Beschaffenheit des Untergrundes der Kreide gegeben hat. Sie traf unter der oberen Kreide bei 60 m Teufe Muschelkalk an, unter dem wahrscheinlich noch Buntsandstein lagert. Diese Bohrung steht also schon auf einer abgesunkenen Staffel, d. h. östlich des westfälischen Hauptabbruches.

Über die Art und Lage dieser Störungszone läßt sich naturgemäß mit Sicherheit nichts aussagen. Immerhin scheint es nach STILLE (1932) sicher zu sein, daß der Abbruch als Fortsetzung des westlichsten der vorkretazeischen Randbrüche des Westheimer Abbruchs am Ostrande der Rheinischen Masse aufzufassen ist. Möglicherweise wird es sich hier nicht um eine einzige Störung, sondern um eine Staffelzone handeln, die nach STILLE insgesamt etwa um 1000 m verworfen hat. Ihr weiterer Verlauf würde dann etwa östlich von Lippspringe und weiter östlich der Bohrungen Haustenbeck (die variszisch gefaltetes Oberkarbon antraf), Lopshorn und Augustdorf und weiter zwischen Gütersloh und Bielefeld zu suchen sein. Darüber hinaus scheint sich die vermutete Abbruchszone der Rheinischen Masse bogenförmig nördlich von Münster herumzuziehen, da sich schon zwischen Lengerich und Osnabrück Buntsandstein und Zechstein in normaler Ausbildung einstellen, was ohne Annahme einer sehr starken Verwerfung zwischen Münster und dem Teutoburger Walde nicht zu erklären ist.

Noch weniger sind wir in der Lage, über die Erstreckung des Karbons über den Teutoburger Wald hinaus nach O irgend etwas mit Sicherheit auszusagen. Es liegt aber nahe, an einen genetischen Zusammenhang bzw. an eine Verbindung der in der Vortiefe des variszischen Bogens entstandenen Flöze des paralischen Ruhrreviers mit denen des möglicherweise am Ostrande des variszischen Gebirges gelegenen, in seinem unteren Teile gleichfalls paralischen oberschlesischen Beckens zu denken (s. Abb. 8).

Sichere Anhalte für den weiteren Verlauf der subvariszischen Saumtiefe sind jedoch keineswegs vorhanden, da sich weder aus geologischen noch aus geophysikalischen Beobachtungen solche gewinnen lassen. Abgesehen von der großen faziellen Verschiedenartigkeit der beiden Kohlengebiete (starke Entwicklung von Kohlenflözen in den namurischen Ostrauer Schichten Oberschlesiens und völlige Kohlenfreiheit des gleichaltrigen Flözleeren und der Alaunschiefer im Ruhrbezirk) und dem negativen Ergebnis geophysikalischer Untersuchungen (KOSSMAT 1931, SCHUH 1935) spricht gegen diese Anschauung auch das Vorhandensein einer alten (kaledonischen?) Landschwelle (POMPECKJsche Schwelle) östlich der Elbe (POMPECKJ 1921, BORN 1927, REICH 1927, v. BUBNOFF 1930).

Von Bedeutung für diese Frage sowie für die Erkenntnis des Nordrandes des variszischen Gebirges ist die Feststellung eines neuen karbonischen Kohlenvorkommens bei Dobrilugk (rd. 100 km südlich von Berlin) mit einer Reihe mächtiger, anthrazitischer Flöze, das nach den Untersuchungen von PICARD und GOTHAN (1931) mit echten marinen Zwischenlagen ausgestattet, zweifellos „paralischer" Natur ist. Seine Schichten zeigen aber eine ganz andere stratigraphische und fazielle Entwicklung und weisen nach ihren Pflanzenresten auf eine sehr tiefe Stufe des Oberkarbons (flözleere Basis der Ostrauer Schichten) oder des Unterkarbons (PATTEISKY 1934) hin, die etwa mit der der sächsischen Kohlenvorkommen von Borna-Hainichen übereinstimmt. Aller Wahrscheinlichkeit nach haben wir es daher in Dobrilugk mit einem zwar paralischen, aber trotzdem selbständigen Kohlenvorkommen zu tun, das in keiner Beziehung zu den sonstigen Kohlenablagerungen in der Vortiefe des variszischen Gebirges steht und im Gebiete der variszischen Innenfaltung südlich der erst viel später (zu asturischer Zeit) gebildeten Saumtiefe zu liegen scheint.

3. Die Fortsetzung nach Westen.

Im W, d. h. auf der linken Rheinseite, hängt die Verbreitung des flözführenden Karbons, insbesondere der Verlauf seines südlichen Ausgehenden, in erster Linie von der Tektonik des Untergrundes der Niederrheinischen Bucht ab (s. Tafel IV). Infolge der Überdeckung des verwickelten Schollenbaues der paläozoischen Schichten im Untergrunde des niederrheinischen Tieflandes mit jüngeren Ablagerungen ist diese Grenzlinie weder unmittelbar links noch auch rechts des Rheins mit Sicherheit anzugeben, zumal in dieser Gegend nur wenig Tiefbohrungen zur Verfügung stehen. Sicher ist zunächst, daß die Ablagerungen des Karbons in ganzer Breite über den Rhein treten, und zwar überschreitet die südliche Grenzlinie des flözführenden Steinkohlengebirges den Fluß etwa bei Rheinhausen südlich von Homberg. Über den genauen Verlauf des Ausgehenden bzw. seine Verbindung mit dem weiter westlich gelegenen Karbon des Peelhorstes bzw. des Horstes von Erkelenz lassen sich, wie erwähnt, noch keine endgültigen Angaben machen (vgl. im übrigen Tafel IV).

Bekanntlich hat SUESS (1888), dem nicht nur das bogenförmige Ausweichen der südlichen Grenze des Flözführenden im Gebiete der Niederrheinischen Bucht nach N, sondern auch das Zurücktreten des Karbons rechts des Rheins gegenüber dem links des Rheins bekannt war, die Ansicht geäußert, daß diese Erscheinung entweder durch eine Verschiebung zu deuten sei, oder daß das Karbon in einer „sigmoiden Kurve" sich um einen „präkarbonischen Sattel" herumlege. Auch die Verfasser des Sammelwerkes (CREMER und MENTZEL 1903) hatten sich der Ansicht des bogenförmigen Vorstoßes des Karbonausgehenden nach NW infolge Aufwölbung des devonischen Grundgebirges (Krefelder Devonsattel) angeschlossen. Für diese Vorstellung eines trennenden Devonsattels sprach unter anderem das Ergebnis der bekannten Bohrung Wankum, die nach v. DECHEN Kalke des Mitteldevons oder des Kohlenkalks nachgewiesen haben sollte, während man heute der Ansicht zuneigt, daß es sich hier wahrscheinlich um „Kreidekalke" handelt (WUNSTORF 1933). Auf Grund dieser älteren Annahme war man der Ansicht, daß die Grenzlinie links des Rheins sich von Krefeld aus in gewellter Form nach NW hinzöge, sich dann südlich von Geldern in einem nach NW ausholenden Bogen über Aldekerk und Venlo wendete, um von dort wieder in einer Schlangenlinie über Erkelenz-Jülich in südöstlicher Richtung die Verbindung mit dem Aachener Karbon aufzunehmen. Infolge von Neuaufschlüssen, unter anderem durch die Bohrtätigkeit der Internationalen Bohrgesellschaft, hat diese Vorstellung von der Unterbrechung des Karbons durch den Sattel von Krefeld eine Berichtigung zunächst dahin erfahren, daß es sich in diesem Gebiet nicht um einen einfachen Sattel, sondern um ein durch Verwerfungen beeinflußtes Sattelhorstgebilde handelt, dessen nordwestlich verlaufendes Streichen durch Brüche bedingt ist. KRUSCH (1918) sprach daher von dem präkarbonischen, durch Verwerfungen modifizierten Krefelder Sattelhorst.

Später kam Wunstorf (1927) zu der Auffassung, daß das Fehlen des Karbons nicht auf einen zur Zeit seiner Bildung bestehenden Sattel, sondern auf Abtragung einer breiten Aufwölbung karbonischer Schichten zurückzuführen sei, daß also die flözführenden Schichten ursprünglich auch im Gebiet des Krefelder Sattelhorstes entwickelt gewesen seien.

Gegen die Annahme einer schon während der Ablagerung der Schichten des Oberkarbons vorhandenen, NW—SO streichenden breiten Aufwölbung spricht nach ihm die Tatsache, daß sich in diesem Falle deutliche Erscheinungen von „Randbildungen" zeigen müßten. Davon kann aber nach unserer Kenntnis der Gesteinsfazies weder in den Ablagerungen des Karbons über Tage noch unter Tage die Rede sein. Die Aufwölbung des Karbons kann daher nur jüngeren, und zwar präpermischen Alters sein. Wie Wunstorf schlüssig nachwies, „transgrediert der Zechstein rechts des Rheins in der Streichrichtung der Falten von O nach W über ein sich an Sprüngen heraushebendes Oberkarbon". Daraus ergibt sich, daß in der Niederrheinischen Bucht das Oberkarbon schon vor Ablagerung des Zechsteins aufgewölbt und in nordwestlich streichende Schollen zerrissen war. Mit dieser Ansicht steht die Beobachtung im Einklang, daß sowohl links der alten Aufwölbung von W nach O als rechts derselben von O nach W immer ältere Karbonschichten in Richtung an dieses Gebiet von der Abtragung angeschnitten worden sind.

Die heutige südliche Grenzlinie des Karbonausgehenden nordwestlich von Krefeld dürfte vornehmlich von dem nach N gerichteten Einsinken der Karbonoberfläche abhängig sein. Bedeutungsvoll für diese Grenze ist das Ergebnis einer Bohrung bei Leeg Poelyck südöstlich von Geldern, die eine flözleere Schichtenfolge in einer Mächtigkeit von rd. 328 m durchsank, ohne daß sie danach schon ins stratigraphische Flözleere gekommen zu sein braucht, da, wie auch Keller annimmt, die Flözführung des Karbons hier erst in Höhe des Flözes Finefrau einsetzt. Der Verlauf der Grenzlinie wird also etwa in der angegebenen Höhe in ungefähr erzgebirgischer Richtung auf die von NW nach SO verlaufende Grenze des Peelkarbons zu streichen, um dann südlich von Erkelenz den Anschluß an das Aachener Karbon zu finden.

Damit tritt, wie Tafel IV ersehen läßt, das Karbonausgehende im Gebiet der Niederrheinischen Bucht, verglichen mit der Südgrenze des Karbons in der Indemulde bei Aachen, um etwa 50 km nach N zurück, während dieser Unterschied gegenüber dem Südrand des Ruhrkarbons auf der rechten Seite etwa 20 km beträgt. Diese Tatsache muß nicht unbedingt durch eine Schollenverschiebung im Rheintalgraben gedeutet werden. Man könnte sich vielmehr vorstellen, daß das rechtsrheinische Karbon südlich der Grenzlinie seines heutigen Ausgehenden früher etwa ebensoweit wie das Aachener Karbon der Indemulde nach S gereicht hat, später aber wieder abgetragen ist.

4. Die Nordgrenze des Ruhrkarbons.

Seit langem ist bekannt, daß nach N eine natürliche Grenze des Karbons nicht vorhanden ist. Alle bisher in dieser Richtung im Industriebezirk angesetzten und genügend tief durchgeführten Bohrungen haben das Steinkohlengebirge angetroffen (s. Tafel IV). Eine baldige Begrenzung der flözführenden Ablagerungen kann auch schon deshalb nicht erwartet werden, weil nach unserer Vorstellung von der Ausdehnung der karbonischen Sammelmulde das heute aufgeschlossene Karbon nur den kleinsten Teil der zweifellos viel weiter ausgedehnten subvariszischen Saumtiefe darstellt, deren Nordrand vielleicht schon nördlich des deutschen Festlandes in völlig unbekannten Tiefen verborgen liegt.

Für diese Frage ist auch von Bedeutung, daß neuere erdmagnetische Messungen bei Bramsche nördlich von Osnabrück und bei Lingen nördlich von Bentheim-Rheine „kristalline Massive" im Untergrund der norddeutschen Tiefebene festgestellt haben (Reich 1932). Da Bewegungen des Kristallins auch den überlagernden Sedimentmantel beeinflussen mußten, so ist anzunehmen, daß eine Weitererstreckung des Karbons im unmittelbaren Bereich dieser kristallinen Massive in bedeutender Mächtigkeit kaum in Frage kommt. Seitlich derselben und über diese hinaus dürfte aber wieder mit den Ablagerungen des Karbons nach N (bis an den Rand des alten nordatlantischen Kontinents?) in allerdings unbekannter Tiefenlage zu rechnen sein.

Trotzdem darf man aber von einer für die heutigen Belange des Bergbaues in Betracht kommenden nördlichen Begrenzung sprechen. Diese steht in engster Beziehung zur Tektonik des Steinkohlengebirges und seines Deckgebirges. Seit altersher wissen wir, daß die unter den Deckgebirgsschichten verborgene Oberfläche des Steinkohlengebirges — von besonderen örtlichen Verhältnissen abgesehen — ziemlich regelmäßig, d. h. mit etwa 30 m auf 1 km von S nach N einfällt, um nahe dem NW-, N- und NO-Rande der Münsterschen Bucht mindestens stellenweise ± unvermittelt wieder aufzusteigen.

Als Beleg dafür könnte man die in Vergessenheit geratene und von KRUSCH wieder verwertete Bohrung Metelen anführen, die nach der Untersuchung von MÜLLER erst bei 899 m das oberste Turon (Schloenbachi-Pläner) erreichte. Rechnet man hierzu die normale Mächtigkeit des Turons und Cenomans, so würde hier die Oberfläche des Steinkohlengebirges erst bei etwa 1100 m angetroffen werden. Da die Bohrung ziemlich nahe dem Nordwestrand liegt, muß es sich also um einen verhältnismäßig steilen Anstieg der Kreideschichten nach N handeln.

Anders liegen dagegen die Verhältnisse bei der Bohrung Saerbeck. Unter Berücksichtigung des sehr allmählichen Einsinkens der Karbonoberfläche von S nach N hätte man erwarten können, daß diese in der Nähe des nördlichen Ausgehenden der oberen Kreide angesetzte Bohrung (s. Tafel IV) nur verhältnismäßig geringe Kreidemächtigkeiten antreffen würde.

Normalerweise hätte sie schon nach wenigen 100 m die obere Kreide durchsinken müssen. Statt dessen stand sie noch bei 1397 m im Emscher und würde somit erst bei 1800—1900 m das Karbon erreichen. Es muß also südlich von Saerbeck ein sehr erheblicher Abbruch vorhanden sein, derart, daß Saerbeck auf der gesunkenen Scholle liegt.

Das Ergebnis dieser Bohrung scheint also dafür zu sprechen, daß die von STILLE, BÄRTLING, WEGNER, BENTZ u. a. angenommene bedeutende Verwerfung auch in der Tat vorhanden ist. Über die genaue Lage des vermuteten „Münsterländer Hauptabbruchs" dürften erst noch vorzunehmende geophysikalische Untersuchungen Aufschluß geben können.

Erwähnt sei noch, daß nach Mitteilungen von S. KIENOW (1937) dessen magnetische Untersuchungen im nördlichen Teile des Münsterschen Beckens keinen Anhalt für das Vorhandensein und den Verlauf des Münsterländer Abbruchs geliefert haben, obwohl sich in den magnetischen Kurven seiner Karte die sonstigen bekannten tektonischen Linien des Untergrundes mit einiger Deutlichkeit wiederspiegeln.

Da also die Aussichten des Bergbaues unmittelbar südlich oder nördlich dieser Linie schon wegen der Mächtigkeit des Deckgebirges nicht sehr vielversprechend sind, kann man den vermuteten Verlauf des Münsterländer Abbruchs (s. Tafel IV) in betrieblicher Hinsicht als die heutige nördliche Begrenzung des Bergbaubezirkes ansehen.

Trotz der ungünstigen Aussichten für den Bergbau in dieser Gegend darf nicht vergessen werden, daß noch weiter nördlich, nahe der holländischen Grenze, wieder Möglichkeiten vorhanden sind, in der Höhenlage höffigere Karbonschollen zu erfassen. Haben doch die Untersuchungen ergeben, daß im Kern der Kreidesättel (nördlich und nordwestlich des Abbruchs) Zechstein und Karbon wahrscheinlich in verhältnismäßig geringer Tiefe liegen werden.

Freilich hat sich die seinerzeit geäußerte Vermutung, daß die Bohrung Salzreich I (auf dem Ochtruper Sattel) das Karbon schon bei 953 bzw. 1035 m angetroffen hat (LEISING 1919), nach dem Ergebnis der in den Jahren 1936 und 1937 dort niedergebrachten Bohrungen Ochtrup 1 und 2 (= R. B. 49 und R. B. 227) als ein Irrtum erwiesen. Wurden doch hier nicht karbonische Sandsteine, sondern Sandsteine der unteren Kreide unter einer Überschiebung angetroffen.

Bekanntlich tritt im NO der Münsterschen Bucht das Steinkohlengebirge infolge der durch orogenetische Vorgänge zur saxonischen Faltungszeit hervorgerufenen Aufsattelung des Karbons in der Ibbenbürener Bergplatte (Osning-Achse) wieder zutage (s. Abb. 391). Westlich des Schafberges sinkt es jedoch bald wieder unter jüngere Schichten ein, um dann nicht wieder aufzutauchen.

Leider sind die zur Klarstellung der wichtigen Frage hinsichtlich der Ausdehnung des Karbons nach N und NO über das Ibbenbürener und das Piesberger Karbon hinaus erforderlichen Bohrungen wegen der Höhe der Kosten, welche die Durchbohrung der mächtigen Sandsteine und Konglomerate verursachen würde, seinerzeit unterblieben. Mangels vorhandener Unterlagen — einige im NO des Schafberges angesetzte Bohrungen haben wegen zu geringer Tiefe das Karbon nicht erreicht (s. Abb. 391) — lassen sich daher über die Ausdehnung des Steinkohlengebirges nördlich vom Piesberg und von Ibbenbüren keine bestimmten Angaben machen. Hier könnten aber geophysikalische Untersuchungen hinsichtlich der Verbreitung des Karbonkörpers von Nutzen sein.

Bezüglich der Weitererstreckung des Steinkohlengebirges nach NNW — in Richtung auf die holländische Grenze zu — sind wir, soweit deutscher Boden in Frage kommt, auf einige wenige Bohrungen (s. Tafel IV), die Ergebnisse der geologischen Spezialkartierung und die daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen angewiesen. Weitere Erkenntnisse dürften durch Schweremessungen und seismische Untersuchungen zu erwarten sein (QUIRING 1924).

Von den älteren Bohrungen Salzreich 1, 2 und 3 bei Ochtrup hat, wie schon erwähnt, keine das Karbon erreicht. Die bekannte Bohrung nördlich von Bentheim wurde bei 1223 m im Buntsandstein aufgegeben, während die Bohrung Vreden bei 1230 m Zechstein antraf. Als erste deutsche Bohrung geriet das Bohrloch Öding bei 1262 m ins Karbon. Auf diesen letzten Fund wurde das Feld „Christa" verliehen.

Auf holländischem Gebiet ist die Bohrung Buurse nicht bis in das Karbon gekommen, sondern stand bei rd. 918 m noch einige 100 m über dem Karbon. Dagegen schnitt die Bohrung Plantengaarde in der Buntsandsteinscholle von Winterswijk zunächst bei rd. 600 m überschobenes Karbon und später gesundes Karbon bei 1029 m an (KRUSCH 1919). Demgegenüber erreichte die holländische Bohrung Corle (4 km westlich von Winterswijk), die bei 692 m auf überschobenes Karbon stieß, schon bei 829 m gesundes flözführendes Steinkohlengebirge. Hinwiederum schloß die Bohrung Ratum (Hesselink) das Karbon erst bei 1145 m auf (KRUSCH 1919). Weiter nordwärts in Holland sind folgende Bohrungen ins Karbon geraten: Hupsel (bei 973 m), Lichtenvoorde (bei 826 m), Meddeho (bei 916 m), Groenlo-Meinsink (bei 1237 m) und Groenlo (bei 789 m).

Auffallend ist der Charakter der in der Winterswijker Schwelle festgestellten Kohle. Sie ist überraschend gasreich. Bei Öding wurde eine Kohle mit 36% Gas und bei Plantengaarde Kohle mit 37—38% Gas angetroffen, während der Gasgehalt der in der Bohrung Corle (von 829—1290 m) durchsunkenen Flöze sich zwischen 33,7 und 24,3% bewegte. Obwohl es sich nun in den erbohrten Horizonten nach den tektonischen Verhältnissen und nach dem Gasgehalte beurteilt, meines Erachtens um „Gasflammkohlen" handeln müßte, weisen die Untersuchungen von JONGMANS (1928) auf Grund pflanzlicher und tierischer Reste auf „Fettkohlen" (unter Flöz Katharina) hin.

Über die Verbreitung des erbohrten Kohlenvorkommens ist man noch nicht genau unterrichtet. Jedenfalls scheint es recht ausgedehnt zu sein. Sollen doch nach TESCH (BENTZ 1933) in der holländischen Provinz Gelderland bis 1400 m Tiefe rd. 200 Mill. t Kohle nachgewiesen sein, davon rd. 120 Mill. t mit über 30% und rd. 80 Mill. t mit 20—30% Gas. Von anderen Bearbeitern werden noch größere Vorratsmengen angegeben (JONGMANS 1928).

Bemerkenswert ist weiter, daß die Bohrung Plantengaarde im Liegenden einer durch zweimalige Überschiebungen (Schuppenstruktur) hervorgerufenen Doppellagerung von Zechstein- und Karbonschichten mit rd. 45° aufgerichtetes und mit dem Zechstein allerdings wohl nur scheinbar konkordantes Karbon zeigt (VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT 1909). Auch in den Bohrungen Corle und Öding (s. Tafel IV) scheint es sich um Karbonschuppen, die mit dem Deckgebirge zusammen an Wechseln überschoben sind, zu handeln. Erst die weiter südlich im Bereich des Perms und der Trias des Rheintalgrabens gelegenen Bohrungen lassen wieder die aus dem eigentlichen Industriebezirk bekannten normalen Deckgebirgs- und Karbonverhältnisse erkennen.

Die Ergebnisse der Bohrungen weisen also auf die beachtliche Tatsache hin, daß hier im NW — abgesehen von der gegenüber Westfalen abweichenden Art der Tektonik des Deckgebirges — auch im Steinkohlengebirge tektonisch stark gestörte Verhältnisse vorliegen.

Wichtig ist jedenfalls die Tatsache, daß schon aus einigen Bohrungen im N der Augustusfelder bei Raesfeld wieder ein Ansteigen der Karbonoberfläche in der Richtung von S nach N bemerkbar wird.

Die Aussichten, am NW-, N- und NO-Rande des Münsterschen Beckens auf Steinkohle in bergbaulich günstiger Teufe fündig zu werden, gestalten sich dabei stellenweise, insbesondere mit der Annäherung an die holländische Grenze, wieder etwas hoffnungsreicher. Höffige Stellen für neue Bohrversuche dürften sich im saxonischen Faltungsfelde (nördlich des Münsterländer Abbruchs) dort finden, wo ältere Deckgebirgsschichten als horstartige Aufpressungszonen zutage treten. Sie bieten die Möglichkeit, daß hier auch das Steinkohlengebirge wieder in eine für den Bergbau nützliche Höhenlage aufsteigt. Aussichten in dieser Hinsicht dürften unter anderem die Sattelhorste von Ochtrup, Lünten und von Öding bieten. Sichere Erkenntnisse können jedoch nur neu niederzubringende Tiefbohrungen bringen.

Von einer natürlichen nördlichen Grenze des flözführenden Karbons kann also noch keine Rede sein, entsprechend der Ausdehnung der subvariszischen Vortiefe nach N ist sie erst viel weiter im N des niederdeutschen Beckens zu erwarten. Dabei ist aber nicht zu vergessen, daß hier im N nicht mehr das Karbon in seiner ganzen, aus dem Ruhrbezirk bekannten Mächtigkeit vorhanden sein dürfte, sondern möglicherweise nur noch transgredierende Teile von mittlerem bzw. oberem Westfal über dem alten vorwestfälischen Untergrunde, die schon außerhalb der subvariszischen Saumtiefe liegen werden (STILLE 1929, KELLER 1934).

5. Flächeninhalt des flözführenden Karbons.

Von Interesse ist auch die Größe des für den Bergbau in Betracht kommenden nachgewiesenen flözführenden Karbons. Vom Standpunkt des Bergmanns ist von altersher als Grenze der flözführenden Ablagerungen die nördliche Grenze der bergbaulichen Auf-

schlüsse bzw. die nördliche Grenze der verliehenen Felder angesehen worden. Da diese Linie, wie schon erwähnt, dem stetigen Voranschreiten des Bergbaues und der Tiefbohrungen entsprechend in breiter Front nach N vorrückt (s. Abb. 1), hat sie zu den verschiedenen Zeiten eine immer andere Lage gehabt. Demgemäß ist auch der Flächeninhalt des Steinkohlengebietes von jedem seiner Bearbeiter — je nach dem Stande der Aufschlüsse und den geologischen Erkenntnissen seiner Zeit — ganz verschieden angegeben worden.

Nach der letzten bekannt gewordenen Berechnung von KUKUK und MINTROP (1913) umfaßt der gesamte Inhalt des durch Bergbau und Tiefbohrungen nachgewiesenen Verbreitungsgebietes des flözführenden Karbons rd. 6170 km². Hierbei ist als Nordgrenze der Parallelkreis 52° nördlicher Breite (nördlich von Münster), im W der Rhein und im O der Meridian von Soest zugrunde gelegt worden. Von dieser Gesamtfläche entfallen rd. 3260 km² auf die sog. „Schacht- und Bohrlochzone" und rd. 2910 km² auf die sog. „unaufgeschlossene Zone".

Im Anschluß an die Feststellung der Flächenausdehnung seien auch noch einige weitere Mitteilungen über die Erstreckung des Bezirkes gemacht. So beträgt die spießwinklig zum Streichen ermittelte größte Ausdehnung der aufgeschlossenen Steinkohlenablagerungen von Geldern bis Beckum rd. 126 km. Im Streichen gemessen ist die südlichste Mulde, die Wittener Mulde (von Herzkamp bis zur Bohrung Clara bei Lippborg), rd. 69 km, die Bochumer Mulde (von Kettwig bis zur Bohrung Westfalen XV) rd. 90 km, die Essener Mulde (von Mülheim bis in Höhe der Bohrung Anneliese V) rd. 85 km und die Emscher-Mulde (vom Rhein bis Drensteinfurt) rd. 80 km lang. Dagegen mißt die größte Breite des aufgeschlossenen Karbons (rechtwinklig zum Streichen) auf der Linie: Schacht Stock und Scherenberg, Wattenscheid, Buer, Dorsten bis zur Bohrung Lothringen 1 (bei Raesfeld) rd. 57 km.

C. Gliederung der flözführenden Schichten und Flözbenennung.

1. Geschichtliche Entwicklung der Schichtengliederung.

Der heute maßgebenden Einteilung des Karbons liegen die Beschlüsse der beiden Heerlener Karbonkonferenzen der Jahre 1927 und 1935 zugrunde. Eine kurze geschichtliche Entwicklung der verschiedenen Gliederungsversuche des rheinisch-westfälischen Karbons sei vorausgeschickt (s. Abb. 52).

Die erste Gliederung geht auf LOTTNER zurück, der schon im Jahre 1859 eine zusammenfassende geologische Darstellung über das Steinkohlengebirge an der Ruhr veröffentlichte, in der er drei Etagen unterschied.

Er gliederte aus: eine untere mit Sand- oder Magerkohlen, eine mittlere mit Eß- oder Sinterkohlen sowie Back- oder Fettkohlen und eine obere mit Gaskohlen (Zollverein-Gruppe) (s. Abb. 52). An Leitflözen nannte er schon „Röttgersbank", „Sonnenschein" und „Mausegatt".

Eine weitere Gliederung nahmen GEINITZ, FLECK und HARTIG (1865) vor. Sie zerlegten die untere Etage LOTTNERS in eine Etage der mageren Kohlen und in eine darüberfolgende Etage der Sinter- oder Eßkohlen. Weitere Gruppen waren die Etage der vorherrschenden Fettkohlen und eine Etage der vorherrschenden Gaskohlen (vgl. Abb. 52).

Später trennte ACHEPOHL (1880/85) die über Zollverein liegenden Flöze als Gasflammkohlen, sowie die Flöze von Flöz $3^1/_2$ der Zeche Hugo als obere Gaskohlengruppe ab.

Die flözarme Schichtfolge zwischen Flöz Katharina und Zollverein 8 bezeichnete er als Dechen-Niveau. Weiter schied er eine Reihe von Einzelflözen aus, und zwar: Q (Unser Fritz) = 10 (Nordstern) = 2 (Hugo) = 2 Süd (Bismarck), 5 (Unser Fritz) = 14 (Hannover) = J (Hardenberg) = 1 (Prosper) = 8 (Dahlbusch) = 4 (Mathias Stinnes), Katharina, Röttgersbank, Sonnenschein, Mausegatt und Hauptflöz.

Im Jahre 1881 folgte HANIEL wieder im wesentlichen der oben angeführten LOTTNERschen Einteilung.

Dagegen trennte er von den Gaskohlen die Gasflammkohlen ab, die er noch in drei Niveaus (Unser Fritz, Bismarck und Schlägel und Eisen) unterteilte.

Fast die gleiche Gliederung finden wir dann bei v. DECHEN (1884), der fünf „Flözzüge" ausgliederte (s. Abb. 52).

Er unterschied:

I. Flözzug: Sandkohlen (magere Kohlen),
II. „ Sinter- (Eß-) Kohlen,
III. „ Back- (Fett- oder Koks-) Kohlen,
IV. Flözzug: Gaskohlen,
V. „ Gasflammkohlen.

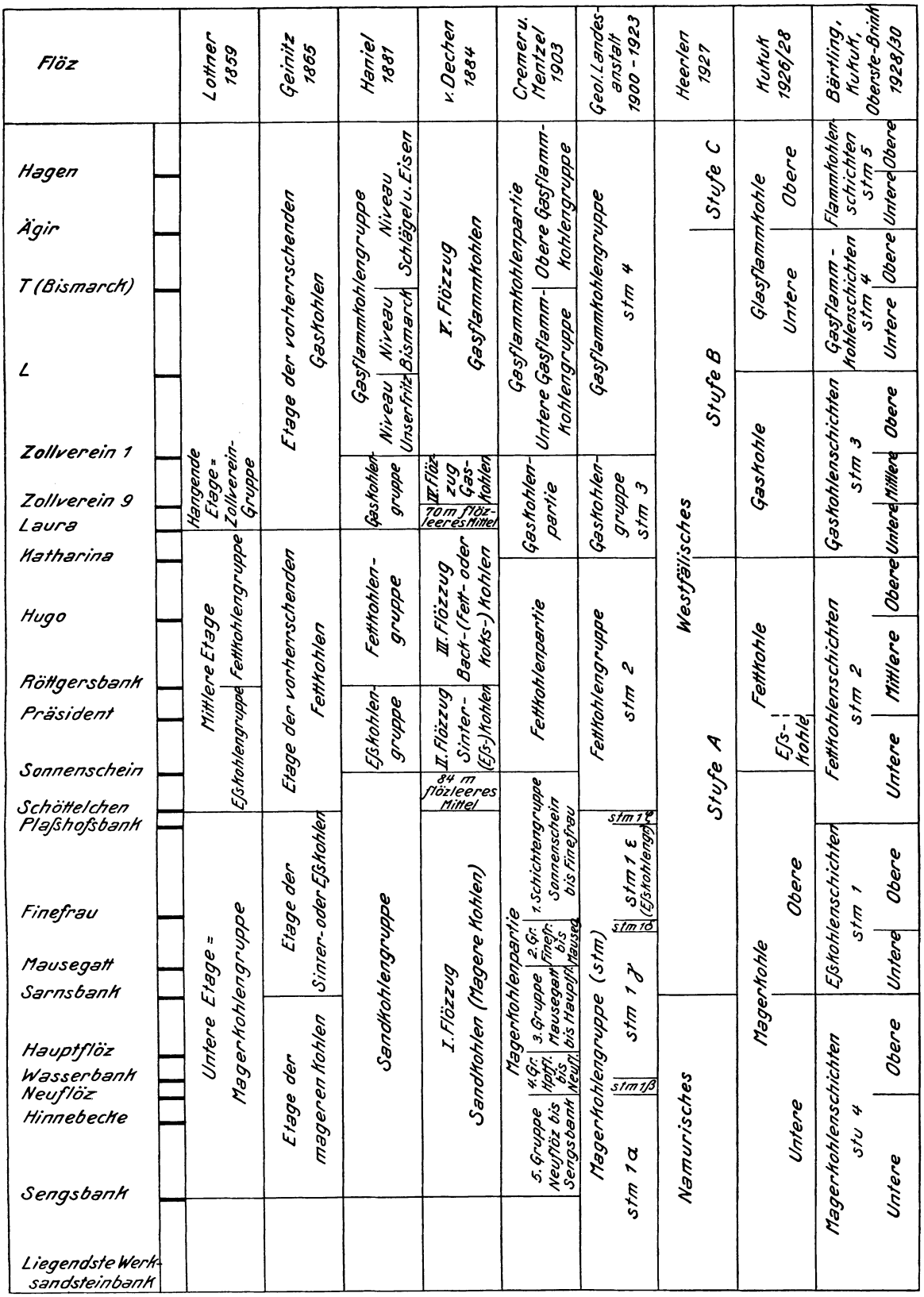


Abb. 52. Entwicklungsgeschichtliche Übersicht über die Gliederungen des Karbonprofils im Ruhrkohlenbezirk. Nach OBERSTE-BRINK und BÄRTLING 1930.

Cremer und Mentzel (1903) gliederten dann im Anschluß an Runge (1892) in dem bekannten Sammelwerk das westfälische Karbon in eine Magerkohlen-, Fettkohlen-, Gas- und Gasflammkohlenpartie (vgl. Abb. 52).

Dieser Einteilung schloß sich mit einigen Abänderungen auch die Preußische Geologische Landesanstalt (1900/23) an. Als das Wesentlichste ihrer späteren Änderungen muß die Herabziehung der flözführenden Schichten bis zur liegendsten Werksandsteinbank bezeichnet werden. Außerdem führte sie wieder die Bezeichnung „Gruppe" statt „Partie" ein. Im übrigen betonte sie die Ausscheidung der vornehmlich für ihre Kartierungszwecke sehr wichtigen Sandstein- und Konglomeratbänke, die mit besonderen Signaturen bezeichnet wurden. Wiederaufgenommen wurde auch der Begriff der „Eßkohlen" (Fl. Finefrau bis Fl. Plaßhofsbank). Schließlich zog man die Magerkohle bis an das Hangende des Konglomerats über Flöz Plaßhofsbank heran.

Von umwälzender Bedeutung für die Gliederung des gesamten europäischen Karbons erwiesen sich dann die Beschlüsse der schon erwähnten Heerlener Internationalen Geologenkonferenzen der Jahre 1927 und 1935.

Als wichtigstes Ergebnis der ersten Konferenz ist zunächst die Annahme einer scharf begrenzten Unterteilung des Karbons in vier Stufen anzusehen, und zwar in die:

Stefanische Stufe oder Stefan,
Westfälische Stufe oder Westfal,
Namurische Stufe oder Namur,
Dinantische Stufe oder Dinant.

Diese Gliederung unterscheidet sich in mancher Beziehung nicht unwesentlich von den älteren, innerhalb der einzelnen Länder oder Kohlenbecken üblichen Einteilungen wie Sudetische Stufe, Saarbrücker Stufe u. a. Wesentlich für die Festlegung dieser neuen Stufen war nicht so sehr die Berücksichtigung der „Pflanzenwelt" mit ihrer meist großen senkrechten Verbreitung, als vielmehr die der weit enger begrenzten „Tierwelt", und zwar der Familie der Cephalopoden, vor allem der an bestimmte marine Horizonte gebundenen „Zonengoniatiten".

Die Grenze zwischen dem Stefan und dem Westfal konnte auf Grund paläobotanischer Unterscheidungsmerkmale, diejenige zwischen dem Namur (Oberkarbon) und dem Dinant (Unterkarbon) nach paläozoologischen Gesichtspunkten (Horizont des *Glyphioceras spirale = granosum*) ohne Schwierigkeiten gezogen werden. Auch die Grenze zwischen Westfal und Namur wurde auf der Grundlage der Verbreitung einer bestimmten Goniatitenart, nämlich des *Gastrioceras subcrenatum*, sowie nach gegenseitigen Zugeständnissen festgelegt. Eine äußere Schwierigkeit bei der Durchführung dieses Schnittes für Westfalen bestand darin, daß man damit hier die Grenze zwischen dem Westfal und dem Namur mitten in die Magerkohlengruppe, d. h. zwischen die Flöze Mausegatt und Sarnsbank legen mußte.

Im Hinblick darauf, daß früher in Frankreich die „Assise de Chokier" als Flözleeres abgetrennt worden war, obwohl sie sich später als flözführend erwies, glaubte man auch für Westfalen diese klare paläozoologische Grenze trotz der Kohlenführung der liegenden Schichten beibehalten zu sollen, zumal ja das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Kohlenflözen in einer Ablagerung lediglich auf faziellen Unterschieden beruht.

Weiter einigte man sich darüber, das Westfal durch weit verbreitete marine Horizonte in drei Stufen (A, B und C), zu unterteilen. Die Stufe A sollte die Schichten von der marinen Schicht mit *Gastrioceras subcrenatum* (einschließlich) bis zum marinen Horizont über Flöz Katharina-Poissonnière (ausschließlich), die Stufe B die Schichten von diesem Horizont (einschließlich) bis zur marinen Schicht über Flöz Ägir-Petit-Buisson-Mansfield (ausschließlich) und die Stufe C die Schichten von dort bis zum hangendsten Flöz des Westfals umfassen. Für die Kennzeichnung der tieferen Abteilungen des Karbons wurden jeweils besondere Cephalopodengattungen gewählt (s. Tab. 8).

Die von den Vertretern aller Länder anerkannte Einteilung des Karbons, die sog. Heerlener Gliederung von 1927, die damit auch für das Ruhrkarbon maßgebend ist, sieht wie folgt aus:

Tabelle 8.

Perm	*Callipteris*
Stefan (Stephanien)	Konglomerat von Holz
Westfal (Westphalien)	C Mariner Horizont über Ägir-Petit-Buisson
	B Mariner Horizont über Katharina-Poissonnière
	A *Gastrioceras subcrenatum*
Namur (Namurien)	Reticuloceras-Zone
	Homoceras-Zone
	Eumorphoceras-Zone
	Glyphioceras spirale (granosum)
Dinant (Dinantien)	Glyphioceras-Zone = Viséen
	Pericyclus-Zone = Tournaisien
	Protocanites-Zone = Étroeungt
Devon	Gonioclymenien

Unter Anpassung der Verhältnisse des Ruhrkarbons an die Beschlüsse der Heerlener Konferenz des Jahres 1927 unterteilte KUKUK im Jahre 1928 — unter möglichster Beibehaltung der beim westfälischen Bergmann fest verankerten CREMER-MENTZELschen Einteilung des Ruhrkarbons — die Magerkohlengruppe in eine untere und obere mit der Grenze bei Flöz Sarnsbank und die Gasflammkohlengruppe in eine untere und obere mit der Grenze bei Flöz Ägir. Die obere Grenze der Gaskohlenschichten legte er in die Lingulaschicht zwischen Flöz L und M (vgl. Tab. 9).

OBERSTE-BRINK und BÄRTLING haben in ihren etwas später erschienenen Arbeiten (1928, 1930) den Standpunkt vertreten, daß die einschneidenden Heerlener Beschlüsse eine noch weitergehende Anpassung des Ruhrkarbons an die neu aufgestellten Heerlener Grenzen erforderlich machten. Von den vorgenannten Autoren ist dann in Übereinstimmung mit dem Verfasser die nachstehende neue Gliederungstabelle des Ruhrkarbons aufgestellt worden (s. Tab. S. 80).

Abweichend von den früheren Einteilungen ist hier die Schichtenfolge unterhalb des marinen Horizonts über Flöz Sarnsbank (mit *Gastrioceras subcrenatum*) als selbständige Abteilung, d. h. als eigentliche Magerkohlenschichten (im Sinne von GEINITZ 1865) abgetrennt worden. Der Begriff der Eßkohlenschichten (im Sinne der Geologischen Landesanstalt) wird erweitert und auf die Flöze oberhalb Flöz Sarnsbank bis zur marinen Schicht über Flöz Plaßhofsbank (ausschließlich) ausgedehnt, entsprechend der schon durch GEINITZ gegebenen Gliederung. Als Grenze der Gas- und Gasflammkohlen ist wieder die Lingulaschicht zwischen den Flözen L und M gewählt worden. Statt der früheren Einteilung in obere und untere Gasflammkohlen hat man eine Abtrennung des oberen Teiles als Flammkohlenschichten vorgenommen, wobei die marine Schicht über Flöz Ägir die Grenze bildet. Bei den Gasflammkohlenschichten ist Flöz Bismarck (Flöz T) als Grenze zwischen unteren und oberen Gasflammkohlen geblieben, während nach dem Vorschlage von KUKUK eines der weit verfolgbaren Tonsteinflöze (Flöz Hagen) die Grenze der unteren und oberen Flammkohle bilden soll. Neu ist auch die Wiedereinführung des Begriffs „Schichten" an Stelle der Bezeichnung „Gruppe" (welch letztere auf bestimmte, nahe beieinander gelegene Flöze beschränkt bleiben soll) und des Begriffs „Stufen" für die Zonen A, B und C.

Lediglich auf die flözführenden Ablagerungen beschränkt, erhalten wir folgende Gliederung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges (nach BÄRTLING, KUKUK und OBERSTE-BRINK):

Tabelle 9.

Westfal	Oberes Westfal (C)	(stm 5)	Flammkohlenschichten	360 m	Obere Flammkohlenschichten *(Tonsteinflöz Hagen)*	138 m
					Untere Flammkohlenschichten *(Marine Schicht über Flöz Ägir)*	222 m
	Mittleres Westfal (B)	(stm 4)	Gasflammkohlenschichten	368 m	Obere Gasflammkohlenschichten *(Konglomeratische Sandsteinzone über Flöz Bismarck)*	154 m
					Untere Gasflammkohlenschichten *(Lingula-Schicht über Flöz L.)*	214 m
		(stm 3)	Gaskohlenschichten	481 m	Obere Gaskohlenschichten	206 m
					Mittlere Gaskohlenschichten (Zollverein-Flöze)	140 m
					Untere Gaskohlenschichten *(Marine Schicht über Flöz Katharina)*	135 m
	Unteres Westfal (A)	(stm 2)	Fettkohlenschichten	630 m	Obere Fettkohlenschichten *(Flöz Hugo)*	152 m
					Mittlere Fettkohlenschichten *(Konglomeratische Sandsteinzone über Flöz Präsident)*	230 m
					Untere Fettkohlenschichten *(Marine Schicht über Flöz Plaßhofsbank)*	248 m
		(stm 1)	Eßkohlenschichten	417 m	Obere Eßkohlenschichten *(Konglomeratische Sandsteine unter Flöz Finefrau)*	245 m
					Untere Eßkohlenschichten *(Marine Schicht über Flöz Sarnsbank)*	172 m
Namur		(stu 4)	Magerkohlenschichten	632 m	Obere Magerkohlenschichten *(Konglomeratische Sandsteinzone über Flöz Hinnebecke)*	292 m
					Untere Magerkohlenschichten *(Liegendste Werksandsteinbank)*	340 m
			Gesamtmächtigkeit	2888 m		

2. Die heutige stratigraphische Gliederung.

Wie oben erwähnt, werden also heute statt der früheren vier Partien bzw. Gruppen sechs „Schichten" ausgeschieden (vgl. Abb. 53).

Dieser Unterteilung hat sich auch die Preußische Geologische Landesanstalt auf ihren letzten Kartenblättern angeschlossen und für die einzelnen Schichten die Signaturen „stu 4" bzw. „stm 1—5" eingeführt.

6. Flammkohlenschichten (stm 5),
5. Gasflammkohlenschichten (stm 4),
4. Gaskohlenschichten (stm 3),
3. Fettkohlenschichten (stm 2),
2. Eßkohlenschichten (stm 1),
1. Magerkohlenschichten (stu 4).

In dieser Gliederung setzt jede Schichtengruppe mit einem marinen Horizont ein, mit einer Ausnahme bei den Magerkohlenschichten. Dabei verbleibt das unterhalb der marinen Schicht gelegene Flöz bei der jeweils tieferen Schicht. Mit der Bezeichnung der in den einzelnen Schichtenstufen auftretenden Kohlenarten, z. B. Eßkohlen, Fettkohlen usw., soll natürlich nicht der petrographisch-technische Charakter der hier vorkommenden Kohle, sondern lediglich ihre stratigraphische Stellung gekennzeichnet sein.

Über die Untergliederung im einzelnen ist noch folgendes zu bemerken (s. Abb. 53):

Die Magerkohlenschichten werden in untere und obere eingeteilt. Sie beginnen mit der Basis der liegendsten Werksandsteinbank. Als Grenze der unteren und oberen Stufe gilt die Unterkante des konglomeratischen Sandsteins über Flöz Hinnebecke.

Bei den Eßkohlenschichten wird als Grenze der unteren gegen die oberen Eßkohlenschichten die Basis des Finefrau-Konglomerats angesehen.

Die Fettkohlenschichten gliedern sich in drei Unterabteilungen, und zwar in untere, mittlere und obere Fettkohle. Die Grenze der unteren gegen die mittlere bildet die Basis des konglomeratischen Sandsteins über Flöz Präsident, der mittleren gegen die obere Fettkohle das Flöz Hugo (einschließlich), der oberen gegen die Gaskohlenschichten das Flöz Katharina (einschließlich).

Die Gaskohlenschichten werden gleichfalls in drei Zonen eingeteilt. Ihr unterer Teil geht bis zur Basis der Zollvereiner Gruppe, ihr mittlerer umfaßt die Zollvereiner Flöze, während der obere seine Grenze unterhalb der Lingulaschicht zwischen Flöz L und Flöz M findet.

Auf die Untergliederung der Gasflammkohlen und Flammkohlen wurde schon oben hingewiesen.

Fast alle angegebenen Grenzen sind entweder paläontologisch oder petrographisch mehr oder weniger gut gekennzeichnet, mit Ausnahme der Scheide zwischen oberen und mittleren Fettkohlenschichten und der mittleren Gaskohlenschichten nach oben und unten.

Weitere Ausgliederungen des Karbons erfolgten auf dem 2. Heerlener Kongreß des Jahres 1935. Die hier angenommenen Grenzen und Unterteilungen sind in den betreffenden Abschnitten des Karbons im einzelnen zum Ausdruck gekommen, so daß hier auf ihre Darlegung verzichtet werden kann. Dagegen sollen die Hauptzüge dieser erweiterten Gliederung des westeuropäischen Karbons (nach den Beschlüssen des Heerlener Kongresses von 1935) im nachstehenden Schema zum Ausdruck kommen:

Tabelle 10. Rotliegendes: *Callipteris*.

Stefan . .	VI	Oberes Mittleres Unteres	(nur floristisch zu gliedern) Holzer Konglomerat
Westfal. .	V	D	Merlenbacher Konglomerat
		C	Ägir-Horizont (mit *Anthracoceras aegiranum*)
		B	Katharina-Horizont (mit *Anthr. vanderbeckei*)
		A	Sarnsbank-Horizont (mit *Gastr. subcrenatum*)
Namur . .	IV	C	Reticuloceras-Stufe
		B	Homoceras-Stufe
		A	Eumorphoceras-Stufe
Dinant . .	III	C	Goniatites-Stufe
	II	B	Pericyclus-Stufe
	I	A	Gattendorfia-Stufe

Devon: Wocklumeria-Stufe

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der beiden Karbonkonferenzen zu Heerlen und der Sonderuntersuchungen im Ruhrbezirk erhalten wir somit — einschließlich des anschließenden Osnabrücker Steinkohlengebirges — folgende Gliederung des Ruhrkarbons (s. Abb. 53):

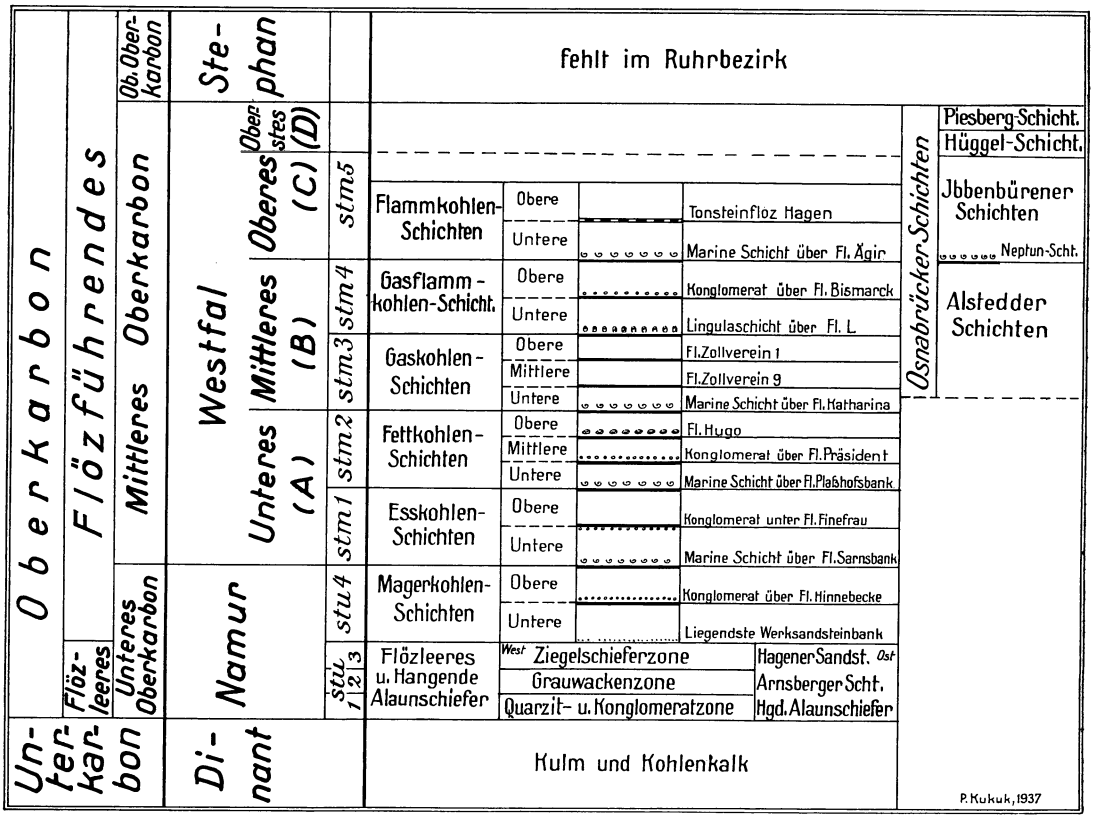


Abb. 53. Stratigraphische Gliederung des Karbons im Ruhrbezirk.

3. Die Einheitsbezeichnung der Flöze.

Im Anschluß an die Gliederung des Karbons auf dem Heerlener Kongreß ist man auch der Frage der Einheitsbezeichnung der Flöze im Ruhrbezirk nähergetreten. Die Durchführung der Einheitsbenennung sämtlicher Flöze des Ruhrbezirkes geht auf die Ende des vergangenen Jahrhunderts einsetzenden Bestrebungen des Oberbergamts zu Dortmund zurück, die ihren Ausdruck in den Bergpolizeiverordnungen des Jahres 1900 und 1901 betreffend die Einführung von „Leitflözen" fanden. Hierdurch wurden zunächst die altbekannten Namen der wichtigsten Flöze unter Flöz Sonnenschein sowie der hangenderen Flöze wie Präsident, Katharina, Laura, Zollverein und Bismarck einheitlich festgelegt. Diese Versuche wurden durch die Markscheiderei des Oberbergamts zu Dortmund fortgesetzt mit dem vorläufigen Ziel, wenigstens innerhalb der einzelnen Reviere des Ruhrbezirkes die noch sehr eigenwillig (mit Namen, römischen oder arabischen Zahlen, Buchstaben) bezeichneten Flöze der einzelnen Zechen möglichst einheitlich zu benennen. Diesen Bestrebungen war jedoch anfangs im Bergbau nur ein geringer Erfolg beschieden. Gleiche Ziele verfolgte auch die Geologische Abteilung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse, die sich in zahlreichen Fällen mit der Deutung neuer Flözaufschlüsse und der Identifizierung der Flöze auf stratigraphischer Grundlage beschäftigte.

Nach der Neufestlegung der wissenschaftlichen Gliederung des Karbons erschien es aber sowohl aus verwaltungstechnischen wie auch aus sicherheitspolizeilichen Gründen zweckmäßig, nicht nur die sog. „Leitflöze", sondern nach Möglichkeit alle Flöze innerhalb des gesamten Ruhrbezirkes einheitlich zu benennen. Die Hauptverfolger dieses auf eine Anregung des Bergwerksdirektors Dr. KNEPPER der Gelsenkirchener Bergwerks-A.G. zurückzuführenden Gedankens waren OBERSTE-BRINK und BÄRTLING.

Bei der Durchführung dieses Versuches gingen sie 1928/30 davon aus, zunächst einmal für die verschiedenen Flözgruppen gut durchgearbeitete sog. Normalprofile aufzustellen, die infolge ihrer Lage geeignet sind, auch als Normalprofile für die übrigen Zechen zu dienen. Die genannten Autoren wählten folgende Profile aus (vgl. dazu die Tafel 3 im Glückauf Bd. 66, 2). Für die

Magerkohlenschichten: Profil der Zechen Prinz Regent, Gottessegen und Silscheder Tunnel.
Eßkohlenschichten: Profil der Zechen Prinz Regent und Bonifacius.
Fettkohlenschichten: Profil der Zeche Bonifacius.
Gaskohlenschichten: Profil der Zeche Zollverein.
Gasflammkohlenschichten: Profil der Zechen Graf Moltke und Nordstern bzw. Thyssen, Schlägel und Eisen.
Flammkohlenschichten: Profil der Zechen Wehofen und Baldur.

Die anfänglich gegen die notwendig werdende Umbenennung der Flöze in den Kreisen des Bergbaues zum Ausdruck gekommene Abneigung hat im Laufe der Zeit einer Anerkennung der unbedingten Zweckmäßigkeit und Nützlichkeit dieses Vorhabens Platz gemacht. Die in Frage kommenden Einheitsnamen sind bei der Besprechung der stratigraphischen Verhältnisse der Flöze in Abschnitt V im einzelnen aufgeführt, so daß hier auf ihre Nennung verzichtet werden kann.

4. Zusammenstellung alter Flözbezeichnungen.

Im Hinblick auf die Bedeutung, welche den auf den abgelegten Zechenrissen, den Normalprofilen alter Sammlungsetiketten sowie den in der älteren Literatur angeführten alten Flöznamen für stratigraphische und tektonische Arbeiten auch heute noch innewohnt, habe ich im nachstehenden versucht, die heute nicht mehr im Gebrauch stehenden alten Flöznamen — soweit sie mir bekannt geworden sind — der Einheitsbezeichnung der Flöze gegenüber zu stellen. Eine Vollständigkeit ist hierbei weder beabsichtigt noch erzielt worden. Der Grund liegt unter anderem darin, daß es in vielen Fällen überaus schwer fällt, die altbenannten Flöze mit Sicherheit zu identifizieren und sie den Flözen mit den Einheitsnamen gleichzustellen. Unterlagen für die Aufstellung der nachstehenden Liste lieferten die Ausführungen in Bd. I des alten Sammelwerks, die bekannte Tabelle zur Verfügung des Oberbergamtes vom 3. 4. 1900, die ältere Literatur, viele alte Grubenrisse und Karten sowie persönliche Feststellungen.

In der Deutung manch merkwürdiger Flöznamen hat mich Herr Rektor Kleff (Bochum) freundlichst unterstützt. Seine Angaben sind in [—] beigefügt.

Einheitsnamen:	Alte Flözbezeichnungen:
Hagen 2	Dach, Fortunata, Oberes Tonsteinflöz.
Gudrun	Rive?, Nelly?
Erda	Menzel (?), 4 Norden?, Unteres Tonsteinflöz.
Baldur	1 Norden.
Ägir	0,25 m.
Y	1 Süden, Lambart [Lambart-Landelbert, Vorname; möglich ist auch Lampart-Lombarde].
T (Bismarck)	Ewald, 22, 2 Süden, L.
R 1	Sedan.
Q	Unverhofft.
P 1	Neuessen.
Zollverein 1	Zollverein 11, Elise, Matthias, Marie, Dörth [weiblicher Vorname?].
„ 2	Heinrich 10, $2^1/_2$, Arnold.
„ 3	Wilhelm, 9, 3, Johann, Friedrich.
„ 4	Friedrich, Rudolph, 8, 4, Hellmuth, Hannibal.
„ 5	Mathilde, 7, 5, Louis, Wilhelm.
„ 6	Balduin, 3, 6, Johann, Allara.
„ 7	2, 7, Fritz, Wilhelm, Julie.
„ 8	Hermann, 1, 8, Julius, Clara, Marie.
Laura	1 Süd, O-Nord, Agnes, Mina, Dietrich, Toni, Christian, Anna.
Victoria	v. d. Busche-Haddenhausen.
Katharina	Isabella, Caroline, Anna, 10 Norden, Backmeister.
Flöz Hermann	—
Flöz Gustav	—
Gretchen	—
Anna	—
Mathias	Otto, Zulu.
Mathilde	—
Hugo	—
Robert	—

Albert 1	—	
„ 2	Wellington.	
„ 3	Karl, Dreckherrnbank.	
Wellington	Steinbank, Desiderius, Blücher.	
Karl	August, Düppel, Knochenbank, Ida.	
Blücher 1	Bertha, August, Leonhard, Düppel, Ernestine.	
„ 2	Sechshandbank.	
Ida	Clemens, Dreckherrnbank, Fünfhandbank.	
Ernestine	Hermann, Alsen, Dreckbank, Magdalena, 2 (Consolidation), Fünfhandbank.	
Röttgersbank	Diomedes, Caroline, Magdalene, Marie, Eulenbaum, Franziska, Schleswig, Elise, Herrenbank, Silberbank, in 3 Bänken: Hgd. Eulenbaum, Mittl. Umkieker [= Umseher], Liegd. Unbekannt; in 2 Bänken: Hgd. Franziska, Lgd. Elise.	
Wilhelm	Vierhandbank, Jungfernbank.	
Johann 1	Krabbenbank, Colibri.	
„ 2	Stieglitz.	
Präsident	Pauline, Otto, Johannes, Wilhelmine, 2 Fußbank, Euelpis [= Gute Hoffnung; eu = gut, elpis = Hoffnung], Wellington, Wilhelmine 6, Dicker Stork [= Storch], Krabbenbank, Riekenbank [rieken = reich machen], Junger Stork, Steensbank [= Bank des Steens, zu Stein].	
Helene	Gute Hoffnung, Theodore, Flöz 23 Zoll, Nebenbank, Riekenbank, Wiehagen [= Viehweide].	
Luise	Friedrichsbank, Schmale Hoffnung.	
Karoline	Nettelkönig [= Zaunkönig], Riekenbank, Luise, Wilhelm.	
Angelika	Clemensbank, Caroline, Samiel, Susanne, Nettelkönig.	
Dickebank	Maxbank, Clara, Silberbank, Euelpis, Dicke Urbanusbank; Oberbank = Beckstädt [= Bachstelze]; Unterbank = Fettlappen.	
Dünnebank	Bänksgen, Lieversbänksgen, Schmalhänschen.	
Wasserfall	Nebenbank, Großenebenbank, Klingeldanz, Voß [= Fuchs], Nebenflöz.	
Sonnenschein	Dickebank, Dicke Jungfer, Victor Friedrich, Glocke, Wippsterz [= Bachstelze], Großebank, Friedrich, Schnabel, Ölzweig, Wilhelm, Vierfußbank, Schinkenbank, Osterflöz, Sandbank, Großevarstbank [Von Vaerst: altes ansässiges Geschlecht], Neue Aproche [Neue Annäherung], Massen 2, Fl. 2 Norden, Neueglück 2, Übelgünne, Euelpis.	
Plaßhofsbank	Waldhorn, Hobeisen [= Hohe Beisen oder Binsen], Jungfer, Ludwig, Massen.	
Girondelle 8	Roman.	
„ 7	—	
„ 6	Neuesteinkuhle.	
„ 5	—	
„ 4	Obergirondelle [Girondelle = in der Delle sitzende Girondisten]	Gojenfeld 0—4 [Goy = Adelssitz gleichen Namens] Venus 5—1.
„ 3	Christine, Hammerbank, Mittelgirondelle, Bänksgen, Benjamin	
„ 2	Stephansbank, Wiesche, Stein- und Königsbank, Untergirondelle, Dickebank, Roland	
„ 1	Cleibank, Kleine Hamburg, Laterne, Stein- und Königsbank, Dickebank, Roland, Hermann.	
Finefrau-Nebenbank	Nebenflöz, Bänksgen, Bosselbänksgen [Ortsname Bossel = Bußtal = Siedlungsstelle], Tutenbänksgen [Tute = Düte], Richter, Maasbänksgen, Finefrau, Bosselbank, Tochter, Sohn.	
Finefrau	Steinkuhle, Paul, Tutenbank, Mutter, Langenbrahm [Bram = Besenginster oder brämenlanger Rand], Hühnerhecke, Potsdam, Alexander, Anna, Dickebank, Rauensiepen, Sandknappen, Maasbank.	
Geitling 3	Christian 3, Vincke.	
„ 2	Mentor, Christian 2, Junger Zwerg, Franziska, Eiserner Heinrich, Hamburg 3, Bänksgen, Sohn, Oberhäuer Bänksgen, Billigkeit.	
„ 1	Geitling [= Schwarzdrossel], Morgenstern, Christian 2, Eiserner Heinrich, Bockholzbank [vom Ortsnamen Buchholz], Zwergmutter, Cronenberger Adith I [Edith?], Gertgesbank [Gert = Sauer], Eggerbank, Braut, Vierfußbank, Wildemann, Moritz, Rosendelle [Delle = Vertiefung].	
Kreftenscheer 2	Trotz 1, Krebsenscheer 1, Dünne Kirschbaum, Eiserner Heinrich, St. Moritz, Kreftenscheer, Verlorener Posten, Hamburg 2, Alte Steinbergerbank, Lehnbank, Eggerbank, Striepen, Fuchs, Bänksgen.	
Kreftenscheer 1	Trotz 2, Krebsenscheer 2, Kämpgesbank, Kieksbänksgen, Radstube, Steinknapp, Neue Steinbergerbank, Lehnbank-Nebenbank, Fuchs.	
Mausegatt [= Mauseloch]	Sarnsbank (Pauline Werden), Kiek [= Blick], Blumendelle, Hundsnocken [Nocken = Hügel, Bergnocken], Frischauf, Turteltaube, Dicke Kirschbaum, Lehnbank, Feldgesbank, Christian 1, Himmelskrone, Neue Steinbergerbank, Dickebank, Hitzberg, Schmalscheid.	

Sarnsbank [vom Ortsnamen Saarn?]	Kalksiepen 1, Gottfriedsbank, Schnellenschuß, Nr. 7 (Viktoria), Nr. 14 (Petersburg), Nr. 1 (Humboldt), Sarnsbank 1.
Sarnsbänksgen	Kalksiepen 2, Johanna, Nr. 2 (Humboldt), Stahlenberg, Bänksgen, Antonia, Neuwerk 2, 8 (Victoria), 17 (Petersburg).
Schieferbank	Kleinigkeit, Mathilde, St. Martin Nr. 1, Nr. 3.
Hauptflöz	St. Peter, Gabe Gottes, Hütterbank, Nachtigall, Schmalenbank, Kaninchen, Leveringsbank, Mühlerbank, Alte Haase, Rabe, Elephant, Glückauf, Wodan Nr. 2, Bergmann, Caspar Friedrich, St. Martin Nr. 2, Petersburg, Redlichkeit, Weibergunst, Leineweber, Freudenberg, Jacke, Gelegene Zeche, Erbenbank, Nr. 4 (Zeche Humboldt), Reiher, Gottesgabe, Hoffmannstal, Hülsiepenbank, Freyevogel, Loewe.
Wasserbank	Trappe [=Treppe oder Vogel?], Breitebank, Oberstebank, Buschbank, Vogelbruch, Nikolausbank, St. Martin Nr. $2^1/_2$, Preutenborbecksiepen, Steinbank, Dreckbank, Prudent [von prudentia], Neuglück, Edeltraut, Viktor, Bilstein, Knappschaft, Vogelsang, Walfisch.
Neuflöz	Striepen, Wülfingsburg, Prudent, Carlsbank, Knappeule [Bezeichnung für Schleiereule], St. Martin Nr. 3, St. Georg, Bernadotte.
Hinnebecke	—
Besserdich	Lustig
Sengsbank	Einnahme von Paris

auch Louisenthal, Stoplenbruch, Rudolph, Komet, Blaue Rose, Heller Mittag.

D. Die Bedeutung der Fazies im Oberkarbon des Ruhrgebietes.

Von Privatdozent Dr. Gerhard Keller-Essen.

Für das Oberkarbon Westfalens erkannte v. Hövel 1814 auf Grund der Ausbildung eine Zweiteilung, insofern als eine flözfreie Partie von einer flözführenden überlagert wird. Der flözfreie Teil, der Millstone Grit der Engländer, wurde 1823 von v. Dechen, der sich damit einer Bezeichnung der Bergleute in der ehemaligen Grafschaft Mark bediente, „flözleerer Sandstein" genannt, bis durch Krusch 1908 der heute allgemein gültige Ausdruck „Das Flözleere" eingeführt wurde. Da diese Schichtfolge zwar im Ruhrgebiet ausgebildet ist, aber schon bei Aachen und in Belgien fehlt, andererseits in England wieder verbreitet ist, mußten Zweifel an dem stratigraphischen Wert dieser Teilung aufkommen und die Frage nahe legen, wieweit die Verschiedenheiten durch abweichende genetische Verhältnisse hervorgerufen waren. Es wird daher im folgenden unter besonderer Berücksichtigung des Ruhrgebietes versucht, eine Analyse des Oberkarbons in genetischer Hinsicht zu geben, und damit aufgezeigt, welche Bedeutung der Fazies im Oberkarbon zukommt.

1. Die oberkarbonische Schichtfolge des Ruhrgebietes und ihre Fazies.

a) Das oberkarbonische Schichtenprofil.

Nicht nur im eigentlichen Verbreitungsgebiet der Kulmfazies östlich von Wuppertal, sondern auch im westlichen Bereich der Kohlenkalkfazies bei Velbert, liegt über den Hangenden Alaunschiefern des Kulms das Flözleere als der Hauptteil des Namurs. Bei dem Versuch ein Normalprofil aufzustellen, läßt sich aber schon innerhalb des Flözleeren, auch wenn man sich auf den Abschnitt südlich des zutage ausgehenden Oberkarbons von Fröndenberg bis Wuppertal und von hier nach NW bis Mülheim-Ruhr beschränkt, kein einheitliches Profil wiedergeben. Kühne 1934 hat gezeigt, daß das untere Namur von O kommend bis südlich von Fröndenberg als Arnsberger Schichten vorstößt, die aus einer Wechsellagerung von glimmerfreien Grauwackenbänken, Grauwackenschiefern und milden Tonschiefern bestehen. Nach W ändert sich die Fazies und geht in geringmächtige Alaunschiefer, die die Fortsetzung der kulmischen Hangenden Alaunschiefer bilden, über. Die über den Arnsberger Schichten folgenden aus glimmerhaltigen Grauwacken und Tonschiefern bestehenden Hagener Schichten bilden neben den Ziegelschiefern i. S. Kühnes den größten Teil der Reticuloceras-Stufe. Unteres Namur fehlt demnach in einer ihm typischen Ausbildung westlich von Hagen und wird südlich von Kettwig durch Alaunschiefer vertreten.

Die für das obere Namur von KRUSCH 1908 und BÄRTLING 1913 im Hagener Gebiet aufgestellte petrographische Dreigliederung in Quarzitgruppe, Grauwackengruppe und Ziegelschiefergruppe, welche hier insgesamt 1400 m mächtig werden, läßt sich bis nach Wuppertal, wo sich die Mächtigkeit auf 1200 m verringert hat, aufrechterhalten. Von hier tritt nach NW neben der weiteren Mächtigkeitsreduzierung bis auf insgesamt 800 m südlich von Mülheim-Ruhr eine fazielle Änderung insofern ein, als die beiden unteren Gruppen unter Zurücktreten der quarzitischen Ausbildung miteinander verschmelzen und nur die Ziegelschiefergruppe in wenig veränderter Ausbildung und Mächtigkeit durchgeht.

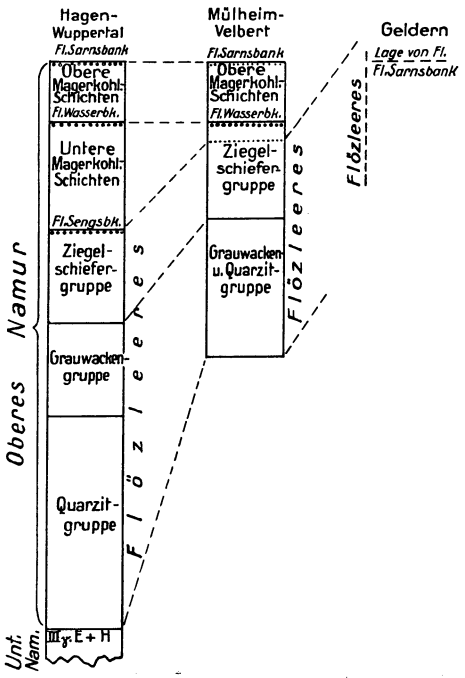


Abb. 54. Auskeilen und Faziesänderung des Namurs im W des Ruhrgebietes von SO nach NW.

Auch bei den nächstfolgenden Magerkohlenschichten hatte man dem am südlichen Rande bei Königsborn und Witten erkannten 630 m mächtigen Profil den Wert eines Normalprofils gegeben, das auf weitere Teile des Ruhrgebietes übertragbar wäre. In derselben Richtung wie beim Flözleeren macht sich auch hier von SO nach NW ein Mächtigkeitsschwund und eine Faziesänderung zwischen Wuppertal und Mülheim-Ruhr bemerkbar. Die Magerkohlenschichten unterhalb des Flözes Wasserbank verlieren die eingeschalteten mächtigen Sandsteinhorizonte und werden flözleer (WUNSTORF 1931). Untersuchungen über das Sengsbankkonglomerat haben gezeigt, daß dieses unter gleichzeitiger Abnahme der Geröllgrößen nach NW auskeilt. In gleicher Richtung tritt auch im Wasserbankkonglomerat eine Geröllgrößenverringerung ein. Ähnliche Verhältnisse liegen nach BÄRTLING 1923 auch für den als petrographische Grenzbank auf den Karten der Geologischen Landesanstalt dienenden Sandstein unter Flöz Sarnsbank vor. Südlich von Essen stehen daher zwischen dem Grenzflöz Sarnsbank und Flöz Wasserbank nur noch 300 m flözführende Schichten, die eigentlichen oberen Magerkohlenschichten an. Da sich die Verkümmerung des tieferen Produktiven im Niederrheingebiet, dem am weitesten nach NW vorgeschobenen Teil des Ruhrgebietes, fortsetzt, keilen die Magerkohlenschichten gänzlich aus und gehen vermutlich in geringmächtige flözleere Schichten über, wie Abb. 54 zeigt (KELLER 1934).

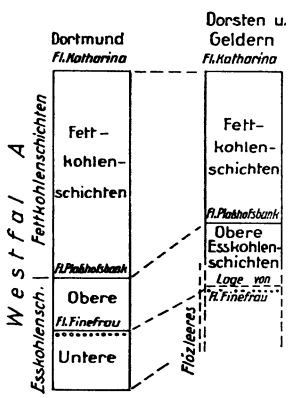


Abb. 55. Das Aufsteigen der flözleeren Fazies in das Westfal A und dessen Mächtigkeitsveränderung von SO nach NW.

Die weitere 3000 m mächtige Schichtfolge des ruhrländischen Oberkarbons gehört dem Westfal A bis C an. Im großen und ganzen zeigen diese Abteilungen einen einheitlichen faziellen Aufbau, auch wenn in ihnen Mächtigkeitsänderungen und Abweichungen in der Ausbildung auftreten (Abb. 55). Über die faziellen Verhältnisse kleinster stratigraphischer Abschnitte liegen wegen der nicht immer günstigen Untersuchungsbedingungen bisher nur aus den Eßkohlen- und Fettkohlenschichten Beobachtungen hinsichtlich der Fazies und Mächtigkeiten vor. In Abb. 348 und 350 wird nach OBERSTE-BRINK (1933) die Mächtigkeit zwischen den Flözen Röttgersbank 1 und 2 und zwischen den Flözen Matthias 2 und 3 gezeigt. Je eine Fazies- und Mächtigkeitskarte für die Schichtfolge zwischen den Flözen Mausegatt und Kreftenscheer 1 und den Flözen Kreftenscheer 2 und 3 ist in Abb. 56 und 57 nach KELLER (1932) wiedergegeben. Von den sonstigen Beobachtungen mag noch mitgeteilt sein, daß das Finefraukonglomerat im westlichen und mittleren Ruhrgebiet seine Basis von SO nach NW in höhere stratigraphische Horizonte verlegt. Wie stark örtlich die faziellen Verschiedenheiten im Konglomerat unter Flöz Sonnenschein sind, wies

Brune 1932 nach. Ungeachtet dieser faziellen Schwankungen in einzelnen Gebieten und Schichtfolgen tritt aber im gesamten Westfal nach NW eine beträchtliche Mächtigkeitsabnahme ein, die von Oberste-Brink u. Bärtling 1930 mitgeteilt und kartenmäßig dargestellt wurde. Danach verringert sich z. B. die Mächtigkeit der Fettkohlenschichten und unteren und mittleren Gaskohlenschichten (Flöz Sonnenschein — Flöz Zollverein 1) zwischen Dortmund und Dorsten von 960 m auf 730 m, d. h. um ungefähr 25 %. Bemerkenswert ist, daß im Niederrheingebiet die flözleere Ausbildung auch über das Niveau des Grenzflözes Sarnsbank hinausgeht und sich im unteren Westfal, den Eßkohlenschichten, bis zum Flöz Finefrau (bei Geldern) hinauf zu erkennen gibt (Abb. 55).

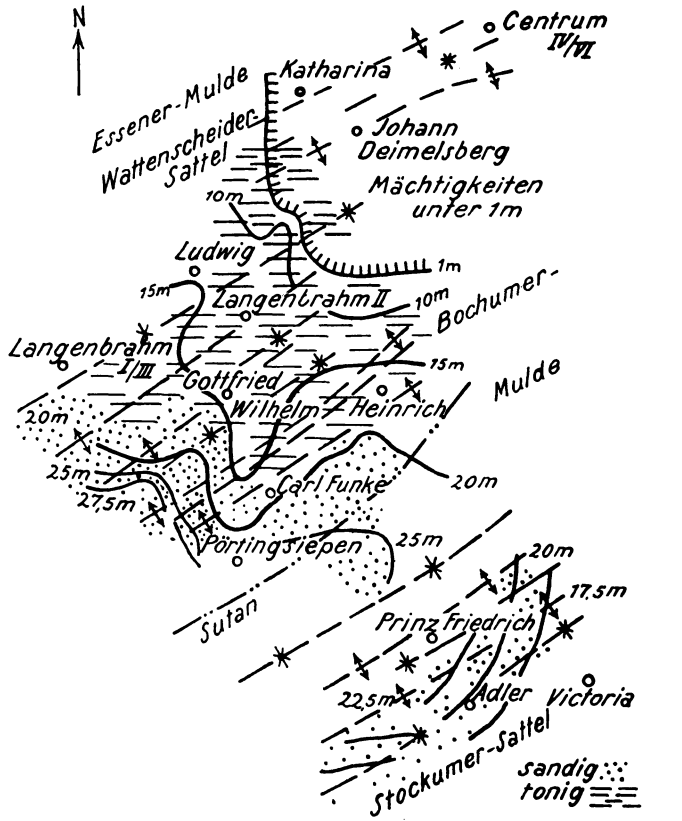


Abb. 56. Fazies und Mächtigkeiten zwischen Flöz Mausegatt und Kreftenscheer 1. Maßstab etwa 1 : 116200. Aus Keller 1932.

b) Die petrographische und faunistische Fazies.

Im Oberkarbon treten allgemein verbreitet Schiefertone und sandige Schiefertone (sog. Sandschiefer) auf. Wenn auch nicht ausreichende Untersuchungen dieser Schiefer bisher vorliegen, so unterscheiden sie sich in petrographischer Hinsicht nur wenig voneinander. Sie bestehen aus mehr oder weniger feinem Quarz-Feldspat-Glimmermaterial, ohne daß man unterscheiden kann, ob sie aus dem produktiven oder flözleeren Karbon stammen. Lediglich an der durch den größeren Gehalt an sapropelitischen Bestandteilen hervorgerufenen stärkeren Schwarzfärbung sind die Schiefer des Produktiven zum Teil zu erkennen. Es liegt nach unserer bisherigen Kenntnis die Annahme nahe, daß es sich im wesentlichen um einen gleichartigen Detritus handelt.

Zunächst mag man stärkere fazielle Verschiedenheiten bei der Betrachtung der Grauwacken

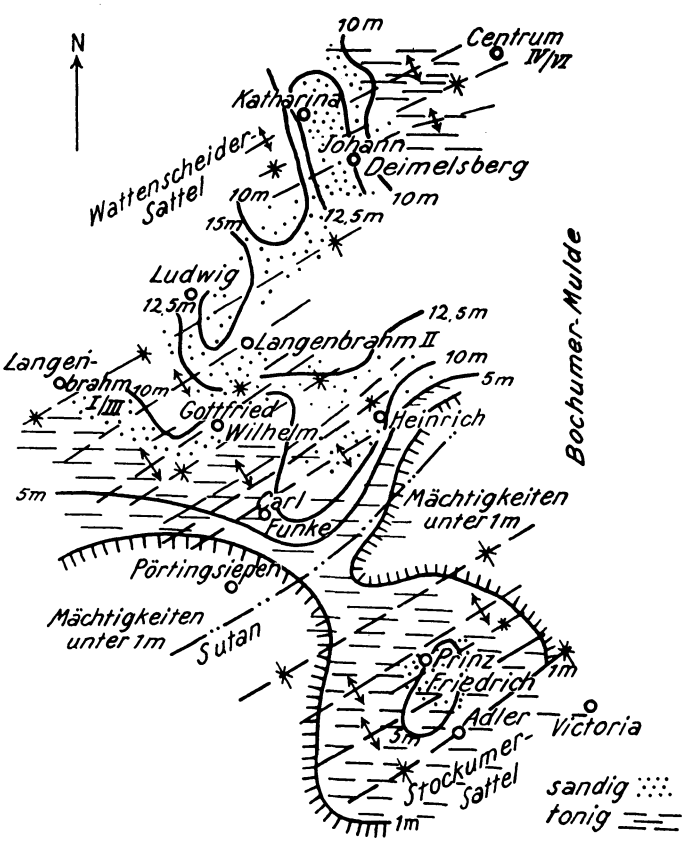


Abb. 57. Fazies und Mächtigkeiten zwischen Flöz Kreftenscheer 2 und 3. Maßstab etwa 1 : 116200. Aus Keller 1932.

des Flözleeren und der Werksandsteine (Arkosen) des Produktiven erwarten. Eine solche Vermutung trifft auch hier nicht zu, denn der petrographischen Zusammensetzung nach ähneln sich beide Sedimenttypen sehr. Beide Gesteine enthalten eine Quarz-Feldspatgrundmasse und Muskowit. Unterschiede bestehen in der Textur und in dem Vorhandensein bestimmter Beimengungen. Während die Grauwacken häufig eckige Schiefertonbruchstücke in der sandigen Grundmasse eingesprengt enthalten, führen die Werksandsteine gelegentlich Kohlenstückchen. Einzeln eingesprengte Toneisensteingerölle kommen aber hier wie dort vor. Analysen über Schwermineralien, etwa im Sinne von EDELMAN liegen noch nicht vor, so daß man sich vorläufig mit diesen Angaben begnügen muß. Auch wenn derartige Untersuchungen etwa Verschiedenheiten im Auftreten akzessorischer Beimengungen in der stratigraphischen Folge ergeben sollten, darf doch angenommen werden, daß die Hauptmasse des Detritus gleichartig ist, und die Aufspaltung in die beiden Sedimenttypen nicht durch die Herkunft aus verschiedenen Erosionsgebieten, sondern durch die genetischen Verhältnisse im Sedimentationsraum hervorgerufen sein dürfte. WUNSTORF (1928) deutete schon in gleicher Weise das Vorkommen von Grauwacken und Arkosen in Saumtiefensedimenten (KELLER 1934).

Schließlich ist in fazieller Beziehung das Auftreten autochthoner Kohlenflöze anzuführen. Diese fehlen gänzlich im Flözleeren (BÄRTLING 1913 und KÜHNE und PAECKELMANN 1928). Auf das fazielle Verhalten von Eisensteinflözen und -bänkchen vermag wegen noch ausstehender Untersuchungen nicht näher eingegangen zu werden. Soweit es sich um Blackbandflöze handelt, gehören sie selbstverständlich zur produktiven (Kohlen-) Fazies. Es scheint aber, als ob auch die Toneisensteinflöze weit häufiger in dieser auftreten als in der flözleeren Ausbildung des Oberkarbons.

Zu der petrographischen Verschiedenheit gesellen sich faunistische Unterschiede. So wird der mit der Flözbildung beginnende limnische Einschlag durch das Auftreten von Süßwasserhorizonten betont. In bestimmten Schichten, wie z. B. in den Gaskohlenschichten (unteres Westfal B) werden sie so häufig, daß hier von rein limnischen Bildungen gesprochen werden kann. Aus dem Flözleeren kennen wir keine Anthracosienhorizonte, worauf OBERSTE-BRINK und BÄRTLING (1930) schon hingewiesen haben. Andererseits geht die in den marinen Horizonten sich widerspiegelnde mehr marine Ausbildung des Flözleeren im Westfal ganz verloren, denn die gelegentlichen marinen Ingressionen des Katharina-Horizontes, der Lingula-Schicht oder des Ägir-Horizontes vermögen den Faziescharakter des höheren Produktiven nicht mehr zu ändern.

Aus diesen Beobachtungen ist abzuleiten, daß sich die flözleere und produktive Fazies des Oberkarbons als besondere Sedimenttypen des gleichen Detritus gegenüberstehen. Wenn die flözleere durch Grauwacken, durch häufigere marine Einschaltungen und durch das Fehlen autochthoner Flözbildung ausgezeichnet ist, so ist die andere durch das Vorkommen von Arkosesandsteinen, Süßwasserhorizonten und durch die Flöze eindeutig bestimmt. Es ist nunmehr zu prüfen, welche Bedeutung diese faziellen Unterschiede für die Genese des Oberkarbons haben.

2. Die genetische Deutung der Fazies.

a) Der tektonische Charakter und die Lage der oberkarbonischen Sedimentationsräume in Nordwesteuropa.

Die Wechsellagerung von relativ geringmächtigen aber flächenhaft weiter ausgedehnten autochthonen Steinkohlenflözen mit grobklastischem und feinklastischem Nebengestein in bestimmten Steinkohlenformationen führte zu der Deutung, daß in diesen Zeiten, abgesehen von den klimatischen Bedingungen, tektonische Sonderverhältnisse vorgelegen haben. Unter den paläogeographisch auszuwertenden Bezugsniveaus dürfte kein anderes so gesichert sein wie ein Flöz mit seinem Wurzelboden. Unter Voraussetzung des von GOTHAN dargestellten Sumpf-Wald-Flachmoorcharakters dieser Flöze war ihre Lage an den Wasserspiegel ihres Entstehungsgebietes gebunden. Bei der großen flächen-

haften Ausdehnung bildeten demnach die Flöze praktisch eine horizontale Ebene. Aus der verschiedenen Lage und Entfernung dieser ehemaligen Ebenen nicht nur in größeren stratigraphischen Einheiten, sondern auch untereinander, sind daher heute über die tektonischen Verhältnisse bei der Entstehung und später in geologischer Hinsicht sehr exakte Angaben zu machen. Zunächst ist abzuleiten, daß die meist langgestreckten Bildungsgebiete derartiger Kohlenformationen sehr mobile Erdrindenstücke gewesen sind, in denen eine dauernde, wenn auch nicht kontinuierliche Abwärtsbewegung stattfand. In diesen Gebieten war aber die Mobilität weiterhin so stark, daß in den einzelnen Zeitabschnitten Sonderbewegungen, mögen sie sich als ein Voraneilen oder Verharren bei der Senkung zu erkennen geben, stattfanden. Schon LYELL 1857 hat in seiner Geologie solche auf Sonderbewegungen hinweisende Erscheinungen tektonisch erklärt. Auch im Oberkarbon des Ruhrgebietes ließen sich nur so bestimmte Mächtigkeits- und Faziesverhältnisse deuten.

In der heutigen Lage der Steinkohlenvorkommen spiegelt sich die ehemalige Ausdehnung solcher hochmobiler Erdrindenstücke wieder. Abgesehen von den limnischen Becken, die Spezialsenken in alten voroberkarbonisch gefalteten Gebirgen darstellen, ist das Vorkommen der wichtigen oberkarbonischen Becken an den Außensaum der frühvariszisch gefalteten Gebirge, d. h. auf dem nordwesteuropäischen Festlande auf den Nordrand des variszischen Gebirges und auf den südlichen Rand Paläoeuropas beschränkt. Die Lage dieser Senken, in denen das Meer anfangs häufiger, später immer seltener Zutritt fand, wechselte entsprechend dem Aufsteigen der in ihrem Rückland sich emporfaltenden jungen Gebirge. In Rheinland-Westfalen, in Limburg und im belgischen Kempenland hat sich für das Namur und untere Westfal ein senkrecht zum Streichen gerichtetes Nordwestwärtswandern ergeben (KELLER 1934). PATTEISKY (1934) erkannte in Sachsen, in der Niederlausitz und in Niederschlesien auch ein zum Streichen quer nach außen gerichtetes Abwandern des Sedimentationsraumes.

Auch für England liegt offenbar ein Wandern des karbonischen Sedimentationsraumes oder wenigstens seine Verbreiterung im Laufe des Oberkarbons vor. Den Darstellungen von ALLAN (1928) ist zu entnehmen, daß der Beginn der Produktivität von Yorkshire und Lancashire nach Staffordshire von NO nach SW aus dem tiefsten Lanarkian bis in das Westfal B aufsteigt. Nicht nur Mächtigkeitsreduzierungen und das Auskeilen ganzer Schichtsysteme von NO nach SW in Yorkshire und besonders in Staffordshire, sondern auch die Transportrichtung im Millstone Grit von Yorkshire und das nach SW gerichtete transgressive Übergreifen höherer Karbonstufen sogar auf Silur und Cambrium deuten darauf hin, daß in Mittelengland von NW nach SO sich ein Hochgebiet erstreckte (BISAT 1928). Da hier die Bewegung umgekehrt wie im östlichen und westlichen Deutschland und den angrenzenden Gebieten verlief, liegt die Annahme nahe, daß in England noch die Fortsetzung des von der variszischen Faltung überwältigten und schon damals erodierten oberkarbonischen Gegenflügels der subvariszischen Saumtiefe vorhanden ist. Wegen seiner Lage außerhalb des eigentlichen variszischen Faltungsfeldes konnte dieser Gegenflügel hier erhalten bleiben. Die zunächst für den Raum Deutschland aufgestellte subvariszische Saumtiefe, unter der die karbonische Geosynklinale verstanden wird, löst sich demnach von dem ihr beigesellten Gebirge, tritt auf Paläoeuropa über und schwenkt hier als Sondergeosynklinale, als die Midland Syncline (BISAT 1928) nach N ab, ohne daß heute noch der Ostflügel bekannt ist und wahrscheinlich unter der westlichen Nordsee liegt. Die übrigen Oberkarbonvorkommen in Südengland mit Ausnahme des in Devonshire entsprechen ihrer Lage und ihrem stratigraphischen Inhalte nach Binnenbecken. Die nach ALLAN ungefähr an die Grenze von Westfal B und C zu stellenden marinen Einschaltungen in Südwales, in Sommerset-Gloucester und besonders in Kent deuten darauf hin, daß das Meer bei abwärtigen Undationen des ganzen Gebietes auch in diese Sonderbecken Eingang finden konnte.

b) Die genetische Deutung des Sedimentinhaltes der oberkarbonischen Sedimentationsräume.

In den Sedimentationsräumen ist zunächst als Eigentümlichkeit festzustellen, daß der tiefere karbonische Inhalt von flözleeren Schichten gebildet wird. Da diese Fazies

zu einem bestimmten Zeitpunkt der Geosynklinalbildung und unabhängig vom stratigraphischen Alter auftritt, ist zu folgern, daß durch sie ein bestimmtes Stadium der Geosynklinalbildung festgehalten ist. Nach dem Unterkarbon, das als eine Zeit starker Verschwächung des Senkungsvorganges aufgefaßt wird (STILLE 1929), steigert sich die Senkung mit dem beginnenden Oberkarbon. Sedimentmassen geraten in Bewegung und werden den unter den Meeresspiegel hinabtauchenden Landschaftshohlformen zugeführt. Obgleich die klimatischen und floristischen Voraussetzungen für Sumpf-Waldmoore gegeben waren, blieben die Schichten flözfrei. Zwar beherrschte, entsprechend dem Wechsel in der Schichtfolge, ein bestimmter Rhythmus die Sedimentation (FIEGE 1933), ohne daß aber der Untergrund bis zur Wasserfläche aufgefüllt wurde und längere Unterbrechungen eintreten konnten. Das oben erkannte Fehlen autochthoner Flöze und der stärkere marine Einschlag im Flözleeren findet hierin seine Erklärung. Neben feinklastischem Detritus gelangten gröbere Massen zum Absatz. Die ruhelose Abwärtsbewegung verhinderte aber nicht nur die Flözbildung, sondern bewirkte auch eine andere Ausbildung des gröberen Materials. Heranführung, Absatz und Einbettung erfolgten schnell. Ruhezeiten, in denen eine stärkere Zersetzung und Aufarbeitung stattfinden konnten, fehlten. Es entstanden Sedimente vom Typus der Grauwacke (WUNSTORF 1928). Die Zeit der kontinuierlichen, ohne Unterbrechungen sich vollziehenden Abwärtsbewegung bildet den ersten Abschnitt der Geosynklinalbildung und wird von einer Zeit, die durch einen stärker betonten Sedimentationsrhythmus bestimmt wird, abgelöst. In den sich einschaltenden Ruhezeiten kann der Sedimentationsraum bis an den Wasserspiegel und höher aufgefüllt werden. Das gröbere Material wird gut aufgearbeitet und zersetzt. Es hatte eine längere Expositionsdauer, wie VON BUBNOFF 1931 ausführte, und wurde nach häufiger Umbettung teils allmählich, teils auch plötzlicher der Einwirkung der Atmosphärilien und des bewegten Wassers entzogen. Das entstehende Gestein ist der Karbonsandstein. Während der Ruhezeiten siedelt sich auf den aufgeschütteten, vom Wasser nur wenig bedeckten Flächen die Flora an und findet für kürzere oder längere Zeiten ihre Lebensbedingung. Vom Meere abgetrennte Binnenseen werden von der Süßwasserfauna bevölkert, die im ersten Stadium der Geosynklinalbildung keine ihr zusagenden Verhältnisse antreffen konnte. Das Meer tritt nur bei stärkeren Senkungen, die aber wieder von Zeiten mit limnischen Entstehungsbedingungen abgelöst werden, in den Sedimentationsraum ein. Mit dem Aufhören der marinen Ingressionen beginnt der dritte Abschnitt der Geosynklinalbildung, der durch die rein limnische Fazies gekennzeichnet ist und mit dem Übergang in terrestrische Verhältnisse endet. Der gesamte Entwicklungsgang oberkarbonischer paralischer Sedimentationsräume kann als eine bis in ihre zeitlichen Unterabschnitte fixierte Festlandswerdung angesehen werden.

IV. Abschnitt.

Die besonderen stratigraphischen Elemente der flözführenden Schichten.

A. Das Nebengestein der Steinkohlenflöze.

Durch die zahllosen bergbaulichen Aufschlüsse ist das makroskopische Bild der am Aufbau des flözführenden Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges beteiligten Gesteine gut bekannt geworden. Weniger ist das bezüglich der mikroskopischen Beschaffenheit der Gesteine der Fall, da bis heute nur einige Untersuchungen von vereinzelten Gesteinsarten oder von Gesteinen bestimmter Horizonte vorliegen (UDLUFT 1933/36, WINTERHALTER 1932/33). Darin liegt auch die Ursache, weshalb wegen vieler zu beobachtenden Einzelerscheinungen sowie allgemeiner und besonderer Bildungsbedingungen des gesamten Gebirgskörpers noch manche Frage offen steht. Es muß daher späteren, systematisch durchgeführten sedimentpetrographischen Untersuchungen der Gesteine an sich sowie

des petrographischen Wandels im Gebirgsprofil in Verbindung mit eingehenden paläogeographischen Studien über die Verhältnisse des Sedimentationsraums vorbehalten bleiben, die Vielgestaltigkeit der petrographischen Verhältnisse eines so mächtigen Gebirgskörpers völlig aufzuklären. Hierhin gehört beispielsweise auch der Nachweis, ob wir es während der Sedimentation des ganzen Westfälischen mit einer kontinuierlichen Gebirgsbildung oder mit den Wirkungen episodischer orogener Vorgänge zu tun haben.

Zweck und Ziel der vorliegenden Darstellung der Gesteine soll die Zusammenfassung des bislang gesammelten Beobachtungs- und Tatsachenmaterials im Hinblick auf die allgemein geologisch-petrographische Eigenart der einzelnen Gesteinsarten sein, und zwar so, wie sie dem Bergmann in der Grube vor Augen treten.

1. Die petrographischen Verhältnisse der klastischen Gesteine des Ruhrbezirkes.

Am Gesteinsaufbau der rd. 2900 m mächtigen Ablagerungen des niederrheinisch-westfälischen Karbons — ausschließlich des sehr mächtigen Osnabrücker Karbons — beteiligen sich bekanntlich neben den Kohlenflözen und den mit ihnen stellenweise vergesellschafteten Eisensteinen nach dem Sprachgebrauch des Ruhrbergmanns eigentlich nur vier Gesteinsarten, und zwar Sandsteine (bzw. Grauwacken), Konglomerate, Sandschiefer und Schiefertone (Tonschiefer).

Wie die Untersuchung lehrt, stellen die vielfach in rhythmischer Wechsellagerung wiederkehrenden, ± gut geschichteten Gesteinsablagerungen keine an sich scharf voneinander getrennten Gesteinsarten dar. Sie unterscheiden sich vielmehr nur durch die Größe der Körner sowie hinsichtlich der mengenmäßigen Verteilung der verschiedenen Korngrößen der Gesteinskomponenten. Ihrer Entstehungsgeschichte als klastischer, aus der Verwitterung mechanisch zerstörter älterer Massive hervorgegangener Trümmergesteine entsprechend sind die verschiedenen Arten durch alle möglichen Übergänge miteinander verbunden, so daß rein petrographisch ein allmählicher Übergang zwischen „groben Sandsteinen" (Konglomeraten bzw. Brekzien), „feinkörnigen Sandsteinen", „Sandschiefern" und „Schiefertonen" (Tonschiefer) besteht. Dabei ist die Zahl der an ihrem Aufbau beteiligten Mineralkomponenten klein. Handelt es sich doch im wesentlichen nur um Quarz sowie um quarzige Mineralien (Kieselschiefer, Lydit- und Hornsteinbrocken), Feldspäte und Glimmer. Hierzu tritt als Bindemittel ein vorwiegend kieseliges Zement, das sowohl von außen zugeführt als auch durch Zersetzung der Silikate im Gestein gebildet sein kann.

Die oben geschilderten verschiedenen Faziesbildungen gehen allerdings nur selten ohne weiteres ineinander über. Sie zeigen vielmehr meist ± scharfe Sedimentationsgrenzen. Sehr häufig beobachtet man außerdem z. B., daß bei Sandsteinen die obere Grenzfläche eben ist, während die untere wellig ist und auf unebenen Schiefertonen lagert.

Je kleiner im übrigen die Korngröße ist, je stärker tritt auch die Veränderung der Einzelteilchen infolge Einwirkung der chemischen Verwitterung in Erscheinung, die schließlich nur „Kaolin" und „Serizit" erhalten hat. Sie bilden die Füllmasse der Poren zwischen den Sandsteinkörnchen.

Durch das Verhältnis der größeren klastischen Körner zu der Grundmasse wird der Charakter der Gesteine bestimmt. Ein wesentliches Kennzeichen der Karbongesteine ist auch ihr Bestand an kohliger Substanz, die in feiner und feinster Form alle Zwischenräume erfüllt und dem Gestein den ± dunklen Ton gibt.

Rein petrographisch betrachtet, sollte der bergmännische Begriff Schiefer aus der Gesteinsbezeichnung der Karbongesteine ausgeschaltet werden. Solche Gesteine müssen den Prozeß der „Schieferung" durchgemacht haben, was aber bei unseren karbonischen Schiefern sicherlich nicht der Fall ist. Es fehlt eben diesen Gesteinen die für das Devon kennzeichnende ausgesprochene „Transversalschieferung".

Wie Aufschlüsse in den verwitterten Gesteinen über (aber auch unter) Tage erkennen lassen, ist jedoch eine „gewisse Art von Schieferung" in den Tongesteinen nicht zu verkennen (Steinmann 1930/31). Sie äußert sich stellenweise im Auftreten von Ablösungsflächen, die von der Lage der Schichtung unabhängig sind und in Verbindung mit dieser einen griffelförmigen Zerfall der Schiefertone zur Folge haben können. Neben dieser sind noch ellipsoidische Absonderungsformen zu beobachten, die von Trennungsflächen ausgehen. Soweit Beobachtungen vorliegen, scheint diese Art in der Richtung von der Flammkohle zur Magerkohle immer stärker in Erscheinung zu treten.

Um der heute noch ganz allgemein herrschenden Willkür über die Gliederung und Benennung der Gesteine ein Ende zu machen, und um für besondere petrographische Arbeiten eine erschöpfende Gesteinsbeschreibung geben zu können, sind neuerdings seitens der Preußischen Geologischen Landesanstalt einheitliche Richtlinien für die Abgrenzung und Benennung der Gesteine aufgestellt worden (Fischer und Udluft 1935). Damit sollen die althergebrachten Gesteinsbezeichnungen für den Ruhrbezirk nicht ohne weiteres fallen gelassen werden. Es erscheint jedoch wichtig genug, einmal kurz aufzuzeigen, welchen Begriffen der neuen Gliederung die alten bergmännischen Gesteinsbezeichnungen entsprechen.

Grand (> 2 mm)			
Klotz > 2 m	Block > 20 cm	Brock > 2 cm	Graup > 2 mm

Sand (2—0,02 mm)	
Gritt > 0,2 mm	Silt > 0,02 mm

Schmand (< 0,02 mm)		
	Schlämm	
Schluff > 2 μ	Sink > 0,2 μ	Schweb < 0,2 μ

Die Landesanstalt geht bei ihren Vorschlägen einer Kennzeichnung von einer Reihe wichtiger und meßbarer Eigenschaften der Gesteine aus, als da sind:

Stoffbegriff (Einstoff- und Mehrstoffgesteine, z. B. Kalkstein, Sandstein und Kalksandstein).

Korngröße (nach dem mittleren Durchmesser der Körner, siehe obenstehende Tabelle).

Tracht (Summe der im Gestein auftretenden Absonderungsflächen, z. B. Schäler, Platter, Flinzer, Bänker, Wänder).

Raumerfüllung (Unterschied zwischen ungeschichteten Gesteinen [Massern] und geschichteten [Schichtern], z. B. linig, striemig, streifig, bänderig, bordig). Dazu treten noch Karbonatführung und Porenvolumen.

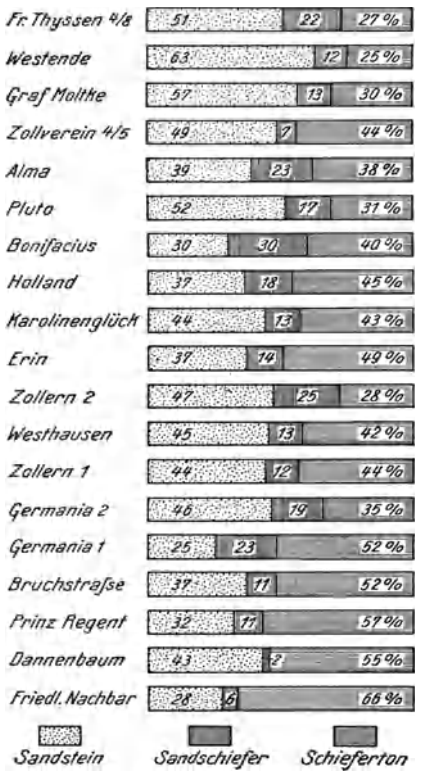


Abb. 58. Anteile von Sandstein, Sandschiefer und Schieferton am Schichtenaufbau zwischen den Flözen Sonnenschein und Präsident. Nach Oberste-Brink: Glückauf 1929.

Dementsprechend kommt man zu folgender Gliederung (Bode 1937):

a) Schiefertone = Tonschmandsteine (Korngröße unter 0,02 mm).

b) Sandschiefer = Quarztonsiltsteine (Korngröße 0,02 bis 0,2 mm).

c) Sandsteine = Quarzgrittsteine oder Feldspatquarz-Grittsteine (Korngröße 0,2 bis 2 mm).

d) Konglomerate = Quarzgrandgesteine: 1. Quarzgraupsteine (Korngröße 2 mm bis 2 cm), 2. Quarzbrocksteine (Korngröße 2 bis 20 cm).

Im Hinblick auf den Zweck des Werkes sollen hier die alt eingeführten und allgemein verständlichen bergmännischen Bezeichnungen für die Gesteine beibehalten werden.

Die oft gestellte Frage nach dem Anteil der Hauptgesteinsarten an dem Gesamtgebirgskörper ist ganz allgemein schwer zu beantworten, da er sich entsprechend der faziellen Änderung der Schichten je nach dem stratigraphischen Horizont oder je nach Lage des Sedimentes im Raume der subvariszischen Vortiefe schnell ändert. Daher bringt das bergmännische oder geologische Schrifttum hierüber entweder keine, sehr voneinander abweichende oder aber sich widersprechende Werte.

Nach einer älteren Berechnung des Verfassers (Kukuk 1924) sind die Schiefertone im Durchschnitt mit rd. 36% und die Sandsteine mit rd. 37% der Gesamtschichtenmächtigkeit die überwiegenden Gesteine des rheinisch-westfälischen Karbons, während sich die Sandschiefer mit rd. 22%, die Konglomerate dagegen mit bis rd. 4% an der Gesamtmächtigkeit beteiligen. Vergleichsweise sei erwähnt, daß im oberschlesischen Becken nach Gaebler (1909) auf den Schieferton 55% und auf den Sandstein 40% der Gesamtmächtigkeit entfallen. Sandschiefer ist hier nicht ausgeschieden.

Neuere Einzelangaben finden sich bei Oberste-Brink (1928). Aus seinen Beobachtungen geht zunächst hervor, daß sich die Fazies der in den verschiedensten Schichtengruppen auftretenden Einzelgesteine mindestens für die Eßkohlen- und Fettkohlenschichten in Richtung von NW nach SO so stark ändert, daß man Durchschnittszahlen kaum geben kann. Ein anschauliches Bild dieser Veränderung innerhalb eines Zeitabschnittes des Karbons gewährt die Abb. 58. Aus ihr geht hervor, daß die Sandsteine in der unteren Fettkohle im NW des Bezirkes mit über 50%, in der Gegend zwischen dem Gelsenkirchener Sattel und der Bochumer Mulde mit 50—35% und weiter südöstlich mit 40—25% an der gesamten Schichtenfolge teilnehmen. Dementsprechend wächst der Anteil der Schiefertone in derselben Richtung von 27% auf 66% an. Schon daraus ergibt sich, daß es fast unmöglich ist, allgemein gültige Durchschnittszahlen für den gesamten Bezirk aufzustellen.

Da es aber aus bergtechnischen Gründen wichtig genug erscheint, solche Angaben für bestimmte Horizonte und verschiedene Gebiete des

Tabelle 11. Anteil der verschiedenen Gesteine an der Gesamtschichtenmächtigkeit.

Schichten	Zechen	Sandstein %	Sandschiefer %	Schieferton %
	im W			
Untere Fettkohle	Fr. Thyssen 4/8	40,4	26,4	31,1
	Westende	45,4	7,9	44,0
Mittlere Fettkohle	Fr. Thyssen 4/8	40,6	20,0	35,0
	Westende	37,2	12,2	46,0
Obere Fettkohle	Fr. Thyssen 4/8	48,9	9,3	34,5
	Westende	27,5	15,6	50,2
Untere Gaskohle	Fr. Thyssen 4/8	57,6	7,2	32,8
	Fr. Thyssen 3/7	32,3	16,9	49,8
Mittlere Gaskohle	Fr. Thyssen 4/8	56,8	—	35,5
	Fr. Thyssen 3/7	12,8	59,5	21,9
Obere Gaskohle	—	—	—	—
	in der Mitte			
Untere Fettkohle	Holland	50,0	22,9	27,1
Mittlere Fettkohle	Alma	47,0	13,5	31,6
	Holland	55,3	8,5	36,2
Obere Fettkohle	Alma	19,5	24,5	17,1
	Holland	40,6	6,2	53,2
Untere Gaskohle	Alma	22,0	22,6	53,3
	Holland	43,8	6,2	50,0
Mittlere Gaskohle	Alma	25,6	19,6	48,4
	Holland	8,5	—	91,5
Obere Gaskohle	Alma	12,0	22,4	57,4
	Holland	27,4	—	72,6
	im N			
Untere Fettkohle	Graf Moltke	52,9	15,7	27,8
Mittlere Fettkohle	Graf Moltke	51,0	8,3	34,9
Obere Fettkohle	Graf Moltke	22,6	16,7	54,9
Untere Gaskohle	Graf Moltke	26,4	15,0	57,4
Mittlere Gaskohle	Graf Moltke	16,3	17,5	58,7
	Nordstern	22,0	20,6	46,4
Obere Gaskohle	Graf Moltke	11,5	12,3	66,7
	Nordstern	25,6	16,9	51,9
Untere Gasflammkohle	Graf Moltke	25,2	13,2	53,7
	Nordstern	10,5	17,5	64,2
Obere Gasflammkohle	Graf Moltke	25,0	35,0	36,5
	Nordstern	65,3	5,8	25,7
Untere Flammkohle	Nordstern	17,7	3,8	72,2
Obere Flammkohle	—	—	—	—
	im O			
Untere Eßkohle	Ad. v. Hansemann	35,8	31,5	30,2
Obere Eßkohle	Ad. v. Hansemann	32,6	14,7	50,6
	Zollern-Germania	31,6	14,2	51,6
Untere Fettkohle	Ad. v. Hansemann	28,5	25,9	43,3
	Zollern-Germania	33,8	18,3	42,5
Mittlere Fettkohle	Ad. v. Hansemann	29,1	24,5	37,1
	Zollern-Germania	32,5	18,1	42,7
Obere Fettkohle	Ad. v. Hansemann	40,8	11,3	38,2
	Hansa	31,8	7,5	53,9
Untere Gaskohle	Ad. v. Hansemann	11,9	1,6	83,1
	Hansa	31,4	6,6	57,1
Mittlere Gaskohle	Ad. v. Hansemann	11,8	10,6	68,2
	Hansa	31,2	23,2	39,5
Obere Gaskohle	—	—	—	—
	im S			
Untere Magerkohle	Engelsburg	—	—	—
Obere Magerkohle	Engelsburg	37,9	41,0	20,1
Untere Eßkohle	Engelsburg	32,3	30,8	33,8
Obere Eßkohle	Engelsburg	49,1	11,6	38,2
Untere Fettkohle	Engelsburg	44,9	22,1	29,7
	Bruchstraße	23,9	34,8	34,1
Mittlere Fettkohle	Carolinenglück	32,0	8,0	60,0
	Bruchstraße	46,7	6,0	39,0
Obere Fettkohle	Bruchstraße	17,3	13,7	63,1

Ruhrbezirkes zu besitzen, habe ich aus den von der Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges. bearbeiteten Zechen-Monographien für die einzelnen Horizonte entsprechende Anteilszahlen der verschiedenen Gesteine an der Gesamtschichtenmächtigkeit zusammengestellt, und zwar für den W, die Mitte, den O, den N und den S des Bezirkes unter Heranziehung genau untersuchter Zechenprofile (s. Tabelle 11).

Trotz der ± nur aus vier Gesteinsarten bestehenden Schichtenfolge des Karbons ist die, als Ganzes betrachtet, scheinbar eintönige Gesteinsreihe im einzelnen keineswegs so einförmig, wie nachstehend gezeigt werden soll.

a) Sandsteine.

Die mit etwa 30—50% am Aufbau des flözführenden Karbons beteiligten hellen Sandsteine sind namentlich in den Magerkohlen-, Flamm- und Gasflammkohlenschichten häufig. Die Sandsteine setzen sich zum weit überwiegenden Teil aus farblosen oder milchigen, fettglänzenden Quarz- bzw. Quarzitkörnern und zu einem kleinen Teil aus grauen bis schwarzen Kieselschiefer- bzw. Lyditkörnchen zusammen. Dazu tritt noch ein unregelmäßig verteilter, stellenweise hoher Gehalt an Feldspäten verschiedenster Art sowie heller und bisweilen auch etwas gefärbter feinschuppiger Glimmerblättchen (Kaliglimmer oder Muskovit bzw. Serizit). Als akzessorische Gemengteile kommen Toneisensteine, Schiefertonbröckchen und Zirkone in Betracht. Tonigkieseliger bis rein kieseliger Zement, der teils allothigener, teils authigener Natur ist, füllt die Lücken aus. Abb. 59 zeigt das Mikrobild eines Sandsteins der unteren Magerkohlenschichten.

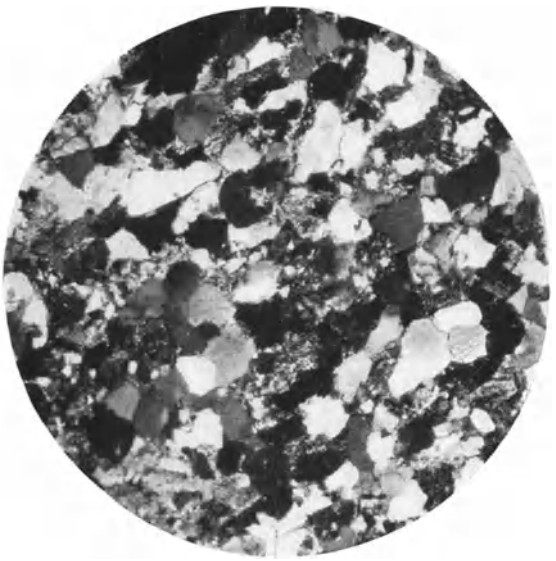


Abb. 59. Sandstein. Vorwiegend Quarzkörner von unregelmäßiger Form, untergeordnet verwitterte Feldspäte und Glimmerblättchen, durch ein von Serizit und Kaolin durchsetztes Bindemittel verkittet.
Hgd. von Flöz Wasserbank, Zeche Kl. Windmühle. Vergr. 25×. Nic. +. Aufn. Leitz.

Bemerkenswerterweise findet sich im Kohlensandstein, ebenso wie bei dem Schieferton und dem Sandschiefer, dunkler Glimmer (Magnesiaglimmer oder Biotit) sehr selten; er ist dann meist in Chlorit umgewandelt.

Besonders kennzeichnend für die meisten Sandsteine ist der aus verwitterten feldspatreichen Eruptivgesteinen stammende, meist kaolinisierte oder serizitisierte rötliche bis gelbe Feldspat (Plagioklas, Oligoklas und Orthoklas), der sich sowohl in kleinen als auch größeren Individuen vorfindet und bisweilen noch Kristallform besitzt. Die ± streifigen Sandsteine sehen daher häufig „weiß punktiert" aus (s. Abb. 60). Mit zunehmender Kornfeinheit der Umwandlungserzeugnisse der Silikate werden die Sandsteine immer reicher an Kaolin und Serizit, so daß man sie deshalb richtiger als „arkoseartige Sandsteine" oder „Arkosen" bezeichnet. Außerdem finden sich in den meisten Sandsteinen, bald häufiger, bald seltener, kleine oder größere Kohlenbrocken oder richtige Kohlengerölle. Die außerdem noch akzessorisch auftretenden Mineralbeimengungen wie Turmalin, Zirkon, Apatit, Titanit u. a. haben für die Kennzeichnung keine Bedeutung.

Die Größe der die Sandsteine aufbauenden Quarzkörner beträgt etwa 0,05 bis 2 mm und bleibt gewöhnlich unter 2 mm. Sie wechselt aber häufig, und zwar ganz regellos, sogar innerhalb derselben Bank, vom feinsten bis zum gröbsten Korn. Dieselbe Sandsteinbank kann daher bald feinkörnig, bald grobkörnig sein. Die sich gelegentlich einstellende gröbere Körnung vermittelt den Übergang zur konglomeratischen Ausbildung.

Wegen des schnellen Wechsels in der Körnung derselben Sandsteinbank hat es daher für die Praxis wenig Wert, die einzelnen Kohlensandsteinbänke etwa in „Psammite" (mit Körnern über 0,5 mm bis Erbsengröße) und in „Pelite" (mit feinerem Korn bis herab zu Mineralstaub) zu scheiden.

U. d. L. sind die Quarzkörner meist eckig oder kantengerundet. Häufiger zeigen sie noch eine oder auch mehrere Kristallflächen. Wohlgerundete Körner habe ich nur selten festgestellt. Dagegen läßt sich häufig beobachten, daß die Kantenabrundung mit dem Durchmesser der Körner zunimmt. Große Bedeutung besitzt die Frage des Bindemittels der klastischen Bestandteile. Es ist bei technisch wertvollen Sandsteinen durchweg kieselig, und zwar werden die einzelnen Quarzkörner durch amorphe Kieselsäure (Chalcedon) verkittet. Es kann aber auch kieselig-tonig, tonig oder karbonatisch sein. Nach HELLMERS besteht dieses Karbonat aus einem Gemenge von $CaCO_3$, $MgCO_3$ und $FeCO_3$.

UDLUFT (1935) weist darauf hin, daß die Karbonatführung mit der Flözbildung im Zusammenhang steht, derart, daß die Gesteine des Flözhangenden stets ± karbonatisch, die Liegendgesteine dagegen bis zu einer bestimmten Tiefe karbonatfrei sind. Meine Beobachtungen führen zu dem gleichen Ergebnis.

Das Bindemittel aus Kieselsäure verleiht dem Sandstein häufig ein kristallinisches, bisweilen auch löcheriges Gefüge. Mitunter entstehen durch Zurücktreten der einzelnen Quarzkörner und völlige Ausfüllung der Lücken sehr dichte, quarzitähnliche Gesteine von meist graublauer Farbe. Diese verhältnismäßig seltenen, sehr harten und kieselsäurereichen Gesteinsausbildungen werden von den Bergleuten als „Flinz" bezeichnet.

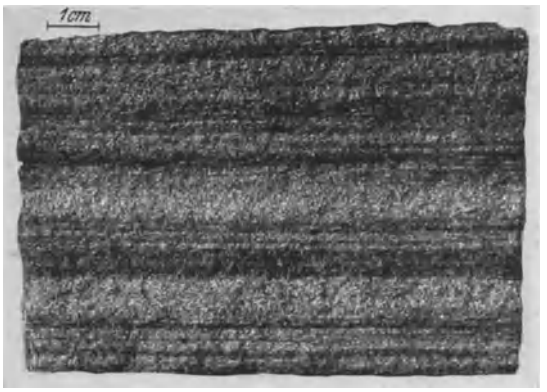


Abb. 60. Kaolinreicher gebänderter Sandstein aus dem Hangenden des Flözes Ernestine. Zeche Constantin d. Gr. VI/VII. S.W.B.

Ein sehr kennzeichnendes Gestein dieser Art habe ich unter anderem auf der stillgelegten Zeche Mühlhausen bei Unna als ein etwa 0,40 m starkes Zwischenmittel in einem in zwei Bänken abgelagerten Flöze beobachtet.

Wegen seiner höfflichen Beschaffenheit in bezug auf seine Verwendbarkeit für die Herstellung von Silikasteinen wurde es auf meine Veranlassung in einem Sonderlaboratorium analysiert. Die Untersuchung ergab folgende Zusammensetzung:

SiO_2 . .	94,82%
Al_2O_3 .	1,73%
Fe_2O_3 .	2,97%
CaO . .	0,02%
MgO . .	0,25%
K_2O . .	0,21%
	100,00%

Danach eignet sich das Gestein wegen seines großen Eisengehalts nicht zur Herstellung erstklassiger Silikasteine, möglicherweise aber zur Erzeugung von Ferrosilizium im elektrischen Ofen.

Neben vielen anderen Funden stellte ich auch auf der Zeche König Ludwig I/II im Liegenden des Flözes Friedrich einen stark verkieselten Packen fest, der auf kürzere Entfernung eine gewisse leitende Bedeutung für dieses Flöz besitzt.

Tonige bzw. kieseligtonige Bindemittel werden weit seltener beobachtet. Karbonatische Bindemittel treten häufiger auf als im allgemeinen angenommen wird.

Nach meiner Beobachtung finden sie sich vielfach dort, wo grobe Sande in Toneisensteinkonglomerate übergehen, wie z. B. im Sandsteinhangenden von Flöz Wilhelmine (Zeche Viktor I/II), im Sandstein über Flöz Präsident (Zechen Kaiserstuhl und Westhausen), über Flöz Emil der Zeche Karl des Köln-Neuessener Bergwerks-Vereins, unter Flöz Rive der Zeche Schlägel und Eisen u. a. m.

Die Farbe der Sandsteine ist sehr verschieden. Meist ist sie weißlich, stellenweise aber auch hellgrau bis gelblich. Aber auch rötlich, grüngelb, gelb und braun gefärbte Sandsteine können nicht als seltene Erscheinungen gelten. Diese letzteren Farben werden auf Oxydationserscheinungen des Eisenoxyduls im Gestein zurückgeführt und beschränken sich meist auf die ± verwitterten Oberflächenschichten.

Wie man in manchen Tagesaufschlüssen beobachten kann, geht die gelbe oder braune Farbe des Sandsteins unmittelbar auf Verwitterungsvorgänge der im Gestein vorhandenen Toneisensteinteilchen infolge der von Klüften ausgehenden Sickerwässer zurück (s. Abb. 61).

Nicht selten sieht man in den Sandsteinen konzentrische „Eisenanreicherungsringe" in Wechsellagerung mit eisenfreien oder -armen Zonen (sog. Zonenverwitterung), die den Jahresringen von Bäumen nicht unähnlich sehen und zu schaliger Absonderung führen können (s. Abb. 62). Als rhythmische Fällungen von Spalten aus eingedrungener kolloidaler Lösungen von Eisenoxydhydrat durch sauerstoffhaltiges Wasser entsprechen sie etwa den bekannten „LIESEGANGschen Ringen". Es liegen hier die gleichen Erscheinungen vor, die auch von anderen Sandsteinen, wie z. B. den tertiären pflanzenführenden Sandsteinen vom Münzenberg in Hessen, bekannt sind. Besonders schön zeigt sich die schalenförmige Verwitterung des Sandsteins bei Annen (s. Abb. 63).

Die bisweilen zu beobachtende Grünfärbung der Sandsteine beschränkt sich auf die obersten 1—5 m unterhalb der diskordanten Überlagerung durch den cenomanen Grünsand. Die grüne Farbe muß wohl auf Adsorptionserscheinungen durch Lösungen aus verwitterten Glaukonitkörnern des Essener Grünsandes zurückgeführt werden.



Abb. 61. Von Klüften ausgehende Verwitterung im karbonischen Sandstein bei Steele.

Auch rotgefärbte Sandsteine werden beobachtet. Man sieht sie z. B. überall dort, wo Zechsteinschichten auf sandig ausgebildetem Karbon ruhen.

Ob diese Rotfärbung auf eine lateritische Verwitterung zurückzuführen ist, oder ob es sich hier um eine syngenetische Bildung handelt, dürfte noch nicht restlos geklärt sein. Bärtling (1925) nimmt an, daß die rote Farbe im Zusammenhang mit Salzlösungen steht, die auf Klüften umliefen.

Von dieser allgemein zu beobachtenden Erscheinung abgesehen, kann man aber auch noch örtlich entwickelte rote Sandsteinzonen feststellen. Hier ist die Rotfärbung meist an Spalten geknüpft.

Nicht selten sieht man aber auch unvollständig rot gefärbte Sandsteinbänke, wie in bestimmten Zonen der Fettkohlenschichten.



Abb. 62. Konzentrische Verwitterungsringe im Sandstein der Magerkohlengruppe. $^1/_5$ nat. Gr. Aus Kukuk: Glückauf 1924. S.W.B.

In diesen Fällen werden die Quarzkörnchen der Sandsteine gleichmäßig von Eisenoxydhäutchen überzogen, die ihrerseits wieder von Kieselsäure umhüllt sind. Die rötliche Färbung tritt besonders dann in Erscheinung, wenn das beim Bohren in diesem Sandstein entstehende Bohrmehl durch Benetzen mit Wasser breiig wird. Die Rotfärbung des Schlammes kann dann so stark werden, daß die in diesem Gestein arbeitenden Leute äußerlich den Eindruck von Bergleuten einer Roteisensteingrube machen.

Neben den obenerwähnten Erscheinungen zeigen die Sandsteine auch noch eine Reihe anderer Merkmale.

Beispielsweise finden sich in verschiedenen Bänken weicher Sandsteine (anscheinend vornehmlich in der Nähe von Störungsklüften) kugelig ausgebildete, harte Sandsteinknollen, die bis Mannskopfgröße erreichen und ein karbonatisches oder kieseliges Bindemittel führen. Nicht selten beobachtet man auch Anhäufungen von Tongallen aus reinem oder eisenschüssigem, braunem bis rotem Ton mit harter Kruste. Sie weisen auf gewisse Unregelmäßigkeiten bei der Sedimentierung des Sandes (Austrocknung schlammiger Pfützen, Zerstückelung, Verfrachtung und Wiedereinbettung der Tonrollen im Sande) hin.

Manche Sandsteinbänke bergen ± große graue, homogene, harte Toneisensteingerölle, die so zahlreich werden können, daß der Sandstein als ein richtiges Toneisensteinkonglomerat bezeichnet werden muß. Bisweilen enthalten die Sandsteine auch kleine und große, unregelmäßig gestaltete, weiche, rote, tonige Eisensteingerölle mit 57,3% F_2O_3, 20,1% Al_2O_3, 17,9% SiO_2 und 1,1% CaO, wie der Sand über Flöz 20 der Zeche Victoria bei Lünen (s. Abb. 64). Ihre Herkunft ist noch ungeklärt.

An anderen Stellen sind Schwefelkieskonkretionen häufig. So ragen in den hangenden Sandstein des schwefelkiesreichen Flözes Beckstadt der Zeche Concordia unmittelbar auf der Schichtgrenze gegen das Flöz konkretionäre Pyritbildungen von kugeliger, halbkugeliger oder nierenförmiger Gestalt hinein (s. Abb. 65).

Sehr verschiedenartig ist die Absonderung des Sandsteins. Von ganz dünnplattig ausgebildetem, gewissermaßen geschiefertem Sandstein mit zahllosen hellen Glimmer-

schüppchen auf den Schichtflächen bis zu dickbankigem Sandstein kennt man alle Übergänge. Zeitweise fanden die dünnplattigen Sandsteine, wie z. B. von Herdecke, zum Bedachen der Häuser Verwendung. Durch zahlreiche durchgehende Risse und Schnitte (Diaklase und Paraklase) werden die gebankten Sandsteinschichten (einschließlich der darin enthaltenen Konglomeratlinsen) in einzelne Quadern und Klötze aufgelöst, eine Erscheinung, die sich besonders beim Abbau der Flöze durch erhöhte Druckwirkungen aus dem Hangenden unangenehm bemerkbar macht.



Abb. 63. Kugelschalenförmige Verwitterung des Sandsteins der Magerkohlenschichten bei Annen i. Westf. Aufn. KUKUK.

Häufig werden diese Ablösungsflächen von einem weißglänzenden Mineral überzogen, das ihnen seit altersher den bei den Bergleuten gebräuchlichen, aber irreführenden Namen „Kalkschnitte" eingetragen hat. Wenn man auch das Vorkommen Kalkspat führender Klüfte nicht selten beobachten kann, so haben die gewöhnlich als „Kalkschnitte" angesprochenen Schnitte meist nichts mit Kalk zu tun. In dem auf den Klüften vorkommenden weißen, perlmutterschimmernden, schuppigen Mineral (vom Bergmann auch als „Steinfett" angesprochen) handelt



Abb. 64. Rotes Eisensteingeröll aus dem Sandstein über Flöz 20 auf der Zeche Victoria bei Lünen. 1/2 nat. Größe. S.W.B. Aus KUKUK: Glückauf 1924.

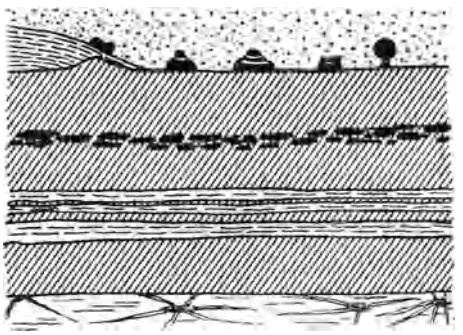


Abb. 65. Vielgestaltige Pyritkonkretionen im Sandstein über Flöz Beckstadt auf der Zeche Concordia. 1:400. Aus KUKUK: Glückauf 1924.

es sich um ein mikrokristallines, kaolinartiges Mineral, dessen Analyse 46,35% SiO_2, 39,75% Al_2O_3 und 13,90 H_2O ergab. Dieser Kaolinit von der Formel $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ist nach seinen besonderen Eigenschaften als „Pholerit" oder „Nakrit" anzusprechen.

Auch manche der allgemein bekannten Oberflächeneigentümlichkeiten von Schichten werden beobachtet. Sie können bei schwierigen Lagerungsverhältnissen Auskunft über die primäre Lage der Schichten geben. So finden sich auf den Schichtflächen vieler toniger Sandsteine fossile „Trockenrisse" und „Wellenfurchen" (ripplemarks) in guter Erhaltung (s. Abb. 66). Diese vom flachen Meeresstrande her wohlbekannten Erscheinungen weisen auf die Bildung der Sandsteine am Strande oder in seichtem Wasser hin. Es fehlen auch die aus anderen Formationen bekannten, auf ein reiches Tierleben am flachen Schlammstrande hindeutenden „Lebensspuren" nicht, insbesondere Fußabdrücke großer Landwirbeltiere. Gut erhaltene Fährten als Hochrelief sind jedoch sehr selten. Die einzige bislang genauer bekannt gewordene Fährte wurde im Dezember 1923 auf der Zeche Präsident beobachtet (KUKUK 1924).

Neben der Streifigkeit des Sandsteins (s. Abb. 67) ist die Diagonalschichtung häufig. Man sieht sie sowohl übertage als auch stellenweise bei der Verwitterung des

Gesteins in alten Querschlägen recht deutlich (s. Abb. 68). Diese Art der Schichtung ist höchstwahrscheinlich auf eine Flußdelta- oder eine Dünenbildung zurückzuführen, die bisweilen Diskordanzen vorzutäuschen vermag.

Als bemerkenswerte, wenn auch früher wenig beachtete Erscheinungen haben die erst seit wenigen Jahren näher untersuchten Rillenbildungen im Sandstein zu gelten, die ich fast in allen Horizonten des Ruhrkarbons, aber auch bei Osnabrück, beobachten konnte (s. Abb. 69). Durch diese zwar an Wirkungen von Gezeiten erinnernde, aber wohl als fluviatile Erosionsvorgänge oder in größerer Tiefe auf

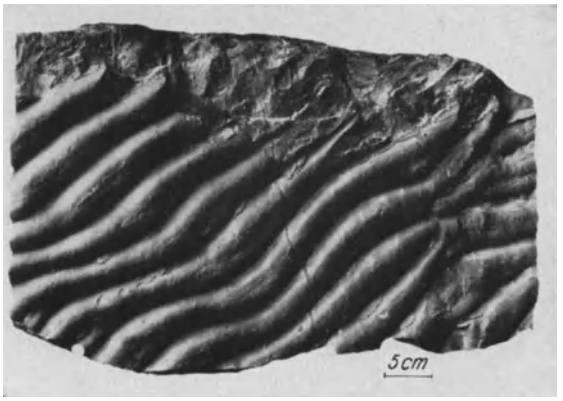


Abb. 66. Gesteinsplatte mit Wellenfurchen (Oberplatte) aus dem Hangenden des Flözes Zollverein 3 auf der Zeche Ickern. Aus KUKUK: Glückauf 1924. S.W.B.



Abb. 67. Gebänderter Sandstein aus den Fettkohlenschichten der Zeche Präsident. S.W.B.

dem Boden von Wasser erfüllter Becken entstandenen Erscheinungen (s. Abb. 70) kennzeichnen sich die Sandsteine als küstennaher Natur.

Während die mächtigen Sandsteinbänke — unter stellenweise rascher Änderung ihrer Mächtigkeit und Korngröße — auf sehr erhebliche Entfernung durchhalten, gehen die dünnen Bänke ± schnell über Sandschiefer in Schieferton über, eine Erscheinung, die auf wechselnden Sedimentzufuhren und örtlich verschieden starken Bewegungen des Untergrundes beruht.

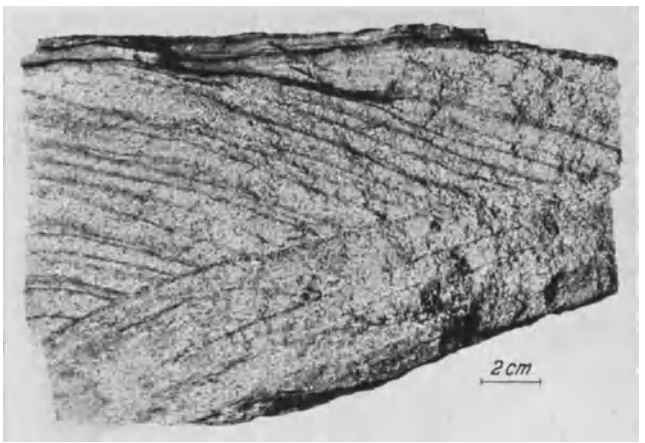


Abb. 68. Sandstein mit Diagonalschichtung. S.W.B.

Im Gegensatz zum Schieferton findet man im Sandstein gut erhaltene, bestimmbare Pflanzenreste (Blätter und Wedel) oder tierische Reste im allgemeinen recht selten. Häufig sind dagegen eingeflößte grobe Stamm- und Stengelreste (Steinkerne mit kohliger Rinde), die teils auf den Schichtflächen, teils auch ganz unregelmäßig im Gestein liegen, und zwar besonders dort, wo die Sandsteine in Konglomerate übergehen (sog. Driftbildungen). Die öfters mehrere Meter langen, stark abgeriebenen Reste, die meist ohne Wurzelwerk, Verzweigung oder Rinde als sog. „Knorrien" erhalten sind, deuten auf längere Wasserverfrachtung vor der Einbettung hin. Ab und zu sind die Stammreste, und zwar die allochthon eingeschwemmten, ± in Brauneisenstein und Schwefelkies umgewandelt. Dagegen bestehen die aufrecht (senkrecht zur Flözebene) stehenden Steinkerne von Stammresten autochthoner Natur fast durchweg aus sandigem Schieferton (s. Abb. 71).

Als besonders eindrucksvoller Erscheinung möchte ich der mit kohliger Rinde erhaltenen, senkrecht zum Flözfallen stehenden Calamitensteinkerne im Sandstein unterhalb bestimmter Flöze gedenken, die ich auf einzelnen Gruben in so großer Zahl an den Streckenstößen beobachten konnte, daß sie das Bild eines „versteinerten Calamitenwaldes" vortäuschten.

Eine weitere auffallende Erscheinung im Sandstein stellen die nicht selten festzustellenden langen Röhren dar.

Besonders häufig habe ich derartige schlauchartige Röhren im Sand unter Flöz Sonnenschein, so auf den Zechen Ver. Constantin, Lothringen (s. Abb. 72), Minister Achenbach, Shamrock und vielen anderen beobachtet.



Abb. 69. Wieder ausgefüllte Erosionsrinne im Sandstein des Piesberges. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Da ihr Auftreten bei der Freilegung in der Grube den Bergleuten zu den merkwürdigsten Vermutungen Anlaß gibt, sei kurz auf sie eingegangen. Die Wände dieser ± runden Schläuche sieht man auf der Innenseite oft mit kleinen Kristallen von Quarz oder anderen Mineralien ausgekleidet. Stellenweise ist das Innere mit Sandschlamm, Schwefelkiesknauern sowie Sandsteinbrocken erfüllt, welche mit Quarz-, FeS_2- und wohlausgebildeten, kleinen Bleiglanzkristallen überzogen sind. Wahrscheinlich handelt es sich um Hohlräume, die von eingeschwemmten und später verwesten Baumstämmen herrühren. Aber auch andere Entstehungsmöglichkeiten kommen in Betracht.



Abb. 70. Scheinbare Diskordanz, hervorgerufen durch Rillenbildungen in den unteren Fettkohlenschichten südlich von Steele. Aufn. WEGNER.

Eine von der Norm abweichende Art der Röhren konnte ich in einer Sandsteinbank unter Flöz Sonnenschein der Zeche Shamrock I/II feststellen. Hier wurde beim Auffahren einer Richtstrecke nach W auf der siebten Sohle eine etwa 40 m lange und rd. 2 m hohe, schlauchartig gewundene und wieder ausgefüllte Röhre im Sandstein freigelegt, deren Gesteinsaufbau an „Trockenmauerung" oder „Alten Mann" erinnerte. Die Innenflächen der Hohlräume waren mit kristallisiertem Dolomitspat und Schwefelkies überkrustet.

Meines Erachtens kann es sich hier nur um einen bei der Verfestigung des Sandsteins offengebliebenen Hohlraum handeln, welcher bei der in jung- bzw. nachkarbonischer Zeit eingetretenen Gebirgsfaltung zusammengebrochen ist. Von der primären Entstehungsursache dieses langen und hohen Hohlraumes läßt sich nur schwer eine befriedigende Vorstellung gewinnen. Ich möchte ihn auf einen vor der Verfestigung eingetretenen Sandausspülungsvorgang infolge hydrostatischer Seitendruckwirkungen durch Grundwasseraustritt zurückführen.

Je nach der Verschiedenartigkeit des faziellen Bildes wechselt auch die chemische Zusammensetzung des Sandsteins sehr stark. Demgemäß bewegt sich der Gehalt an Kieselsäure in den äußersten Grenzen etwa zwischen 60 und 95%. Im Durchschnitt

steht er bei 80—90% SiO_2, 2—12% Al_2O_3 und rd. 1—2% Eisen. Das spezifische Gewicht des Sandsteins beträgt im Durchschnitt 2,6, nimmt aber bei mächtigen Sandsteinbänken in der Richtung vom Hangenden zum Liegenden zu.

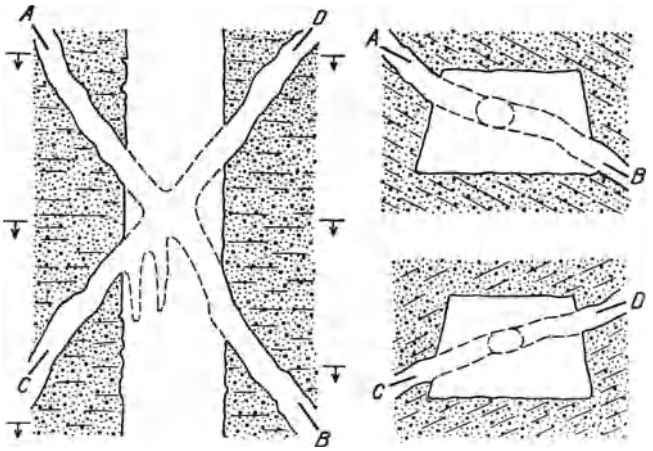
Hierbei sei noch des Begriffs der sog. „freien" Kieselsäure gedacht, deren Höhe bei der Beurteilung der Schädlichkeit des Quarzstaubes für die Lunge eine große Rolle spielen soll. Man versteht darunter die Menge an Kieselsäure (z. B. 50%), die in einem Sandstein an MgO usw. gebunden ist.

Noch ein Wort zur Frage des im Betriebe entstehenden Sandsteinstaubes. Bekanntlich ist der in Gesteinsbetrieben sich bildende feinste Staub (Bohrstaub) Veranlasser der „Silikose". Ob es sich hier mehr um chemische oder um mechanische Wirkungen des Quarzes handelt, ist noch nicht bekannt. Anscheinend sind neben dem Quarzstaub auch die Stäube der mannigfachen Abarten der Silikate (z. B. Asbest und Sillimanit), ferner der Rutilkristalle oder der Mineralien der Glimmergruppe (Serizit und Muskovit) mitverantwortlich.



Abb. 71. Stammstumpf (Sigillaria) im Hangenden des Flözes Wilhelm-Unterbank der Zeche Julia. Aufn. der Zeche.

Auch der für seine technische Verwendung wichtige Begriff der Druckfestigkeit des Sandsteins hängt sehr von der Natur des Bindemittels ab. Ganz allgemein gesagt, ist das Gestein um



a Grundriß. b Längsschnitte.

Abb. 72 a und b. Schlauchförmige, sich kreuzende Hohlräume im Konglomerat unter Flöz Sonnenschein auf der Zeche Lothringen. Aus Kukuk: Glückauf 1924.

so fester, je größer der SiO_2-Gehalt ist. Die Druckfestigkeit des Sandsteins, und zwar sowohl innerhalb derselben Bänke wie insbesondere der einzelnen Bänke desselben Bruches, ist sehr verschieden. Sie bewegt sich nach den Zeugnissen amtlicher Prüfstellen bei festen Sandsteinen zwischen 1700 und 3500 kg/cm².

Noch nicht geklärt ist die Frage, ob durchaus kennzeichnende petrographische Unterschiede zwischen den Sandsteinen der verschiedenen Schichtengruppen des Karbons bestehen. Soweit sich diese Frage nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis beurteilen läßt, möchte ich sie im allgemeinen verneinen, jedoch will ich dem Ergebnis noch anzustellender sedimentpetrographischer Untersuchungen nicht vorgreifen.

Grauwacken. Neben den Sandsteinen stehen die sog. „Grauwacken", Gesteine, welche dem Sandstein petrographisch ähnlich sehen, gegenüber dem Material der reinen Sandsteine jedoch als nach ihrer Ablagerung schlechter aufbereitete Sedimente aufzufassen sind. Das petrographische Kennzeichen der Grauwacken besteht unter anderem darin, daß die Grundmasse Schiefertonbrocken (oder Tonflatschen) führt. Grauwacken werden vorwiegend in der Magerkohle bzw. im Flözleeren beobachtet. Sie stellen, genetisch betrachtet, fazielle Ausbildungsweisen desselben Abtragungsmaterials dar (vgl. im übrigen die Ausführungen von Keller im Abschnitt III, D).

b) Konglomerate.

Obwohl sich die Konglomerate nur mit einem sehr bescheidenen Hundertsatz (bis rd. 2%) an der Gesamtschichtenmächtigkeit des Karbons beteiligen, spielen sie wegen

ihrer Bedeutung als Leitschichten doch eine besondere Rolle. Bei den sog. Konglomeraten des Karbons handelt es sich seltener um geschlossene Konglomeratbänke, wie man sie aus anderen Formationen kennt, sondern vorwiegend um Sandsteine mit linsenförmiger oder streifenweiser Einlagerung zahlreicher oder vereinzelter, bald grober, bald feiner Gerölle (s. Abb. 73).



Abb. 73. Gesteinsblock aus dem Finefrau-Konglomerat mit lagenweise angeordneten Toneisenstein- (T) und Quarzgeröllen (Q). S.W.B.

Die Zahl der Gesteinskomponenten ist gering. Vorwiegend bestehen die Gerölle aus fettglänzenden, meist farblosen, bisweilen leicht grünlich oder rötlich gefärbten Gangquarzen, schwarzen oder graugrünlichen Kieselschiefern bzw. Lyditen (stellenweise mit Radiolarien), lichten Quarziten, braunroten bis braungelben Toneisensteinen, gelbrot bis weiß verwitterten Feldspatbrocken, grauen, verkieselten Schiefertonflatschen, zinnoberroten Eisenkieseln und schwarzen Kohlenbrocken. Bemerkenswerterweise fehlen Kalkgerölle so gut wie ganz. Dolomitgerölle habe ich jedoch häufiger festgestellt. Meines Erachtens ist der Kalk als das weichste der Trümmergesteine bei der Verfrachtung völlig zerrieben worden. In letzter Zeit hat man aber auch nicht ganz selten Gerölle aus Gneis, kristallinen Schiefern, Eruptivgesteinen und verwitterten großen Feldspatleisten gefunden, wie im Finefrau-Konglomerat und im Konglomerat unter Flöz Sengsbank (Bärtling 1926, Leggewie 1932, Keller 1935).

Je nach der vorwiegenden oder ausschließlichen Beteiligung der verschiedenen Gesteinsbestandteile an der Geröllführung und ihrer Körnung sowie der Häufigkeit der verschiedenartigen Komponenten und ihrer Struktur gestaltet sich das Faziesbild der Konglomerate immer anders. Es lassen sich dementsprechend für betriebliche Zwecke reine Quarzkonglomerate (s. Abb. 74), Toneisenstein- bzw. Schiefertonkonglomerate (s. Abb. 75) und gemischte Konglomerate unterscheiden, und hier wieder unter anderem grobe und feine, gleichmäßig und ungleichmäßig gekörnte Konglomerate. Diese Kennzeichnung eines Konglomerats umfaßt dasselbe natürlich nicht insgesamt, da sein petrographischer Charakter nach allen Richtungen schnell wechseln kann.



Abb. 74. Quarzkonglomerat, vorwiegend aus Quarz- und Kieselschiefergeröllen bestehend. Hangendes von Flöz Rive, Zeche Schlägel und Eisen I/II. S.W.B.

Unter den Konglomeraten sind allein die sog. Quarzkonglomerate, d. h. mit vorwiegenden Quarz (und Lydit) -geröllen diejenigen, welche auf weite Entfernungen durchgehen. Sie haben daher stratigraphisch als die bei weitem wichtigsten Konglomerate zu gelten. Die Größe der hier auftretenden Gerölle ist sehr verschieden und schwankt im allgemeinen etwa zwischen Pfefferkorn- bis Walnußgröße.

Noch gröbere Gerölle, z. B. von Faustdicke, sind verhältnismäßig sehr selten. Sie finden sich nur in den jüngsten Konglomeraten des Karbons, die ganz allgemein gröber als die der älteren Zonen sind, wie das von mir festgestellte, besonders grobe Konglomerat zwischen den Flözen 4 und 5 (Flammkohlenschichten) der Zeche Brassert beweist.

Die härteren Gerölle, d. h. die vornehmlich aus Quarz und Kieselschiefer bestehenden Brocken, sind durchweg wohlgerundet oder doch wenigstens gut kantengerundet und zeigen mitunter auf ihrer geglätteten Oberfläche Löcher oder Narben. Dagegen haben die weicheren Einschlüsse (wie Toneisensteine, Schiefertone und die verwitterten Feldspäte) meist eine mehr scheibenförmige oder unregelmäßige Gestalt (s. Abb. 75).

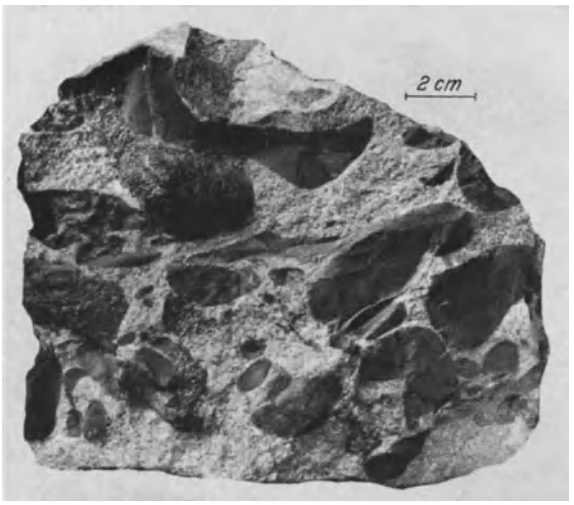


Abb. 75. Toneisensteinkonglomerat 10 m über Flöz Marie. Zeche Julia. S.W.B.

Scharfeckige Gesteinsbruchstücke sind selten, mit Ausnahme parallelepipedischer „Kohlenbrocken" oder eckiger Schieferbruchstücke, wie sie sich z. B. stellenweise im Finefrauer Konglomerat finden, so daß man örtlich sogar von richtigen „Brekzien" sprechen kann. Jedenfalls weisen derartige Vorkommen darauf hin, daß das Material nur kurze Zeit im Wasser bewegt worden sein kann. Ähnliche Gesteine finden sich aber auch in der Nähe von Störungszonen.

Wie die Sandsteine zeigen sich auch die Konglomeratzonen gelegentlich in der Fazies der „Drifthorizonte" mit eingeschwemmten, mit kohliger Rinde versehenen, groben, fossilen Resten (z. B. von Calamitensteinkernen und von Lepidophytenstammstücken). Irgendwelche tierische Fossilien hat man in den Konglomeraten bis jetzt noch nicht beobachtet.



Abb. 76. *Monograptus priodon* Br. in einem Kieselschiefergeröll. Konglomerat im Liegenden von Flöz Finefrau. Sammlung Geologisches Institut Köln. Aufn. Wehrli. Vergr. etwa 3mal.

Erwähnt sei hier der Fund eines „Graptolithen" führenden Kieselschiefergerölles (s. Abb. 76), das über das silurische Alter der Lyditgerölle Aufschluß gegeben hat (Wehrli 1935).

Zu den bemerkenswertesten Einschlüssen gehören die schon oben erwähnten echten Kohlengerölle, die teils völlig gerundet, teils nur kantengerundet (s. Abb. 77), bis kopfgroß werden können (s. Abb. 78). Ihre Natur scheint noch nicht widerspruchslos geklärt zu sein (Kukuk 1920, Hoffmann 1932).

Meines Erachtens handelt es sich, wie auch Petrascheck für ganz ähnliche Vorkommen (unter anderem in den Karwiner Schichten bei Dabrowa und Sosnowice bzw. von Kreidekohlengeröllen bei Kreibitz in Nordböhmen) annimmt, um ± verfestigte Kohlensubstanz (wenn auch natürlich geringer Inkohlungsreife) und nicht um Holz- oder Torfgerölle, die bei den durch Auswaschungsvorgänge hervorgerufenen Zerstörungen fertig gebildeter Flöze oder Flözteile etwa im Braunkohlenstadium mitgerissen, abgerollt und später mit anderen Sedimenten abgelagert wurden, wobei sie dann den gleichen Inkohlungsprozeß durchmachten wie die benachbarten Flöze.

Vergleichswürdige Gerölle hat Santelmann (1925) in der Halleschen tertiären Braunkohle von Nietleben unmittelbar im Hangenden des Braunkohlenflözes nachgewiesen. Im Sande eingelagerte Braunkohlengerölle ganz ähnlicher Art habe ich unter anderem bei einem Wasserdurchbruch auf der Grube Fischbach im Brühler Revier gesehen.

Nach meinen Beobachtungen zeichnen sich vorwiegend die Konglomerate der Gasflammkohlenschichten durch das Vorkommen von Kohlengeröllen aus, wo sie, ähnlich wie in Ibbenbüren, ab und zu auch nesterweise auftreten.

Das Bindemittel der Quarzkonglomerate besteht zumeist aus einem rein kieseligen, seltener kieselig-tonigen, sandsteinartigen Zement von sehr verschiedener Körnigkeit und Festigkeit. Häufig ist die Festigkeit des Zements so groß, daß beim Zerschlagen von Konglomeratstücken die eingeschlossenen Gerölle mitbrechen, ohne sich aus dem Gestein herauszulösen. Ist der Anteil verwitterter Feldspäte im Bindemittel sehr groß, so kann natürlich dadurch das ganze Gestein mürbe und bröcklig werden.

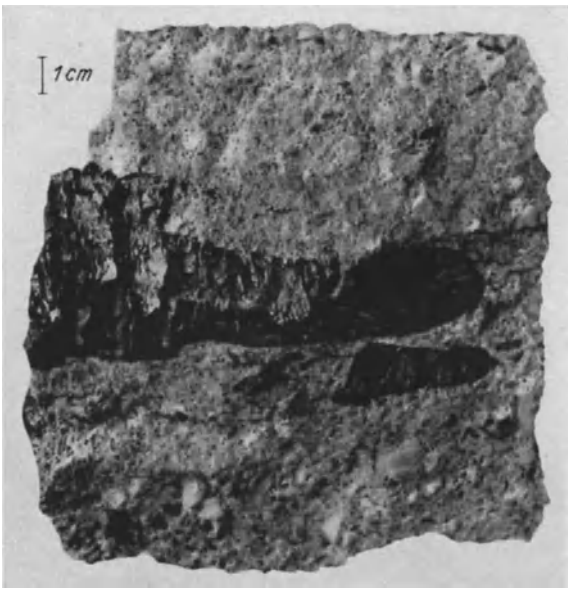


Abb. 77. Kohlengeröll in einem Konglomerat der Gasflammkohlenschichten. S.W.B.

Konglomeratpacken, deren Gerölle durch Größe und Buntfarbigkeit augenfällig sind, pflegen von den Bergleuten als „Schwartemagen" bezeichnet zu werden.

Wegen der leitenden Bedeutung der Konglomeratführung der Sandsteine ist es für den Betrieb wichtig, auf das Auftreten von Geröllagen in den Sandsteinen zu achten. Jedenfalls hat man durch die Vernachlässigung dieser Erkenntnis bei der Gebirgsschichtenaufnahme unter Tage häufig wichtige Leithorizonte übersehen, sehr zum Schaden vergleichender Gebirgsschichtenstudien bzw. richtiger Erkenntnis der hier erschlossenen Flöze.

Allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten der Ab- oder Zunahme der Geröllgröße der Konglomerate in einer bestimmten Richtung, wie sie z. B. Hahne (1936) im Aachener Revier hat nachweisen können, sind für die Gesamtablagerung auf Grund der heutigen Grubenaufschlüsse noch nicht mit Sicherheit zu erkennen. Freilich hat es stellenweise den Anschein, als wenn die Gerölle von SO nach NW gröber würden. Eine Änderung der Geröllgröße in diesem Sinne scheint z. B. bei dem Konglomerat unter Flöz Sonnenschein und dem erst spät erkannten Konglomerat unter Flöz Sarnsbank, insbesondere aber bei dem Konglomerat über Flöz Plaßhofsbank einzutreten, das im SO des Bezirks, d. h. in der Gegend von Dortmund, schon nicht mehr entwickelt ist. Hiervon abweichend scheinen beim Königsborner Konglomerat die Gerölle etwa in der Richtung von W nach O gröber zu werden.



Abb. 78. Schwach kantengerundeter Kohlenblock aus einem Konglomerat der Zeche Fürst Leopold. S.W.B.

Ob grundlegende petrographische Unterschiede in den Konglomeraten der verschiedenen Stufen vorhanden sind, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit sagen. Ganz allgemein unterscheiden sich die Konglomerate der jungen Gasflamm- und Flammkohlenschichten von denen der alten Magerkohle u. a. durch das Vorkommen zahlreicher Kohlengerölle, durch die meist hellere Farbe, die Häufigkeit der Kieselschiefergerölle, die vielfach geringe Festigkeit des Bindemittels, den starken Kaolingehalt, die Löcherigkeit des Gesteins und die verhältnismäßig geringe Festigkeit, besonders wenn die Gesteine noch sehr bergfeucht sind. Da diese Unterschiede jedoch nicht sehr scharf sind, vermag nur der mit der Ausbildung der Sandsteine und Konglomerate eines bestimmten engen Bezirkes Vertraute — lediglich aus dem Aussehen des Konglomerats — mit einiger Sicherheit auf den Horizont zu schließen.

Für den Betrieb des Bergbaues spielt die im allgemeinen große Festigkeit der Konglomerate eine besondere Rolle. Wegen dieser Eigenschaft eignen sie sich gut für die Anlage von größeren Weitungsbauten unter Tage, wie Maschinenkammern, Füllörtern usw.

Besonders feste Gesteine sind u. a. das fast durch den ganzen Bezirk zu verfolgende Konglomerat unter Flöz Neuflöz, das mächtige Konglomerat unter Flöz Finefrau, das ausgedehnte Präsidenter Konglomerat und das grobe Konglomerat unter Flöz Ägir.

Eine bergbaulich unangenehme Beigabe dieser Konglomerate ist die Tatsache, daß die Klüfte und Hohlräume des porenreichen Gesteins nicht selten Wasser (Sole) führen. Die Bänke können daher erhebliche Wasserzuflüsse schütten, wenn sie frisch angeschnitten werden, wie schon der Name „Wasserbankkonglomerat" andeutet.

In der technischen Verwendung der Konglomerate besteht kaum ein Unterschied gegenüber der der Sandsteine. Sie ist wegen der Festigkeit und des hohen Kieselsäuregehaltes der Gesteine vielleicht noch vielseitiger.

c) Schiefertone (Tonschiefer).

Gegenüber der in der Literatur vielfach verbreiteten Gepflogenheit, die Tongesteine des Karbons als „Tonschiefer" anzusprechen, werden sie nach dem alten bergmännischen Sprachgebrauch (wenn auch nicht gerade glücklich), als „Schiefertone" [1] bezeichnet. Diese Benennung ist an sich irreführend, da die sog. Schiefer des Oberkarbons keine „Schieferung" besitzen.

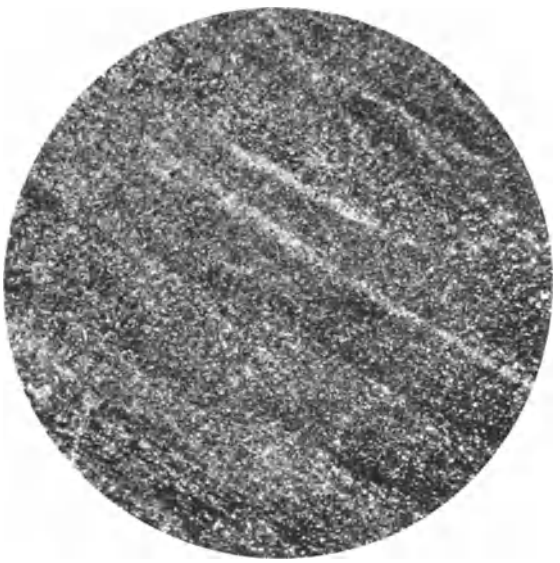


Abb. 79. Schieferton. Vorwiegend Quarzkörner, dazu etwas Glimmer und tonige Substanz in sehr feiner Verteilung. Fettkohlenschichten des Ruhrbezirkes. Vergr. 25mal. Nic. +. Aufn. Leitz.

Wie erwähnt, sind die ungeschieferten Schiefertone (Tonschiefer) mit den Sandsteinen die Hauptvertreter am Aufbau des flözführenden Karbons. Das dichte, scheinbar gleichmäßige Gestein läßt makroskopisch keine Einzelbestandteile mehr erkennen.

U. d. M. besteht das überaus feinkörnige Gestein aus einem mineralogisch schwer zu kennzeichnenden mikro- bis kryptokristallinen tonigen Material, und zwar meist aus eckigen Quarzkörnchen, Feldspatstückchen, Kaolinteilchen, Glimmerschüppchen (vgl. das Mikrobild Abb. 79) und ganz untergeordnet aus Serizit, Turmalin, Zirkon, Rutil u. a. An weiteren akzessorischen Mineralien finden sich, abgesehen von den färbenden Beimengungen organischer Natur (Kohle oder Bitumen u. a.), noch verschiedene Schwefel- und Sauerstoffverbindungen des Eisens. Nach Untersuchungen von Udluft (1932/33) liegt die Größe der Gesteinspartikelchen der sog. Tonsubstanz unter 0,06 mm und nähert sich den kolloidalen Größen, d. h. es handelt sich um die feinsten Sedimente des Oberkarbons.

Ganz reine Schiefertone (Tonschiefer) sind selten. Sie werden fast ausschließlich durch die „marinen Schiefer" vertreten.

Kennzeichnend für die ungeschieferten Schiefertone ist der beim Anhauchen deutlich wahrnehmbare Tongeruch sowie das Fehlen der bei den druckgeschieferten Schiefern auftretenden „Milchquarzgänge". Erwähnenswert ist ferner ihre bekannte Eigenschaft, Wasser in großen Mengen aufzusaugen und dadurch mehr oder minder plastisch und für Wasser undurchlässig zu werden. Diese Hygroskopizität soll auch ein schnelles Quellen bedingen.

[1] Ganz allgemein bemerkt, unterscheiden sich die Schiefertone (Tonschiefer des Karbons) von den älteren Tonschiefern vornehmlich durch ihre geringere Härte, das Fehlen der Transversalschieferung, das spärliche Auftreten von Rutilnädelchen, ihr geringeres geologisches Alter und die Fähigkeit, beim Zermahlen und Befeuchten plastisch zu werden.

Nach Leppla liegt der Unterschied im wesentlichen darin, daß bei den Tonschiefern die kieselsaure Tonerde, der Ton, mit Alkalien in ein neues Mineral von glimmerartiger Zusammensetzung, in Tonschiefersubstanz, übergeführt (metamorphosiert) worden ist, während sich dieser Vorgang bei den jüngeren Tonschiefern (Schiefertonen) noch nicht vollzogen hat. Hier treten Ton und Alkalien als getrennte Silikate auf. Das Gestein zeigt daher noch die Eigenschaften der meisten reinen Tongesteine, geringe Bindung und Härte sowie starke Neigung zum Aufquellen und Zerfall.

Die vorherrschende Farbe der meist matt, zuweilen aber auch schimmernd aussehenden Schiefertone ist ein lichtes Grau, das durch die Aufnahme fein verteilter kohliger Bestandteile in Richtung auf das Flöz zu dunkler bis tiefschwarz wird. Ganz unabhängig von der Lage zum Flöz sind auch noch an anderen Stellen tiefschwarze und schwarzbräunliche Schiefer vertreten, die dann meist als „Faunenschiefer" ausgebildet sind. Aber auch weiße, gelblichweiße, rötliche, violette, buntgefleckte oder gestreifte Schiefertone (s. Abb. 80) werden nicht selten beobachtet.

Sehr auffallend ist ein weißer Ton im Hangenden eines Flözes der Flammkohlenschichten der Zeche Schlägel und Eisen. Dieser hatte nach einer Analyse des Laboratoriums der W.B. folgende Zusammensetzung:

SiO_2 (einschließlich TiO_2) . .	62,16%
Al_2O_3	22,30%
$FeO + Fe_2O_3$	6,00%
H_2O hygr.	0,83%
H_2O geb.	5,16%
CaO	0,50%
MgO	0,70%
Alk. ber.	2,25%
	99,90%

Merkwürdige Bildungen sind die bunten, ± brekzienhaft aussehenden Schiefertone von der Zeche Kurl. Bunte oder gebleichte Farben kennzeichnen im allgemeinen die gequetschten Schiefertone in Störungszonen, wie z. B. auf den Zechen General Blumenthal, Brassert u. a.

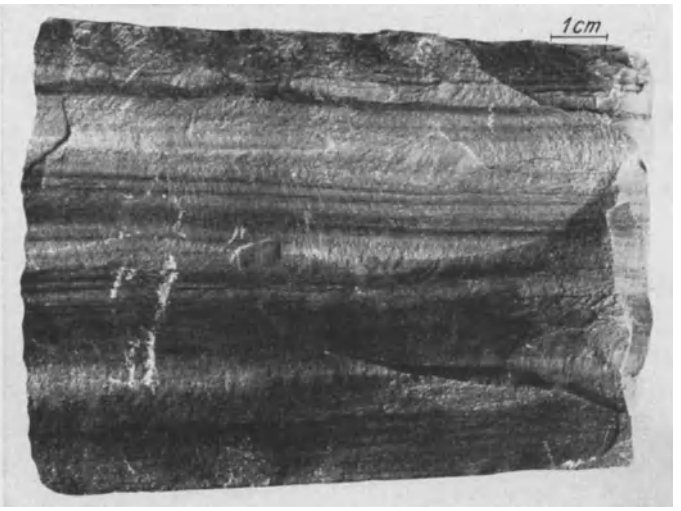


Abb. 80. Gebänderter Schieferton im Hangenden von Flöz Hugo der Zeche Graf Schwerin. S.W.B.

Meines Erachtens ist die Farbe sekundärer Natur und wohl in erster Linie auf Eisenlösungen zurückzuführen, und zwar bei rötlichen und violetten auf Eisenoxyd, bei gelbbraunen Farben auf Eisenhydroxyd. Bei Untersuchungen in der Grube gewinnt man stellenweise den Eindruck, daß die Bleichung oder Färbung von den Störungsklüften selbst ausgegangen ist. Derartige Schiefertone sollten richtiger als „Schieferletten" bezeichnet werden.

Die Mehrzahl der Schiefertone ist mager und klebt daher etwas an der Zunge. Nur wenige fühlen sich fettig an. Ihr spezifisches Gewicht beträgt etwa 2,5. Der Bruch des meist milden und weichen Gesteins ist uneben bis flachmuschelig und läßt den Samtglanz mancher Schiefertone besonders gut in Erscheinung treten. Der die Schiefertone auszeichnenden guten Schichtung entsprechend sind sie nach den Schichtungsflächen ± ebenflächig spaltbar. Sog. transversale oder falsche Schieferung (Druckschieferung), das Kennzeichen altpaläozoischer Tonschiefer, wie z. B. der Dachschiefer des Sauerlandes, findet sich überhaupt nicht, oder nur sehr untergeordnet ausgeprägt. Wo sie örtlich vorhanden ist, spaltet der Schiefer auch nach diesen Flächen.

Bei Annäherung an das Flöz geht der Hangendschiefer der Flöze stellenweise durch die Aufnahme zahlloser, ganz dünner Kohlenlagen in ein meist grauschwarz bis dunkelbraun gefärbtes, samtglänzendes Gestein, den „Brandschiefer", über. Dieser tritt auch als Bergmittel nicht selten auf. Ist der Brandschieferpacken durch ein glattes Lösen vom hangenden Schieferton oder Sandstein getrennt, so bildet er sich zum sog. „Nachfall" aus, der für den Abbau der Kohle Bedeutung hat. Vielfach hängt der Brandschieferpacken so fest mit dem Flöz zusammen, daß er sich bei der Ausgewinnung der Kohle nur schlecht ablöst und „angebrannt" ist, wie der Bergmann sagt.

Dieser altbergmännischen Bezeichnung liegt meines Erachtens der Gedanke zugrunde, daß das Gestein durch örtlich entstehende Wärmewirkung infolge von Reibungsvorgängen zwischen Flözkohle und Hangendschichten (Blattparallelverschiebung nach Seidl) angebacken ist. Nach Weber kann man angebrannte Kohle nur dort beobachten, wo sich das Sandsteinhangende durch Wirkungen des Abbaus so fest auf die Kohle legt, daß sich der Sandstein in die Kohle hineinpreßt. Ob und welche metamorphe Vorgänge sich hierbei abspielen, scheint noch nicht erkannt zu sein.

Je nach seiner Schichtung kann man im übrigen von streifigem und von „ruscheligem" Brandschiefer reden (Stach 1935). Letztere Art ist durch ihre zahlreichen Gleitflächen oder Harnischbildungen gekennzeichnet. Aufbereitungstechnisch hat man dagegen unter Brandschiefer solche Gesteine zu verstehen, bei denen die Verwachsung so innig ist, daß sich eine Trennung nicht durchführen läßt.

U. d. M. zeigt auch der Brandschiefer zahlreiche „Sporen", und zwar sollen ihre Formen den Sporen der Kohle des zugehörigen Flözes entsprechen (Schulze 1932). Als Unterschied zwischen Brandschiefer und Kohle sieht man einen Mindestgehalt von 30% Asche an (Schulze), während eine Kohle mit weniger als 30% noch als „unreine Kohle" gilt.

Von den dunklen Schiefertonen sind die ± schwarzen Kohleneisensteine leicht durch den Strich zu unterscheiden. Im Gegensatz zum matten, grauweißen Strich des Schiefertons ist er beim Kohleneisenstein glänzend und dunkelbraun.

Durch Aufnahme kohliger und bitumenreicher Substanzen gehen die Schiefertone mit flachmuschligem Bruch in „Faulschlammtone" mit rein muscheligem Bruch, weiter in „Kennelschiefer" und schließlich in „Kennelkohle" über (s. im übrigen den Abschnitt über die petrographischen Verhältnisse der Flöze).



Abb. 81. Schwefelkiesdendriten auf karbonischem Schieferton. S.W.B.

Als Abarten kommen noch gewisse plastische Tonbergmittel (im bergtechnischen Sinne vielfach als „Schrampacken" angesprochen) in Betracht, die man besser als „Lettenschiefer" bezeichnet.

Ein fast ständiger Begleiter des Schiefertones ist der Schwefelkies, der sich höchstwahrscheinlich durch reduzierende Wirkungen faulender Eiweißstoffe auf Eisenlösungen in sauerstoffarmem Wasser gebildet hat. In Form kleiner Knötchen, bohnenförmiger Knollen, dünner Blättchen oder wohlausgebildeter Einzelkristalle (Würfel oder Pentagondodekaeder) durchsetzt er fast alle Schiefertone, findet sich aber auch auf Gesteinsklüften, Schichtfugen oder auf Spiegelflächen. Auch die Fossilien der marinen Schichten (als Ausscheidungsstellen kolloidalen Eisensulfids) zeigen vielfach einen Pyritüberzug, während man bei den Süßwasserfossilien diese Erscheinung weit seltener sieht. Mitunter lassen auch die Pflanzenabdrücke einen Überzug von Eisenkies erkennen. Die vielfach als verkieste Pflanzenreste („Farnblätter") angesehenen Bildungen der bekannten „Dendriten" (s. Abb. 81) sind nicht organischer Entstehung, sondern anorganischer Natur.

Ist der Schwefelkies (Markasit) so fein und gleichmäßig im Schieferton verteilt, daß er mit dem Auge kaum noch wahrgenommen werden kann, so entstehen daraus bei gleichzeitiger Anwesenheit feiner, kohliger Bestandteile die vorwiegend aus dem Unterkarbon bekannten „Alaunschiefer".

Stellenweise, und zwar meist im Hangenden der Flöze, führt der Schieferton gut ausgeprägte stylolithenartige Bildungen, die den sog. „Tutenmergeln" gleichen (s. Abb. 82).

Diese Tutengesteine stellen ineinander gestülpte Hohlkegel sehr feinkörnigen Sandsteins dar, deren äußerer Mantelfläche parallele dünne Schiefertonhäute den Tutenkörper in eine Anzahl von Trichtern teilen, wie sie von den Tutenmergeln her bekannt sind (s. Abb. 83). Sie scheinen für gewisse Horizonte leitend zu sein.

In manchen sehr feinkörnigen Schiefertonzonen, besonders in den Gaskohlenschichten, finden sich nicht selten zahlreiche flache, rundliche Tonschiefergebilde von Pfennig- bis Hühnereigröße, die auf ihrer glänzenden Oberfläche eine von einer Mittellinie ausgehende, unregelmäßige ± radiale Streifung zeigen. Diese als Guilelmiten bezeichneten Körper (s. Abb. 84) werden heute von Allan (1935) als versteinerte „Gräber im Schlamme eingegangener Muscheln" gedeutet. Eine besondere leitende Bedeutung kommt ihnen nicht zu.

Anderer Art sind die aus vielen Horizonten bekannten, von Gothan (1932) als Augenschiefer bezeichneten Gesteinszonen (s. Abb. 205). Die an Abbruchstellen von Stigmarienappendices erinnernden „Augen", die, das Gestein nach allen Richtungen durchsetzend, sich durch einen glänzenden Ring auf Bruchflächen des Schiefertones kennzeichnen, haben noch keine eindeutige Erklärung gefunden. Vielleicht handelt es sich hier um „Wurm- oder Grabröhren". Sie scheinen horizontbeständig zu sein.

Bislang noch nicht beobachtete Erscheinungen sind die vor kurzem durch HELFFERICH festgestellten Wurmgänge im Hangenden des Flözes J (untere Gasflammkohle) der Zeche Auguste Victoria. Sie werden von R. RICHTER (1937) als Ausfüllungen von Freßgängen von Würmern angesprochen (s. Abb. 85).

Neben der vorerwähnten petrographischen Kennzeichnung der verschiedenen Arten der Schiefertone spielen für ihre Charakterisierung auch noch andere, und zwar vorwiegend fazielle Merkmale eine besondere Rolle. So kann man mit GOTHAN und WUNSTORF (1925) unterscheiden: Liegend- und Hangendschiefer, Pflanzen- und Faunaschiefer und bei letzteren Süßwasser- und marine Schiefer. Rein petrographisch scharf voneinander verschiedene Gesteine sollen natürlich damit nicht bezeichnet werden.

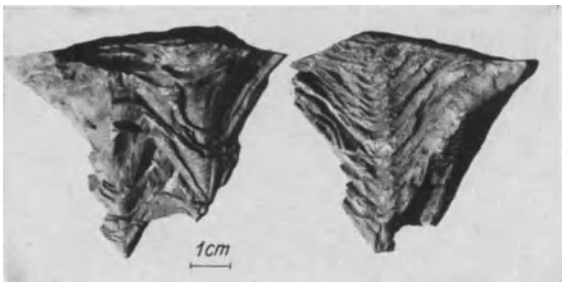


Abb. 82. Stylolithische Bildungen aus dem hangenden Schieferton des Flözes Hauptflöz auf der Zeche Gottessegen. S.W.B.

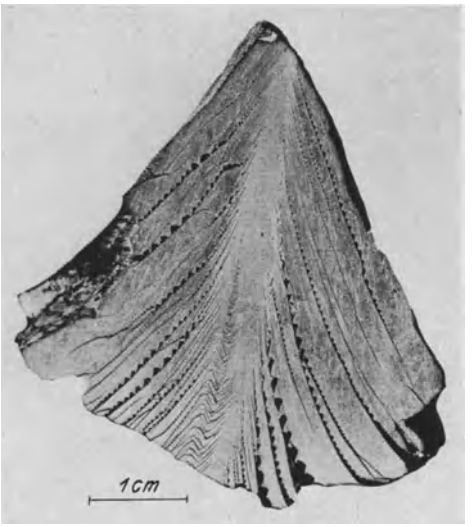


Abb. 83. Tutenmergel (angeschliffen). Hangendes von Flöz Hauptflöz. Zeche Gottessegen. S.W.B.

Liegendschiefer. Die unterhalb der Flöze auftretenden Liegendschiefer, das sog. Wurzelbett der Flöze („underclay" der Engländer), zeigen trotz ihrer gelegentlich sichtbaren Farbstreifung meist keine Schichtung (s. Abb. 86).

Wahrscheinlich sind für das Fehlen der Schichtung von dem Urmoor — insbesondere den Wurzelresten seiner Pflanzen — ausgehende

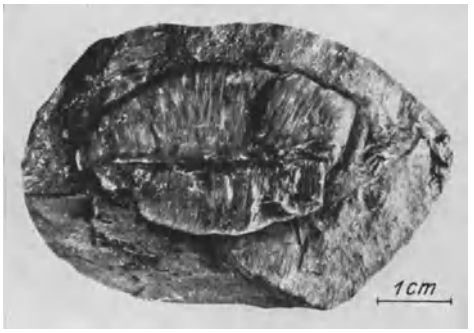


Abb. 84. *Guilelmites* sp. aus den Gaskohlenschichten des Ruhrkarbons. S.W.B.

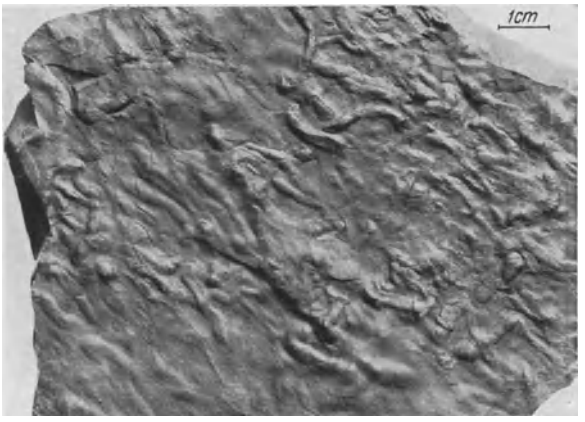


Abb. 85. Wühlgefüge durch kotgefüllte Tunnel (*Planolites montanus* R. RICHTER). Hgd. von Flöz I der Zeche Auguste Victoria. S.W.B.

Zersetzungs- bzw. Umbildungsprozesse infolge Einwirkungen der Humussäuren auf das Gestein des Wurzelbodens verantwortlich zu machen. In enger Verbindung mit diesen Vorgängen dürfte auch die eingetretene „Kaolinisierung" des plastischen Untertones stehen, die dazu geführt hat, daß die Feldspäte im Liegenden der Flöze völlig umgesetzt sind, während sie sich im Hangendgestein noch erhalten haben (UDLUFT 1933).

Besonderes Kennzeichen dieses tonigen bis sandigtonigen Liegendschiefers ist die regellose Durchsetzung des Tones mit Wurzelrhizomen (Stigmarien) und zahllosen, radialstrahlig von den Wurzelstöcken auslaufenden Wurzelanhängseln (Appendices) in Verbindung mit einer Häufung von Toneisensteinnüssen.

Ein weiteres Merkmal der Liegendschiefer liegt darin, daß sie beim Liegen an der Luft zu einer krümeligen Masse verwittern. Im übrigen unterscheiden sich die „Liegendschiefer"

schon durch ihre meist hellere Farbe und den Kaolinreichtum (bei fehlendem Gehalt an Karbonaten und Feldspäten) scharf von den „Hangendschiefern" eines Flözes.

Die nachstehende Analyse eines Untertones aus dem Liegenden des Flözes Girondelle 3 der früheren Zeche Wiendahlsbank mag die durchschnittliche chemische Zusammensetzung erläutern:

SiO_2	60,80%	SO_3	0,65%
Al_2O_3	23,09%	C	0,95%
Fe_2O_3	3,51%	Alkalien	2,60%
CaO	1,12%	Glüh-	
MgO	2,03%	verlust	6,20%



Abb. 86. Farbstreifiges Liegendgestein mit Stigmarienappendices (Wurzelboden). Flöz Geitling. S.W.B.

Der alten Literatur nach besitzen einige wenige Liegendschiefer eine ± große „Feuerfestigkeit". Wegen der praktischen Bedeutung dieser Eigenschaften habe ich eine große Reihe von Proben aus dem unmittelbaren Flözliegenden auf ihre Feuerfestigkeit bzw. Geeignetheit für feuerfeste Zwecke untersuchen lassen. Nach dem Ergebnis liegt die Feuerfestigkeit jedoch fast durchweg unter Seegerkegel 26 (= 1580° Cal.), d. h. die Liegendschiefer sind im allgemeinen zur Herstellung hochwertiger feuerfester Produkte ungeeignet.

Ganz anderer Art sind die Hangendschiefer. Im Gegensatz zu den Liegendschiefern zeigen sie meist deutliche Schichtung, dunkle Farbe und vielfach reiche Führung ± wohlausgebildeter Pflanzen. Letztere Eigenschaft hat ihnen vom westfälischen Bergmann die Bezeichnung der „Blumenschiefer" eingetragen. Daß der Erhaltungszustand der Pflanzen auch von dem Grade der Sandkörnung in diesen Schiefern abhängt, braucht kaum besonders betont zu werden. Zu bemerken ist noch, daß die Pflanzen meist nicht unmittelbar über dem Flöze, sondern erst eine Handbreite darüber auftreten und daß die pflanzenführenden Schiefertone im allgemeinen etwas sandiger sind als die pflanzenfreien Liegendtone.

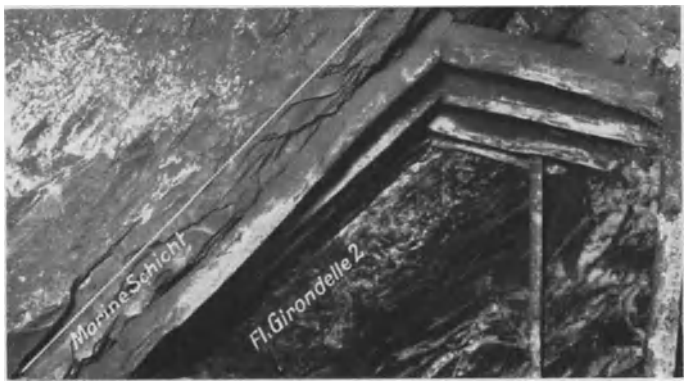


Abb. 87. Marine Schicht über Flöz Girondelle 2 der Zeche Constantin VI/VII. Aufn. KELLNER.

Jedenfalls ist der Unterschied zwischen Hangend- schiefer und Liegendschiefer auch rein äußerlich so groß, daß schon der erfahrene Hauer in der Grube beide Gesteine mit Sicherheit zu unterscheiden vermag.

Es erübrigt sich, auf die Bedeutung der richtigen Unterscheidung des Liegendschiefers vom Hangendschiefer besonders bei verwickelten (überkippten) Lagerungsverhältnissen für den Betrieb des Bergbaues im einzelnen hinzuweisen (vgl. dazu Abb. 202).

Sehr kennzeichnende Eigenschaften besitzen auch die Faunaschiefer, seien es nun Schiefertone mit Süßwassertieren oder mit marinen Resten. Beide Faunengesellschaften sind — ihrer Bildungsgeschichte entsprechend — vorwiegend an petrographisch sehr gleichmäßig ausgebildete, dunkle Schiefertone geknüpft.

Unter den Faunaschiefern ist den meist unmittelbar über den Flözen auftretenden marinen Schiefern (s. Abb. 87) eine besonders gleichmäßige lithologische Beschaffenheit eigen. Die aller Wahrscheinlichkeit nach in ruhigem und ± tiefem Wasser abgesetzten, durchweg sehr feinkörnigen und weniger gut geschichteten Tone haben meist eine dunklere

Farbe als die gewöhnlichen Schiefertone. Ihr Bruch ist vorwiegend rauh und flachmuschelig, der Strich hellgrau und matt. Häufig werden sie lagenweise von Toneisensteinkonkretionen oder -bändern durchzogen (s. Abb. 88). Auch kleine Konkretionen von Schwefelkies sind eingelagert. Gewisse marine Schiefertone (sog. Speckschiefer) fühlen sich fettig an, wie z. B. der bekannte, milde Katharinaschiefer. Bemerkenswerterweise zerfällt der einmal völlig durchfeuchtete marine Schiefer, wieder getrocknet, an der Luft meist sehr schnell.



Abb. 88. Gebänderter Schieferton mit Toneisensteinkonkretionen. Gaskohlenschichten. S.W.B.

Als kennzeichnende Begleiterscheinungen, die besonders bei den an den Querschlagstößen freigelegten marinen Schichten ins Auge fallen, sind die schon von CREMER (1893) erwähnten, auf Zersetzung des Schwefelkieses durch die Grubenfeuchtigkeit zurückzuführenden Überzüge der Gesteinsstöße mit basischem Eisensulfat anzuführen.

Die meist gut geschichteten Süßwasserfaunenschiefer sind vielfach ± bituminös. Mit der Zunahme der Bitumenführung wächst gewöhnlich auch ihr Inhalt an tierischen Resten (Zweischalern, Ostracoden) und vielfach auch an Fischen und Krustern. Süßwasserfaunenschiefer haben gewöhnlich eine noch dunklere Farbe als die dunkelgrauen marinen Schichten und zeigen einen Stich ins Braunschwarze. Dagegen ist das Korn der Süßwassertone meist etwas gröber als das der feinkörnigeren marinen Schiefertone; ihr Bruch ist auch weniger deutlich muschelig. Im Gegensatz zu den marinen Schichten, die gewöhnlich nur vereinzelte Tierreste führen, bilden die Süßwasserfaunenschiefer nicht selten richtige Muschelbänke, sog. „Muschelflöze" (s. Abb. 89) von 15 cm und mehr Mächtigkeit. Sie bauen sich stellenweise aus Muschelsteinkernen auf, die lagenweise noch Kalkschalen besitzen.

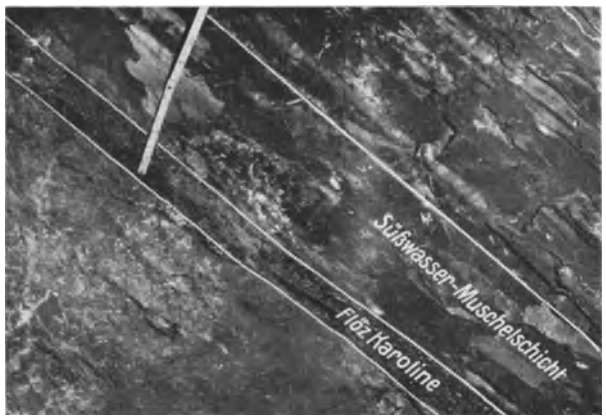


Abb. 89. Süßwassermuschelschicht über Flöz Caroline der Zeche Constantin VI/VII. Aufn. KELLNER.

In bergtechnischer Hinsicht muß auf das ungünstige Verhalten der Schiefertone bei der Berieselung mit Wasser aufmerksam gemacht werden. Bekanntlich scheiterte die allgemeine Einführung des Spülversatzes in Westfalen unter anderem an dem stellenweise in unerwünschter Weise in Erscheinung tretenden Zerfall der Schiefertone sowie an dem starken Quellen des Liegenden in den Strecken der an Schieferton reichen Gesteinszonen, besonders in der Gaskohlengruppe.

Hinsichtlich der Verwertung des Schiefertones ist noch folgendes zu bemerken: Sowohl innerhalb der Flöze, wie z. B. in der Flammkohlengruppe (KUKUK 1920), als auch im Liegenden einzelner Flöze treten an Eisenoxydul und Alkalien arme Tonbänke auf, denen wegen ihrer feuerfesten Eigenschaft eine wenn auch geringe wirtschaftliche Bedeutung zukommt. Im übrigen ist die umfangreiche Verwendung der im Wasser zerfallenden plastischen Schiefertone, besonders der Fett- und Gaskohlenschichten, zu Ziegeleizwecken so allgemein bekannt, daß an sie nur erinnert zu werden braucht.

d) Sandschiefer.

Durch Aufnahme von Sandkörnchen gehen die Schiefertone ganz allmählich in einen sandigen Schiefer über. Die aus Zweckmäßigkeitsgründen vom westfälischen Bergmann gewählte Bezeichnung „Sandschiefer" umfaßt auch noch eine Reihe petrographisch anders ausgebildeter Gesteine, wie z. B. wechsellagernde dünne bis dünnste Sandsteinlagen mit ebensolchen Schiefertonzwischenlagen (sog. Bänderschiefer) und sehr dünngeschichtete, stark sandige Schiefertone. Zur Gewinnung möglichst einfacher und schnell

vergleichbarer Schichtenprofile pflegt man im rheinisch-westfälischen Bergbau auf den markscheiderischen Schichtenschnitten alle Gesteine, die weder als ausgesprochene Sandsteine noch als zweifellose Schiefertone anzusprechen sind, als „Sandschiefer" zusammenzufassen. Es versteht sich daher von selbst, daß diese lediglich aus praktischen Erwägungen geschaffene Bezeichnung Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit nicht machen kann.

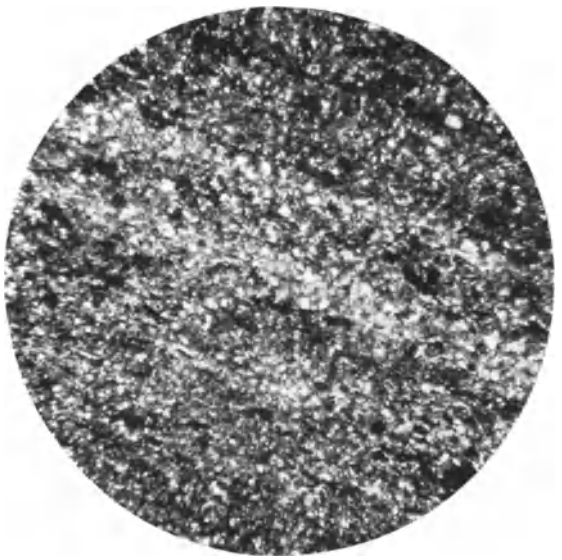


Abb. 90. Sandschiefer mit Lagentextur. Verhältnismäßig grobe Quarzkörner, durch tonige Substanz verbunden, dazu Glimmer in schmalen Blättchen. Magerkohlenschichten der Bohrung Westfalen 22. Vergr. 25mal. Nic. +. Aufn. LEITZ.

Die Mineralkomponenten des Sandschiefers bestehen neben Tonsubstanz wieder aus Körnern von Quarz, Muskovit (seltener Biotit), Orthoklas, Plagioklas, Dolomit, Kohle, Chlorit und Turmalin, die meist eine eckige Gestalt besitzen. Ihre Korngröße schwankt zwischen 2 bis 0,02 mm (vgl. das Mikrobild, Abb. 90). Sandschiefer der vorgenannten Art finden sich in allen Schichtgruppen, besonders häufig aber in der unteren Gaskohle. Sie nehmen mit etwa 20 % am Gesamtaufbau der Sedimente teil. Kennzeichnend für die Sandschiefer ist ihre meist vorhandene Pflanzenarmut, wenn man von dem häufigen Auftreten von „Häcksel" auf manchen Schichtflächen absieht. Fast ebenso selten beobachtet man aber auch tierische Reste im Sandschiefer, wenngleich örtlich in ihm auch Süßwassermuschelvorkommen sowie marine Reste, wie z. B. über Flöz Ägir, festgestellt werden.

2. Eisensteine.

Den anderen Sedimenten gegenüber ist der Anteil der örtlich als Leitgesteine der Steinkohlenformation anzusehenden Eisensteine an ihrem Aufbau nur sehr bescheiden. Hinsichtlich der petrographischen Beschaffenheit der entweder als reine Spateisensteine oder in Vermengung mit Kohle oder Ton auftretenden Eisensteine kann man unterscheiden:

Spateisensteine (verhältnismäßig seltene, vorwiegend in Flözform auftretende, kristallinisch-körnige oder oolithische Eisensteine).

Kohleneisensteine (in Flöz- oder Bankform in allen Horizonten vorkommende, häufige Gesteine).

Toneisensteine oder Sphärosiderite (in vielgestaltigen Einzelgebilden, durchgehenden Bänken oder auch als Gerölle in Konglomeratzonen aller Kohlenhorizonte verbreitete Gesteine).

Spateisensteine. Wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Kohlensandstein dürften die Spateisensteine im Betriebe des Bergbaues wiederholt übersehen sein. Das Gestein besteht aus gelbgrau bis braun gefärbtem, meist schlecht- oder ungeschichtetem, kristallinischem, bisweilen blasig-löcherigem oder körnigem kohlensaurem Eisenoxydul ($FeCO_3$) mit 25 bis 40 % Fe. Entweder handelt es sich um ein fein- bis grobkörniges Gemenge spätiger Spateisensteinindividuen oder aber um ein Gestein mit oolithischem Aufbau, dessen spezifisches Gewicht etwa 3,8 beträgt. Das Vorkommen der Eisensteine ist entweder ein flöz- oder ein knollenartiges. Die bekannteste Lagerstätte liegt in den Magerkohlenschichten, wo sie als „Hattinger Spateisenflöz" gebaut worden ist. Jedoch beherbergen auch andere Horizonte Vorkommen von Spateisenstein, wie ich aus eigener Anschauung festgestellt habe. So schließen gewisse Zonen der Fettkohlenschichten Spateisensteine in knolliger Form und oolithischer Struktur ein, wie z. B. das Liegende des Flözes 22 der Zeche Victoria (Lünen).

Von der linken Rheinseite haben WUNSTORF und KEGEL (1923) oolithische Spateisenvorkommen mit radialstrahligen Ooiden, aber nur mit grobem konzentrisch schaligem Bau, deren Struktur eine wesentlich andere wie z. B. die der jurassischen Minette ist, näher beschrieben.

Kohleneisensteine. Weit häufiger als die Spateisensteine treten flözartig schwarze Kohleneisensteine („blackband" in England) auf. Das matte, schwarze und dichte Gestein, das sich gegen das Hangende oder Liegende meist mit einem sehr deutlichen glatten Lösen absetzt, hat einen schiefrigen bis flachmuscheligen Bruch. Von ähnlich aussehenden Gesteinen, wie gewissen Brandschieferpacken und Kennelschiefern, kann man den Kohleneisenstein unter Tage (unter anderem durch Ritzen mit dem Lampenhaken) an dem glänzenden und schwarzbraunen Strich sicher und schnell erkennen. Nicht selten wird das Erz von Klüften durchsetzt, die sich gelegentlich unter mindestens drei Richtungen schneiden (s. Abb. 91). Auf diesen finden sich bisweilen schön kristallisierte Mineralien, wie Kalkspat, Bleiglanz und Schwefelkies. Das spezifische Gewicht wird völlig durch den Eisengehalt bedingt und beträgt bei eisenreichen Arten 2,8—3. In weit größeren Grenzen schwankt die Härte, und zwar zwischen 4 und 1.

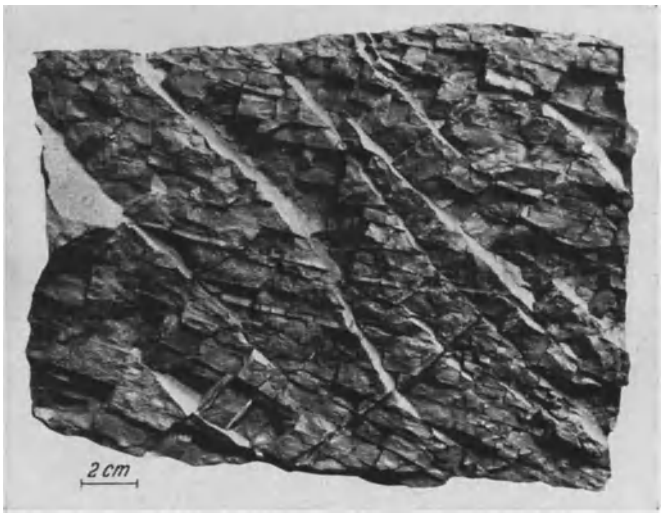


Abb. 91. Kohleneisenstein mit Schlechten in drei Richtungen. Eisensteinflöz der Zeche Friederika. S.W.B. Aus KUKUK: Glückauf 1924.

Bemerkenswerterweise sind die Kohleneisensteinvorkommen fast ausschließlich an Kohlenflöze gebunden, derart, daß sie sich örtlich aus diesen entwickeln. Kohleneisensteinflöze ohne Beziehung zu Flözen habe ich im Ruhrbezirk nie beobachtet. Schon aus dieser Feststellung ergibt sich, daß auch alle Übergänge zwischen Kohleneisenstein, Kennelschiefer, Spateisenstein und Kohle, und zwar sowohl in der Senkrechten als auch in der Waagerechten, vorhanden sind. Meist bildet der Kohleneisenstein flach linsenförmige Einlagerungen in der Flözkohle, die stellenweise eine Ausdehnung von vielen Hunderten von Metern haben können. Vielfach beobachtet man eine wiederholte Wechsellagerung von Eisenstein mit Kohle, und zwar sowohl mit Humuskohlen- als auch mit Kennelkohlenpacken, wie z. B. das von mir (1920) näher beschriebene Kenneleisensteinflöz (Q 1) der Zeche Lohberg zeigt.

Die meisten Kohleneisensteine sind lagenweise reich an fossilen Resten, die sich vorwiegend in den obersten Packen finden. In erster Linie kommen Süßwasserfossilien, und zwar Vertreter der Gattungen *Najadites*, *Carbonicola* und *Anthracomya* sowie Cypridinen in Betracht. Hier treten sie meist in stark verdrücktem Zustande, seltener mit kalkiger Schale oder verkiest, auf. Aber auch Pflanzenreste habe ich häufiger gefunden. Ebenso wie die Spateisensteine sind auch die Kohleneisensteine in deckgebirgsfreien Gebieten und in der Nähe des Ausgehenden durch die oxydierenden Tagewasser ± in Brauneisenstein umgewandelt.

Mit dem Kohleneisenstein finden sich gelegentlich auch Phosphoritlagen und -knollen vergesellschaftet, die möglicherweise auf Fischkoprolithen zurückgehen, wie sie kürzlich aus den Vereinigten Staaten beschrieben wurden. Soweit Beobachtungen vorliegen, scheinen die an Süßwassermuschelresten reichen Phosphoritlagen den hangenden Teil der Eisensteinflöze zu bevorzugen. Der in seinem Aussehen dem Kohleneisenstein sehr ähnliche, meist aber etwas feinkörnigere Phosphorit (mit einem Gehalt an phosphorsaurem Kalk bis zu 62%) beschränkt sich im allgemeinen auf unregelmäßige, etwa 0,05—0,10 m mächtige, nester- und linsenförmige Anreicherungszonen im Kohleneisenstein. Sein spezifisches Gewicht schwankt zwischen 1,4 und 2,7. Wegen seines zwischen 10 und 30% betragenden Gehaltes an P_2O_5 hat man ihn früher zur Darstellung von Superphosphat verwandt.

Auf das Vorkommen der einzelnen Kohleneisensteinflöze, die nach meinen Beobachtungen in allen Horizonten des Karbons auftreten, wird bei der stratigraphischen Untersuchung des Karbonprofils noch näher eingegangen werden.

Toneisensteine (Sphärosiderite). Toneisensteine finden sich in allen Horizonten, und zwar in den verschiedenartigsten Formen und Gestalten. Jeder Bergmann

kennt die in fast allen Schiefertonhorizonten — gleichgültig ob mariner oder limnischer Natur — auftretenden, meist kleinen, aber auch größeren knolligen Gebilde, die „Nüsse" der Bergleute. Besonders reich an ihnen erweisen sich die von Stigmarienappendices durchsetzten Wurzelböden der Flöze. Stellenweise gehen die Einzelknollen ± unter

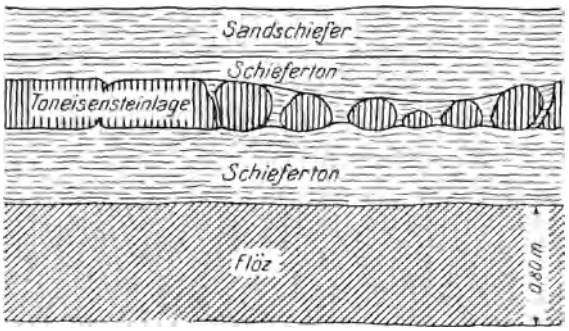


Abb. 92. Sich in einzelne Knollen auflösende Toneisensteinlage. Aus KUKUK: Glückauf Bd. 60.

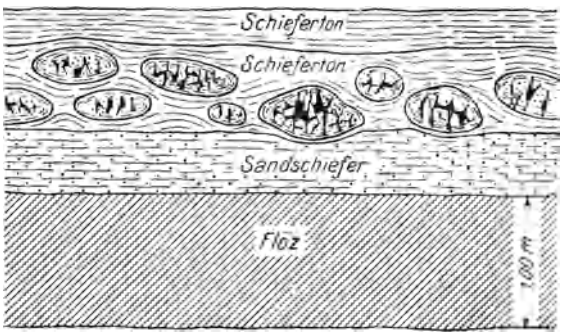


Abb. 93. Toneisensteinseptarien im hangenden Schieferton. Aus KUKUK: Glückauf Bd. 60.

Aufgabe ihrer rundlichen Formen in backsteinartige Gebilde und weiter in geschlossene, ausgedehnte Toneisensteinbänke über (s. Abb. 92).

Gleichfalls sehr häufige Erscheinungen stellen die bis 1 m Durchmesser erreichenden flachsphäroidalen „Toneisensteinseptarien" dar, die vorwiegend an die im Hangenden der Flöze gelegenen Schiefertonzonen gebunden sind (s. Abb. 93).

Besonders große Gebilde dieser Art (s. Abb. 94) schmücken oft die Rasenplätze der Zechenanlagen und sind dadurch der Allgemeinheit sehr bekannt geworden.



Abb. 94. Große Toneisensteinkonkretion aus dem Steinkohlengebirge der Zeche Prosper III. Aufnahme der Zeche.

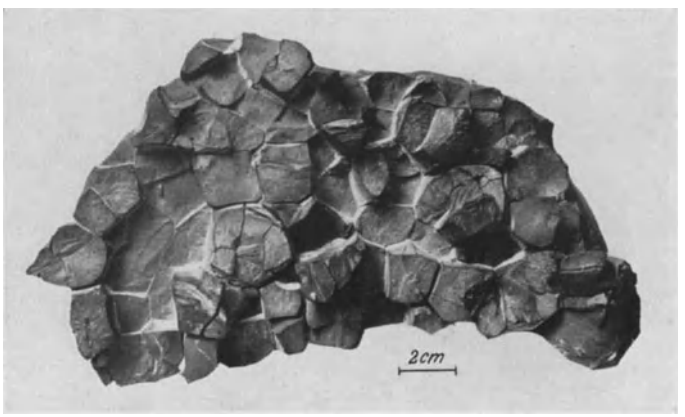


Abb. 95. Durch Schwundrisse entstandene prismatische Absonderungsformen einer Sphärosideritseptarie aus dem Hangenden des Flözes Zollverein 3 auf der Zeche Consolidation II/VII. Aus KUKUK: Glückauf 1924. S.W.B.

In petrographischer Hinsicht bestehen diese Geoden aus einem sehr feinkörnigen bis dichten, graugelben Sphärosiderit. Die Analyse einer gewöhnlichen Toneisensteinknolle (Zeche Schlägel und Eisen) durch das Laboratorium der W.B.K. ergab: 80,00% $FeCO_3$, 18,00% Al_2O_3; 1,00% $3\,CaO \cdot P_2O_5$ und 0,60% organische Stoffe.

Vielfach ist das Innere der zuweilen noch von einer Schwefelkieshaut umgebenen Geoden von offenen und sich kreuzenden Klüften und Rissen (Schwundrissen) durchsetzt. Hierdurch entstehen nicht selten unregelmäßig-prismatische Absonderungskörper. Die nicht ganz bis zur Außenhaut reichenden offenen Klüfte dieser Septarien werden fast stets von gut kristallisierten Mineralien wie Kalkspat, Quarz, Spateisenstein, Schwerspat, Bitterspat, Schwefel- und Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende ausgefüllt (s. Abb. 95).

Als weitere Sondererscheinung muß man die kluftlosen, fossilführenden, kugeligen bis sphäroidalen Geoden der marinen Schichten ansehen (s. Abb. 96). Zum Unter-

schied von den bekannten, in der Kohle eingebetteten, strukturzeigenden Dolomitkonkretionen, den sog. Torfdolomiten, sind sie von mir als „Dachsphärosiderite“ („roof-nodules“ der Engländer) bezeichnet worden. Die mitunter aus mehreren kugeligen Gebilden (s. Abb. 97) bestehenden Geoden unterscheiden sich von den gewöhnlichen Toneisensteinseptarien zumeist schon äußerlich durch die zahlreichen ± deutlich ausgeprägten und in der Ebene der Schichtung ringförmig verlaufenden Hohlkehlen und Oberflächenwülste (s. Abb. 99), weiter aber durch die marinen Tierreste ihres Inneren (s. Abb. 98). Auch bezüglich der Art der Einbettung im Schieferton besteht ein Unterschied zwischen den geschlossenen Dachsphärosideriten und den oben erwähnten kluftreichen Septarien.

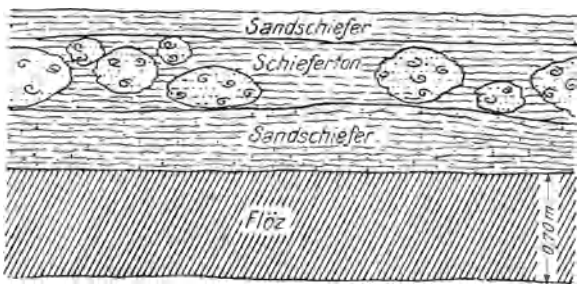


Abb. 96. Fossilführende Toneisensteingeoden (Dachsphärosiderite) in marinem Schieferton. Aus KUKUK: Glückauf 1924.

Werden diese von den Schiefertonschichten wie Fremdkörper schalenförmig eingehüllt (s. Abb. 93), so liegen jene fast ungestört innerhalb der Schichten, die fast unmerklich durch die Rundgebilde hindurchgehen (s. Abb. 96). Demgemäß sieht man auch die in diesen Knollen auftretenden Fossilien fast stets in der Ebene der ehemaligen Schichtflächen angeordnet.

Im übrigen reihen sich die Dachsphärosiderite bald perlschnurartig aneinander, bald liegen sie in mehreren Reihen „auf Luke“ übereinander. Besonders zahlreich und augenfällig treten sie im marinen Schieferton des Hangenden der Flöze Finefrau-Nebenbank, Sarnsbank und Hauptflöz in Erscheinung.

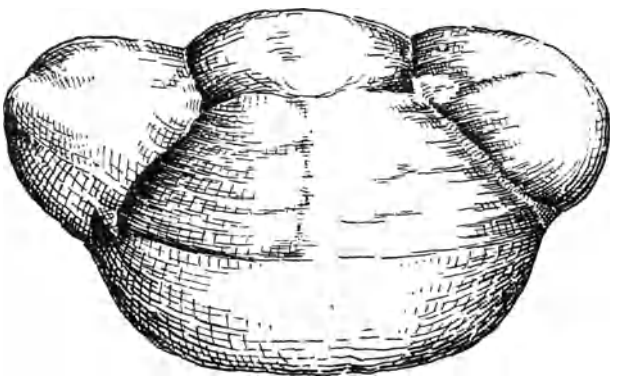


Abb. 97. Mehrfach kugelig gestaltete Toneisensteingeode aus dem Hangenden des Flözes Sarnsbank auf der Zeche Charlotte. 1/2 nat. Gr. Aus KUKUK: Glückauf 1924. S.W.B.

Auch zerbrochene, gegeneinander verschobene und wieder verkittete Dachsphärosiderite (s. Abb. 100) kommen vor. Die in den Knollen eingeschlossenen tierischen Fossilien bestehen vorwiegend aus Cephalopodenresten. Stellenweise sind die hohlen Kammern dieser Kopffüßler wieder mit Kristallgebilden aus dem Kalkspat der zersetzten Gehäusereste ausgekleidet. Gelegentlich verrät auch schon die Oberfläche der Geoden durch das Herausragen der Tierreste oder durch entsprechende Vertiefungen

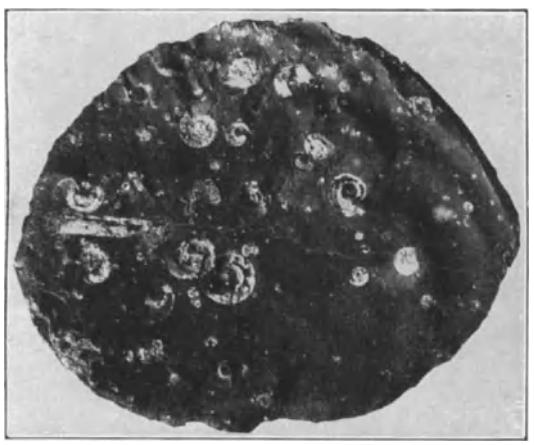


Abb. 98. Toneisensteingeode mit zahlreichen fossilen Resten (Goniatiten) aus dem Hangenden des Flözes Sarnsbank. 1/4 nat. Gr. Aus KUKUK: Glückauf 1924. S.W.B.

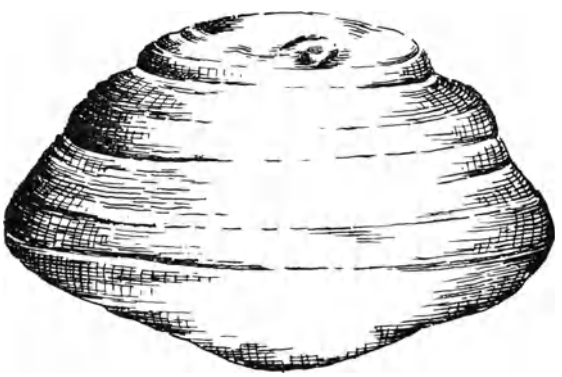


Abb. 99. Kreiselförmig gestaltete Geode aus dem Hangenden des Flözes Sarnsbank auf der Zeche Roland. 1/2 nat. Gr. Aus KUKUK: Glückauf 1924. S.W.B.

ihren fossilen Inhalt. Verwittern die Knollen, so werden nicht selten körperlich gut erhaltene Fossilreste frei, welche die Schaustücke paläontologischer Sammlungen bilden (s. Geologisches Museum der W.B.K.). Die weit seltener auftretenden Pflanzenreste, darunter auch Stigmarienrhizome, sind teils verkohlt, teils versteinert oder richtig inkrustiert.

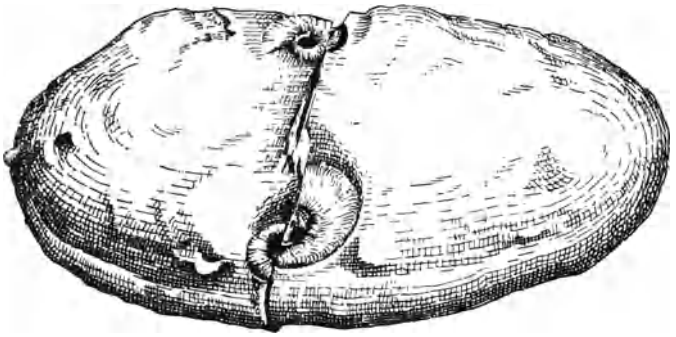


Abb. 100. Fossilführende Toneisensteingeode mit verheiltem Querbruch aus dem Hangenden des Hauptflözes auf der Zeche Alte Haase. 1/2 nat. Gr. Aus KUKUK: Glückauf 1924. S.W.B

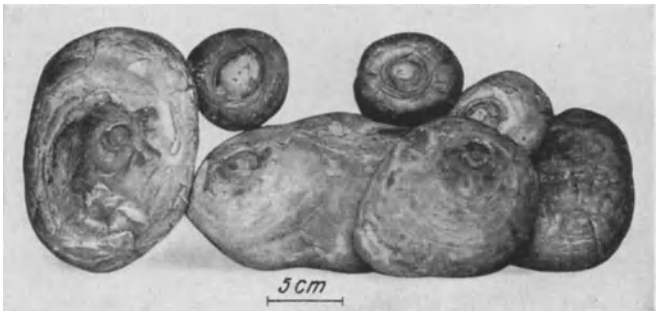


Abb. 101. Eigentümlich geformte Toneisensteinkonkretionen aus dem Hangenden des Flözes Katharina. Zeche de Wendel. Aufn. FERRARI.

Als eine besondere Art von Toneisensteinkonkretionen möchte ich die kürzlich von FERRARI (Zeche de Wendel) im Hangenden des Flözes Katharina aufgefundenen, scheibenförmig gestalteten Gebilde bezeichnen, die in der Mitte eine kreisrunde Vertiefung besitzen (s. Abb. 101).

Sie gleichen in ihrer äußeren Form ganz den von JOH. WALTHER (1924) als „Augensteine" bezeichneten Kieselsäurekonkretionen aus der lybischen Wüste, wenn auch ihre Gesteinszusammensetzung sowie ihre Bildungsgeschichte völlig von ihnen abweicht.

Trotz ihres gelegentlich bis zu 45% betragenden Fe-Gehaltes kommt all diesen Sphärosideriten schon wegen der Unregelmäßigkeit ihres Vorkommens und des im allgemeinen zu geringen Fe-Gehaltes eine wirtschaftliche Bedeutung nicht zu.

Eine ununterbrochene Reihe immer eisenärmerer, dafür tonreicherer Gesteine führt zu den sehr häufig vertretenen eisenhaltigen Schiefern und schließlich zu Schiefertonen.

3. Veränderung der Gesteine unter der Wirkung des durch Abbau entstehenden Gebirgsdruckes.

Die üblichen Eigenschaften der Gesteine werden durch den unter Tage infolge des Abbaues wirksam werdenden Gebirgsdruck weitgehend verändert. Die sich unter anderem in der Verformung des Gefüges äußernden Erscheinungen können für den Bergbaubetrieb in vieler Beziehung, insbesondere im Hinblick auf die Unfallgefahr, von großer Bedeutung werden. Der Umfang der diesen Erscheinungen zugrunde liegenden Vorgänge und ihrer Gesetzmäßigkeiten ist aber so groß, daß dieser Fragen hier nur ganz kurz gedacht werden kann (s. unter anderem SPACKELER 1929, BÄRTLING 1929, MATTHIAS 1930, HOFFMANN 1931, WEISSNER 1932/34, STÖCKE, HERRMANN und UDLUFT 1934/36).

Es bedarf keiner besonderen Hervorhebung, daß die durch den Gebirgsdruck wirksam werdende Änderung des Gesteinsverhaltens, in erster Linie hinsichtlich ihrer Elastizität und Plastizität, sowohl von der chemischen Zusammensetzung des Gesteins als auch von dem rein petrographischen Charakter (Gefüge, Tracht, Verband, Festigkeit) sowie von dem Verhalten gegen Wärme und Wasser usw. wesentlich abhängig ist (s. unter anderem REICH 1927, MÜLLER 1930, KÜHN 1931, SEIDL 1928/34, NEBELUNG 1933, UDLUFT 1933 und ULLRICH 1936). Für alle anzustellenden technischen Prüfungen der Gesteine sind daher eingehende chemische sowie petrographisch-mikroskopische Untersuchungen die notwendigen Voraussetzungen.

Bedauerlicherweise haben die für diese Fragen (z. B. für die Elastizitäts- und Plastizitätsverhältnisse der Gesteine des Ruhrreviers) in Betracht kommenden Prüfungen in bezug auf das Druckleitungsvermögen sowie auf Zug- und Druckfestigkeit der Gesteine erst teilweise solche Fortschritte gemacht, als daß sie schon heute abschließende Ergebnisse gezeitigt hätten. Immerhin lassen die auf Grund wissenschaftlicher und praktischer Untersuchungen der Karbongesteine abgeleiteten Erkenntnisse, insbesondere vom Standpunkt der Betrachtung der Schichten als plattenförmige Körper, schon die Feststellung einiger wichtiger Gesetzmäßigkeiten zu (s. unter anderem STÖCKE, HERRMANN und UDLUFT 1934/36).

Es ergibt sich: Alle Gesteine, und zwar Sandsteine, Sandschiefer, Schiefer sowie Kohlen verhalten sich wie elastische Körper, wenn auch der Grad verschieden ist. Dem-

entsprechend sind auch die Tonschiefer nicht mehr plastisch. Trockene Gesteine besitzen höhere Elastizitätsgrade als feuchte Gesteine. Außerdem ist die Elastizität um so geringer, je größer die Quarzkomponente ist. Große Bedeutung haben auch die Fragen der Gesteinsfestigkeit, und zwar der Zug-, Schub- (Abscher-), Knick-, Biege- und Druckfestigkeit. Ganz allgemein ist die Festigkeit der trockenen Gesteine höher als die der feuchten. Bezüglich der Zugfestigkeit sei erwähnt, daß nach NEBELUNG (1933) Schiefertone (der Gasflammkohlenschichten) sich um 0,1 % dehnen lassen, ehe sie zerreißen, d. h. daß sich eine Gesteinsplatte von 100 m Länge auf 100,10 m bruchlos dehnen bzw. sich um 1,94 m in der Mitte durchbiegen kann. Die Druckfestigkeit der Gesteine steigt mit der Zunahme druckfester Mineralien (Quarz bis 3000 kg/cm² gegenüber Feldspat mit 1200—1700 kg/cm²). Demgemäß haben Schiefertone eine geringere Druckfestigkeit als Sandsteine. Auf Einzelheiten wurde schon bei der Beschreibung der Gesteine eingegangen. Die Schub- oder Scherfestigkeit der Gesteine soll rd. $^1/_{15}$ der Druckfestigkeit betragen. Auch die Biegefestigkeit soll um ein Vielfaches geringer als die Druckfestigkeit sein. Über die Knickfestigkeit der Gesteine scheinen noch keine ausreichenden Ergebnisse vorzuliegen. Wichtig ist auch die Aufnahmefähigkeit der Gesteine an Wasser. Sie erreicht ein um so größeres Maß, je toniger das Gestein ist, und zwar ändern sich Tongesteine nach Aufnahme von 35—40 Volumenprozent Wasser sehr erheblich. Durch Wasseraufnahme wird insbesondere die Verformbarkeit bei den Tonschiefern gesteigert.

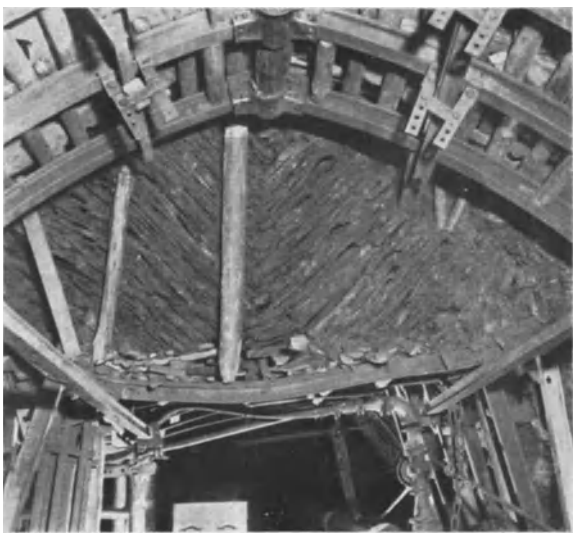


Abb. 102 Wirkung des Abbaues des Flözes Albert auf söhlig gelagerte Schicfertonschichten im Hangenden. Zeche Dahlbusch I/VIII. Aufn. STAUBACH.

Viele ungeschieferte Tongesteine zerfallen bei Wasseraufnahme in kleine Spaltungsstücke. Auch das Liegende der Flöze, das sog. „Wurzelbett", zerbröckelt durch Aufnahme von Wasser und geht bei stärkerer Wasseraufnahme in plastischen Ton über. Stellenweise zerfällt auch der Sandschiefer durch Sprengwirkungen des aufgenommenen Wassers. Im einzelnen wird das Eindringen des Wassers durch die Kapillarwirkung der Pflanzenreste und Verwitterung eingelagerter Mineralien (wie Schwefelkies und Markasit) erleichtert. Durch Auflösung des Bindemittels kann sogar eine völlige Verwitterung der Gesteine entstehen, derart, daß unter Mitwirkung des Gebirgsdruckes der Steinfall vermehrt wird. Ob durch Wasseraufnahme auch das Quellen des Liegenden infolge Volumenvergrößerung des Gesteins gesteigert zu werden vermag, wie man früher annahm, ist nicht bewiesen (s. auch TERZAGHI 1925). Vielmehr muß diese Erscheinung nach neueren Untersuchungen auf Gebirgsdruck auf das durch Adsorptionsdruck zersprengte und durch Wasseraufnahme weicher gewordene Gestein zurückgeführt werden.

Schließlich ist auch die Austrocknung der Gesteine von Bedeutung. Sie kann durch Schwinden der Masse und Bildung von Trockenrissen den Schichtenzusammenhang lockern.

Durch Wirkungen des Abbaudruckes können auch im unmittelbaren Nebengestein der Flöze Veränderungen der ungestörten Ablagerung entstehen, welche den durch gebirgsbildende Vorgänge erzeugten sehr ähnlich sind. Beispielsweise zeigen die Flöze bzw. die Hangend- und Liegendschichten nicht selten deutlich ausgeprägte Sättel und Muldenbildungen, die rein tektonischen Falten völlig entsprechen (s. Abb. 102 u. 103).

Eine besonders wichtige Erscheinung des Gebirgsdruckes infolge Abbaues sind die — wie in anderen Kohlenbezirken auch im Ruhrgebiet — nicht seltenen Gebirgsschläge. Sie äußern sich meist unvermutet durch Abplatzen größerer Kohlenschalen, Herauswurf größerer Mengen von Feinkohlen und Staub unter heftigem Knall (LINDEMANN 1926, SPACKELER 1928, 1931/32, HOFFMANN 1931, WEISSNER 1932, FRITZSCHE und GIESA 1935, KÖPLITZ 1935). Ihr Auftreten wird nur dort beobachtet, wo mächtige

kompakte Sandsteinbänke von hoher Druckfestigkeit (FLEISCHER 1935) und großem Elastizitätsmodul (MÜLLER 1930) auftreten, wie beispielsweise in der unmittelbaren Nähe der Flöze Neuflöz, Finefrau, Sonnenschein, Dickebank, Präsident und Bismarck. Andererseits hat man Gebirgsschläge auch beim Abbau von Flözen mit biegsamem Hangenden, die mit der Hacke geschrämt werden, festgestellt.



Abb. 103. Sattelförmige Aufwölbung von Sandschieferschichten in einem Querschlag als Folge des Abbaues des unterhalb gelegenen Flözes Ida. Zeche Dahlbusch I/VIII. Aufn. STAUBACH.

Nach KÖPLITZ (1935) braucht der Sandstein nicht einmal das unmittelbare Hangende des Flözes zu bilden. Bei gleicher Ausbildung des Hangend- und Liegendgesteins sind die Gebirgsschläge um so stärker. Ferner spielen sowohl die Teufe wie das Einfallen (flach bis 25°) eine Rolle. Die Hauptgefahrenpunkte der Gebirgsschläge stellen die stehengebliebenen Restpfeiler oder Kohleninseln dar. Aber auch in der Nähe des Alten Mannes oder von Spannungsgebieten, in Breitaufhauen, ja sogar im frischen Felde treten sie auf. Die Ursache dieser Erscheinungen hat man im Gebirgsdruck infolge von Abbauwirkungen zu sehen, wobei ihr Sitz oder Herd das Gesamthangende, die auslösende Kraft die Schwerkraft ist.

4. Die Klüfte des Nebengesteins.

Bekanntlich werden die Gesteine des Karbons außer von Verwerfungen auch noch von zahlreichen anderen Klüften („Diaklase" und „Paraklase") durchsetzt.

Wie Beobachtungen über Tage zeigen, ist das Einfallen dieser Klüfte im Durchschnitt ziemlich steil (70—90°). Meist ändert es sich etwas beim Übergang von einer Gesteinsart in die andere. Ebenso kann auch das Streichen der Klüfte beim Übergang von einer Gesteinsart in die andere, z. B. von Sandstein in Schieferton, wechseln. Waagerechte Klüfte werden selten beobachtet. Alle diese Klüfte zerlegen das Gestein in eine Reihe polyedrischer, ± großer Blöcke, wie jeder Aufschluß in einem Sandsteinbruch zeigt. Am häufigsten sieht man Klüfte, die rechtwinklig und parallel zur Druckrichtung, d. h. auch zum Streichen der Gebirgsschichten verlaufen. Es folgen die herzynisch streichenden Klüfte (parallel zur laramischen Querbeanspruchung). Der Rest entfällt auf die unter anderem mit den Diagonalverschiebungen und Deckelklüften in genetischem Zusammenhang stehenden Klüfte, d. h. auf solche, die parallel zu den Blättern und senkrecht zu den letzteren stehen.

Glatte Kluftflächen überwiegen. Bisweilen lassen sich auf den Klüften parallel zur Richtung der Verschiebungen und rechtwinklig zu den sog. Deckelklüften „Rutschstreifen" feststellen. Vielfach sind die das Nebengestein (mitunter auch die Kohle) durchsetzenden Klüfte mit einer weißen Mineralsubstanz erfüllt, weshalb sie, wie schon oben erwähnt, seit altersher vom praktischen Bergmann allgemein als „Kalkschnitte" bezeichnet wurden. Tatsächlich handelt es sich aber in der Ausfüllungsmasse meist nicht um „Kalk", sondern um ein feinschuppiges weißes Mineral, und zwar um einen „Kaolinit" (Pholerit), dessen Bildungsgeschichte noch nicht ganz klarsteht. Bisweilen hat sich auf den Klüften aber auch Kalk, Dolomit oder Gips ausgeschieden. Da nach meinen Beobachtungen bestimmte Mineralausscheidungen kennzeichnend für gewisse Arten von Dehnungs-

klüften zu sein scheinen, mag es nicht ganz ausgeschlossen sein, die spezifische Art der Klüfte an der Mineralausfüllung wieder zu erkennen. Endgültiges läßt sich jedoch erst sagen, wenn die Untersuchungen zur Klärung dieser Frage zum Abschluß gekommen sind. Jedenfalls ist der Abstand dieser Klüfte sehr verschieden. Er ist größer beim Sandstein, enger im Schieferton. Auch das Altersverhältnis der verschiedenen Klüfte hat noch nicht befriedigend geklärt werden können. Naturgemäß steht es aber in engster Beziehung zum Alter der die Klüfte hervorrufenden Druckbeanspruchungen. Bezüglich aller weiteren Einzelheiten sei auf die Beiträge von OBERSTE-BRINK (Abschnitt X) und SCHRÖDER (Abschnitt XX) verwiesen.

5. Geothermische Tiefenstufe.

Feststellungen über Zunahme der Gesteinstemperatur nach der Teufe haben neben dem theoretischen Werte auch eine große praktische Bedeutung, da sie für die Erkenntnis der bergbaulich möglichen Abbautiefen wertvolle Unterlagen bieten. Wie neuere Untersuchungen im Ruhrrevier gelehrt haben, beträgt das übliche Maß, die „geothermische Tiefenstufe" (das ist diejenige Tiefendifferenz, bei der innerhalb der neutralen Zone die Temperatur um 1° C steigt), nicht wie üblich 33 m je 1° C, sondern schwankt zwischen 26 und 30 m, ganz im Gegensatz zu der für das Devon des Rheinischen Schiefergebirges festgestellten Tiefenstufe von 45 m (QUIRING 1936).

Aus den zahlreichen, allerdings noch nicht ganz systematisch vorgenommenen Messungen, die durch OBERSTE-BRINK (1934) auf den Zechen der jetzigen Gelsenkirchener Bergwerks-A.G. veranlaßt worden sind, ergibt sich, daß die Zunahme der Wärme nach der Tiefe keine gleichmäßige ist. Vielmehr beträgt diese Stufe in Teufen mit mehr als 600 m rd. 27—28 m; in geringeren Tiefen (weniger als 600 m) rd. 30 m. Weiter wurde festgestellt, daß das Ausmaß der Stufen im allgemeinen im W kleiner als im O ist.

Diese Erscheinung dürfte vielleicht darauf zurückzuführen sein, daß im W häufiger als im O heiße Solen zusitzen. Auch im Rheinischen Schiefergebirge sinkt die geothermische Tiefenstufe in Thermalgebieten (Grube Merkur bei Ems) auf 23 m. In vielen Fällen zeigen sich jedoch erhebliche Abweichungen von den genannten Mittelwerten. Beispielsweise bewegen sich die Grenzwerte für Teufen mit mehr als 600 m zwischen 21 m im W (Zeche Beeckerwerth) und 41 m in der Mitte (Zeche Dannenbaum).

Jedenfalls lassen sich hieraus für den W hinsichtlich der Gebirgstemperaturen in größeren Teufen im allgemeinen ungünstigere Verhältnisse als für den O herleiten.

B. Die Tierwelt.

1. Die marinen Fossilien im Oberkarbon Nordwestdeutschlands.

Von Professor Dr. HERMANN SCHMIDT-Göttingen.

a) Allgemeine Übersicht.

Meeresablagerungen gingen unseren Steinkohlenbildungen voraus, und erneute Einbrüche des Meeres haben die zunächst noch häufigen, später seltenen marinen Leitschichten gebildet. Die tierischen Versteinerungen zeigen uns, daß nahezu jedes neue Vordringen des Meeres eine etwas geänderte Fauna verbreiten half. Daher ist es bei hinreichendem Material möglich, aus Fossilfunden die stratigraphische Lage eines marinen Horizontes zu erkennen.

Im Unterkarbon wurden einerseits Alaun- und Kieselschiefer, andererseits Kohlenkalke abgelagert.

Im älteren Oberkarbon, dem Namur, zeigt das Flözleere Westfalens im Überwiegen der Grauwacken und Sandsteine deutlichen Einfluß des Landes. In seinem schon der Magerkohle zugehörigen obersten Abschnitt unterscheiden wir bereits bestimmte Überflutungen: zunächst eine Gruppe von solchen im Bereich des Hinnebecke-Flözes, dann je eine über Hauptflöz und über Schieferbank.

Dem unteren Westfal sind die marinen Schichten über Sarnsbank, über Finefrau-Nebenbank, die Gruppe der Girondelle-Schichten sowie der Plaßhofsbank-Horizont

zuzurechnen. Das mittlere Westfal beginnt mit dem Katharina-Horizont, das obere Westfal mit dem Ägir-Horizont. Diese beiden Einheiten besitzen nur je eine marine Schicht.

Im allgemeinen ist aus dem Zurücktreten der Bodentiere gegenüber den freischwimmenden Goniatiten zu schließen, daß es sich um ruhige, nicht allzu flache Meeresteile gehandelt hat. Wie heute in einigen Becken der Ostsee durch freie Kohlensäure in dem schlecht durchlüfteten Bodenwasser Kalk aufgelöst wird und von den Muscheln nur dünne, leicht verdrückbare Häutchen übrigbleiben, so dürfte es auch damals gewesen sein: wir dürfen also annehmen, daß unsere ruhigen Gewässer auch abgeschlossen und schlecht durchlüftet waren. Nur ausnahmsweise hat eine bessere Durchlüftung das Gedeihen zahlreicher Bodentiere und die Erhaltung von Kalkschalen zugleich ermöglicht.

b) Unterkarbon.

Südengland, Nordfrankreich, Belgien und das Niederrheingebiet waren ebenso wie der größere Teil Asiens und Nordamerikas im Unterkarbon Bildungsstätten des „Kohlenkalks". Hier gedieh ein reiches Leben von Bodentieren, insbesondere auch von Korallen.

Im Sauerland, im Harz und in den Sudeten herrschte in dieser Zeit die „Kulm"-Fazies, gekennzeichnet durch geringmächtige Schiefer mit Goniatiten der Gattung *Glyphioceras* und der Muschel *Posidonomya becheri*. Es wird angenommen, daß es sich hier um ein ruhiges Nebenmeer handelte; die Gehäuse der Goniatiten wurden gleichmäßig verstreut, und ein reicheres Bodenleben konnte sich nicht entfalten.

Die Leitgesteine der Glyphioceras-Stufe heißen oft Posidonienschiefer wegen der Häufigkeit und weiten Verbreitung von *Posidonomya becheri*. Sie ist schief-eiförmig, von konzentrischen Anwachswellen bedeckt. Der Wirbel liegt etwas vor der Mitte des geraden Schloßrandes, dessen Enden stumpfwinklig an Vorder- und Hinterrand grenzen. Die flachen Partien in der Nähe dieser Winkel, die man als Vorder- und Hinterohr bezeichnet, sind bei sonst ähnlichen Formen des Oberkarbons stets anders ausgebildet. Ich kann daher den Angaben nicht zustimmen, daß *Posidonomya becheri* auch in der Magerkohle noch vorkäme.

c) Das untere Namur.

Teile der „hangenden Kulmtonschiefer" zwischen Elberfeld und Menden einerseits, die Grauwacken des Arnsberger Waldes andererseits gehören einer erdgeschichtlichen Einheit an, die erst seit wenigen Jahren bekannt geworden ist. Grundlegend hierfür waren die Untersuchungen Bisats in England, der eine Zonenfolge nach Goniatiten aus den Gattungen *Eumorphoceras* und *Homoceras* aufstellen konnte. Ein Teil dieser Zonen ist in derselben Reihenfolge auch bei Aachen und im Sauerland gefunden worden.

Der Typus der Gattung *Eumorphoceras* ist das amerikanische *E. bisulcatum* Girty, das auch in England, Belgien und Westfalen vorkommt. Stratigraphisch bezeichnet diese Art zusammen mit ihrem Vorläufer *E. pseudobilingue* Bisats E.-Stufe, welche nur dem untersten Teil der bisher in Deutschland (C. Schmidt 1924, H. Schmidt 1925, C. Hahne 1929) angenommenen Eumorphoceras-Stufe entspricht. Es wäre nicht unrichtig, wenn wir auch ferner *Eumorphoceras* in weiterem Sinne verwenden und das verwandte *Reticuloceras* des Flözleeren als Untergattung betrachten würden. Indessen hat sich *Reticuloceras* heute schon so weit eingeführt, daß ich es im Sinne der Verständigung für richtig halte, den Gattungsnamen *Eumorphoceras* nur noch in der engeren Bedeutung zu gebrauchen.

Es handelt sich dann um Goniatiten mit berippter Jugendform (wichtigstes Merkmal für Oberkarbon-Goniatiten überhaupt), mit kräftigem äußerem Seitenvorsprung der Anwachsstreifen und mit breit geöffnetem Außenlobus.

Die Gattung *Homoceras* umfaßt Goniatiten mit knötchentragender Jugendform, breiter Mündung und vorgezogenen, nur im Alter eine Außenbucht tragenden Anwachsstreifen. Typische Formen (*beyrichianum* von Chokier) liegen oberhalb von *Eumorphoceras*, etwas primitivere Arten (*Cravenoceras* Bisat) finden sich mit *Eumorphoceras* zusammen.

d) Das mittlere Namur.

Das Flözleere etwa der Gegend von Hagen entspricht stratigraphisch ungefähr der Reticuloceras-Stufe. Nach den Arten *inconstans, reticulatum, bilingue* und *superbilingue* wurden vier Zonen (α—δ) unterschieden. Nach Wright und Hahne (1929) ist die letzte Art noch zu teilen: das eigentliche *superbilingue* gehört in die *Gastrioceras sigma*-Zone der Magerkohle, während das oberste Flözleere vorwiegend *metabilingue* führt. An den

spärlichen Fundstellen überwiegen diese Goniatiten zahlenmäßig sehr stark, andere Goniatiten und Muscheln, wie *Pterinopecten* und *Posidoniella,* sind nicht häufig. Als Einzelfunde sind noch Fische zu erwähnen (ALDINGER 1931). Süßwassermuscheln und Pflanzen in anderen Schichten des Flözleeren zeigen uns, daß bereits ein Wechsel zwischen Land und Meer vor sich ging.

Reticuloceras ist dem *Eumorphoceras* ähnlich, hat jedoch einen schmalen, steilwandigen Außenlobus. Sein Altersstadium zeigt eine zugeschärfte Außenkante.

e) Das obere Namur.

Die marinen Horizonte um Flöz Hinnebecke.

Von L. CREMER und C. SCHMIDT sind in der untersten Magerkohle verschiedene marine Schichten unterschieden worden, indessen lassen sie sich im einzelnen weder auf große Strecken verfolgen, noch nach ihrem Fossilinhalt unterscheiden. Nach dem Vorgang WISSELMANNs (1914) beschränke ich mich darauf, solche Vorkommen annäherungsweise auf den marinen Horizont über Flöz

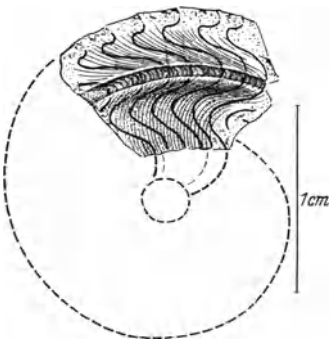


Abb. 104. *Reticuloceras superbilingue* BIS. Zeche Königsborn, 300 m unter Flöz G. S.W.B.

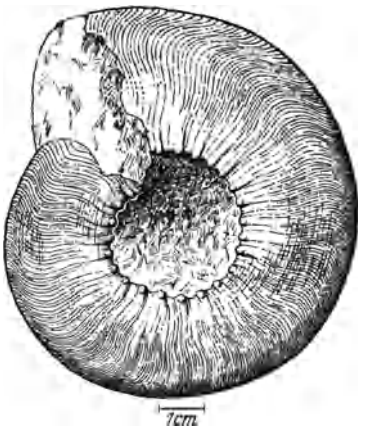


Abb. 105. *Gastrioceras rurae.* Flöz Hauptflöz, Zeche Herbeder Steinkohlenbergwerk. S.W.B.

Hinnebecke zu beziehen. Das häufigste Fossil ist *Reticuloceras superbilingue* (s. Abb. 104), vereinzelt findet sich daneben *Gastrioceras sigma* WRIGHT (unverdrückt von Z. Königsborn, 300 m unter Hauptflöz), das in England die erste Gastrioceras-Zone kennzeichnet. Trotz naher Beziehungen zum Flözleeren sind wichtige Änderungen eingetreten: die ersten Kohlenflöze traten auf, sie haben ja die Zurechnung zur Magerkohlengruppe veranlaßt. Geändert haben sich aber auch die marinen Schichten. Sie sind nicht mehr alaunschieferartig, und ihre Fauna ist erheblich reicher geworden. So sind zwei Arten von Schnecken, *Litorina obscura* und *Bellerophon* sp., nur hier festgestellt worden. Muscheln, wie *Solenomya primaeva* und eine Reihe von Nuculiden treten zum ersten Male auf, während *Pterinopecten elegans* schon im Flözleeren vorhanden war. Besonders lehrreich sind die häufigen Crinoidenstiele, welche in den nachfolgenden Horizonten fehlen. Bei der großen Empfindlichkeit der heutigen Echinodermen gegen Änderungen des Salzgehaltes wird man annehmen dürfen, daß der volle Salzgehalt des offenen Meeres vorhanden war, während man für die späteren Meereseinbrüche mit etwas verminderten Salzgehalten rechnen darf.

Reticuloceras superbilingue geht hinauf bis 50 m unter Hauptflöz (Zeche Margarete; das von C. SCHMIDT T. 14, F. 1 abgebildete Exemplar, dessen genaue Lage damals nicht bekannt war). Den Beschreibungen ist hinzuzufügen, daß der Laterallobus, der schon bei *bilingue* nur wenig zugespitzt war, am Grunde gerundet ist. Ein Stück der Bochumer Sammlung, 300 m unter Hauptflöz auf Zeche Königsborn gefunden, läßt das deutlich erkennen (Abb. 104).

Der marine Horizont über Hauptflöz.

Viel besser läßt sich der marine Horizont über Hauptflöz verfolgen, von dem schon L. CREMER zahlreiche Fundpunkte angegeben hat. Goniatitenreste mit Gitterskulptur finden sich in Mengen. Auch Orthoceren und Nautiliden treten jetzt in einiger Mannig-

faltigkeit auf. Von Schnecken beginnen *Loxonema acutum* und *Litorina oblonga,* beide nicht häufig. Unter den Muscheln ist *Posidoniella* mit verschiedenen Arten von hier ab wieder häufig, *Pterinopecten* ist nicht selten in einer neuen Unterart von *primigenius.*

Es fehlt eine Reihe von bodenbewohnenden Muscheln und Schnecken, die in den meisten übrigen Marinschichten vorkommen, während die Zahl der Tiere mit Schwimmvermögen größer ist als sonst. Es dürfte sich also um ein nahrungsreiches, schlecht durchlüftetes Gewässer gehandelt haben.

Gastrioceras rurae SCHM. (Abb. 105), *Gastrioceras martini* SCHM. und *Agastrioceras carinatum* FRECH kommen nebeneinander vor, sie lassen sich nur an ausgewachsenen, unverdrückten Exemplaren gut unterscheiden. Besonders klar treten die von C. SCHMIDT beschriebenen Unterschiede an dem schönen Material der Bochumer Sammlung von Zeche Herbeder Steinkohlenbergwerk hervor, das damals noch nicht vorhanden war.

Das englische *Gastrioceras cancellatum* BISAT hat eine etwas dichtere Skulptur und kommt mit *Reticuloceras superbilingue* zusammen vor, wahrscheinlich ist es ein wenig älter als unsere Hauptflözfauna.

Agastrioceras wird als neuer Gattungsname vorgeschlagen für *carinatum* FRECH, das bisher meist als *Eumorphoceras* genannt wurde. Es hat zwar die Altersform mit *Reticuloceras* gemeinsam, ist aber im übrigen näher mit *Gastrioceras* verwandt und wahrscheinlich von anderer Herkunft als *Reticuloceras.* Definition: In der Jugend wie *Gastrioceras,* im Alter aber wird die Außenseite zugeschärft, wie im Davisistadium von *Reticuloceras,* sie ist also nicht bauchig (Wortsinn des Namens *Agastrioceras*).

Der marine Horizont über Schieferbank.

Obgleich nur ein Sandstein und ein Flöz dazwischen liegt, läßt sich die Schieferbankfauna von der Hauptflözfauna unterscheiden. Die Lebensbedingungen für die Bodentiere sind günstiger geworden, deshalb treten jetzt auch drei Arten von Bellerophontiden auf: *Euphemus urei, Bucania moravica* und *B. vitriana;* eine *Pleurotomaria (atomaria)* ist nicht selten. An Muscheln erscheinen wieder *Leda attenuata* und *Nucula luciniformis.* Stellenweise sollen auch Brachiopoden vorkommen (WISSELMANN 1914).

Aber auch da, wo ähnliche Lebensbedingungen herrschten wie zur Hauptflözzeit, — eine Lage im Silscheder Bahneinschnitt zeigt fast nur Goniatiten und *Pterinopecten* — lassen sich bei genauerer Betrachtung Unterschiede feststellen.

Bei den Nachkommen von *Gastrioceras rurae,* die als *G.* aff. *crenulatum* bestimmt werden können, tritt die Spiralskulptur zurück, während die Anwachsstreifen breiter und kräftiger werden. Was die Dichte der Anwachsstreifen betrifft, passen unsere Hauptflöz- und Schieferbankarten zwischen die in England und Belgien als Zonenfossilien angesehenen Arten *cancellatum* einerseits, *crenulatum* und *cumbriense* andererseits hinein. Bei etwa 15 mm Durchmesser kommen auf 5 mm Umfang für

crenulatum + *cumbriense*	10 + 4	Anwachsstreifen
aff. *crenulatum* (Schieferbank)	14	„
rurae (Hauptflöz)	25	„
cancellatum	40	„

Neben *Gastrioceras* aff. *crenulatum* kommt im Schieferbankhorizont auch *Agastrioceras carinatum* noch häufig vor, dessen Skulpturdichte mit der von *Gastrioceras rurae* übereinstimmt.

f) Westfal A.

Die marinen Horizonte über Sarnsbank.

Der Sarnsbank-Horizont ist vielfach schon an seinen kalkigen goniatitenführenden Geoden zu erkennen. Seine Goniatiten haben keine Spiralskulptur an der Außenseite; es handelt sich um *Gastrioceras subcrenatum* (enggenabelt) und *G. listeri* (weitgenabelt). Als Seltenheit liegt *Homoceratoides* cf. *jacksoni* BISAT von Zeche Victoria vor (Bochumer Sammlung), das bisher nicht aus Deutschland bekannt war. Fischreste kommen wiederum vereinzelt vor, *Pterinopecten* ist nicht selten. Sonst ist die Sarnsbank-Fauna sehr arm, *Leda attenuata, Nucula luciniformis,* die *Bellerophontiden* und *Pleurotomaria* fehlen wieder.

Eine 50 m höher gelegene Fossilschicht führt eine wesentlich andere Fauna. C. SCHMIDT hat sie deshalb als einen besonderen marinen Horizont behandelt, mit der Bezeichnung „40 m unter Mausegatt". Es bleibt aber möglich, daß auch das Mittel zwischen beiden marin ist, so daß sie zusammen eine marine Gruppe von ungewöhnlicher Mächtigkeit bilden würden. Wir finden hier eine reiche Brachiopodenfauna mit *Productus, Chonetes* und *Schizophoria resupinata.* Die Muscheln bereichern sich um heterodonte Formen wie *Schizodus antiquus* und *Protoschizodus axiniformis.* Bei den Schnecken

sind die Bellerophontiden wieder häufig. Stellenweise wurden auch Crinoidenglieder gefunden. Im Gegensatz zu den übrigen marinen Schichten sind die Kalkschalen erhalten. So ergibt sich, daß ein normal durchlüfteter Meeresboden vorlag, ohne Sauerstoffmangel und ohne freie Kohlensäure.

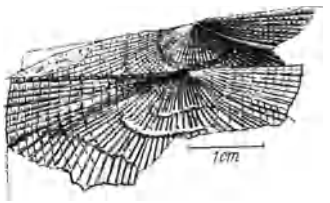


Abb. 106. *Pterinopecten primigenius* Ldwg. Obere Hälfte beider Klappen Sarnsbank-Horizont, Zeche Walfisch. S.W.B.

Pterinopecten primigenius Ldwg. (Abb. 106) ist der häufigste Begleiter von *Gastrioceras subcrenatum*. Sein Umriß ähnelt einem Quadrat, bei dem die vordere untere Ecke stärker, die hintere weniger abgerundet ist. Die Vorderohren sind im Gegensatz zu *papyraceus* kräftig ausgeschnitten, die Tiefe ihres Ausschnittes beträgt links $^1/_6$, rechts $^1/_3$ der Ohrlänge; sie tragen nur 3—5 stärkere Rippen.

Brachiopoden der Gattung *Productus* kommen bei uns regelmäßig nur 40 m unter Mausegatt und im Ägir-Horizont vor. (Das Vorkommen vom Plaßhofsbank-Horizont, von dem Wehrli 1931 berichtet hat, macht eine Ausnahme.) *Productus carbonarius* Kon., der bei Löttringhausen gefunden wurde, trägt eine sehr dichte Netzskulptur. Die feinen Rippen, die am Saum nicht mehr von Anwachsringen gekreuzt werden, sind mehr als 70 an Zahl. Neben dieser Art kommen mindestens zwei andere Arten mit gröberen Rippen vor. Die Productiden des Ägir-Horizontes tragen zwar auch eine Netzskulptur (Untergattung *Dictyoclostus*), sind aber schon in den Wölbungsverhältnissen wesentlich anders.

Der marine Horizont über Finefrau-Nebenbank.

Der marine Horizont mit *Gastrioceras kahrsi* Wdk. (? = *circumnodosum* Foord) führt nordöstlich Dortmund nur *Lingula* und die Muschel *Edmondia laminata* (Wehrli 1931). Bei Essen, bei Aachen und dazwischen ist er reich an Goniatiten, aber arm an Muscheln und Schnecken. Nur eine kleine Posidonomya mit deutlichem Vorderohr ist etwas häufiger. *Posidoniella minor* und *sulcata* kommen vor, jedoch kein *Pterinopecten*, soweit bisher festzustellen war. Bei den Goniatiten wird *Anthracoceras*, der schon bisher nirgends fehlte, erheblich häufiger. Auch Orthoceren sind nicht selten, es liegen vier Arten vor, von denen *O. undatum* am häufigsten ist.

Die Gastrioceraten dieses Horizontes wurden nach den Funden von der Villa Hügel von Wedekind als *G. kahrsi* beschrieben, später wurden sie von mir mit *G. circumnodosum* Foord aus Irland vereinigt. Seither hat sich aber herausgestellt, daß eine ebenfalls hergerechnete oberschlesische Form zu *Cravenoceras* gehört und es wird zweifelhaft, ob der irische Name in dem damaligen umfassenden Sinn gebraucht werden darf. — *Gastr. kahrsi* unseres Finefrau-Nebenbank-Horizontes ist auch bei Aachen gefunden worden. An ihren vorwärts gebogenen, erst im Alter mit einer Außenbucht versehenen Anwachsstreifen ist diese Art gut zu erkennen.

Die marinen Girondelle-Horizonte.

H. Wehrli hat vier marine Girondelle-Horizonte nordöstlich Dortmund untersucht. Eine etwas reichere Fauna fand er nur über Girondelle 8. *Pterinopecten* fehlt wiederum, dieses Mal fehlen nahezu auch die Goniatiten. Dafür konnten acht verschiedene Arten von Muscheln festgestellt werden, darunter *Myalina*, *Nucula* und *Edmondia*. Die Schnecken sind mit drei Arten Bellerophontiden auch wieder besser vertreten.

Der marine Horizont über Plaßhofsbank.

Dieser Horizont führt wieder Goniatiten, allerdings meistens nur *Anthracoceras vanderbeckei*. *Pterinopecten papyraceus* tritt in seiner typischen Form auf. Sehr kleine spitze Gehäuse der Schnecken *Loxonema* und *Litorinella* sind häufig, die Bellerophontiden fehlen. Stellenweise konnten auch Brachiopoden der Gattung *Productus* festgestellt werden (Wehrli).

Gastrioceras amaliae n. sp. Es liegt nur stark verdrücktes Material vor. Als Holotyp wird das in Abb. 108 dargestellte Bruchstück angesehen. Dieses Stück als das einzige, welches nicht von der Seite her verdrückt ist, läßt auf eine recht breitmündige Gestalt schließen. Die Nabelweite ist auf $^1/_4$ Durchmesser zu schätzen. Die Nabelkante trägt pro Umgang etwa 12 schwache Knoten, die sich nicht gegen die Flanken hin ausdehnen. Die Anwachsstreifen sind sehr fein, ohne Lupe nicht erkennbar, die Außenseite trägt eine noch feinere Spiralstreifung. Im Verlauf der Anwachsstreifen zeigt sich eine geringe Seitenbucht, ein breiter äußerer Seitenvorsprung und eine ungewöhnlich tiefe Außenbucht: bei 20, 25 und 55 mm Durchmesser beträgt die Tiefe dieser Außenbucht 7, 8 und 15 mm (also fast $^1/_3$ des Durchmessers); ihre Breite ist dabei schätzungsweise mit 8, 10 und 24 mm anzugeben.

Eine gewisse Ähnlichkeit besteht mit dem in England etwa zur Zeit unseres Ägir-Horizontes vorkommenden *G.* aff. *globulosum*, indessen scheinen die Anwachsstreifen dort eine geringere Außenbucht zu besitzen. Die Beschreibung (Bisat 1930, S. 82) spricht nur von „transverse test-striae". — Bei uns kommt hauptsächlich *G. subcrenatum* zum Vergleich in Betracht, dies ist aber hochmündiger, seine Anwachsstreifen sind gröber, nicht von Spirallinien gekreuzt und haben eine geringere Außenbucht. Andererseits ist bei dem jüngeren *G. catharinae* die Gitterskulptur

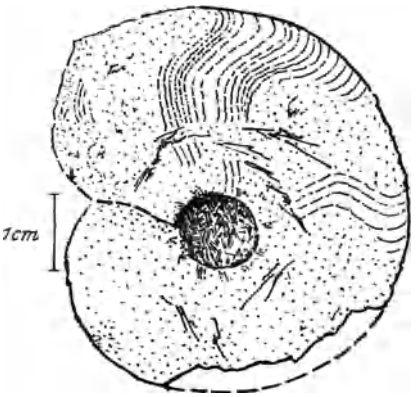


Abb. 107. *Gastrioceras amaliae* n. sp. Plaßhofsbank. Zeche Waltrop. S.W.B.

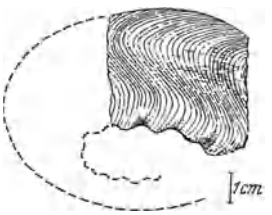


Abb. 108. *Gastrioceras amaliae* n. sp. Plaßhofsbank. Zeche Amalie. Ruhrlandmuseum, Essen.

gröber, die Seitenbucht der Anwachsstreifen stärker und der Nabel enger. Unsere neue Art vermittelt also in mancher Beziehung zwischen *subcrenatum* und *catharinae*, während sie mit *circumnodosum* nicht näher verwandt zu sein scheint. Es liegen 3 Stücke vor von Zeche Waltrop, Bochumer Sammlung und 6 von Zeche Amalie, Essener Sammlung.

g) Westfal B.

Der marine Horizont über Katharina.

Dieser wichtige Leithorizont ist sehr verbreitet und fossilreich, jedoch arm an Arten. *Gastrioceras catharinae*, Nautiliden und Fische sind selten. Nur *Anthracoceras vanderbeckei* und *Pterinopecten papyraceus* sind häufig.

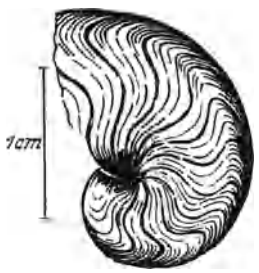


Abb. 109. *Anthracoceras vanderbeckei*. Flöz Katharina. Zeche Waltrop. S.W.B.

Anthracoceras vanderbeckei (Abb. 109) ist durch den ungewöhnlich starken inneren Seitenvorsprung seiner Anwachsstreifen ausgezeichnet. Dies Merkmal spricht sonst für *Dimorphoceras*; eine Lobenteilung im Sinne von *Dimorphoceras* ist tatsächlich beobachtet worden (Bisat 1930, S. 79), sie ist aber so gering, daß unsere Art bei *Anthracoceras* belassen werden kann.

Bei *Pterinopecten papyraceus* (Abb. 114) ist das Vorderohr nur wenig ausgeschnitten, kaum $^1/_8$ der Ohrlänge links und $^1/_4$ rechts. Seine Rippen sind nicht breiter als die der übrigen Schale, 6—8 an Zahl. Im Katharina-Horizont ist eine neue Unterart (mut. δ) häufig mit sehr hohen linken Schalen, deren Höhe zur Schloßrandlänge sich wie 5 : 4 verhält. Merkwürdigerweise beträgt dieses Verhältnis rechts stets 4 : 4; wie sich auch bei unvollständigen Stücken an den Anwachsstreifen erkennen läßt. Beim lebenden Tier muß also die linke Schale am Unterrand über die rechte herausgeragt haben.

h) Westfal C.

Der marine Horizont über Ägir.

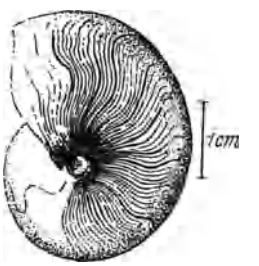


Abb. 110. *Anthracoceras aegiranum*. Flöz Ägir. Zeche Baldur. Nach Schmidt 1925, Tafel 26, Fig. 8.

Nach langer Pause hat sich bei Beginn des Westfal C eine letzte große Überflutung ereignet. Ähnlichkeiten in der Fauna erlauben uns, die Gleichzeitigkeit dieses Ereignisses für Belgien, Nordfrankreich und England anzunehmen. Sogar im Donez-Gebiet kommen unsere wichtigsten Leitformen wiederum zusammen vor, nämlich *Anthracoceras aegiranum* und *Pterinopecten subpapyraceus*. Herr Professor J. Böhm, welcher mir die letzte Bestimmung gütigst mitteilte, wird demnächst über die Ägir-Fauna berichten. Im Vergleich zu den älteren Marinschichten liegt jedenfalls ein bemerkenswerter Artenreichtum vor. Neben Nautiliden, Schnecken und Muscheln finden sich zahlreiche Brachiopoden, insbesondere auch Productiden. Zugleich mit reichem Bodenleben kommt stellenweise Erhaltung der Kalkschalen vor.

Anthracoceras aegiranum (Abb. 110) unterscheidet sich von den älteren, unter sich schwer trennbaren Arten seiner Gattung durch offenen Nabel, breitere Mündung und die geringere Seitenbucht seiner Anwachsstreifen.

i) Biostratigraphische Bemerkungen zu den Linguliden, Nautiliden und Pectiniden.

Lingula und Orbiculoidea.

Das kleine schloßlose Brachiopod *Lingula mytiloides* kommt fast in allen marinen Schichten vor, *Lingula squamiformis* ist seltener. Eine Reihe mariner Horizonte, die im vorstehenden nicht genannt wurden, werden als *Lingula*-Horizonte ausgeschieden, weil sie nur *Lingula*, allenfalls noch die Verwandte *Orbiculoidea nitida* (Abb. 111) enthalten. Auch wo *Lingula* in einem wohlentwickelten Marinhorizont vorkommt, liegt sie meistens unter oder über der anderen Fauna. Vermutlich handelt es sich um Ablagerungen flacher Küstenstriche oder Lagunen. Als Brackwasserbildungen sind die Lingulaschichten nicht anzusehen, weil die Übergänge zu Süßwasserablagerungen fehlen. Nur im Ägir-Horizont erreichen *Lingula* und *Orbiculoidea* Größen oberhalb 5 mm.

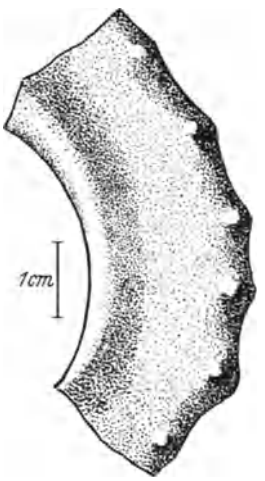


Abb. 113. *Metacoceras aff. perelegans* Girty. Flöz Plaßhofsbank. Zeche Waltrop. S.W.B.

Nautiliden.

Wenngleich es sich einstweilen fast nur um Einzelfunde handelt, gibt es Anzeichen für stratigraphische Verwendbarkeit der Nautiliden.

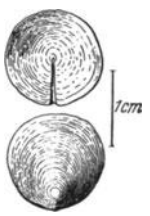


Abb. 111. *Orbiculoidea nitida.* Flöz Ägir. Zeche Walsum. S.W.B.

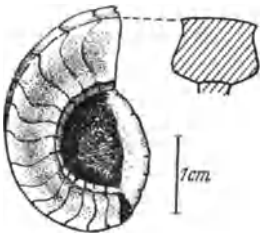


Abb. 112. *Coelonautilus quadratus.* Hauptflöz-Horizont. Zeche Alter Hellweg. S.W.B.

Die vorwiegend unterkarbonische Gattung *Coelonautilus* scheint nur bis Finefrau-Nebenbank hinaufzureichen. Eine typische Art dieser Gattung mit annähernd quadratischem Windungsquerschnitt liegt aus dem Hauptflözhorizont vor (Abb. 112).

Die Gattung *Pleuronautilus* mit ihrer Untergattung *Metacoceras* beginnt bei uns im Plaßhofsbank-Horizont (Abb. 113). Eine ähnliche, stärker eingerollte Form ist im Ägir-Horizont nicht selten. *Pleuronautilus (Metacoceras)* tritt auch in Nordamerika, England und Rußland erst in der Mitte des Oberkarbon auf.

Zur Unterordnung Nautiloidea rechnen wir auch *Orthoceras*. Verhältnismäßig leicht kenntlich ist *Orthoceras undatum*, das im Hauptflözhorizont vorkommt und über Finefrau-Nebenbank ziemlich häufig ist. Von Katharina und Ägir liegen Stücke vor, die äußerlich dem schlanken *O. asciculare* ähnlich sind, im Inneren aber einen unvollständigen Verdickungsring an den Kammerwänden tragen. Sie müssen der Gattung *Pseudorthoceras* zugerechnet werden.



Abb. 114. *Pterinopecten papyraceus.* Flöz Plaßhofsbank. Zeche Waltrop. S.W.B.

Pterinopecten.

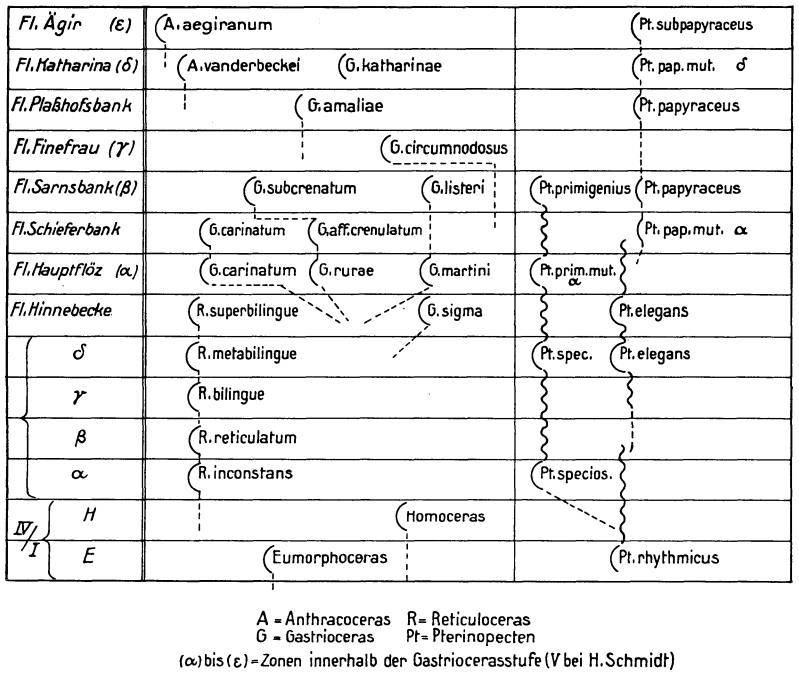
Vom unteren Namur bis zum mittleren Westfal erleidet die Gruppe des *Pterinopecten papyraceus* eine stetige Umformung in mehrfachem Sinne:

1. das Hinterohr, von Hause aus spitzwinkelig, wird stumpfwinkelig.
2. Die Höhe der Schale nimmt im Vergleich zum Schloßrand zu.
3. Die ab und zu zwischen den Anwachslinien hervortretenden Anwachslamellen werden zahlreicher.

Diese Umformung, die im allgemeinen von Größenzunahme begleitet ist, scheint in zwei Linien vor sich gegangen zu sein.

Bei *Pter. primigenius* ist das Vorderohr tief ausgeschnitten und trägt wenige breite Rippen. Bei *Pter. papyraceus,* der außerdem höhere Form hat, ist der Ausschnitt am Vorderohr sehr gering (Abb. 114). Von den namurischen Arten, die erst neuerdings unterschieden wurden (JACKSON 1929), ist *Pter. elegans,* das in England von $R\,\gamma$ bis in die Höhe unseres Schieferbankhorizontes vorkommt, bei uns nur im Hinnebecke-Horizont gefunden worden.

Tabelle 12. Stratigraphische Verteilung der wichtigsten Goniatiten- und Pterinopectenarten. (In der vierten Zeile von oben muß es heißen: *G. kahrsi* statt *G. circumnodosus,* in der sechsten und siebenten Zeile von oben: *Agastrioceras carinatum* statt *G. carinatum.*) Die punktierten Verbindungen bedeuten wahrscheinliche Abstammung, ausgezogene Schlangenlinien das mehr oder weniger anhaltende Vorkommen derselben Art.



k) Die Goniatiten.

Einzelne Arten von Goniatiten wurden im vorstehenden beschrieben. Für weitere Abbildungen und Beschreibungen sei auf H. SCHMIDT (1929) (GÜRICHS Leitfossilien Bd. 6) verwiesen. Die nebenstehende Tabelle soll die Verteilung der bei uns vorkommenden Arten zeigen, soweit sie stratigraphisch von Belang sind.

2. Die Süßwassermuscheln des Ruhrkarbons.

Von Professor Dr. HANS WEHRLI-Münster.

a) Allgemeine Übersicht.

Die ersten Süßwassermuscheln der Erde finden wir in den Devonschichten des Old Red-Kontinents, wo sie noch sehr spärlich auftreten. Erst im Oberkarbon erreichen sie in sämtlichen Kohlengebieten einen gewaltigen Aufschwung. Man kann von einer explosiven Entfaltung sprechen. Wie alle Tierformen, deren Entwicklung rasch vor sich geht, bilden sie sog. Leitfossilien, die für die Stratigraphie des limnischen Karbons von Wichtigkeit sind. In den Süßwasserablagerungen des Ruhrkarbons treten Reste von Zweischalern in großen Mengen auf; in manchen Schichten sogar bankbildend. Sie gehören zu den Gruppen der *Anthracosiidae* und *Mytilidae.* Meist sind sie klein und dünnschalig. Das Schloß — das sehr selten erhalten geblieben ist — ist wie bei den heute lebenden Süßwassermuscheln sehr veränderlich. Ein Teil der Formen ist schloßlos. Die *Anthracosiiden* und *Mytiliden* treten stets gesellig auf. Sie sind im Ruhrgebiet streng auf die Süßwasserschichten beschränkt.

Der Erhaltungszustand der Muschelreste ist fast immer sehr schlecht, wodurch die Bestimmung erschwert wird. Meist findet man nur Abdrücke von Schalen. Die Fossilien stammen zudem aus tektonisch beanspruchten Schichten, in denen sie bruchloser

Deformation durch Druck unterworfen waren. Durch solche Umformung kann der Umriß einer Schale nachträglich sehr stark verändert werden; man muß sich daher hüten, von jeder Schalenform eine selbständige Art aufzustellen. Durch das häufige Auftreten von Deformationsformen erhält man ein falsches Bild von dem Artenreichtum der damaligen Süßwasserfauna. Die im speziellen Teil behandelten Formen unterscheiden sich durch solche Merkmale voneinander, die nicht durch Deformation hervorgerufen worden sein können; wir haben es hier also mit echten Arten zu tun.

Die Lebensräume der karbonischen Süßwassermuscheln waren sumpfige Aestuare. Hier scheinen die Muscheln vorherrschend in den stillen Gewässern (abgeschnittene Flußarme und Seen) gelebt zu haben, da wir sie meist in feinen Tonschiefern eingebettet finden. Neuerdings wurden aber Süßwassermuscheln *(Carbonicola aquilina)* in dem Sandstein über Flöz Dickebank auf Zeche Shamrock (Original in der Sammlung Bochum) gefunden, was darauf schließen läßt, daß die Muscheln auch in den eigentlichen Strömen lebten. Durch die Art der bisherigen Aufsammlung (nur Durchklopfen der Faunenschiefer) haben wir also ein nicht ganz richtiges Bild über die Lebensgebiete der Karbonmuscheln erhalten.

Die *Anthracosiiden* müssen ihrer Gestalt nach freilebende Bodenbewohner gewesen sein, die sich in den Schlamm eingegraben haben. Im Gegensatz dazu scheinen die *Naiaditen* sich, wie die heutigen *Mytiliden,* mit Byssusfäden an Steinen und Pflanzen festgeheftet zu haben. Aus der Verschiedenheit der Lebensweise erklärt sich die unterschiedliche Einbettung im Gestein. Während die *Anthracosiiden* vorherrschend regellos im Schiefer eingelagert sind, finden wir die *Naiaditen* meist auf den Schichtflächen liegend, da ihre Schalen erst nach dem Tode auf den Boden des Gewässers sanken. Darum ist auch verständlich, daß wir auf den *Anthracosiiden*-Schalen sehr selten *Spirorben* finden, auf den *Naiaditen*-Schalen dagegen fast immer.

Den tiefsten Süßwasserhorizont des Ruhrgebietes fand Bärtling beim Speicherkraftwerk auf dem Kleff bei Herdecke 94 m unter Flöz Sengsbank. Im Flözleeren sind bis jetzt keine Spuren von Süßwassermuscheln entdeckt worden. In den Mager- und Eßkohlenschichten treten die Süßwasserhorizonte noch ziemlich selten auf. Ihre Zahl nimmt in den Fettkohlen rasch zu und erreicht in der Gaskohle die größte Häufigkeit. Nach oben nimmt die Zahl der Süßwasserbänke wieder stark ab. Die Zu- und Abnahme der Süßwasserschichten ist paläogeographisch bedingt.

b) Systematik.

Die *Anthracosiidae* sind durch zwei Gattungen — *Carbonicola* und *Anthracomya* — vertreten, die *Mytilidae* durch die Gattung der Naiaditen. Die von Pruvost (1930) aufgestellte Gattung *Anthraconauta* muß nach Ansicht des Verfassers eingezogen werden (Wehrli 1932). Alle drei Gattungen unterscheiden sich deutlich durch ihre Umrißformen voneinander (Abb. 115), und zwar folgendermaßen:

Carbonicola: Größte Höhe der Schale in der Nähe des Wirbels. Hinterende sich nach hinten verschmälernd.

Anthracomya: Größte Höhe der Schale nach dem Hinterende hin verlagert. Vorderende erheblich kleiner als Hinterende.

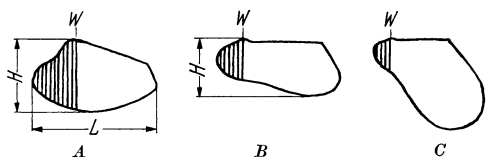


Abb. 115. Umrißform von Carbonicola (*A*), Anthracomya (*B*) und Naiadites (*C*). Vorderende der Schale schraffiert. *L* Länge, *H* Höhe, *W* Wirbel.

Naiadites: Vorderende fast ganz verkümmert. Hinterende schräg nach unten flügelartig ausgebreitet.

Zur Bestimmung der Süßwassermuscheln sind die im Literaturverzeichnis näher bezeichneten Werke von Hind (1894), Pruvost (1919, 1930), Davies und Trueman (1927) und Wehrli (1931, 1932) heranzuziehen.

Die stratigraphisch wichtigsten und einige besonders häufige Formen werden im folgenden kurz beschrieben.

a) Carbonicola.

Carbonicola acuta Sow. (Abb. 116a):

Das Vorderende ist kurz und gerundet; das Hinterende allmählich zugespitzt. Die Wirbel sind breit und vorstehend, stoßen aber nicht zusammen. Die meist großen Formen (bis zu 60 mm Länge) beschränken sich auf das obere Namurische und auf Westfälisch A. Bis jetzt zwischen Hauptflöz und Flöz Gretchen beobachtet.

Carbonicola robusta Sow. (Abb. 116b):

Große, plumpe Formen, bis zu 70 mm lang. Das Vorderende ist gerundet. Der Vorderrand und der obere Rand des Hinterendes schließen beinahe einen rechten Winkel ein, wobei die vorstehenden, sich berührenden Wirbel die Spitze bilden. Leitend für Westfälisch A. Bisher zwischen den Flözen Geitling und Gustav festgestellt.

Carbonicola similis Brown (Abb. 116c)

muß als stratigraphisch wichtigste Form bezeichnet werden, da ihre senkrechte Verbreitung in allen westlichen Kohlenbecken fast gleich ist. Im Ruhrgebiet tritt sie sehr selten auf. Die Schale ist klein und trapezförmig (größte gemessene Länge 28 mm) und besitzt ein gleichmäßig gerundetes Vorderende. Der Oberrand des Hinterendes ist gerade und verläuft bisweilen parallel der Schalenlängsachse. Der nach hinten ansteigende

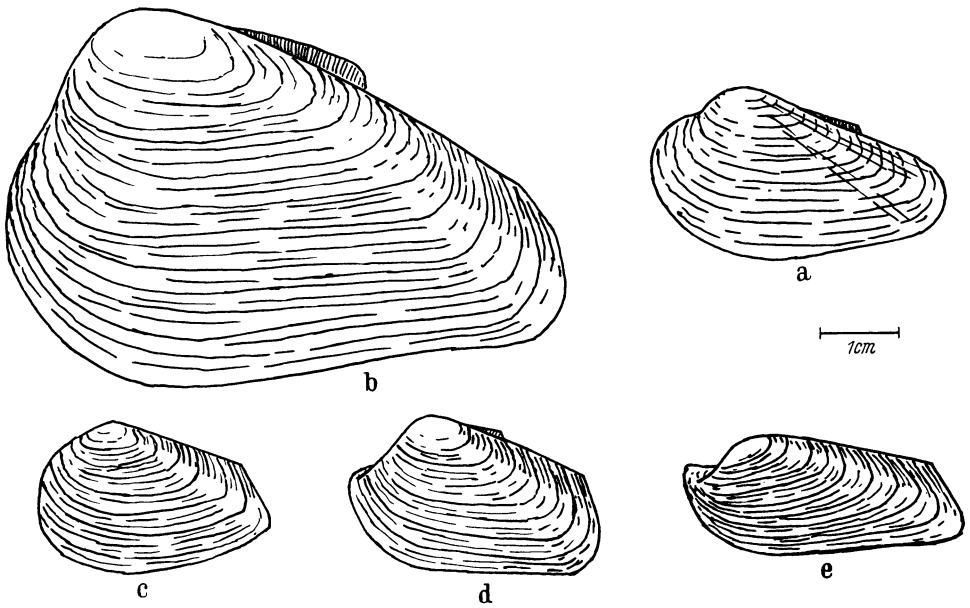


Abb. 116. *Carbonicola acuta* Sow. (a); *Carbonicola robusta* Sow. (b); *Carbonicola similis* Brown (c); *Carbonicola turgida* Brown (d); *Carbonicola aquilina* Sow. (e).

Unterrand ist immer konvex. Die Wirbel stehen nicht vor. *C. similis* ist leitend für den obersten Teil von Westfälisch A und für die unteren Schichten von Westfälisch B und wurde zwischen den Flözen Matthias und Zollverein 1 gefunden.

Carbonicola turgida Brown (Abb. 116d)

ist durch den trapezförmigen Umriß der Schale und den sich — besonders vorne — deutlich abhebenden, großen Wirbel ausgezeichnet. Sie tritt zwischen den Flözen Matthias und Zollverein 1 auf.

Carbonicola aquilina Sow. (Abb. 116e):

Diese Art ist nicht leitend, aber durch ihr häufiges Auftreten bemerkenswert. Sie unterscheidet sich von den anderen Carboniceln durch das stark zusammengedrückte Vorderende, den nach vorne geneigten, nicht abstehenden Wirbel und die auffallend schräg zur Längsachse verlaufenden Wachstumslinien. Bis jetzt zwischen den Flözen Wasserbank und Y festgestellt. Von Flöz Katharina an bis ans Ende der Zollverein-Gruppe tritt sie in großen Mengen, manchmal sogar bankbildend auf.

Ferner wurden im Ruhrgebiet noch folgende *Carbonicola*-Arten gefunden: *C. ovalis* Martin (Flöz Kreftenscheer), *C. rhomboidalis* Hind (Flöz Helene), *C. fusca* D. u. T. (zwischen den Flözen Matthias und Laura), *C. dawsoni* Brown (Flöz Matthias), *C. nitida* D. u. T. (zwischen den Flözen Matthias und Zollverein 2), *C. bella* D. u. T. (zwischen den Flözen Katharina und Zollverein 8) und *C.* aff. *obtusa* Hind (Flöz Victoria).

β) *Anthracomya.*

Die Anthracomyen treten gegenüber den Carboniceln stark zurück. Häufig findet sich nur *Anthracomya minima* Ldwg., eine kleine, unter 10 mm lange Form, die aber keine selbständige Art darstellt, sondern Jugendformen von Anthracomyen und Naiaditen umfaßt. Sie kommt hauptsächlich in stark pflanzenführenden Schichten vor und tritt im ganzen produktiven Karbon auf.

Anthracomya williamsoni BROWN (Abb. 117a):

Unter- und Oberrand bilden einen kleinen spitzen Winkel miteinander. Der Rücken, der von dem vorstehenden Wirbel nach hinten zieht, endet in der hinteren unteren Ecke. *A. williamsoni* ist leitend für Westfälisch A und wurde bisher in ziemlicher Individuenzahl zwischen den Flözen Kreftenscheer und Hugo festgestellt.

Anthracomya modiolaris SOW. (Abbildung 117b):

Bei dieser Art laufen Ober- und Unterrand ziemlich stark auseinander. Der Rücken endet deutlich an der Unterkante der Schale. Die Wirbel stehen kaum vor. Die Verbreitung beschränkt sich auf die Fettkohlen- und unteren Gaskohlenschichten. Die Fundorte von *A. modiolaris* liegen zwischen den Flözen Dickebank und Zollverein 6.

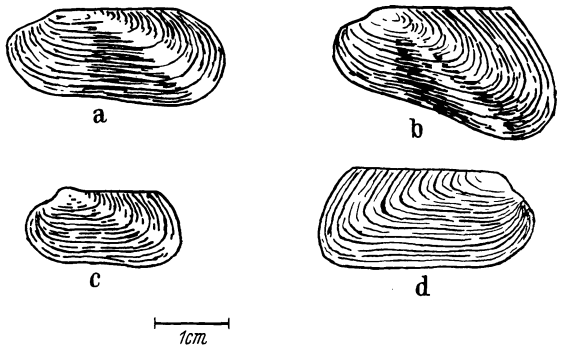


Abb. 117. *Anthracomya williamsoni* BROWN (a); *Anthracomya modiolaris* SOW. (b); *Anthracomya pulchra* HIND (c); *Anthracomya wardi* SALT. (d).

Anthracomya pulchra HIND (Abbildung 117c):

Diese Form ist durch den fast parallelen Verlauf von Ober- und Unterrand, sowie den in der Spitze des hinteren unteren Winkels endenden Rücken gekennzeichnet. Die Wirbel stehen vor. *A. pulchra* wurde in der ganzen Gaskohlenpartie von Flöz Katharina an bis Flöz L angetroffen.

Anthracomya wardi SALTER (Abb. 117d):

Unter- und Oberrand verlaufen fast parallel zueinander. Die Wirbel stehen nicht vor. Das Vorderende ist kurz, der Hinterrand nur sehr schwach gebogen. Die stratigraphische Verbreitung liegt innerhalb der Gasflamm- und Flammkohle zwischen den Flözen Q und Freya.

Die früher zu den Anthracomyen gestellte Art *A. phillipsi* gehört nach Ansicht des Verfassers (WEHRLI 1932) zu den Naiaditen, wo sie näher beschrieben wird.

Außer den oben angeführten Anthracomyen fanden sich noch vereinzelt folgende Arten: *A.* aff. *prisca* TRUEMAN (Flöz Schieferbank), *A. laevis* var. *scotica* DAWSON (Flöz Röttgersbank 1 und Karl 2), *A. dolobrata* SOW. (zwischen den Flözen Victoria und Laura) und *A. lanceolata* HIND (zwischen den Flözen Victoria und Laura).

γ) *Naiadites.*

Die Naiaditen-Schalen zeichnen sich durch große Formmannigfaltigkeit aus, wie es bei festsitzenden Muscheln meist der Fall ist. Früher teilte man die Naiaditen in zahlreiche Arten auf. Diese sind aber meist durch Übergänge miteinander verbunden und besitzen keine begrenzte Verbreitung. Der Verfasser (WEHRLI 1932) hat daher die Naiaditen zu zwei Arten zusammengezogen: *N. sowerbyi* und *N. quadrata.* Hierzu gesellt sich noch *N. phillipsi,* die früher zu den Anthracomyen gerechnet wurde (s. oben).

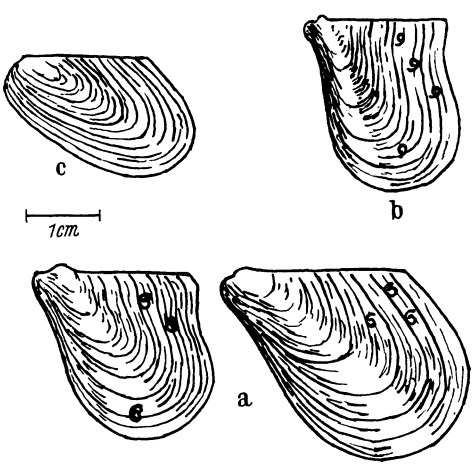


Abb. 118. *Naiadites sowerbyi* n. sp. (a); *Naiadites quadrata* SOW. (b); *Naiadites phillipsi* WILL. (c).

Naiadites sowerbyi n. spec. (Abb. 118a):

Sie umfaßt die früheren Arten *N. carinata, N. modiolaris, N. triangularis* und *N. elongata.* Die Schale ist schräg nach hinten unten ausgebreitet, das Vorderende ist klein. Der Rücken hebt sich deutlich von der Schale ab und ist in der Wirbelregion nach vorne gebogen. Der Vorderrand ist gerade oder besitzt eine mehr oder weniger deutliche, konkave Einbuchtung (Byssusgrube). Die Schalenformen variieren sehr stark. *N. sowerbyi* besitzt keine stratigraphische Bedeutung, da sie von Flöz Kreftenscheer bis Flöz Y durchzieht.

Naiadites quadrata SOW. (Abb. 118b):

Sie ist durch die mehr oder weniger senkrecht zum Schloßrand verlaufende Ausbreitung der Schale und die dadurch bedingte quadratische oder U-förmige Gestalt gekennzeichnet. Sie besitzt anscheinend eine beschränkte vertikale Verbreitung, da sie bis jetzt nur zwischen den Flözen Matthias und Zollverein 4 gefunden wurde.

Naiadites phillipsi WILLIAMSON (Abb. 118c):

Die Schale breitet sich wie bei *N. sowerbyi* wieder schräg nach hinten unten aus. Sie unterscheidet sich aber von dieser durch den konvex verlaufenden Vorderrand, der meist nicht oder nur durch eine ganz seichte Einbuchtung unterbrochen wird, durch ein breiteres Vorderende und durch den schwachen, rasch verschwindenden Rücken. *N. phillipsi* ist leitend für die oberste Gasflammkohle und die ganze Flammkohle und findet sich zwischen den Flözen V und Loki. Sie ist neben *Anthracomya wardi* die einzige Süßwassermuschel der Flammkohlenpartie.

c) Stratigraphische Verbreitung der einzelnen Arten.

Die senkrechte Verbreitung der beschriebenen Süßwassermuscheln in dem westfälischen Kohlengebiet ist auf nachfolgender Tabelle (s. Abb. 119) zeichnerisch dargestellt und verglichen mit der in den Kohlenbecken von Limburg, Belgien, Nordfrankreich und Südwales.

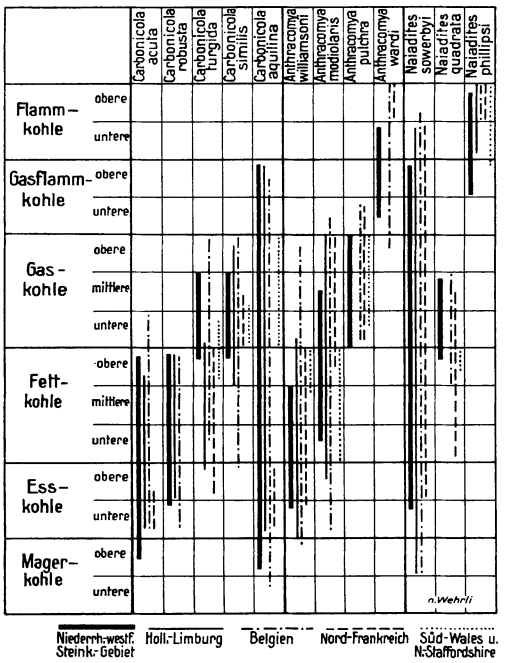


Abb. 119. Verteilung der wichtigsten Süßwasserformen auf die verschiedenen Stufen der paralischen Steinkohlenvorkommen. Nach WEHRLI.

Die zeitliche Verbreitung der einzelnen Arten deckt sich ungefähr in den genannten Gebieten. Nur *Carbonicola turgida* macht eine Ausnahme.

Bei gemeinsamer Betrachtung der verschiedenen Kohlenbecken lassen sich drei faunistische Zonen unterscheiden, die mehr oder weniger mit den Stufen A, B und C des Westfälischen zusammenfallen:

3. Zone der *Naiadites phillipsi* und *Anthracomya wardi* = Westfälisch C.

2. Zone der *Carbonicola similis, Anthracomya pulchra* und *Naiadites quadrata* = Westfälisch B.

1. Zone der *Carbonicola acuta, C. robusta* und *Anthracomya williamsoni* = Westfälisch A.

Die einzelnen Arten sind nicht zur Kennzeichnung eines bestimmten Horizontes zu verwenden, meist auch nicht zur Bestimmung einer engeren Flözgruppe; sie sind nur für größere Abschnitte leitend.

Bemerkenswert ist der Artenreichtum der einzelnen Schichten. So zeichnen sich die Horizonte unmittelbar unter und über dem Katharina-Niveau durch die Führung sehr vieler Arten aus, während die Süßwasserschichten der Gasflamm- und Flammkohle auffallend artenarm sind[1].

3. Die Gliederfüßer (Arthropoden), mit Ausnahme der Insekten.

Von Professor Dr. H. WEHRLI-Münster.

Von den Arthropoden treten allein die Entomostracen in größerer Menge auf, von allen anderen Formen sind bis heute nur vereinzelte Funde zu verzeichnen. Trotzdem besitzen sie eine nicht geringe Bedeutung, da viele von ihnen als „Leitfossilien" verwendbar sind; auch geben manche Reste Aufschluß über die damals herrschenden Lebensbedingungen.

a) Crustacea.

Unterklasse: Entomostraca (Gliederschaler).

Ordnung: Ostracoda LATREILLE (Muschelkrebse).

Die Ostracoden sind kleine Krebse mit zweiklappiger, den Leib vollständig umschließender Schale, die fossil allein erhalten geblieben ist. Sie finden sich in marinen und

[1] Auf den Stamm der Würmer, vor allem die Spirorben *(Sp. pusillus)*, wird wegen ihres nur gelegentlichen Auftretens hier nicht näher eingegangen.

in Süßwasserschichten. Auch heute leben die Muschelkrebse sowohl im Süßwasser als im Meere.

Beyrichia arcuata BEAN (Abb. 120). Ein kleiner, meist nur 1 mm großer Ostracode, der auf den ersten Blick mit der nächstfolgenden Form *Carbonia fabulina* verwechselt werden kann. Er ist aber durch eine deutliche, senkrecht stehende Furche, die die Schale in zwei Hälften teilt, gekennzeichnet. Hinter der Furche liegt ein schwacher Höcker.

Beyrichia arcuata fand sich ziemlich spärlich in folgenden Horizonten: mariner Horizont über Flöz Sarnsbank, Flöz Plaßhofsbank und Flöz Wasserfall; Süßwasserhorizont über Flöz Dickebank, Flöz Luise, Flöz Matthias und Flöz Anna. HONERMANN stellte kürzlich ein massenhaftes Auftreten im Hangenden des Flözes 4 N (wahrscheinlich Hugo) auf den Schachtanlagen Karl, Emil, Anna und Emscher in Altenessen fest. Sie ist also auf Westfälisch A beschränkt, wo sie im unteren Teil in marinen, im oberen Teil in Süßwasserschichten liegt.

Die gleichen Verhältnisse fand PRUVOST (1930) in Holländisch-Limburg und in Belgien; in Nordfrankreich konnte *B. arcuata* noch nicht nachgewiesen werden. In England tritt diese Form häufig auf.

Beyrichia arcuata ist ein Leitfossil für Westfälisch A.

Carbonia fabulina J. u. K. (Abb. 121). In marinen sowie in limnischen Horizonten wurde dieser 0,5—1 mm großer Ostracode häufig gefunden. Er ist, wie schon PRUVOST (1919) feststellte, vor allem an bituminöse oder brauneisensteinhaltige Schichten gebunden, findet sich aber auch — allerdings selten — in normalen Schiefern. Er konnte



Abb. 120. *Beyrichia arcuata* BEAN.



Abb. 121. *Carbonia fabulina* J. u. K.

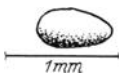


Abb. 122. *Carbonia pungens* J. u. K.

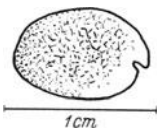


Abb. 123. *Cypridina radiata* J. K. B.

im Ruhrgebiet von den tiefsten Faunenschichten an bis Flöz Chriemhilt 2 beobachtet werden. *C. fabulina* zeigt demnach keine stratigraphische Begrenzung, auch nicht in den Kohlenfeldern von Holländisch-Limburg, Belgien, Nordfrankreich und England.

Carbonia pungens J. u. K. (Abb. 122). Sie unterscheidet sich in Größe (nicht über 0,5 mm) und Form von *C. fabulina*. Dieser auch in anderen Gebieten seltene Ostracode fand sich nur in einem Exemplar im Wetterschacht Grevel der Zeche Preußen II, in 435 m Teufe. Die stratigraphische Einordnung dieses Fundpunktes ist noch nicht geklärt, nach dem Grubenriß gehört er in die mittlere Fettkohle, nach den Süßwassermuscheln in die untere Gaskohle (WEHRLI 1931).

Im belgischen Kohlenbecken fand sich ebenfalls nur ein Stück in der Zone de Genck = Fettkohle, in Nordfrankreich wurde *C. pungens* aus dem Faisceau de Meunière = Gaskohle und Faisceau d'Édouard = Westfälisch C beschrieben (PRUVOST 1919, 1930).

Cypridina radiata J. K. B. (Abb. 123). Bis heute wurde nur ein 8 mm großes Exemplar zwischen Flöz Chriemhilt 2 und 1 gesammelt (WEHRLI 1932). In den anderen Kohlengebieten tritt *C. radiata* ebenfalls selten auf von Westfälisch A bis C (PRUVOST 1919, 1930).

Ordnung: Phyllopoda LATREILLE (Blattfüßer).

Von den Phyllopoden ist wie bei den Ostracoden nur die zweiklappige Schale, die den Körper seitlich umschließt, erhalten geblieben.

Estheria (Liostheria) striata MÜNSTER (Abb. 124) liegt aus den Süßwasserhorizonten über Flöz Luise und Flöz Karl = Fettkohle (WEHRLI 1931) und

Estheria (Euestheria) aff. *simoni* PRUVOST aus der Süßwasserschicht über Flöz Kobold = Flammkohle (WEHRLI 1932) vor.

Durch die konzentrischen Anwachsstreifen erhalten die Schalen ein muschelähnliches Aussehen.

Während die erste Form in allen Kohlenbecken vom Dinant an bis über Flöz Katharina reicht, konnte *Estheria simoni* in Hollä disch-Limburg und Nordfrankreich ebenfalls nur in Westfälisch C beobachtet werden (PRUVOST 1919).

Leaia zeichnet sich durch zwei diagonale Kanten aus, die vom Vorderende des Dorsalrandes nach dem Unterrand verlaufen. Es wurden erst zwei Stücke gefunden, die der Art *Leaia tricarinata* B. et W. forme *minima* PRUVOST (Abb. 125) angehören. Sie stammen aus Süßwasserschichten über Flöz Karl 2 und im Liegenden von Flöz Wilhelm = mittlere Fettkohle (WEHRLI 1931).



Abb. 124. *Estheria (Liostheria) striata* MÜNSTER.

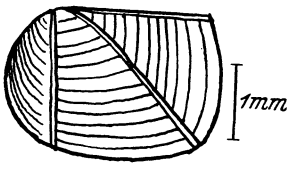


Abb. 125. *Leaia tricarinata forme minima* PRUVOST. Nach PRUVOST.

In Holländisch-Limburg tritt diese Form zwischen Flöz Finefrau und Flöz Steinknipp = obere Eß- und untere Fettkohle, in Belgien in ungefähr gleicher Lage = Assise de Châtelet und in Nordfrankreich im oberen Teil von Faisceau de Modeste = obere Fettkohle auf (PRUVOST 1919, 1930).

Leaia tricarinata forme *minima* ist demnach streng auf Westfälisch A beschränkt.

Unterklasse: Malacostraca.

Ordnung: Schizopoda (Spaltfüßer).

Die überwiegend marinen Formen ähneln in ihrem Aussehen am meisten den langschwänzigen Decapoden. Sie lassen deutlich eine Gliederung in Carapax (Rückenschild), segmentiertes Abdomen (Hinterleib) und Telson (Endsegment) erkennen.

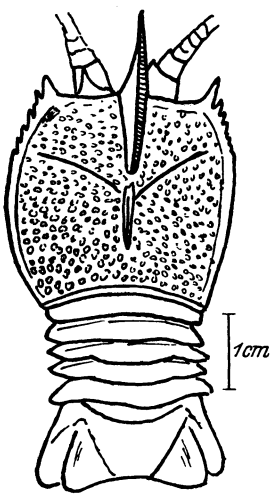


Abb. 126. *Anthrapalaemon grossarti* SALTER, nat. Gr. (zum Teil nach SALTER).

Anthrapalaemon grossarti SALTER (Abb. 126). Während dieser Krebs in Holland im Carnaval-Niveau in großer Menge vorkommt (JONGMANS 1927), wurde bis heute im Ruhrgebiet nur ein beschädigter Carapax im Süßwasserhorizont über Flöz Röttgersbank 2 auf Zeche Gneisenau gefunden (WEHRLI 1931a). Die Oberfläche des Carapax ist mit feinen warzenförmigen Auswüchsen versehen und gleicht darin dem aus Belgien beschriebenen Stück. Der Verlauf der Zervikalfurche stimmt nicht vollkommen mit *A. grossarti* überein (BEURLEN 1932), die Abweichung ist aber meines Erachtens so gering, daß unser Rest ruhig dieser Art beigeordnet werden kann. Dazu kommt ein Carapaxhinterteil, mit deutlichen mittelgroßen Warzen aus dem Wetterschacht Grevel der Zeche Preußen II in 338 m Teufe (Liegendes von Flöz Wilhelm). Neuerdings ist *A. grossarti* durch HONERMANN auch in einer Faunenschicht zwischen den Flözen 5 und 4 N (Fettkohlenschichten) des Schachtes Karl in Altenessen festgestellt worden. Es handelt sich offenbar um das Carnaval-Niveau.

Das stratigraphische Auftreten des *Anthrapalaemon grossarti* ist wie folgt: Am tiefsten liegt der Fundpunkt in Belgien in den Faisceau de Beeringen = obere Eßkohle (PRUVOST 1930). Unsere Funde weisen die gleiche Höhenlage auf wie die Reste von *Anthrapalaemon* sp. über Flöz Rauschenwerk in Holland, während das Carnaval-Niveau ungefähr 100 m höher liegt (JONGMANS 1927). Alle Fundpunkte befinden sich innerhalb der mittleren Fettkohlenschichten.

Anthrapalaemon grossarti beschränkt sich auf den oberen Teil von Westfälisch A.

Anthrapalaemon spec. Weitere Reste von *Anthrapalaemon*, die aber infolge des schlechten Erhaltungszustandes nicht näher bestimmt werden können — sicherlich gehören sie nicht zu *A. grossarti* —, fanden sich noch in der Geitling-Flözgruppe der unteren Eßkohle (Abdomen und Telson) und im Hangenden von Flöz K in der Gaskohle (Hinterteil eines Carapax) (KUKUK 1928). Außerdem wären hier einige Funde zu nennen, die HELFFERICH kürzlich im Hangenden von Flöz J der Zeche Auguste Victoria IV/V (Gasflammkohlenschichten) gemacht hat. Es handelt sich um voneinander getrennte Reste von Abdomen, Telson und Carapax einer Anthrapalaemon-Art, die auf Grund ihrer Kleinheit und Zierlichkeit möglicherweise zu *A. gracilis* MEEK und WORTHEN gehören könnte.

b) Merostomata.

Ordnung: Eurypterida Burmeister.

Eurypterus spec. (Abb. 127). Eurypteriden sind nur von einer Stelle — Schacht V, Zeche Minister Stein, obere Fettkohlengruppe — bekannt. Es liegen drei Kopfschilder (Cephalothorax) vor, deren nähere Bestimmung noch aussteht.

Auch in den anderen Kohlengebieten treten die Eurypteriden sehr spärlich auf. Sie lassen sich in verschiedene Arten aufteilen, die nach Pruvost (1930) gute „Leitfossilien" abgeben.

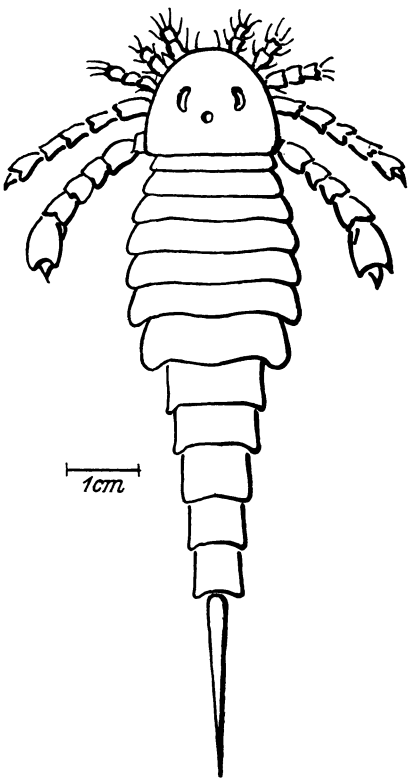


Abb. 127. *Eurypterus sp.* (zum Teil nach Guthörl).

Ordnung: Xiphosura Gronovius (Schwertschwänze).

Belinurus reginae Baily (Abb. 128). Dieser Fund wurde von Wunstorf (1927) aus der Bohrung Norddeutschland 4 im Felde Friedrich Heinrich bekannt gemacht. Er stammt aus einem Süßwasserhorizont der unteren Fettkohle, etwas über Flöz Steinknipp = Sonnenschein.

Das Vorkommen von *Belinurus reginae* beschränkt sich in den anderen Kohlenbecken auf das obere Namurische und den unteren Teil von Westfälisch A: Holländisch-Limburg = Baarlo Gruppe, Belgien = Assise de Châtelet und Assise d'Andenne, Nordfrankreich = Faisceau d'Olympe (Pruvost 1919, 1930).

Unser Fund nimmt somit die höchste Lage ein.

Belinurus lunatus Martin. Keller (1934) beschreibt diese Art aus dem Süßwasserhorizont über Flöz Wasserbank = Magerkohle. Sie unterscheidet sich durch den vorne abgerundeten Cephalothorax von *B. reginae*. *B. lunatus* tritt weniger niveaubeständig auf.

Er findet sich in Holländisch-Limburg in der Baarlo- und Hendrik-Gruppe = Westfälisch A und B, in Belgien in den Assise de Châtelet = Westfälisch A, in England in Westfälisch A (Pruvost 1930). Im Gegensatz zu *Belinurus reginae* kommt er sowohl in marinen als in Süßwasserschichten vor.

Euproops danae M. u. W. (Abb. 129). Dieser Xiphosure wurde zum erstenmal von Ebert 1889 unter dem Namen *Prestwichia Scheeleana* aus dem Ruhrgebiet beschrieben. Außer den drei bei Ebert abgebildeten Stücken liegen heute noch vier weitere Funde vor. Sie verteilen sich auf folgende Horizonte: Flöz Wilhelm, Flöz Röttgersbank, Flöz Katharina, ein Flöz der Gasflammkohle und die Piesbergschichten bei Osnabrück.

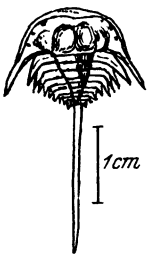


Abb. 128. *Belinurus reginae* Baily, nat. Gr. Nach Woodward.

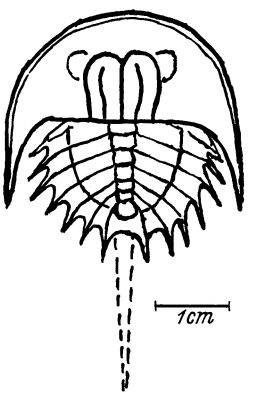


Abb. 129. *Euproops danae* M. u. W., nat. Gr. (Rekonstruktion).

Während in den außerdeutschen Gebieten *Euproops danae* erst über Katharina festzustellen ist (Pruvost 1919, 1930), tritt er in Westfalen schon tiefer auf. Nach der über die Mitte des Cephalothorax nach vorne hinausreichende Glabella und die breite Spindel (breiter als die halbe Pleurenbreite) lassen sich die beiden Funde aus Westfälisch A nur zu *Euproops danae* stellen und nicht zu der nach Pruvost (1930) für Westfälisch A und B kennzeichnenden Art *E. anthrax*.

c) Arachnoidea (Spinnentiere).

Die Arachnoideen sind in allen Karbongebieten sehr selten. In Westfalen, Belgien und Nordfrankreich wurden nur Vertreter der Ordnung Pedipalpi (Phrynoideen, Geißel-

spinnen) und Anthracomarti (ausgestorbene Formen, die mit Geißel- und Afterspinnen in Verbindung gebracht werden) festgestellt. Sie besitzen ein besonderes Interesse, da sie keine Wasser-, sondern Festlandtiere sind.

Ordnung: Anthracomarta Karsch.

Anthracosiro cf. *corsini* Pruvost. Dieser einzige Arachnoidenfund stammt aus einer Faunenschicht zwischen Flöz Laura und Zollverein 9, Zeche Baldur. Er wurde schon von Kukuk (1928) eingehend beschrieben und abgebildet. *Anthracosiro corsini* wurde zum erstenmal von Pruvost (1926) aus Nordfrankreich aus dem oberen Teil von Faisceau de Modeste erwähnt. Dieser Fundpunkt liegt etwas unterhalb des Katharina-Niveaus.

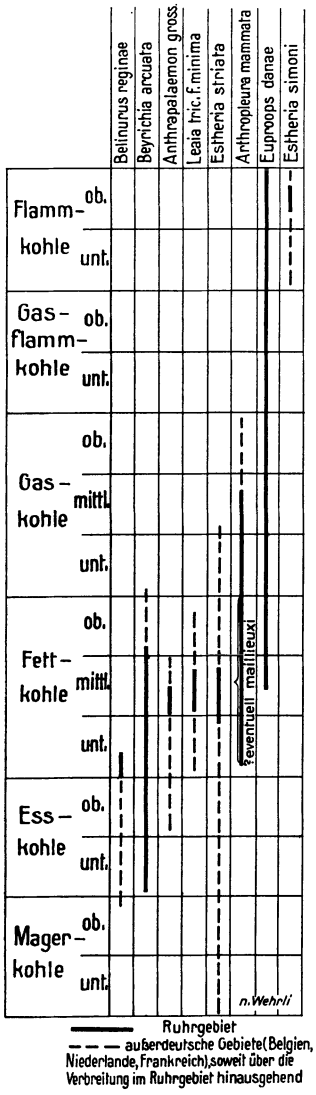


Abb. 130. Verbreitung der stratigraphisch wichtigen Arthropoden im paralischen Karbon. Nach Wehrli.

Arthropoda inserte sedis.

Zu den Arthropodenformen von unsicherer systematischer Stellung gehört *Arthropleura* Jordan und H. V. Meyer. Trotzdem aus den verschiedensten Karbongebieten reichlich Material vorliegt, ist es noch nicht gelungen, diese Gattung im System sicher unterzubringen. Während man früher *Arthropleura* zu den Malacostracen, und zwar zur Gruppe der Isopoden (Asseln) rechnete (z. B. Broili in Zittel: Grundzüge der Paläontologie), möchte man heute eher verwandtschaftliche Beziehungen zu den Myriapoden (Tausendfüßer) annehmen (Pruvost 1930). Die Arthropleuren gehören zu den größten Arthropoden des Karbons, da sie nach Andrée bis 35 cm breit und etwa $^3/_4$ m lang werden können.

Ordnung: Gigantopleuriden Guthörl.

Arthropleura mammata Salter. Arthropleurenreste sind im Ruhrgebiet nicht selten, bis heute kennt man 9 Stück. So weit sie eine nähere Bestimmung ermöglichen, sind sie nach Guthörl (1936) zu *A. mammata* Salter zu stellen. *A. mammata* fand sich in folgenden Horizonten: Flöz Sonnenschein (Dorsalsegment und Pleurenrest), Flöz Präsident (Pleurenrest), Flöz Gustav (Bein), Flöz Zollverein 6 (Mittelstück). Ferner liegen nicht näher bestimmbare Reste — *Arthropleura spec.* — vor aus der marinen Schicht über Flöz Girondelle 8 und aus der Fettkohlenpartie des Wetterschachts Grevel, Zeche Preußen II.

Arthropleura mammata ist nach Pruvost (1930) auf die Stufe Westfälisch B beschränkt (Holländisch-Limburg, Belgien, Nordfrankreich und England), während in Westfälisch A und im unteren Teil von Westfälisch B *A. maillieuxi* Pruvost auftritt (Belgien und Nordfrankreich). Es bedarf daher einer erneuten Untersuchung der Arthropleurenreste aus Westfälisch A des Ruhrgebietes.

Die Arthropleuren sind als Landbewohner anzusehen, da ihre Reste sich meist nicht in Faunenschichten, sondern in Pflanzenhorizonten finden. Der Fund im marinen Horizont über Girondelle 8 besagt nichts; die Arthropleurenschale kann vom Lande her eingespült worden sein.

Über die Verteilung des stratigraphisch wichtigsten Arthropoden innerhalb des paralischen Gebietes gibt Abb. 130 Aufschluß.

4. Insektenreste aus dem Ruhroberkarbon.

Von Privatdozent Dr. Gerhard Keller-Essen.

Bei einem Vergleich der karbonischen Fauna des Ruhrgebietes mit der Belgiens und insbesondere Nordfrankreichs ist man zunächst, ähnlich wie in Aachen und Holländisch-

Limburg, von der Armut an Insekten überrascht. Ohne etwa fazielle Verschiedenheiten heranziehen zu brauchen, erklärt sich dieser Mangel allein dadurch, daß im Ruhrgebiet die reicher Insektenreste enthaltenden Schichten, nämlich jüngeres Westfal C, noch nicht aufgeschlossen sind. Das trifft besonders für die Äquivalente der mittleren und oberen Teile der Assise de Bruay (Nordfrankreich) und der Assise du Flénu (Belgien) zu. Der in Nordfrankreich bei Lens und Liévin bekannt gewordene Horizont mit Insektenresten, der die Mehrzahl aller nordfranzösischen Funde lieferte, liegt sogar im obersten Teile der Assise de Bruay in dem Faisceau d'Édouard ungefähr 1000 m über dem Flöz Édouard, der Vertretung des Flözes Ägir, während die höchsten Aufschlüsse im Ruhrgebiet nur 300 m in das Hangende dieses Leitflözes hinaufreichen.

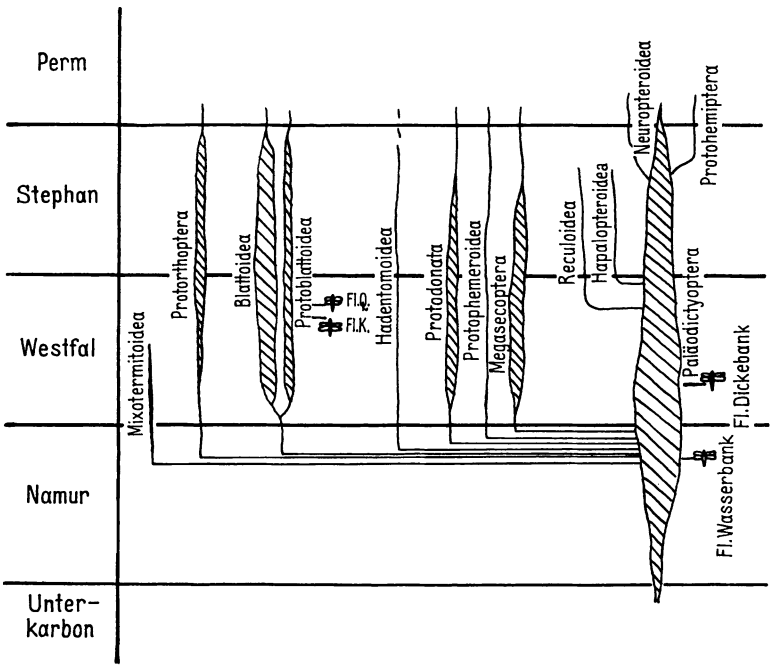


Abb. 131. Entwicklung des Insektenstammbaumes im Oberkarbon mit den Funden aus dem Ruhrgebiet. Dazu kommt der stratigraphisch nicht sichere Fund (unteres Westfal) von *Synarmoge ferrarii* HANDLIRSCH.

Die im Ruhrgebiet bisher gemachten 5 Insektenfunde erstrecken sich von den Gasflammkohlenschichten im oberen Westfal B abwärts über die Fettkohlenschichten (Westfal A) bis in die Magerkohlenschichten (Namur). Gerade dem ältesten Funde aus dem Namur kommt eine größere Bedeutung zu, als in Frankreich sowohl wie in Belgien aus diesem Horizont noch keine Reste bekannt geworden sind. In Europa kennt man nur in Holland aus diesen älteren Schichten (Epen-Gruppe, oberes Namur) einen von PRUVOST (1927) bearbeiteten Insektenflügel, dem der

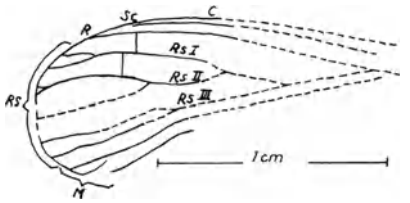


Abb. 132a. Aderung von *Metropatorites kassenbergensis* KELLER. Süßwasserhorizont über Flöz Wasserbank, Magerkohlenschichten, Namur. Kassenberg bei Mülheim/Ruhr, Sammlung Ruhrland-Museum, Essen.

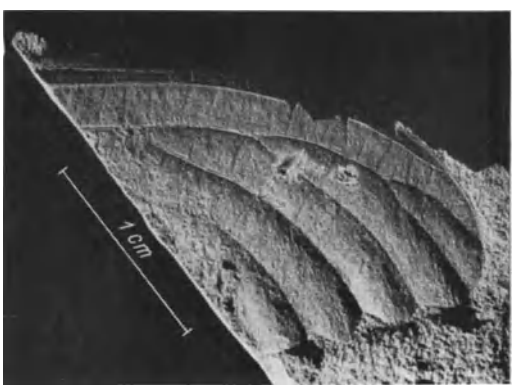


Abb. 132b. *Breyeria constantini* KELLER. Hangendes von Flöz Dickebank. Untere Fettkohlenschichten, Westfal A. Zeche Constantin d. Gr. VI/VII bei Bochum. S.W.B.

in den Magerkohlenschichten gefundene Flügelrest an Alter nur wenig nachsteht. Wenn auch die bisher festgestellten Insektenfunde aus dem Ruhrgebiet nur spärlich sind, so ist es wegen der stratigraphisch verschiedenaltrigen Fundschichten doch möglich, die wichtigsten Züge in der Entwicklungsgeschichte der Insekten für das Oberkarbon abzuleiten.

Aus devonischen Ablagerungen sind keinerlei Reste von Insekten bekannt geworden. Da die ersten sicher bestimmbaren Insekten aus dem unteren Oberkarbon vorliegen, darf angenommen werden, daß der Ursprung der zum Arthropodenstamme gehörenden Insektenklasse im Unterkarbon liegt.

Im Namur sind die *Palaeodictyoptera,* die Stammgruppe aller Insekten, zunächst allein vertreten. Von ihnen spalten während des Westfals und Stephans die Vorläufer der rezenten Ordnungen ab (Abb. 131).

Die Insekten besitzen im geschlechtsreifen Zustande zwei Flügelpaare, die aus Hautausstülpungen hervorgegangen sind und von Chitin gebildet werden. Die Flügel sind meist glasartig und werden von stark chitinhaltigen Adern, den Bahnen der Tracheen und Nerven, durchzogen. Die Vorderflügel sind häufig stärker chitinös

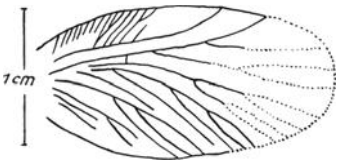


Abb. 133 a. Aderung von *Balduria archaica* MEUNIER. Hangendes von Flöz K, obere Gaskohlenschichten, Westfal B, Zeche Baldur bei Dorsten. S.W.B.



Abb. 133 b. *Balduriella latissima* MEUNIER. Hangendes von Flöz Q, untere Gasflammkohlenschichten, Westfal B. Zeche Baldur bei Dorsten. S.W.B.

und dann zu Deckflügeln umgewandelt. Es kommt aber auch die Rückbildung des einen oder anderen oder beider Flügelpaare vor.

Die Aderung der Flügel ist das wichtigste Merkmal für die Erkennung und auf ihr gründet sich in der Hauptsache die Systematik der fossilen Insekten. So zeigen die Adern der Paläodictyopteren (Abb. 132a u. b) ein mehr einseitiges, nach hinten gerichtetes Aufspalten der einzelnen Äste. Bei den Blattiden *(Protoblattoidea)* (Abb. 133a u. b) hingegen erfolgt eine beiderseitige Teilung der Adern nach dem vorderen und hinteren Flügelrand. Auf Einzelheiten, die in speziellen Bearbeitungen für das Ruhrgebiet von HANDLIRSCH

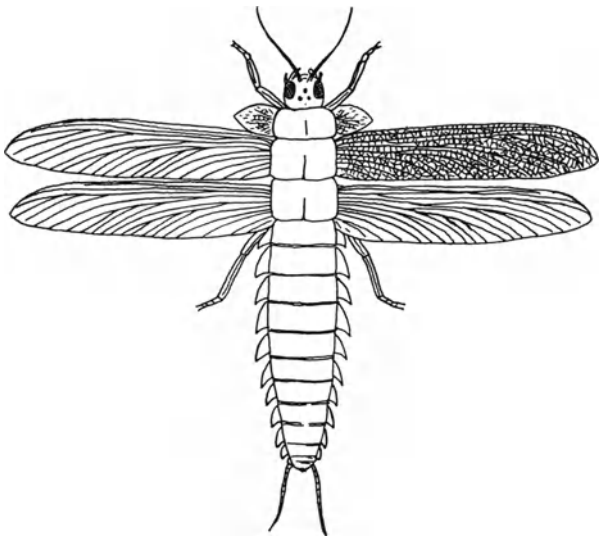


Abb. 134. Rekonstruktion eines *Paläodictyopteron* nach HANDLIRSCH (etwa $^2/_3$ n. Gr.).

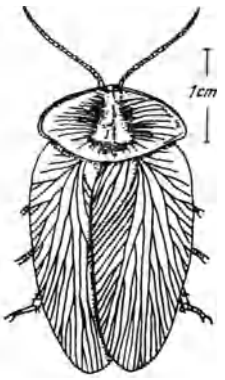


Abb. 135. Rekonstruktion einer Blattide, *Phylomylacris villeti* PRUVOST, Westfal bei Lens. Nach PRUVOST.

(1910), MEUNIER (1921, 1925) und KELLER (1931, 1935) vorliegen und auf die verwiesen wird, soll hier nicht näher eingegangen werden. In den Abb. 134 und 135 sind Rekonstruktionen der im Karbon hauptsächlich angetroffenen Insektenordnungen wiedergegeben. Zu den Paläodictyopteren gehören *Metropatorites kassenbergensis* (Abb. 132a), *Breyeria constantini* (Abb. 132b) und *Synarmoge ferrarii,* während *Balduria archaica* (Abb. 133a) und *Balduriella latissima* (Abb. 133b) zu den schon höher entwickelten Protoblattoideen, die den Übergang zwischen den Paläodictyopteren und den noch weiter entwickelten Blattoideen vermitteln, zu stellen sind.

Die große Bedeutung der bis jetzt festgestellten Insektenreste aus dem Ruhroberkarbon liegt auf paläontologischem und paläobiologischem Gebiet. Ihre Seltenheit bringt es mit sich, daß sie, wenigstens unterhalb von Flöz Ägir, für die Stratigraphie weniger

zu verwerten sind. Erst die Zukunft wird zu zeigen haben, ob die jüngeren Fundschichten des Westfal C auch im nördlichen Ruhrgebiet verbreitet sind, und ob hier in kommenden Tagen mit einer reicheren Ausbeute gerechnet werden darf.

5. Die Fischfauna des Ruhroberkarbons.

Von Privatdozent Dr. GERHARD KELLER-Essen.

a) Lebensbedingungen, Häufigkeit und Erhaltung.

In der Gesamtfauna des paralischen Oberkarbons nehmen die Fische einer biologischen Eigenart wegen eine Sonderstellung ein. Während goniatitenführende Schichten einerseits marine Bildungsverhältnisse kundtun und Anthracosienhorizonte andererseits auf eine Entstehung im limnischen Faziesbereich hinweisen, können aus dem Vorkommen von Fischresten allein keine derartig einwandfreien Schlüsse über die Art des Bildungsgebietes gezogen werden. Von den Oberkarbonfischen sind nur wenige ausgesprochene Meeresbewohner. Die Mehrzahl bleibt nicht auf die marinen Ablagerungen beschränkt, sondern geht im Verlaufe des Oberkarbons, wie die Begleitfaunen zeigen, in Süßwasserablagerungen über. Die oberkarbone Fischwelt paßt sich demnach den geänderten Lebensbedingungen an.

Bei den Fischen sind Funde nicht so häufig wie bei den besonders verbreiteten Mollusken. Jedoch sind diese Reste ihrer Zahl nach nicht mit den selteneren Fossilien aus dem Arthropodenstamme zu vergleichen, auch wenn in Hinblick auf Nordfrankreich einiges bisher bei uns unbekannt ist.

Hier sind noch Fortschritte in unserer Kenntnis von der oberkarbonischen Fischfauna zu erwarten, denn allein schon äußere Gründe, wie die häufige Unscheinbarkeit der Fossilien, werden verursacht haben, daß manches Stück der Forschung unerkannt verloren ging. Diese wird in gewisser Hinsicht dadurch erschwert, daß die Fossilien von ein und derselben Art sehr verschieden sein können. Nur selten kommen die Fischreste körperlich noch zusammenhängend oder wenig auseinander getragen vor, wie z. B. in Geoden. Im allgemeinen liegen die erhaltungsfähigen Teile im Schieferton zerstreut.

Am häufigsten trifft man wegen ihrer großen Zahl am Fischkörper die von dem sehr widerstandsfähigen Ganoin, einer schmelzartigen Schicht, überzogenen Schuppen bestimmter Gruppen an. Die Schuppen tragen die wichtigsten Merkmale der Artbestimmung, jedoch nicht so eindeutig, wie zunächst erwartet werden könnte, denn Größe, Form, Oberflächenzeichnung und Zähnelung sind bei einer Art je nach ihrem ehemaligen Sitz am Tierkörper verschieden. Schuppen aus der Brustgegend pflegen am deutlichsten die jeweiligen Merkmale zu tragen, und auf diese stützt sich vornehmlich die Bestimmung. Weniger typisch sind Schuppen aus der Flankenregion, während die Schuppen vom Hinterkörper und vom Schwanz noch weniger charakteristisch ausgebildet sind. Erst durch günstige Funde und unter Heranziehung der älteren Literatur ist es PRUVOST-Lille in seinem grundlegenden Werk 1919 für Nordfrankreich möglich gewesen, größere Klarheit über die Zusammenhänge zu schaffen. Bereitet so schon die Arterkennung mit Hilfe der Schuppen einige Schwierigkeit, so ist dieses in weit höherem Maße bei den übrigen Hartteilen, wie bei den Knochen, vor allem aus der Schädelpartie und des Kiemenapparates, bei den Zähnen und Flossenstacheln der Fall.

Genauere Beobachtungen im Oberkarbon des Rheinlandes und Westfalens haben in den letzten Jahren gezeigt, daß die Fische häufiger vorkommen, als nach älteren Funden zu schließen war. So sind es vor allem zwei 1931 und 1932 festgestellte Fundschichten, über Flöz Wasserbank bei Mülheim-Ruhr (KELLER 1934) und über Flöz K (Einheitsbenennung) der Zeche Auguste Victoria, die als ausgesprochene Fischhorizonte bezeichnet werden können.

Nach diesen Ergebnissen ist zu erwarten, daß sich unsere Kenntnis noch erweitern wird. Um sie zu fördern, soll hier ein Überblick über die bisher bekannte Fischfauna des Ruhrgebietes und ihre stratigraphische Verbreitung gegeben werden. Die Fischfauna anderer Oberkarbongebiete wird zum Vergleich herangezogen.

b) Systematik.

In der Phylogenie der Fische beginnt während des Karbons eine rege Entfaltung der beiden umfangreichen Unterklassen, der Elasmobranchier und der Teleostomen,

denen der Hauptteil der heute lebenden Fische angehört. Eine dritte Unterklasse, die Placodermen, zu denen die Panzerfische des rheinischen Devons gehören, war ausgestorben. Nur die sog. Conodonten, winzige Zähnchen und Kiemenbögen, die im tiefsten Oberkarbon bei Iserlohn und Arnsberg vorkommen, sind nach H. SCHMIDT (1933) vielleicht dazu zu rechnen.

Im Ruhroberkarbon sind von den beiden aufblühenden Unterklassen manche Gattungen und Arten nachzuweisen. Die bisher häufiger im Ruhroberkarbon angetroffenen Arten gibt folgende Übersicht wieder:

Placodermi	
Ordn. Conodontophorida	*Gnathodus integer* H. SCHMIDT
Elasmobranchii	
Ordn. Acanthodi	*Acanthodes* sp.
Ordn. Ichthyotomi	*Orthacanthus cylindricus* AGASSIZ
	Diplodus gibbosus AGASSIZ
Ordn. Selachii	*Oracanthus bochumensis* JAEKEL
	Listracanthus beyrichi v. KOENEN
	Pleuroplax affinis SALTER
	Callopristodus pectinatus AGASSIZ
Teleostomi	
Ordn. Crossopterygii	*Megalichthys hibberti* AGASSIZ
	Strepsodus sauroides BINNEY
	Rhizodopsis sauroides WILLIAMSON
	,, *wachei* PRUVOST
	Coelacanthus elegans NEWBERRY
	,, *mucronatus* PRUVOST
	,, *watsoni* ALDINGER
	,, *stensiöi* ALDINGER
Teleostomi	
Ordn. Ganoidei	*Elonichthys aitkini* TRAQUAIR
	,, *denticulatus* TRAQUAIR
	,, *egertoni* EGERTON
	,, aff. *multistriatus* TRAQUAIR
	Rhadinichthys renieri PRUVOST
	,, *monensis* EGERTON
	,, cf. *canobiensis* TRAQUAIR
	Drydenius molyneuxi TRAQUAIR
	Acrolepis hopkinsi M'COY
	Platysomus pruvosti BOEHM.

α) Elasmobranchii.

Nach den bisherigen Beobachtungen stehen die Elasmobranchier mit ihren wenigen Resten hinter dem Vorkommen der artenreicheren Teleostomenordnungen der Crossopterygier und Ganoiden arten- und zahlenmäßig zurück. Zu den Elasmobranchiern sind aber ältere Funde zu stellen, die Einzelheiten über den Aufbau von Kopfknochenplatten



Abb. 136. *Orthacanthus cylindricus* AG. Flossenstachel. Nach KUKUK.



Abb. 137. *Diplodus gibbosus* AG. Zahn. Nach H. SCHMIDT.

zu erkennen geben. So beschrieb JAEKEL (1890) eine Kopfplatte des zu den Selachiern (Haien) gehörenden *Oracanthus bochumensis* JAEK. von der Zeche Hannover bei Bochum, bei der im Dünnschliff einzelne Gefäßkanäle und Dentinröhren neben einer fremden färbenden Substanz deutlich wurden. Aus stratigraphisch jüngeren Schichten, aus dem Ägir-Horizont der Zeche Baldur, stammt ein weiterer Selachierfund, *Pleuroplax affinis* SALT. Einer anderen Unterordnung der Elasmobranchier, den Ichthyotomen, ist ein ebenfalls älterer Fund von CREMER (1893), *Orthacanthus cylindricus* AG. anzufügen (Abb. 136). Es handelt sich um einen bilateral-symmetrischen Kopf- oder Flossenstachel. Zu gleichen oder ähnlichen Fischen gehören die häufiger vorkommenden isolierten Zähne, die als *Diplodus* bezeichnet werden (Abb. 137). Diese Zähne tragen auf einer plattenartigen Wurzel zweispitzige Kronen mit einer stark reduzierten (dritten) Mittelspitze. Von einer letzten Elasmobranchierordnung, den Acanthodi, sind bisher nur Flossenstacheln überliefert. HONERMANN fand 1936 einen Zahn von *Callopristodus pectinatus* AG. auf Z. Neuessen.

β) Crossopterygii.

Von den Crossopterygiern, einer nach den ihr eigenen quastenartigen Flossen genannten Teleostomenordnung, kommen verschiedene Gattungen und Arten im Ruhroberkarbon vor. Besonders häufig sind die Gattungen *Rhizodopsis* und *Coelacanthus*.

Die von diesen Gattungen überlieferten Reste bestehen hauptsächlich aus Ganoinschuppen, daneben treten auch Knochenplatten aus der Schädelpartie auf. Die nach der Längsrichtung symmetrischen Schuppen von *Rhizodopsis sauroides* WILLIAMS. tragen unter der dünnen Schmelzschicht radiale feinere Zeichnungen, die von gröberen konzentrischen Skulpturen unterbrochen werden. Nach dieser Zeichnung sind vier Abschnitte:



Abb. 138.

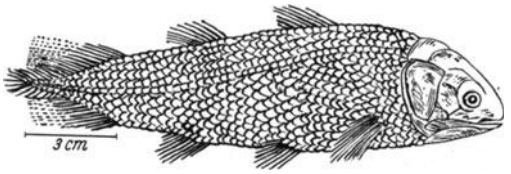


Abb. 139.



Abb. 140.

Abb. 138. *Rhizodopsis wachei* PRUVOST. Schuppe von der Innenseite. *a* ein Teil der Schuppe ist abgebrochen und läßt den Gegendruck der Außenseite erkennen. Nach PRUVOST.

Abb. 139. *Coelacanthus elegans* NEWB. Rekonstruktion nach PRUVOST.

Abb. 140. *Coelacanthus mucronatus* PRUVOST, Schuppe, Hinterende unten. Nach PRUVOST.

ein Vorderende, ein Hinterende und zwei gleichartige Seitenteile auf den Schuppen zu unterscheiden. Das Hinterende ist besonders kräftig skulptiert; dieses lag am lebenden Fische an der Körperoberfläche, während das weniger scharf gezeichnete angewachsene Vorderende bis über die Mitte hinaus von der vorhergehenden Schuppe dachziegelartig überdeckt war. Die bis 2 cm langen Schuppen von *Rhizodopsis wachei* PRUV. sind durch ihre $^1/_2$ mm erreichende Dicke charakterisiert (Abb. 138). Von den 0,45 m und 0,70 m Länge erreichenden Arten *Coelacanthus elegans* NEW. (Abb. 139) und *Coelacanthus mucronatus* PRUV. sind neben Schuppen (Abb. 140) auch Knochen vom Kopf und vom Schultergürtel überliefert. Mit solchen Resten neuer Arten aus dem Flözleeren von Haspe und Hemer hat sich ALDINGER (1931) eingehender befaßt. Die wiederum nach der Längsrichtung symmetrischen Schuppen der Coelacanthiden sind auf der Außenseite mit Längsrippen versehen, welche am freiliegenden Hinterende stark hervortreten und auf dem ehemalig bedeckten Vorderende sich in feinere Zeichnungen auflösen. Auf dem verschiedenartigen Verlauf der Rippen und auf der Gestaltung des Hinterendes beruht die Unterscheidung der einzelnen Arten. Wegen ihrer Größe und ihrer glatten schwachpunktierten Oberfläche sind die Schuppen von *Megalichthys hibberti* AG. leicht zu erkennen (Abb. 141). Die Körperlänge konnte bei diesen Fischen 1,5 m erreichen. Dementsprechend weisen auch die Kopfknochen große Ausmaße auf. Aus dem Ruhrgebiet fehlen jedoch Knochenfunde. Die langgestreckten rhombischen Schuppen tragen an den Vorderrändern schmale, einst überdeckte Säume. Als letzter Crossopterygierrest ist noch eine große Schuppe des weniger beobachteten *Strepsodus sauroides* BIN. anzuführen.

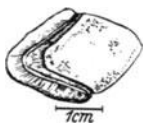


Abb. 141. *Megalichthys hibberti* AG., Schuppe, links vorn. Nach PRUVOST.

γ) Ganoidei.

In dem bisherigen Material aus dem Ruhroberkarbon finden sich weitaus am häufigsten die Ganoiden oder Schmelzschupper, eine weitere Teleostomenordnung. Von ihnen kommen besonders zahlreich Schuppen vor, die, wie bei den Crossopterygiern, aus einer knöchernen Unterlage mit einer äußeren Schmelzschicht (Ganoin) zusammengesetzt sind. Die Gestalt der Schuppen von den Körperflanken und aus der Schwanzregion ist rhombisch. In der Mehrzahl tragen die Schuppen, besonders die wohlausgebildeten von den vorderen Körperseiten (Abb. 142), an der oberen Kante einen Ansitzdorn, der unter die nächsthöhere mit einer entsprechenden tunnelartigen Aufwölbung versehene Schuppe lief und hier am Körper angeheftet war. Über die Schuppenoberfläche ziehen sich Streifen und Rippen, die an der Hinterkante in einzelnen Zähnen enden. Von diesen wurde die nächste weiter nach hinten zu gelegene Schuppe wie von einem Kamm überdeckt. Jedoch war der nichtsichtbare vordere Saum der darunterliegenden Schuppen,

der sich ebenfalls an der Oberkante hinzog, nur schmal. Die Zuweisung zu den einzelnen Gattungen und Arten gründet sich auf die verschiedenartige Gestalt, Größe, Oberflächenzeichnung (Streifen, Streifenbänder, Rippen) und Zähnelung der Schuppen. Nur bei günstigen Fundumständen sind auch Knochenreste zu verwerten. Die drei hauptsächlich vorkommenden, im folgenden näher beschriebenen Gattungen gehören der aus dem Kupferschiefer wohlbekannten Familie der Palaeonisciden an.

Die Gattung *Elonichthys*, deren einzelne Arten 0,1—0,2 m lang wurden, hat Schuppen mit einer Höhe von 2—3 mm, wie z. B. *Elonichthys denticulatus* TRAQ. (Abb. 142). Diese Schuppen werden von kräftigen nach hinten verlaufenden Rippen, jede an der Hinterkante mit einem Zahn endigend, überquert. Ihnen fehlen der Vorder- und Unterkante parallel verlaufende Streifenbänder, die für die sonst ähnlich gestaltete Gattung *Rhadinichthys* typisch sind (Abb. 143) und sogar wie bei *Rhadinichthys renieri* PRUV. die Oberfläche bis zum Mittelpunkt der Schuppe erfüllen und schließlich noch der Oberkante parallel sich hinziehen. *Rhadinichthys*-Schuppen pflegen kleiner als die von *Elonichthys* zu sein. Dementsprechend erreichte die Körperlänge auch nur 8 cm. Als dritte Ganoidengattung, die den beiden angeführten nahe steht, gesellt sich *Drydenius* mit der Art *Dr. molyneuxi* TRAQ. hinzu. Dieser 8 cm lange Fisch trug in der vorderen Körperregion rechteckige bis 2 mm hohe schmale Schuppen, die sich auffällig durch zahlreiche feine Streifen von *Elonichthys* unterscheiden. Diese Streifen ziehen sich konzentrisch um den Schuppenmittelpunkt und verlaufen, wie gelegentlich bei *Rhadinichthys,* parallel der gezähnelten Hinterkante in Zickzackform. Die Hinterkante ist mit einer größeren Anzahl feiner spitzer Zähne besetzt. Derbere hervorspringende und die Schuppenoberfläche durchziehende Rippen fehlen. Erst kürzlich wurde das Vorhandensein einer weiteren Ganoidenart *Platysomus pruvosti* BOEHM nachgewiesen, die einer anderen Familie, den Platysomiden angehört. Diese unterscheiden sich von den Palaeonisciden durch die höhere Körperform und durch die bei dieser Betrachtung in den Vordergrund gestellte Form der Schuppen.

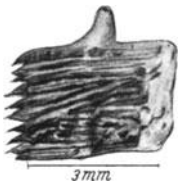


Abb. 142. *Elonichthys denticulatus* TRAQ., Schuppe mit Ansitzdorn. Nach PRUVOST.



Abb. 143. *Rhadinichthys renieri* PRUVOST, Schuppe mit Ansitzdorn. Nach PRUVOST.

c) Stratigraphische Verbreitung.

Da durch die Flöze und durch sonstige petrographische Leithorizonte eine weitgehende Unterteilung des ruhrländischen Karbons schon vorhanden ist und für praktische Zwecke auch ausreichend war, wurde das Bedürfnis nach einer paläontologisch begründeten Altersfolge erst durch das Aufkommen vergleichender stratigraphischer Betrachtungen wachgerufen.

Nächst den Pflanzen wurden die Goniatiten stratigraphischen Zwecken dienstbar gemacht. Auch bei den Anthracosien zeigte sich eine zonenmäßige Aufeinanderfolge, die sich bei Vergleichen mit Nachbargebieten als brauchbar erwies. Auf die stratigraphische Verbreitung und Bedeutung der Fische soll im folgenden eingegangen werden. Dabei wird außer acht gelassen, daß diese sich dem in der subvariszischen Saumtiefe eintretenden Fazieswechsel anpassen.

Ebenso wie bei den Süßwassermuscheln finden sich unter den Fischen einige Arten, die von einer großen Langlebigkeit und über den größten Teil des Ruhroberkarbons verbreitet sind, wie z. B. *Rhizodopsis sauroides* und *Coelacanthus elegans*. Durch häufiges Auftreten in bestimmten Horizonten können auch solche Dauerformen einen gewissen Wert für die Altersfolge haben (vgl. im Folgenden Abb. 144).

Welche stratigraphische Bedeutung den Coelacanthiden aus dem unteren Namur, dem Flözleeren, zukommt, ist bei der noch geringen Kenntnis dieses Abschnittes nicht abzusehen. Es wurden aber in gleichaltrigen marinen Bildungen Nordfrankreichs solche Reste nach PRUVOST angetroffen, der für diesen Abschnitt das Vorhandensein von *Coelacanthus elegans* angibt.

Erst im oberen Namur, in den Magerkohlenschichten, finden sich in Übereinstimmung mit den westeuropäischen Karbongebieten *Rhizodopsis sauroides, Coelacanthus elegans,*

Elonichthys denticulatus und vereinzelt *Elonichthys aitkini*, eine Art, deren frühes Erscheinen im unteren Namur Belgiens und Hollands (Ass. de Chokier und Gulpener Schichten) bemerkenswert ist. Der schon aus dem oberen Namur (Ass. de Flines, Nordfrankreich, Ass. d'Andenne, Belgien und Epener Schichten, Holland) genannte *Megalichthys hibberti* beginnt im Ruhrgebiet etwas später in den Eßkohlenschichten, dem unteren Westfal A. Dieses insgesamt enthält, neben *Rhizodopsis sauroides* und *Coelacanthus elegans*, besonders *Rhadinichthys renieri*, *Elonichthys denticulatus* und *Rhadinichthys monensis*, die im Ruhrgebiet ihren Anfang schon im oberen Namur nehmen. Während im Ruhrkarbon *Elonichthys aitkini* aus dem Westfal A nicht mehr bekannt ist, findet sich hier die typische

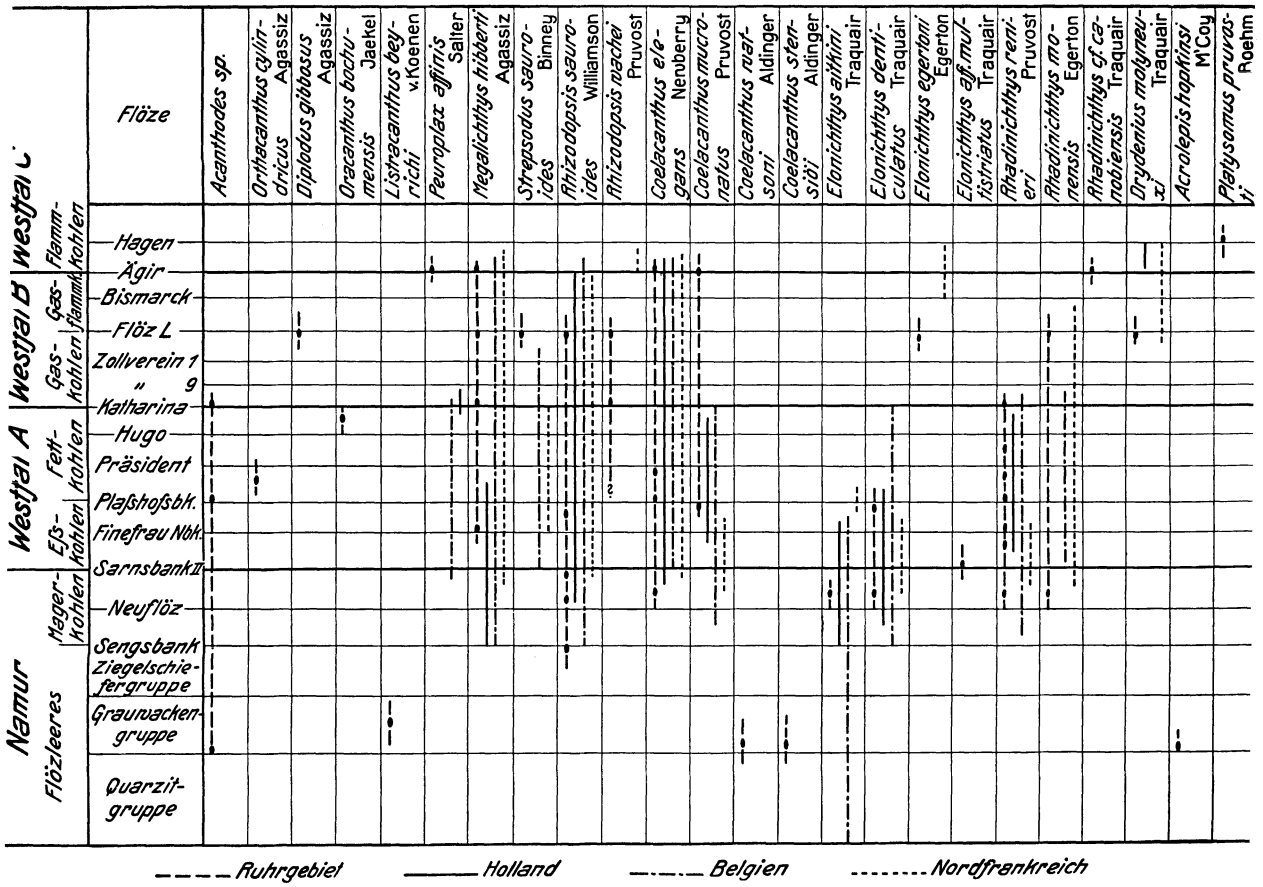


Abb. 144. Stratigraphische Verbreitung der Fische im Oberkarbon des Ruhrgebietes. Aus Glückauf 1935.

Form *Coelacanthus mucronatus* vor. Nach PRUVOST soll sie auf das Westfal A und obere Namur beschränkt sein, bei uns wurde sie aber auch wesentlich höher, über Flöz Ägir festgestellt. Andererseits sind einige Arten wie *Pleuroplax affinis*, *Strepsodus sauroides* und *Elonichthys egertoni*, die im Ruhrgebiet erst im Westfal B bzw. C verbreitet sind, aus diesen älteren Schichten, etwa wie in den westlichen Nachbarländern, noch nicht bekannt geworden. In den beiden höheren Stufen des Westfals werden aber wieder in Übereinstimmung *Megalichthys hibberti*, *Rhadinichthys monensis* und *Drydenius molyneuxi* angetroffen. Die Dauerformen *Rhizodopsis sauroides* und *Coelacanthus elegans* sind auch hier noch zugegen. Als Leitform für das Westfal C ist von PRUVOST *Rhizodopsis wachei* angegeben worden. Zwar lassen ältere Angaben über das besonders frühzeitige Auftreten dieser Art im westfälischen Karbon sich nicht aufrechterhalten, es scheint aber für das hiesige Gebiet mit einem früheren Beginn, nämlich im unteren Westfal B zu rechnen zu sein.

Ein Vergleich mit der PRUVOSTschen Faunenliste (PRUVOST 1919) lehrt, daß einige Fischarten im Ruhrgebiet noch nicht festgestellt werden konnten und einige Unterschiede vorhanden sind. Trotz dieser kleinen Abweichungen ist aber zu erkennen, daß die

Zusammensetzung und stratigraphische Verbreitung der ruhrländischen Fischfauna mit den Beobachtungen in Nordfrankreich, Belgien und Holland weitgehend übereinstimmt. Somit gewinnen durch die Auswertung der Fischfauna stratigraphische Horizontierungen im Ruhroberkarbon an größerer Sicherheit[1].

6. Fährten von Landwirbeltieren im Karbon.

Ein Zufallsfund hat unsere immer noch sehr lückenhafte Kenntnis von größeren Landtieren, welche die Steinkohlenmoore des rheinisch-westfälischen Kohlenbezirkes



Abb. 145. Freigelegte Fährtenplatte aus den oberen Eßkohlenschichten. Zeche Präsident. 1:17.
Aus KUKUK: Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78, Taf. XIII.

bewohnten, erheblich bereichert. Im November 1924 legte man in der Bochumer Zeche Präsident auf der 7. Sohle (430 m) im Hangenden des Flözes Plaßhofsbank eine mächtige Sandsteinplatte frei, auf deren von Schieferton unterlagerter Unterseite rd. 30 mehr oder weniger gut ausgeprägte, reliefartig heraustretende Fußabdrücke sichtbar wurden (s. Abb. 145). Nach dem Ergebnis meiner Untersuchungen (KUKUK 1924/26) handelt es sich in den mehr als faustgroßen Fährten um die als Positiv erhaltenen Ausfüllungen eingetrockneter Eindrücke von Fußspuren im Schiefertonschlamm von zwei verschieden großen, aber gleichartigen Landwirbeltieren. Die teilweise über Kreuz stehenden und hoch herausgewölbten daumenlosen Ballenabdrücke lassen mit einiger Sicherheit vier kurze, dicke Finger und fünf kurze, dicke, spitz zulaufende Zehen erkennen, welche wahrscheinlich bekrallt waren (s. Abb. 146). Die Spurweite (Abstand der linken von der rechten Spur) schwankt zwischen 30 und 45 cm, während die Schrittlänge etwa 20—25 cm beträgt.

[1] In der neuen Arbeit von MOY-THOMAS (1937) werden die Fischreste des Karbons zum Teil anders benannt.

Da Skelettreste der Tiere, welche die Abdrücke erzeugten, nicht gefunden wurden und daher lediglich aus den Spuren auf Gestalt und Lebensweise der Tiere selbst geschlossen werden muß, ist die Frage nach der Größe und dem Aussehen der Tiere noch nicht mit Sicherheit zu lösen. Vergleiche mit den u. a. aus dem Buntsandstein bekannten Abdrücken der sog. Handtiere oder Chirotherien ergeben, daß die aufgefundenen



Abb. 146. Teil der Fährtenplatte. 1:7. Zeche Präsident. S.W.B. Aus KUKUK: Glückauf Bd. 60 (1924).

Fährten diesen Pseudosuchiern nicht angehören. Sie ähneln vielmehr den aus den Steinkohlenschichten Nordamerikas nachgewiesenen Fährten molchähnlicher Tiere mit plumpem Rumpf und kurzen Gliedmaßen. Auf Grund der spitz zulaufenden Zehen hält O. ABEL den Erzeuger der Bochumer Fährte für ein primitives Reptil, nicht für einen Stegocephalen. Möglicherweise handelt es sich um eine Pareiasaurus-ähnliche Theromorphenart.

Zwei weitere Funde abweichend gearteter Fußspuren, die aber leider sehr schlecht erhalten sind und in anderen Horizonten auftreten, harren noch der Bearbeitung.

C. Die Pflanzenwelt.

1. Die Bedeutung der Steinkohlenpflanzen für die Stratigraphie des Ruhrkarbons.

Von Professor Dr. WALTHER GOTHAN-Berlin.

a) Allgemeines.

Noch im Jahre 1892 las man in dem Werk von RUNGE über das Ruhrbecken, daß die Pflanzen als stratigraphische Indizes, also Leitfossilien, für das Ruhrkarbon oder Karbon überhaupt mehr oder weniger unbrauchbar seien. Daß dieser Standpunkt unrichtig war, war indes Eingeweihten damals schon bekannt, und dies wurde von LEO CREMER für das Ruhrrevier selber in seiner Arbeit von 1903 nachgewiesen. CREMER behandelte speziell das Farnlaub und hatte damit die stratigraphisch wichtigste Gruppe der Steinkohlenflora erwählt, denn noch heute ist unbestritten, daß als Leitfossilien die Farnlaubformen am wichtigsten unter den Steinkohlenpflanzen sind. Dies gilt für das Ruhrrevier wie für andere Steinkohlenbecken. In der Tat ist der stratigraphische Wert der verschiedenen Steinkohlenpflanzengruppen als Leitfossilien sehr verschieden. Es sind aber keineswegs allein die Farne von Bedeutung, sondern auch andere Formen sind wertvoll. Wichtig sind z. B. noch die Sphenophyllen oder Keilblättler, die Blätter der Calamiten zum Teil, nämlich die Annularien; recht wichtig müssen die Sigillarien genannt werden, wogegen die Calamiten und die Lepidodendren viel weniger in dieser Beziehung ergeben. Ziemlich bedeutungslos müssen weiter die Cordaiten genannt werden, von denen meist Blätter gefunden werden.

Der Reichtum an Pflanzen in den einzelnen Stufen des Ruhrkarbons ist außerordentlich verschieden. Man sammelt sie meist im Hangenden der Flöze in den Gruben, da

auf den Halden, soweit solche überhaupt noch geschüttet werden, die Pflanzen aus zu verschiedenen Horizonten durcheinander liegen. In dieser Beziehung ist von CREMER, MENTZEL, KUKUK, BODE, GOTHAN in früheren und späteren Jahren viel geschehen, und außerdem sind verschiedene Grubengebiete von einzelnen Herren zum Teil sehr sorgfältig abgesammelt worden. Das Ergebnis ist eine ganz bedeutende Erweiterung unserer Kenntnisse über die Vertikalverbreitung der einzelnen Arten, wodurch gegen frühere Auffassungen fortwährend Korrekturen nötig wurden, wie ein Vergleich selbst jüngerer Arbeiten miteinander lehrt.

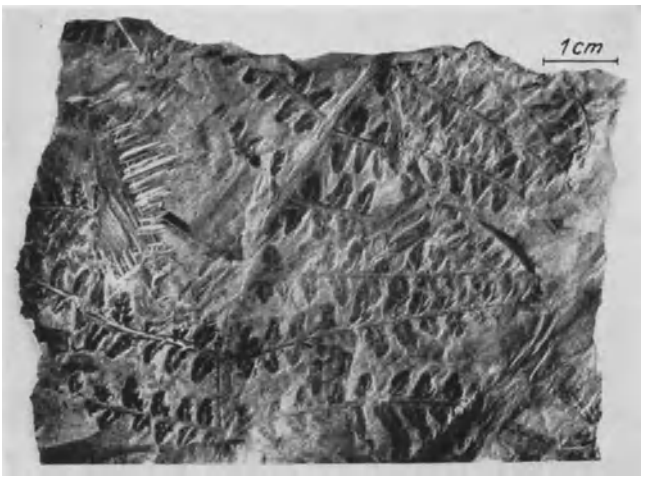


Abb. 147. *Sphenopteris bäumleri* ANDRÄ. Magerkohlenschichten. S.W.B

Aus dem Unterkarbon des Gebietes war bis vor kurzem an Pflanzen nur sehr wenig bekannt; eine sehr willkommene Ergänzung lieferten Funde aus den Kulmplattenkalken in der Gegend von Neheim-Hüsten. Aus den Hangenden Alaunschiefern und deren Äquivalenten sind zwar einige

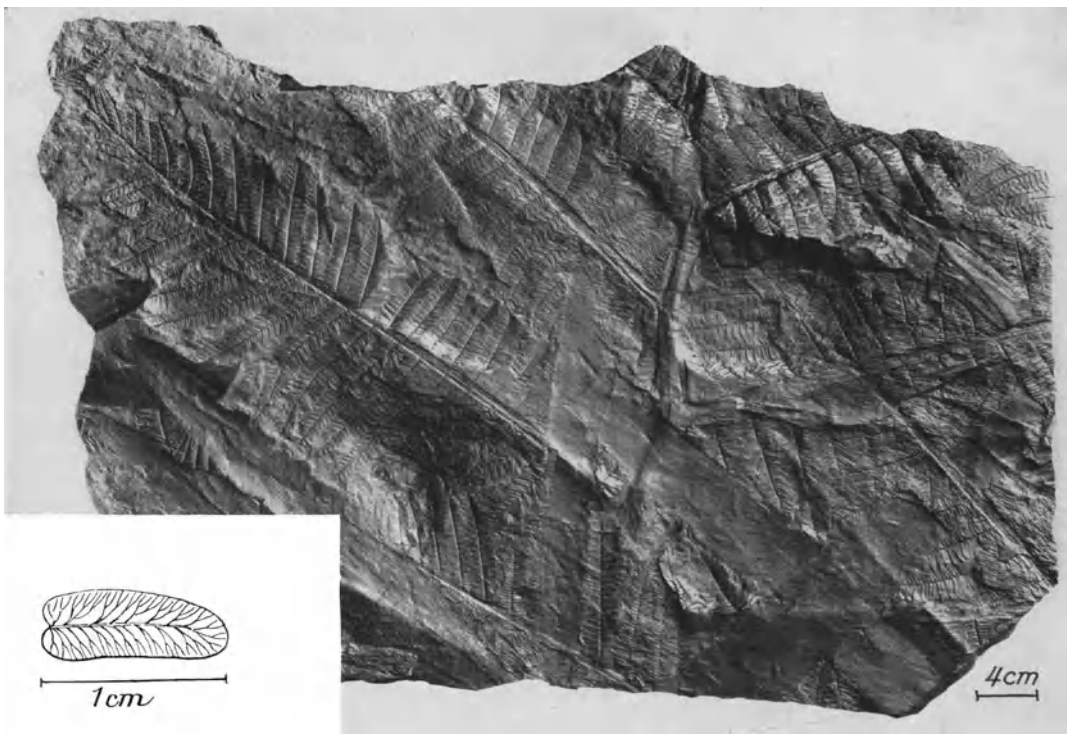


Abb. 148. *Neuropteris schlehani* STUR. Wedel und Einzelfiederchen. Fettkohlenschichten. Zeche Rheinpreußen. S.W.B.

Calamiten und auch Farnreste bekannt, jedoch viel zu wenig, um daraus irgendwie ein Bild der damals im Ruhrgebiet oder dessen Nähe zu denkenden Flora zu gewinnen. Das Flözleere galt bis vor noch nicht langer Zeit als sehr pflanzenarm, oder es waren daraus nur kümmerliche Reste bekannt. Es hat sich aber gezeigt, daß lokal sogar sehr reiche Floren der verschiedensten Zusammensetzung und vorzüglicher Erhaltung vorkommen, wobei besonders an die Funde im mittleren und

oberen Flözleeren der Gegend von Hagen zu denken ist. In der Magerkohle sind die Pflanzenfunde oft sehr reichlich, namentlich im oberen Teil, und es sind hier bestimmte Flöze, die sich im Hangenden durch Pflanzenführung auszeichnen. Die Flora schließt sich unmittelbar und lückenlos an die des Flözleeren an, abgesehen von einigen nicht großen, aber dafür stratigraphisch wichtigen Verschiedenheiten (s. Tab. 13). Ebenso allmählich geht in der oberen Magerkohle, jetzt Eßkohle genannt, die Magerkohlenflora in die der Fettkohle über.

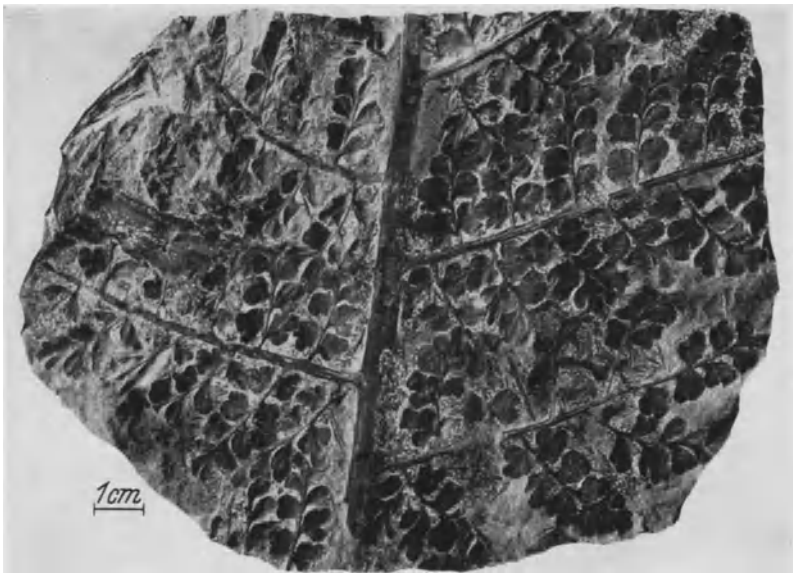


Abb. 149. *Sphenopteris striata* GOTHAN. Untere Gasflammkohlenschichten. Ruhrbezirk. S.W.B.

Die Flora der Fettkohlenschichten ist als sehr reich zu bezeichnen, und es sind besonders gewisse Flöze und Flözpakete, die sich durch Pflanzenreichtum im Hangenden auszeichnen, am meisten wohl die obere Fettkohle, aber auch andere, wie Flöz Präsident, Dickebank und Sonnenschein, lieferten lokal ganz beträchtliche Mengen von Pflanzenabdrücken verschiedener Art. Das Flöz Katharina bildet anscheinend für eine Anzahl von Formen die obere Grenze, wenn diese auch manchmal recht nahe von unten bis an dieses Flöz herangeht. Für das Ruhrrevier gilt dies z. B. für *Neuropteris schlehani* (s. Abb. 148) und *Sphenopteris hoeninghausi* (s. Abb. 169), wahrscheinlich auch für die favularischen Sigillarien und noch andere. In der oberen Fettkohle ist *Lonchopteris* (s. Abb. 170) schon sehr häufig; ihr erstes Auftreten fällt in die mittlere Fettkohle, und sie ist in der Gaskohle noch sehr häufig. Sie ist bisher etwa bis in die Nähe der Lingula-Schicht, etwa 150 m unter Flöz Bismarck, verfolgt worden, oben allerdings schnell seltener werdend. Sonstige jüngere Formen machen sich in der Gaskohle kaum bemerkbar, außer vielleicht *Annularia sphenophylloides,* die hier beginnt, und einigen jüngeren Sigillarien.

Die Gasflammkohle bringt dann allmählich, schon gegen Flöz Bismarck sehr deutlich, jüngere Formen, wie *Mariopteris sauveuri* (s. Abb. 171), *Sphenopteris striata* (s. Abb. 149), *Neuropteris rarinervis, N. tenuifolia, Sphenophyllum emarginatum, Sigillaria tessellata, S. boblayi* u. a. m. (s. Abb. 172). Eine deutliche Verjüngung erfährt die Flora weiter oberhalb des Ägir-Niveaus, wo die eigentlichen Formen des Westfal C sich rasch einstellen. Allerdings treten sie im Ruhrrevier selbst noch nicht so stark hervor, wie in dem Gebiet von Ibbenbüren und am Piesberg, wo die höchsten Schichten des Ruhrkarbons entwickelt sind. Diese Komplexe liegen zwar jetzt vom Ruhrkarbon selbst getrennt, gehören aber organisch dazu, und die Verbindung mit dem Ruhrkarbon-Profil ist jetzt lückenlos bekannt. Die in diesen Schichten bezeichnende Flora hat Verfasser C-Assoziation genannt, da sie für das Westfal C im Sinne der Heerlener Beschlüsse charakteristisch ist. Sie ist in den folgenden Zusammenstellungen gekennzeichnet. Die Pflanzenfunde sind von der Gaskohle (Westfal B) bis zum Westfal C sehr reichlich, wenn auch auf die einzelnen Flöze ungleichmäßig verteilt.

b) Kurze Charakterisierung der Flora der einzelnen Karbonstufen im Ruhrgebiet und seinen Anhängseln.

Wir bringen die folgende Zusammenstellung in der Reihenfolge von unten nach oben, da sich dann ein besseres Sukzessionsbild ergibt. Das Wichtigste davon ist außerdem in der Tabelle S. 147 zusammengestellt.

1. Kulmplattenkalke (oberes Visé). Bedeutungsvolle Funde in dieser Stufe sind nur bei Elberfeld (Aprath) und weit im O des Gebietes bei Neheim-Hüsten, einige auch bei Fröndenberg und sonst gemacht worden. Die wichtigsten Funde sind erst neuen Datums; folgende wichtige Arten wurden gesammelt:

Adiantites antiquus, Spathulopteris (Sphenopteris) haueri (f. *densa*) (Abb. 153), *Rhacopteris inaequilatera, Asterocalamites scrobiculatus.* Der Charakter der Flora entspricht der sonstigen des Visé.

2. Hangende Alaunschiefer. Außer einigen Calamiten, Samen und einer kleinen, noch unbestimmbaren *Neuropteris* oder *Alethopteris* ist nichts Nennenswertes gefunden. Wie sich aus der folgenden Flora ergibt, müßte hierin die Flora vom Charakter der Ostrau-Waldenburger Schichten erwartet werden. Die marine Fazies hat aber im Ruhrgebiet alles verdeckt. Funde in äquivalenten Schichten sind in Holländisch-Limburg und Belgien gemacht worden, die auf die Richtigkeit der obigen Annahme hinweisen. Der positive Nachweis aus dem Ruhrgebiet fehlt aber noch.



Abb. 150. *Pecopteris plumosa* Brongn. Flözleeres und Westfal. S.W.B.

3. Flözleeres. Reiche Pflanzenfunde im Flözleeren sind nur in der Gegend von Vorhalle bei Hagen (Verblendstein-Werke, ferner bei Kramberg im oberen Flözleeren) und bei Haspe-Heubing (mittleres Flözleeres) gemacht worden. Die Art der vertikalen Verteilung der Flora im Flözleeren selbst ist schwer zu beurteilen, da die Funde in den tieferen Schichten sehr spärlich sind. Die Flora aus den mittleren und oberen sind sich sehr ähnlich, doch weist die Flora des oberen mehr Anklänge zum Westfal hin auf. Aber auch die Flora des unteren Flözleeren ähnelt der des höheren nach den wenigen Funden sehr. Sie enthält bereits *Neuropteris schlehani, Pecopteris plumosa* und *Mariopteris acuta*-Formen und enthält jedenfalls auch im unteren Teil keine alten, altnamurischen Formen mehr, die etwa an solche der Waldenburger Schichten usw. erinnern würden. Als ganzes kann man die Flora des Flözleeren etwa durch folgende Arten charakterisieren, wobei das Fehlen von Arten der *Lyginopteris*-Gruppe, wie *Sphenopteris hoeninghausi* und *bäumleri* charakteristisch von der negativen Seite her ist:

Sphenopteris hollandica (s. Abb. 154) (wichtig, nur sehr selten in der Magerkohle), *Alloiopteris sternbergi* (nebst anderen Arten dieser Gruppe, die in ziemlicher Mannigfaltigkeit auftreten), *Mariopteris acuta*-Formen, *Neuropteris schlehani, Alethopteris lonchitica, Sphenophyllum cuneifolium, Asterophyllites longifolius, Calamiten* und *Mesocalamiten, Lepidodendron aculeatum* u. a., *Sigillaria* div., *Cordaites principalis* usw. Die meisten Arten gehen von hier aus noch viel höher hinauf, nur *Sphenopteris hollandica* findet sich fast nur hier. In Übereinstimmung damit treten hier noch unter anderem drei Arten höherer Pflanzen zuerst auf, nämlich ziemlich häufig *Neuropteris gigantea* und *Pecopteris plumosa* (s. Abb. 150), ausnahmweise Formen von *Neuropteris obliqua, Sigillaria schlotheimiana.*

Die Flora des Flözleeren geht auf diese Weise unmerklich in die der Magerkohle über, aus deren untersten Schichten jedoch kaum etwas bekannt ist. Erst etwa vom Flöz Wasserbank an sind Pflanzenfunde häufiger, und solche sind von da an über das Hauptflöz Sarnsbank-Mausegatt usw. nach oben zahlreich zu verfolgen.

4. Flora der Magerkohle (von der Basis bis Flöz Sonnenschein). Die Flora der Magerkohle weicht von der des Flözleeren durch die Häufigkeit der *Lyginopteris*-Arten ab,

von denen unten schon auf Flöz Wasserbank zuerst *Sphenopteris bäumleri* (s. Abb. 147) erscheint, dann von Flöz Sarnsbank oder Mausegatt an *Sphenopteris hoeninghausi*. Als charakteristisch für die Magerkohle kann man eine Assoziation von *Sphenopteris (Lyginopteris) hoeninghausi* und *bäumleri, Mariopteris acuta* (s. Abb. 155), *Neuropteris schlehani* oder eines Teiles dieser Arten ansehen, dazu kommen noch andere Formen wie *Pseudadiantites sessilis* (s. Abb. 156), *Favularien* usw.

5. Flora der Fettkohle. Als Artenauswahl sei genannt: *Sphenopteris hoeninghausi, Mariopteris muricata* (unten auch noch *acuta*), *Sphenopteris obtusiloba, Sph. laurenti, Palmatopteris furcata* (s. Abb. 157), *Alloiopteris coralloides, sternbergi* u. a., *Pecopteris miltoni, P. plumosa, P. volkmanni* (selten *P. pennaeformis*), *Alethopteris lonchitica* (s. Abb. 158), *Lonchopteris rugosa* (beginnend zuerst oberhalb Flöz Röttgersbank, häufig erst von Flöz Mathilde aufwärts), *Neuropteris obliqua* (s. Abb. 160), *N. heterophylla, Neur. schlehani* zurücktretend, *N. gigantea* (s. Abb. 151), selten schon *Linopteris neuropteroides* mit großblättrigen Formen, *Sphenophyllum cuneifolium, Calamites suckowi* (s. Abb. 161), *undulatus, ramosus, goepperti* usw., *Annularia radiata, Asterophyllites longifolius, Lepidodendron obovatum, L. aculeatum* (Abb. 162), *L. lycopodioides, Lepidophyllum lanceolatum, Sigillaria elegans* (s. Abb. 163), div. Formen (besonders im unteren Teil, oben seltener), *S. cristata* (s. Abb. 164), *S. elongata, S. scutellata, Sigillariostrobus, Pinakodendron ohmanni, Cordaites principalis, Trigonocarpus parkinsoni.*

In der Fettkohle ist die Karbonflora bereits in voller Blüte und die obige Liste stellt nur eine Auswahl wichtigerer Formen dar.



Abb. 151. *Neuropteris gigantea* STBG. Häufig im ganzen Westfal A—B (C). S.W.B.

6. Flora der Gaskohle (von Flöz Katharina bis zur Lingula-Schicht). Die Flora ist im ganzen wie die der Fettkohle, besonders der oberen Fettkohle. Es fehlen aber oberhalb von Flöz Katharina *Neuropteris schlehani, Sphenopteris hoeninghausi* und Verwandte und erst recht *Sph. bäumleri* und die favularischen Sigillarien. Es beginnen: *Neuropteris tenuifolia* (s. Abb. 165), *Mariopteris nervosa,* oben auch wohl schon *M. sauveuri* und die Sigillarien der Gasflammkohle. Es erlischt *Lonchopteris rugosa*, die in der Zollvereins-Gruppe noch häufig ist.

7. Flora der Gasflammkohle (von der Lingula-Schicht bis Flöz Ägir). Hier treten neben älteren heraufkommenden Formen schon recht merkbar jüngere auf. Wir nennen davon *Sphenopteris striata, Mariopteris sauveuri, Neuropteris tenuifolia* neben *N. heterophylla, Neuropteris „pseudogigantea"* neben *gigantea, Alethopteris decurrens,* hier und da schon *N. rarinervis* (s. Abb. 168), *Sphenophyllum emarginatum* (beide noch selten), *Sphenophyllum myriophyllum, Pecopteris crenulata* neben den älteren *P. volkmanni* und *miltoni* usw., *Sigillaria boblayi, S. tessellata, Asolanus* u. a.

8. Flora der Flammkohle (oberhalb Flöz Ägir). Im Ruhrrevier sind von diesem Komplex des Westfals C nur noch 3—400 m aufgeschlossen. Es erscheinen nunmehr Formen der Piesberg-Ibbenbürener Flora, die allerdings im Ruhrrevier lange nicht so hervortreten wie an den Originalfundorten Ibbenbüren und Piesberg. Neu sind *Sphenopteris crépini* (s. Abb. 166), *Oligocarpia brongniarti, Sigillaria cumulata, S. principis;* ferner *Mariopteris sauveuri, M. nervosa, Sphenophyllum emarginatum* und *majus, Annularia sphenophylloides* (s. Abb. 167), *Neuropteris scheuchzeri* (s. Abb. 175) (sehr selten schon vorher), *Linopteris muensteri* (s. Abb. 173), *Asolanus camptotaenia* (s. Abb. 174).

Die höchsten Schichten sind am Piesberg vertreten; die Flora ist ungefähr dieselbe wie die von Ibbenbüren, doch tritt als häufiger Bestandteil hinzu *Neuropteris ovata,* die mit Sicherheit noch nicht im Ibbenbürener Karbon gefunden ist; außerdem kommen hinzu eine Anzahl Pecopteris-Arten. *N. ovata* (s. Abb. 176) ist charakteristisch für das oberste Westfal C (Saarbrücker Flammkohle, Radstock Englands, nach der letzten Heerlener Konferenz 1935 als Westfal D bezeichnet), und damit schließt die bekannt gewordene Schichtenfolge im Ruhrkarbon etwa mit denselben Schichten ab, wie in England, Belgien, Nordfrankreich und Holländisch-Limburg, auch in Oberschlesien ist es ähnlich. Jedoch stellen die Piesberger Schichten sicher nur die Basis des Westfal D dar; die Radstock-Schichten Englands gehen noch viel weiter ins Westfal D hinauf.

Die Sukzession in den Nachbargebieten ist sehr ähnlich, also auch in Aachen, Limburg, Belgien usw. Einige Abweichungen geringerer Art, die großenteils durch fazielle Bedingungen verursacht werden, können hier nicht behandelt werden, sondern müssen in der Spezialliteratur nachgelesen werden. Besonders eigentümlich verhält sich *Sphenopteris bäumleri,* die praktisch in den Revieren westlich vom Ruhrrevier fehlt oder nur als Abnormität auftaucht und dort gar keine Rolle als Leitfossil spielt.

c) Zusammenfassung.

Es ist versucht worden, die wichtigsten Punkte des Gesagten, das ja wegen der Kürze des zur Verfügung stehenden Raumes wesentlich nur eine Aufzählung sein kann, in einer

		Leitpflanzen	Ruhrrevier	Aachen-Wurm	Holl. Limburg	Belgien	Nord-Frankreich
Westfal	D	*Neuropteris ovata*	Piesberg-Schichten	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt
	C *Ägir*	*Neuropt. scheuchzeri, Neuropt. rarinervis, Linopteris münsteri*	Ibbenbürener-Scht. Flammkohlen-Scht. *Fl. Ägir*		Jabeek-Gruppe	Assise du Flénu *Fl. Petit-Buisson*	Assise de Bruay *Passée de Rimbert*
	B *Katharina*	*Lonch. rugosa*	Gasflammkohlen-Schichten Gaskohlen-Schichten *Fl. Katharina*	Alsdorfer Scht. *Fl. 1*	Maurits-Gruppe Hendrik-Gruppe	Assise de *Fl. Quaregnon*	Assise d' Anzin *Fl. Poissonnière*
	A *Sarnsbank*	*Sphen. höningshausi*	Fettkohlen-Schichten *Fl. Sonnenschein*	Kohlscheider Scht. *Fl. Steinknipp*	Wilhelmina-Gruppe *Fl. Steinknipp*	Charleroi *l'Estenay*	Assise de *Passée de Laure*
		Neur. schleh. *Sphen. bäuml. (nur Ruhrr.)*	Esskohlen-Schichten *Fl. Sengsbank*	Ob. Stolberger Scht.	Baarlo-Gruppe	Ass. de Châlelet	Vicoigne
Namur	C *Sengsbank*	*Mar. acuta*	Magerkohlen-Schicht Flözleeres i. Westen *Fl. Sengsbank*	Untere	Baarlo-Gruppe	Assise	Assise de
	B		Flözleeres im Osten	Stolberger Schichten	Epen-Gruppe	d'Andenne	Flines
	A	*Keine Leitpflanzen (Marine Entwicklung)*	Hangende Alaunschiefer		Gulpen-Gruppe	Assise de Chokier	Assise de Bruille
Dinant	Visé	*Adiantites, Rhacopteris, Spathulopteris, Asterocalamites*	Kulm (Kulmplattenkalk, Kohlenkalk)	Kohlenkalk	Kohlenkalk	Kohlenkalk	Kohlenkalk

Abb. 152. Verbreitung der Leitpflanzen in den nordwesteuropäischen Kohlenbecken. (Flöz *Passée de Laure* der letzten Spalte entspricht etwa Flöz Finefrau-Nebenbank und gehört unter den Strich.)

Tabelle zusammenzustellen (s. S. 147), eine zweite weist auf die Beziehungen zu den benachbarten Revieren hin (s. Abb. 152).

Bemerkt sei nur noch, daß bei der Benutzung der Pflanzen als Leitfossilien besonders zu beachten ist, daß man im allgemeinen nicht nach einzelnen Arten gehen, sondern möglichst versuchen soll, von den betreffenden Fundpunkten eine Anzahl Arten zusammenzubringen, so daß man das Bild der Florenassoziation erhält. Dann kann man z. B. auch durch das Auftreten von Nachläufern von unten her und Vorläufern von oben nicht getäuscht werden.

Bei der Identifikation von Flözen leistet oft auch die Paläobotanik gute Dienste, wenn man sich über die Pflanzenführung auf engerem Gebiet, z. B. in demselben Grubenfeld, genauer orientiert. Man erkennt dann oft gewisse Flöze an der Art der im Hangenden

Tabelle 13.

Stufe	Lokale Horizontbez.	Sonstiger Charakter	Leitpflanzen	Pflanzenführung
Westfal D	Piesberg		*Neur. ovata*	Zuoberst, am Piesberg: *Neuropteris ovata, Aleth. serli-grandini,* Zunahme der Pecopteris-Arten. — Sonst wie die nächste Flora.
Westfal C	Ibbenbüren Flammkohle (Ruhr)	C-Assoziation	*Neur. scheuchzeri, Linopteris muensteri, Sphenoph. emarginatum*	*Sphenopt. crépini, Mariopteris nervosa* und *sauveuri, Neur. rarinervis, N. scheuchzeri, Linopteris muensteri, Sphenoph. emarginatum, Sph. majus, Annul. sphenophylloides, Sigillaria cumulata, S. principis, S. tessellata*; ferner *Neuropt. tenuifolia, Sphenopt. striata, Asolanus* u. a. Dieselben Arten, aber spärlicher, in der Flammkohle des Ruhrbezirkes
				Ägir
Westfal B	Gasflammkohle			*Mariopt. sauveuri, Alethopteris davreuxi, Sphenopt. striata, Neur. tenuifolia, N. heterophylla, N. gigantea, Alethopt. decurrens,* großnarbige rhytidolepe Sig. u. a.
				Bismarck
				Erste Vorläufer von Westfal C wie *Sphenoph. emarginatum* und *Neur. rarinervis* u. a.
				Lingula — Domina — Niveau
	Gaskohle			Bis hierher *Lonchopteris rugosa*. Flora sonst etwa wie oberes Westfal A, stellenweise viel *Lonchopteris*
			Lonch. rugosa	Katharina
Westfal A	Fettkohle		*Sphenopt. hoeninghausi*	oben *Lonchopteris rugosa*. Bis hierher Ausläufer von *Sphenopt. hoeninghausi* (auch im Flöz Katharina), *Neuropteris schlehani* und favulare Sigillarien. — *Sphenopt. obtusiloba, Palmat. furcata, Sph. laurenti; Pecopt. plumosa, P. miltoni, Alethopt. lonchitica; Neur. heterophylla, N. gigantea, N. obliqua, Sphenoph. cuneifolium, Annularia radiata,* Calamiten; favular. und rhytid. Sigillarien; Lepidodendren, Pinakodendren usw.; Cordaiten usw.
				Sonnenschein
	Eßkohle (ob. Magerkohle)		*Mariopteris acuta* — *Neuropteris schlehani* — *Sphen. bäumleri*	Viel *Mariopteris acuta, Neuropteris schlehani, Sphenopteris hoeninghausi; Sphenopt. bäumleri*; Vorläufer der Fettkohlenflora
				Sarnsbank
Namur B	Magerkohle (untere Magerkohle)			Flora in der Magerkohle (unter Sarnsbank) im ganzen wie in der Eßkohle, aber noch keine *Sphen. hoeninghausi* und keine Fettkohlenvorläufer; in der tiefen Magerkohle verarmend
	Flözleeres			*Sphenopteris hollandica; Mariopteris acuta, Neur. schlehani, Aleth. lonchitica, Sphenophyllum cuneifolium, Alloiopteris sternbergi* u. a. *All., Sigillaria schlotheimiana*; außerdem andere Westfal A-Vorläufer wie *Pec. plumosa, Neur. gigantea, Lepidodendron,* Calamiten, Cordaiten
Namur A	Hangende Alaunschiefer			Marin. — Pflanzenfunde selten und meist nicht näher bestimmbar
Dinant	Visé			Pflanzenfunde sehr selten (Kulmplattenkalke u. a.) *Rhacopteris inaequilatera, Adiantites antiquus, Spathulopteris haueri, Asterocalamites, Lepidophloios*
	Tournai			Pflanzenfunde nicht bekannt

befindlichen Pflanzenvereine recht gut wieder, ebenso wie manche Flöze durch Süßwasser- und Meeresfauna charakterisiert sind. Es gehört also genau genommen zur geologischen Kenntnis des Grubengebäudes im einzelnen die Kenntnis der Führung von tierischen und pflanzlichen Fossilien. Selbst in so gut bekannten Revieren wie dem Ruhrrevier kann man in solchen Fällen mangels anderer Behelfe die Pflanzenfossilienkunde ebenfalls benutzen, und die Verbreitung ihrer Kenntnis liegt daher im Interesse



Abb. 153. *Spathulopteris haueri* (Stur.) GOTHAN *(f. densa)*.
Visé. Neheim-Hüsten. S.W.B.



Abb. 154. *Sphenopteris hollandica* GOTHAN u. JONGMANS.
Oberes Flözleeres (Namur). Herdecke. S.W.B.



Abb. 155. *Mariopteris acuta* BRONGN.
Flözleeres bis Fettkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 156. *Pseudadiantites sessilis* v. ROEHL. sp.
Untere Magerkohlenschichten. S.W.B.

Flora des Kulmplattenkalks (Dinant) und des Flözleeren sowie der unteren Magerkohlenschichten (Namur).

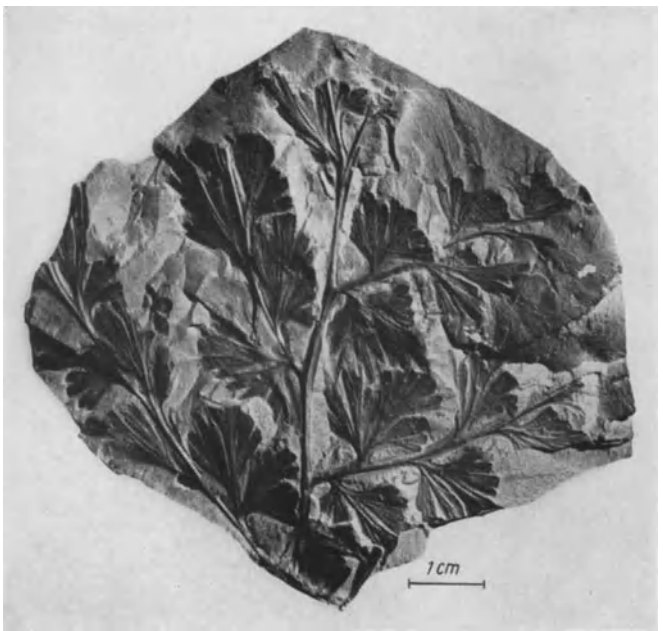


Abb. 157. *Palmatopteris furcata* BRGT. *var. compacta.* Fettkohle bis Ibbenbürener Schichten. S.W.B.



Abb. 158. *Alethopteris lonchitica* SCHL. Fettkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 159. Eingerollter Wedel von *Alethopteris decurrens* oder *lonchitica.* Fettkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 160. *Neuropteris obliqua* BRONGN. (großblättrige Form). Selten im oberen Flözleeren, häufig in den Fettkohlen- bis Gasflammkohlenschichten. S.W.B.

Flora der Fettkohlenschichten (Westfal A).



Abb. 161. *Calamites suckowi* BRONGN. Basaler Teil. Magerkohlen- bis Piesbergschichten. S.W.B.



Abb. 162. *Lepidodendron aculeatum* STERNB. Flözleeres bis Piesbergschichten. S.W.B.

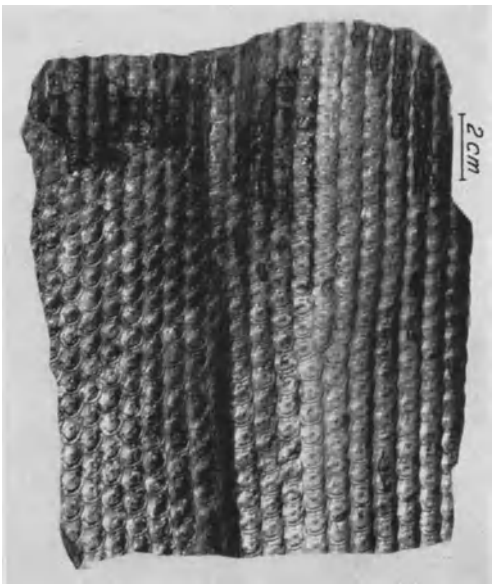


Abb. 163. *Sigillaria elegans* BRONGN. Magerkohlen- und untere Fettkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 164. *Sigillaria cristata* SAUVEUR. Fettkohlenschichten. S.W.B. $^1/_2$ nat. Gr.

Flora der Fettkohlenschichten (Westfal A).



Abb. 165. *Neuropteris tenuifolia* SCHLOTHEIM. Gasflammkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 166. *Sphenopteris crépini* STUR. Westfal C. S.W.B.

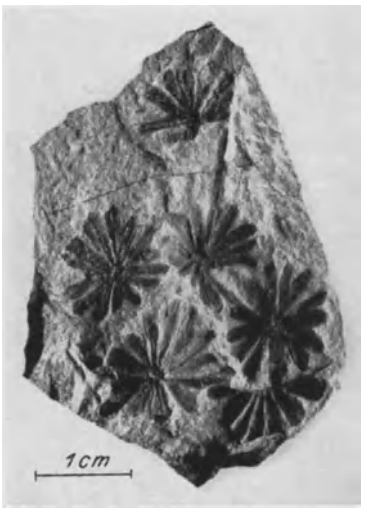


Abb. 167. *Annularia sphenophylloides* ZENKER. Westfal C Ibbenbüren. S.W.B.



Abb. 168. *Neuropteris rarinervis* BUNB. Piesbergschichten. Piesberg b. Osnabrück. S.W.B.

Flora der Gas- und Gasflammkohlenschichten (Westfal B und C).

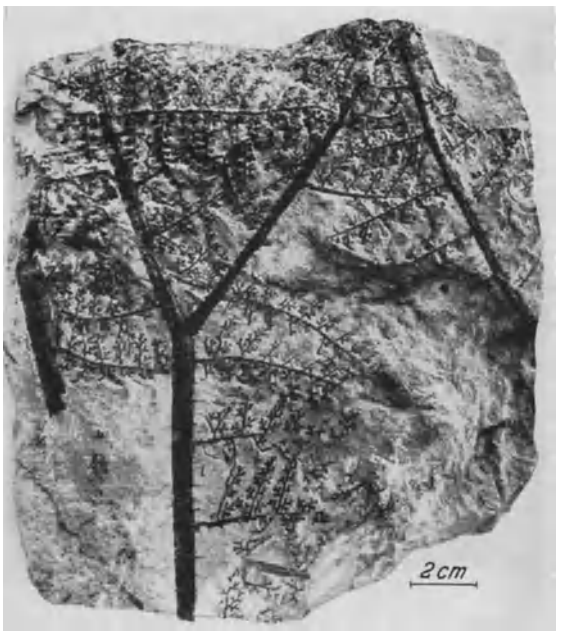


Abb. 169. *Sphenopteris (Lyginopteris) hoeninghausi* BRONG. *forma sparsa* Kidston. Mager- und Fettkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 170. *Lonchopteris rugosa* BRONGN. Gaskohlen- und obere Fettkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 171. *Mariopteris sauveuri* STUR. Gasflammkohlenschichten. S.W.B.



Abb. 172. *Sigillaria boblayi* BRONGN. Gasflammkohlenschichten. S.W.B. $^3/_5$ nat. Gr.

Flora der Mager-, Fett- ,Gas- und Gasflammkohlenschichten (Westfal A, B und C).



Abb. 173. *Linopteris münsteri* EICHW. Ibbenbüren. S.W.B.

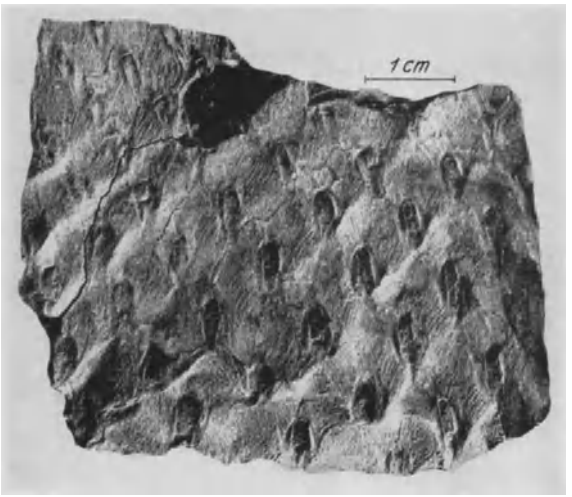


Abb. 174. *Asolanus camptotaenia* WOOD. Piesbergschichten. S.W.B.



Abb. 175. *Neuropteris scheuchzeri* HOFFM. (mit Haaren). Ibbenbüren. S.W.B.

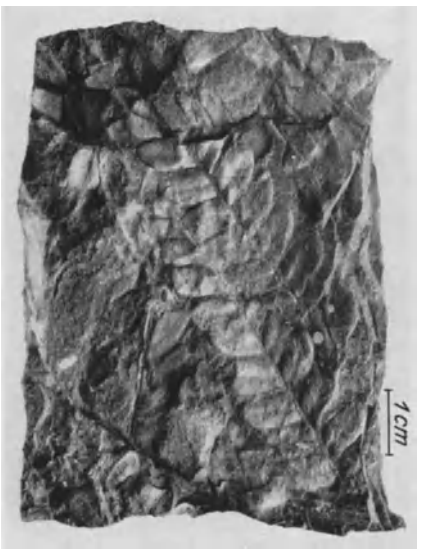


Abb. 176. *Neuropteris ovata* HOFFM. Nur Piesbergschichten. S.W.B.

Flora der Flammkohlenschichten (Westfal C und D).

der betreffenden Beamten (besonders von Markscheidern und Markscheidergehilfen). Es ist daher auf den Bergschulen und Hochschulen meist Gelegenheit geboten, die Elemente dieser Kenntnis zu erwerben. Da die Kohle aus Pflanzen entstanden ist, ist dies eigentlich eine selbstverständliche Forderung, wie die Kenntnis der Erzmineralien für die Erzlagerstättenlehre.

2. Der Fossilinhalt der Dolomitknollen der westdeutschen paralischen Kohlenbecken.

Von Professor Dr. Max Hirmer-München.

a) Allgemeine Bedeutung der Dolomitknollen.

Die hervorragende paläontologische Bedeutung der Dolomitknollen beruht darauf, daß sie jeweils das Pflanzenmaterial des sie bergenden Flözes nicht allein in großer Vollständigkeit einschließen, sondern auch oft in glänzender und vor allem strukturbietender Erhaltungsweise.

Es handelt sich bei den Dolomitknollen stets um konkretionäre Bildungen im Bereich marin transgredierter Flöze. Da die Konkretionen, die vornehmlich aus Kalzium-Magnesium-Karbonat sowie etwas Spateisenstein bestehen, offenbar verhältnismäßig schnell erhärtet und damit der Pressung entgangen sind, der die übrigen Teile des sie enthaltenden Flözes im Laufe der Erdgeschichte ausgesetzt waren, so sind auch die in ihnen enthaltenen Pflanzenreste in meist nahezu völlig ungepreßtem und unverändertem Zustand uns überliefert; ein Umstand, der es ermöglicht, einen Einblick zu tun in die feinere Anatomie und in die Fortpflanzungsverhältnisse der in den Dolomitknollen erhaltenen Pflanzenreste, so daß sich sowohl in physiologischer wie auch stammesgeschichtlicher Hinsicht erst durch die Kenntnis der Dolomitknollenpflanzenwelt eine exakte Basis für die Kenntnis der Karbonpflanzenwelt im ganzen ergeben hat.

Im Bereich Westfalens und des Aachener Gebietes gibt es zwei dolomitknollenführende Flöze:

Eines an der Grenze der oberen Fettkohlen: Flöz Katharina des Ruhrgebietes und mit ihm ident Flöz 1 der Mariagrube im Bereich des Aachener Gebietes. Ein zweites im unteren Teil der oberen Eßkohlenschichten: Flöz Finefrau-Nebenbank des Ruhrgebietes.

Außerdem (vgl. Tabelle 14) sind Dolomitknollen noch bekannt aus England, vornehmlich dem Bereich von Schichten, die der Eßkohlengruppe des Ruhrreviers äquivalent sind; ferner ist das Äquivalent des Flözes Finefrau-Nebenbank nachgewiesen in Holland und Belgien; in Holland und Belgien finden sich auch nochmals Dolomitknollen in einer zeitlich unserer Flammkohle entsprechenden Schicht, ebensolche im Orlauer und Banat-Kohlengebiet sowie im Donetzbecken; in letzterem auch noch bis in Schichten unter dem Katharina-Niveau des Ruhrgebietes. — Aus dem unteren Oberkarbon (Namur) ist vor allem das Koksflöz von Mährisch-Ostrau, sowie ein Flöz des englischen Millstone Grit zu nennen. Eine Anzahl entsprechender Bildungen in verschiedenen Oberkarbon-Niveaus finden sich in Nordamerika.

Die genauere Art der Entstehung der Dolomitknollen ist durch die Untersuchungen von Stopes und Watson, Kukuk, Kubart u. a. aufgeklärt worden. Eine zusammenfassende Darstellung dieser Untersuchungen findet sich bei Hirmer (1927). Hier ist weiter darauf nicht einzugehen, sondern nur der paläontologische Inhalt zur Darstellung zu bringen. Und hierfür ergibt sich folgendes:

Im großen und ganzen spiegeln, wie bereits hervorgehoben, die in den Dolomitknollen erhaltenen Pflanzenreste das Bild jener Standmoorwälder wieder, aus deren Resten die die Dolomitknollen enthaltenden Flöze sich jeweils gebildet haben.

b) Die Pflanzenwelt der Dolomitknollen.

Die Zahl der aus Dolomitknollen bekannt gewordenen Pflanzen beträgt über 160, ohne daß dabei längst alle Reste bearbeitet wären[1]. Für manche Pflanzengruppen haben

[1] Während früher diesbezügliche Untersuchungen vornehmlich an englischem und holländischem Material unternommen wurden, sind in letzter Zeit auf Grund einer schönen, von Prof. Dr. Kukuk in der Bochumer Berggewerkschaftskasse niedergelegten Dolomitknollen-Schliffsammlung sowie mit Unterstützung des genannten Instituts Untersuchungen auf breiterer Basis auch über das Ruhr- und Aachener Revier dem Verfasser und seinen Mitarbeitern ermöglicht worden.

erst die in den Dolomitknollen enthaltenen Reste die Existenz untrüglich erwiesen. Dies gilt vor allem für die Gymnospermengruppe der Pteridospermen (Cycadofilicales), einer ungemein formenmannigfaltigen und artenreichen Pflanzengruppe, deren Vertreter in den Karbonwäldern teils als größere, mehr oder minder baumfarnartige Gewächse, teils als kletternde, an Bärlapp-, Schachtelhalm- und Schwertlaubbäumen sich hochrankende Lianen gelebt haben, charakterisiert durch ihre rein farnartige Gesamterscheinung einerseits, andererseits dadurch, daß ihre Fortpflanzung völlig in der Art der primitiveren Samenpflanzen vor sich ging. In ihren anatomischen Verhältnissen bilden sie eine gleichfalls klassische Übergangsreihe zwischen farnartigen Gewächsen und echten Gymnospermen. Zu nennen sind davon: 1. die Formenreihen der lianenartigen *Heterangium-Lyginangium-Lyginopteris* (dies die Namen der Stämme und Wedel,

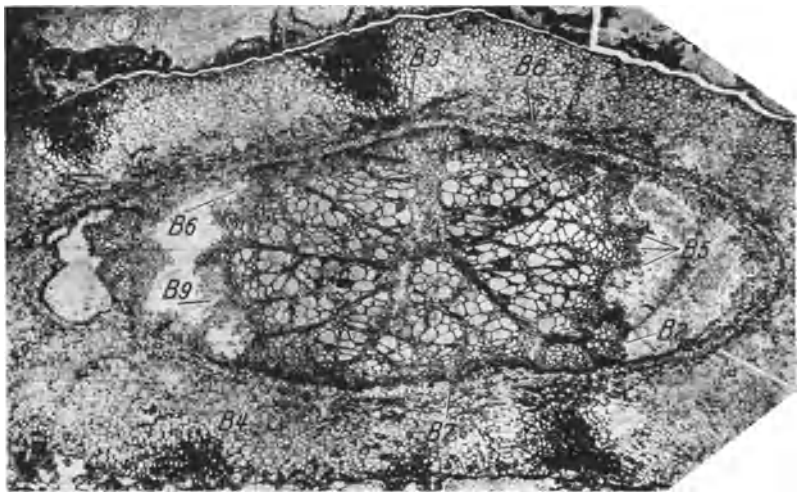


Abb. 177. *Heterangium kukuki* HIRMER, vornehmlich Katharina-Niveau des Ruhr- und Aachener Reviers. Querschliff durch den Sproß. B_2—B_9 die Wedelspurbündel. Aus HIRMER 1933. 9mal vergr.

vgl. Abb. 177 u. 178) mit Samen vom Typ *Sphaerostoma*, *Lagenostoma*, *Physostoma* und *Conostoma* und den Mikrofruktifikationen *Telangium* und *Crossotheca*. 2. Eine weitere Formenreihe von überwiegend baumfarnartigem Erscheinen: die Medullosae mit den Wedelgattungen *Alethopteris*, *Neuropteris* u. a., den Samen vom Typ *Trigonocarpus*, sowie den (nur von inkohlten Resten her bekannten) Mikrofruktifikationen *Whittleseya*, *Potoniéa* u. a.

Von weiteren Gymnospermengruppen ist zu nennen die der Schwertlaubbäume, der Cordaitales, wichtigen Kohlebildnern, deren Stämme in einer Anzahl Gattungen *(Mesoxylon, Mesoxylopsis, Cordaites* und *Dadoxylon)* aus den Dolomitknollen bekannt geworden sind, wie auch ihre Blätter *(Cordaitophyllum)*, Blütenstände *(Gothania)* und Samen (*Cardiocarpon* u. a.).

Mannigfaltig wie die aus den Dolomitknollen zutage geförderte und anatomisch aufgeklärte Pflanzenwelt der Gymnospermen (Nacktsamer) ist die der daraus bekannten farnartigen Pflanzen (Pteridophyta) mit den echten Farnen und besonders den für die Flözbildung so wichtigen Gliederpflanzen und Bärlappbäumen.

Unter den echten Farnen (Filicales) sind es besonders die sehr primitiven, an die ältesten, aus dem Devon bekannten Landpflanzen (Psilophytales) anschließenden Coenopterides (mit den Gattungen *Stauropteris, Botrychioxylon, Etapteris, Ankyropteris, Botryopteris, Anachoropteris)*, die in ihrer noch sehr komplexen und fremdartigen Wedelgestaltung aus Dolomitknollenmaterial gut aufgeklärt wurden, ferner Baumfarne der Marattiaceenfamilie, deren Stamm- und Wedelreste auch als häufige Oberkarbon-Pflanzenabdrücke bekannt sind.

Von den Gliederpflanzen (Articulatales) sind es einerseits die lianenartig kletternden, dünnstämmigen, keillaubigen Sphenophyllen, deren Sproßanatomie und

feinster Blütenbau nun aufgeklärt ist, sowie die Schachtelhalmbäume (Calamiten), deren Stämme *Athropitys* (vgl. Abb. 179) und *Athrodendron*, Wurzeln, Blätter und Blüten *(Calamostachys* und *Palaeostachya)* wir erkennen können.

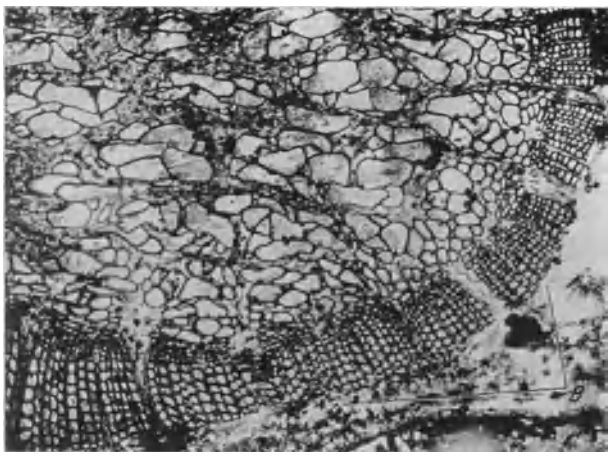


Abb. 178. *Heterangium hoppstaedteri* HIRMER aus Flöz Katharina des Ruhrreviers. Teil des Sproßquerschliffes. Bei *B* Wedelspur. Aus HIRMER 1933. 22 mal vergr.

Aus der Gruppe der Bärlappartigen (Lycopodiales) tritt uns, wie aus den „Abdrücken" in den Hangendschiefern so auch aus den Dolomitknollen der Flöze, eine Masse baumartiger Bärlappgewächse *Lepidodendron*, *Lepidophloios*, *Bothrodendron*, *Sigillaria* u. a.) entgegen, erhalten in Stämmen, Blättern und allen Einzelheiten ihrer Blüten,

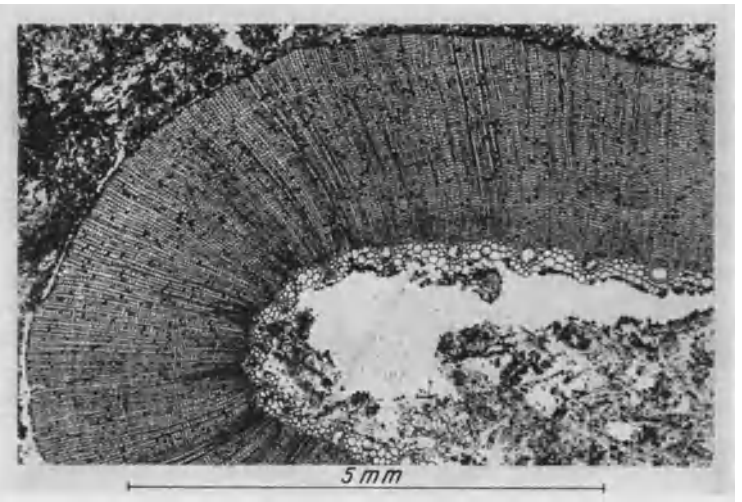


Abb. 179. *Athropitys hirmeri* KNOELL aus Flöz Katharina des Ruhrgebietes. Querschliff durch den Stamm.

ja selbst den aus den Sporen hervorgehenden, sehr zarten Geschlechtspflänzchen (Prothallien) sowie den eigentümlichen, für die paläozoischen Bärlappbäume so charakteristischen, gabelverzweigten, wurzeltragenden Stammbasen *(Stigmaria)*.

Was stammesgeschichtlich dann noch von hervorragendstem Interesse ist: daß auch von der Gruppe der Bärlappgewächse aus der Versuch der Differenzierung samentragender Formen gemacht worden ist, ist gerade an Dolomitknollenmaterial entdeckt worden: es sind die den Schuppenbäumen *(Lepidodendron)* verwandte Gattung *Lepidocarpon* und die kleine krautige, unseren heutigen Selaginellen nahestehende *Miadesmia*.

c) Die einzelnen Pflanzenreste.

Von Pflanzenresten aus Dolomitknollen des Ruhr- und Aachener Gebietes im Besonderen sind bis jetzt bekannt und teilweise beschrieben worden:

	Finefrau-Nebenbank-Niveau:	Katharina-Niveau:	
	Ruhr	Ruhr	Aachen
Pteridophyta:			
Lycopodiales:			
Lepidodendron vasculare Binney	X	X	—
„ *fuliginosum* Williamson spec.	—	X	—
Lepidostrobus spec. div.	X	X	X
„ gracilis Arber	X	—	—
Sigillaria spec.	X	X	—
Stigmaria ficoides Brongniart	X	X	X
Bothrodendron mundum Williamson	X	—	—
Lepidocarpon lomaxi Scott	X	X	—
Articulatales:			
Sphenophyllum plurifoliatum Williamson	X	X	X
Sphenophyllostachys dawsoni Williamson	X	—	—
Athropitys communis (Binney) Hirmer u. Knoell n. comb.	—	X	—
„ „ var. *interlignea* Hirmer u. Knoell	—	X	X
„ *bistriatoides* Hirmer u. Knoell	—	X	X
„ *hirmeri* Knoell (vgl. Abb. 179)	—	X	X
„ „ „ var. *intermedia* Knoell	X	X	X
„ *jongmansi* Hirmer	—	X	X
„ *herbacea* Hirmer u. Knoell	—	X	X
„ *felixi* Hirmer u. Knoell	—	X	—
Calamostachys binneyana Carruthers	X	—	—
„ *casheana* Williamson	—	X	X
Filicales:			
Stauropteris oldhamia Binney	X	X	X
Etapteris scotti P. Bertrand	—	X	—
Ankyropteris westfaliensis P. Bertrand	X	—	—
Botryopteris hirsuta Williamson	X	X	—
„ *ramosa* Williamson	X	X	—
Anachoropteris pulchra Corda	—	X	—
Gymnospermophyta:			
Pteridospermales:			
Heterangium (Euheterangium) spec.	—	—	X
„ *(Eupolyangium) kukuki* Hirmer (vgl. Abb. 177)	X	X	X
„ *(Parapolyangium) hoppstaedteri* Hirmer (vgl. Abb. 178)	—	X	—
Lyginangium intermedium Kubart	—	X	—
Lyginopteris oldhamia Binney	X	X	X
„ spec.	—	—	X
Lagenostoma lomaxi Williamson	X	X	—
Conostoma anglo-germanicum Oliver u. Salisbury	X	—	—
Medullosa anglica Scott	X	X	—
Myeloxylon landrioti Renault	X	X	—
Trigonocarpus shorensis Salisbury	X	—	—
Cordaitales:			
Mesoxylon multirame Scott u. Maslen	X	X	—
Cordaitophyllum loculosum Felix	—	X	—
„ *robustum* Felix	—	X	—
„ *wedekindi* Felix	—	X	—
„ spec. div.	—	—	X
Gothania westfalica Hirmer	—	X	—

Mit einem Wort ist noch hinzuweisen auf die Tatsache, daß des öfteren auch im Hangenden der dolomitknollenführenden Flöze sowohl des Ruhrreviers als Englands konkretionäre, meist Tiere, gelegentlich aber auch Pflanzen einschließende Bildungen (Hangendknollen, Roofnodules) gefunden werden. Man hat ehedem geglaubt, daß die darin enthaltenen Pflanzenreste, die, offenbar dem Hinterland der Flöze entstammend, erst nach längerem Transport zur Fossilisation gelangt sind, einem

prinzipiell anderen Vegetationstyp (dem trockener Hänge) entsprächen, es hat sich aber bei genauerer Untersuchung (HIRMER 1927) gezeigt, daß im Prinzip die Typen übereinstimmen und größere ökologische Unterschiede nicht anzunehmen sind.

Last not least sei noch bemerkt, daß in Gebieten wie dem Ruhrrevier, wo Dolomitknollen in zwei zeitlich voneinander schon beträchtlich entfernten Flözbildungen vorkommen, das Endziel der Durchforschung der Dolomitknollenpflanzenreste vom stratigraphischen Standpunkt aus sein würde, die Florenbildveränderung, welche die Hangendschiefer-Pflanzen beider Flöze widerspiegeln, auch in der feineren Untersuchung der Dolomitknollenpflanzen beider Flöze aufzuzeigen und zu vertiefen.

Tabelle 14. Vergleichende Übersicht über die dolomitknollenführenden Flöze des mittleren Oberkarbon (Westfal) im Bereich des niederrheinisch-westfälischen Kohlengebietes sowie der angrenzenden paralischen Kohlenbecken West- und Mitteleuropas.

(Die Namen der dolomitknollenführenden Flöze sind kursiv.)

		Ruhrgebiet	Aachen	Holländisch-Limburg	Belgien		England	
Westfal C	Flammkohle	(Ägir)		*—Ägir*	Assise du Flénu	*—Petit Buisson*	Transition-S. u. Upper Coal Measures	
Westfal B	Gasflammkohle	—(Bismarck)			Assise de Charleroi		Middle Coal Measures	
	Gaskohle	—(Zollverein 9) —(Zollverein 1)						
Westfal A	Fettkohle	*—Katharina*	*—Fl. 1 (Maria-Gr.)*					
	Eßkohle	—(Plaßhofs-bank) *—Finefrau-Nebenbank* —(Sengsbank)		*—Finefrau-Neben-bank*	Assise de Châtelet	—*Bouxharmont* *Saurue* *Ste. Barbe* *de Floriffoux*	Lower Coal Measures	—*Arley Mine* (Chester) —*Great Harwood Seam* (Lancs.) —*Upper Foot Seam* u. *Gannister Seam* (Yorks. u. Lancs.) —*First Coal* (Staly-Br.) (Lancs.)

V. Abschnitt.

Die stratigraphischen Verhältnisse der flözführenden Schichten im einzelnen.

Auf Grund langjähriger Untersuchungen der Karbonablagerungen unter und über Tage und in Verbindung mit den vielseitigen Angaben aus dem Schrifttum sowie mit

den von mir und anderen geologisch durchgearbeiteten Profilen der Mehrzahl der Einzelzechen ist im nachstehenden versucht worden, ein Bild des stratigraphischen Aufbaus der flözführenden Schichten des Ruhrkarbons vom Liegenden zum Hangenden zu entwerfen. Daß diese Darstellung wegen des übergroßen Umfanges des zu behandelnden Gebietes im engen Rahmen der vorliegenden Aufgabe und im Hinblick auf die Unzahl

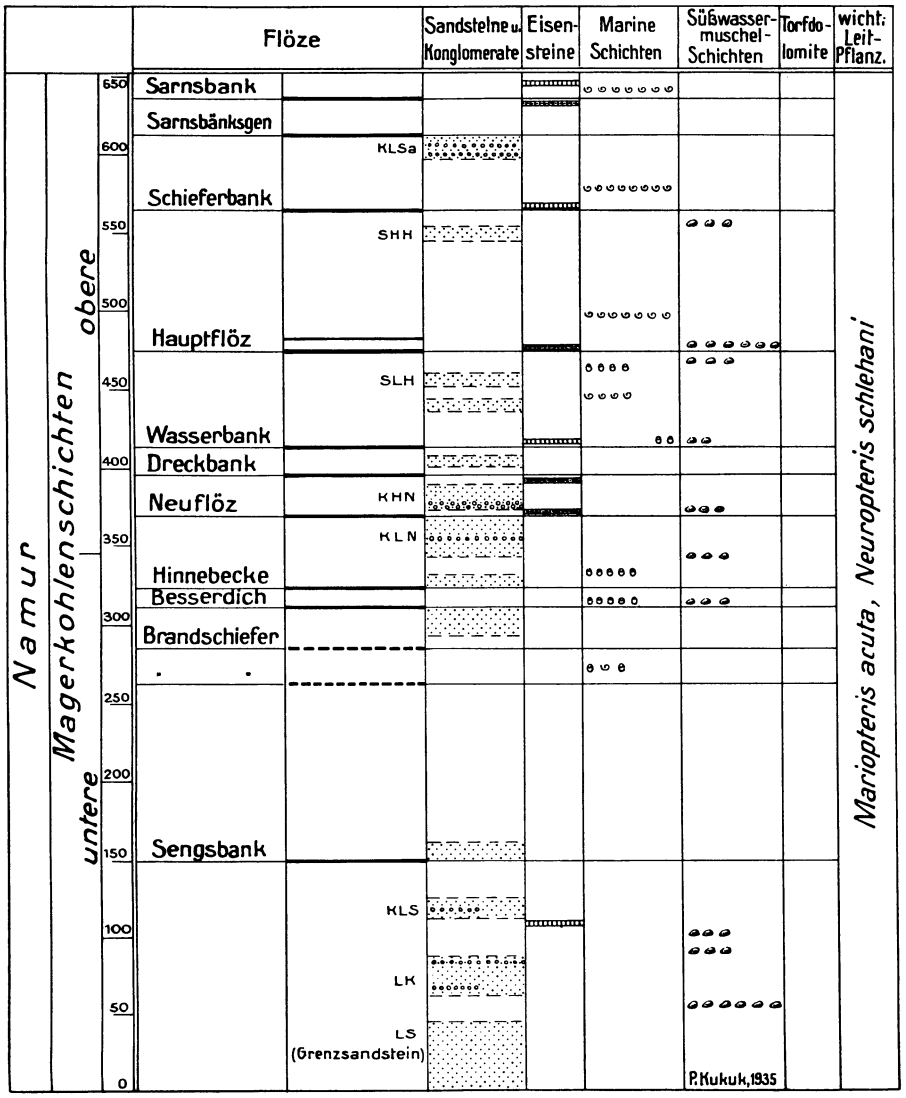


Abb. 180. Schematischer Schnitt durch die Magerkohlenschichten. (Schichtenmächtigkeiten nach dem Profil der Zeche Gottessegen und des Silscheder Tunnels.)

von Einzelaufschlüssen und Sondererscheinungen sowie die zu erwartenden Neuaufschlüsse weder erschöpfend noch abschließend sein kann, braucht kaum betont zu werden. Es wird Aufgabe späterer Untersuchungen sein, das vertikale Aufbaubild durch ausgedehnte Faziesbilder in der Horizontalen zu ergänzen.

Zwecks Gewinnung einer besseren Übersicht habe ich die wichtigsten Ergebnisse meiner Untersuchungen, soweit sie allgemeine Bedeutung besitzen, in sechs für den besonderen Zweck des Buches neu entworfenen Normalprofilen durch die verschiedenen flözführenden Schichtengruppen niedergelegt (vgl. Abb. 180, 183, 185, 191, 192 u. 194).

In dieses neue stratigraphische Gesamtbild sind neben den insbesondere in den Arbeiten von Oberste-Brink und Bärtling festgehaltenen Beobachtungen auch die Einzelergebnisse der in einer Reihe von mir gestellter Examensarbeiten für die Diplom-Bergingenieurprüfung unter meiner Anleitung neu aufgestellten Schichtenschnitte vieler Zechen des Ruhrbezirkes mitverwertet.

Hinsichtlich der für jede Einzelzeche in Betracht kommenden Sonderverhältnisse sei auf das Normalprofil der betreffenden Zeche selbst verwiesen.

A. Die Magerkohlenschichten (Namur).

Aus der vergleichenden Betrachtung der Profile der Magerkohlengruben geht deutlich hervor, daß sich die Ablagerungen der Magerkohlen sowohl in ihrer Gesamtschichtenmächtigkeit als auch in ihrer Ausbildung im Streichen verhältnismäßig nur wenig verändern. Anders verhalten sich diese Schichten in der Richtung von S nach N. Hier machen sich nicht nur erhebliche Unterschiede in der Mächtigkeitsentwicklung (Oberste-Brink 1930), sondern auch in der Fazies geltend (Keller 1936). Naturgemäß zeigt auch die Ausbildung der Flöze in diesem Sinne gewisse Änderungen. In erster Linie fällt eine gewisse Verarmung an bauwürdiger Kohle von SO nach NW, verbunden mit einer bestimmten Veränderung der Kohlenreife, in die Augen, wenngleich über die Ausbildung der Magerkohlenschichten in den nördlichsten Teilen unseres Bezirkes infolge ihrer zu großen Tiefenlage nur sehr wenig bekannt ist.

Kennzeichnend für die Magerkohlenschichten (s. Abb. 180) ist jedenfalls ihre durch das regelmäßige Auftreten leitender Horizonte — wie marine Schichten, aushaltende Sandsteinbänke und Konglomeratzonen u. a. — ermöglichte scharfe Unterteilung, die es mit sich bringt, daß sich auch die Mehrzahl der hier erscheinenden Flöze durch den ganzen Ruhrbezirk ohne Schwierigkeiten verfolgen läßt. Man kann daher sagen, daß die Schichten der Magerkohle (einschließlich ihrer Flöze) die am gleichmäßigsten ausgebildeten aller Kohlenhorizonte des Ruhrbezirkes sind.

Vom Hangenden zum Liegenden kennen wir in den Magerkohlenschichten nebenstehende Flöze:

Obere Magerkohlenschichten	Flöz Sarnsbank
	Flöz Sarnsbänksgen
	Flöz Schieferbank
	Flöz Hauptflöz
	Flöz Wasserbank
	Flöz Dreckbank
	Flöz Neuflöz
Untere Magerkohlenschichten	Flöz Hinnebecke
	Flöz Besserdich
	Flöz Sengsbank

1. Die Unteren Magerkohlenschichten.

Die rd. 350 m mächtige Ablagerung der unteren Magerkohlenschichten wird durch eine vorwiegend schiefrig ausgebildete Zone über Flöz Sengsbank in zwei an konglomeratischen Sandsteinen reiche, flözführende Teile gegliedert. Die unterste Zone birgt als einziges das tiefste und älteste Flöz Sengsbank. Die obere Abteilung führt die Flöze Besserdich (= Flöz Albert auf Zeche Bergmann und Flöz Wilhelm auf Zeche Schöne Aussicht) und Hinnebecke (= Flöz Batavia auf Zeche Schöne Aussicht). Alle drei Flöze zeigen im Liegenden einen ausgesprochenen „Wurzelboden".

Ob, wie gelegentlich behauptet wird, in verschiedenen Schürfen des Ostens — stellenweise rd. 10—15 m im Hangenden des liegendsten Flözes Sengsbank — noch ein weiteres unbauwürdiges Flöz (Flöz Einnahme von Paris) auftritt, läßt sich nicht mehr mit Sicherheit nachprüfen.

Von den drei tiefsten Flözen ist das Flöz **Sengsbank** (= Flöz Kaisbergbank bzw. Schlebusch) mit 0,50—1,60 m (einschließlich Bergmittel) das am stärksten entwickelte und daher früher meist gebaute Flöz gewesen. Aber auch die beiden höheren Flöze: Flöz **Besserdich** (mit rd. 0,50 m) und Flöz **Hinnebecke** (mit rd. 0,30 m Kohle) wurden stellenweise (wie auf Zeche Deutschland) ausgewonnen.

Nach Beobachtungen an verschiedenen Aufschlüssen nimmt die Mächtigkeit des Flözes Sengsbank von S nach N derart ab, daß es in der Bochumer Mulde und am Wattenscheider Sattel nicht mehr nachzuweisen ist (Keller 1934), während die Flözgruppe Besserdich-Hinnebecke noch bis in die Bochumer Mulde vorstößt.

In früheren Jahren sind die drei tiefsten Flöze des Oberkarbons (oder wenigstens das eine oder andere derselben) unter den verschiedensten Namen in der Gegend von Witten, Wetter, Herdecke, Herzkamp und Haßlinghausen (auf dem Südflügel der Herzkämper Mulde) durch zahlreiche Schürfarbeiten und kleine Stollenbetriebe bekannt geworden. Alle — auch in den Zeiten besonderer Konjunkturverhältnisse — ausgeführten Versuche haben jedoch zu nennenswertem Abbau dieser meist schlecht entwickelten Flöze an keiner Stelle Veranlassung gegeben. Bestand doch z. B. in der Gegend von Wetter das seinerzeit in Bau genommene Flöz Sengsbank nach meiner Feststellung vorwiegend aus blätterteigartigem, Toneisensteinknollen führendem Brandschiefer mit ± dicken Kohlenzwischenlagen. Der Stückkohlenfall, wenn man von einem solchen über-

haupt reden kann, war hierdurch erheblich beeinträchtigt und betrug schätzungsweise nur wenige Prozent. Auf die Dauer erwies sich daher das Flöz als unbauwürdig. Ebenso sind die in den Jahren des Ruhrkampfes an manchen anderen Stellen auf diesen Flöze umgegangenen Abbauversuche (wie auf den Kleinbetrieben Heller Mittag, Eulalia und Hortensia), die infolge der an die Güte der Kohle gestellten geringen Ansprüche einen vorübergehenden Bergbau ermöglichten, nach Eintritt normaler Verhältnisse wieder eingestellt worden.

Der Gehalt der Kohle dieser Flöze an flüchtigen Bestandteilen ist gering. Eine Analyse des liegendsten Flözes auf der Zeche Königsborn III/IV (Sengsbank?) ergab nach WISSELMANN 7,17% Gas (bei 11,9% Asche).

Jedenfalls haben alle drei Flöze (Sengsbank, Besserdich und Hinnebecke) wegen ihrer ziemlich ungleichmäßigen Entwicklung und ihrer vielfach vorhandenen starken Unreinheit heute keine wirtschaftliche Bedeutung mehr.

Wegen des nur gelegentlich geführten und dann sehr bescheidenen Bergbaubetriebes auf diesen Flözen ist das vollständige Profil der tiefsten Schichten der Magerkohle von seiten des Bergbaues aus kaum bekannt geworden. Teilaufschlüsse in diesen Schichten finden sich u. a. auf den Zechen Königsborn III/IV, Alter Hellweg (bei Unna), Gottessegen, Caroline und Alte Haase.

Alle früheren Aufschlüsse auf den Zechen Unna, Freiberg, Margarethe, ver. Bickefeld, Schürbank und Charlottenburg, Freie Vogel und Unverhofft, Bergmann, ver. Goeben (bei Witten), Deutschland, Blankenburg, Victoria (bei Kupferdreh), Adler, Pauline u. a. sind heute nicht mehr zugänglich.

Über die unter Tage gemachten Aufschlüsse in dieser Zone sei noch bemerkt, daß ein Untersuchungsquerschlag auf Zeche Königsborn III/IV (3. Sohle nach S) Schichten unterhalb von Flöz Wasserbank in einer Mächtigkeit von rd. 100 m erschloß, wobei unmittelbar unterhalb des Neuflöz-Konglomerates drei unbauwürdige Flöze von 0,30 K, 0,12 K und 0,30 K überfahren wurden. Von diesen sind die zwei obersten als Hinnebecke und Besserdich und deren tiefstes als Sengsbank angesprochen worden. Meines Erachtens muß es im Hinblick auf den geringen Schichtenabstand des liegendsten Flözes von den beiden hangenden noch zweifelhaft bleiben, ob das letzte Flöz wirklich schon Flöz Sengsbank darstellt.

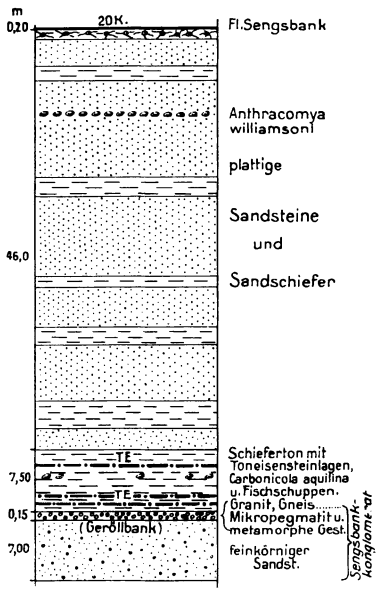


Abb. 181. Schematisches Profil des Eisenbahneinschnittes bei Wengern. (Entworfen nach KELLER 1936.)

Über Tage ist dieser Schichtenschnitt stellenweise etwas besser bekannt geworden. Gute Aufschlüsse in diesen Ablagerungen boten sich am Silscheder Tunnel und in dem von KELLER (1936) näher untersuchten Profil bei Wengern (s. Abb. 181).

Bemerkenswert ist, daß die drei letztgenannten Flöze bei Werden und Kettwig überhaupt nicht mehr entwickelt sind. WUNSTORF sieht für dieses Gebiet schon eine 70—80 m unter Flöz Neuflöz gelegene Werksandsteinbank (KLN) als untere Grenze des Flözführenden an.

Unter den stratigraphisch wichtigen Schichten dieser Gruppe sind neben den zahlreich vertretenen Sandsteinbänken die Konglomerate zu erwähnen. Als tiefster Leithorizont muß der etwa 90 m im Liegenden des Flözes Sengsbank einsetzende, stellenweise quarzitische Grenzsandstein (LS) angesehen werden, der sich vielorts als guter Kartierungshorizont von den Schiefertonen des oberen Flözleeren (Ziegelschieferzone) abhebt (s. Abb. 180). Er wird im Hangenden von dem eigentlichen Sengsbänker Konglomerat (LK), einem mächtigen, vorwiegend im hangenden Teil konglomeratisch ausgebildeten und stellenweise groben Sandstein begleitet, der etwas weiter nördlich in der Bochumer Mulde nur noch aus Sandstein besteht. Zwischen diesem LK-Konglomerat und dem Flöze Sengsbank schiebt sich in der Gegend von Wetter und anscheinend auch im O noch das sog. Kaisberg-Konglomerat bzw. Königsborner Konglomerat (KLS) ein (s. Abb. 180), dessen Gerölle nach W an Größe abzunehmen scheinen. Im Silscheder Tunnel ist es schon nicht mehr festgestellt worden.

Das Sengsbank-Konglomerat (LK) läßt sich als stark heraustretende Geländekante an vielen Stellen in dem Gebiete zwischen Herzkamp und Unna sowie in allen hinreichend tiefen Schürfen und Aufschlüssen nachweisen, so z. B. im Silscheder Tunnel, im Einschnitt bei Wengern, an der Straße Wetter-Herdecke, am Kaisberg, an der Hohensyburg u. a. a. O. Kennzeichnend für die Ausbildung des LK-Konglomerats ist das Vorkommen von Geröllen aus „Eruptivgesteinen und kristallinen Gesteinen“ (BÄRTLING 1925, KELLER 1936). Nach NW geht das LK-Konglomerat in Grauwackenbänke über. In der gleichen Richtung

verändert sich auch die Fazies des Grenzsandsteins (LS). Schon in der Wittener Mulde wird er quarzitisch, um in der Bochumer Mulde völlig zu verschwinden.

Weiter nach dem Hangenden sind fast durchweg vertreten der bekannte, dünnplattige, rd. 15 m mächtige feste Sandstein im Liegenden des Flözes Besserdich sowie eine dickplattige Sandsteinbank im Hangenden des Flözes Hinnebecke, etwa 70—80 m unter Neuflöz (s. Abb. 180).

Dieser Sandstein dürfte nach C. SCHMIDT (1923) dem Grenzsandstein entsprechen, mit dem WUNSTORF (1922) in der Gegend von Kettwig das Flözführende beginnen läßt.

Als weitere Leitmerkmale sind dann einige marine Schichten zu erwähnen. Von diesen zählte schon CREMER (1903) drei Horizonte auf, die sich bei 70, 165 und 210 m über dem liegendsten Konglomerat der Zeche Königsborn befinden sollen.

Leider kann die genaue Lage dieser Schichten nicht mehr mit Sicherheit festgestellt werden. Die höchste ist auf Zeche Königsborn I bei Unna bekannt geworden. Der heute nicht mehr aufgeschlossene, etwa 4—5 m mächtige marine Horizont soll zahlreiche kugelige Konkretionen mit Resten von *Goniatites listeri* (?) und spärlichen anderen Tierresten geführt haben. Er soll außerdem noch auf der schon seit langem auflässigen Zeche Dachs und Grevelsloch nachgewiesen worden sein. Etwas höher hat WISSELMANN eine weitere marine Schicht beobachtet, und zwar auf den Zechen Margarethe sowie Freie Vogel und Unverhofft, die vorwiegend Linguliden, *Discina nitida, Nucula gibbosa* und *Bellerophon uri* führen soll[1]. Möglicherweise entspricht sie einer von mir in diesem Niveau auf der stillgelegten Zeche Franziska (Witten) festgestellten marinen Schicht.

Von C. SCHMIDT (1923) sind noch zwei weitere marine Horizonte angegeben worden, und zwar je einer über den Flözen Besserdich und Hinnebecke mit Linguliden, Lamellibranchiaten und Gastropoden. Nach H. SCHMIDT soll das häufigste Fossil der *Reticuloceras superbilingue* sein. Süßwassermuscheln sind an mehreren Stellen beobachtet worden.

BÄRTLING erwähnt ein Süßwassermuschelvorkommen unterhalb eines Konglomerats (Kaisberg-Konglomerat? bei rd. 90 m unter Flöz Sengsbank) auf dem Kleff bei Herdecke, das auch ich gesehen habe. Dieses soll die tiefste Süßwassermuschelschicht des flözführenden Karbons im engeren Ruhrrevier sein. Auch in Südlimburg soll die tiefste Süßwassermuschelschicht in der oberen Epengruppe auftreten.

Weiter östlich, im Gebiet der Sorpe-Talsperre, habe ich jedoch noch im mittleren bis unteren Flözleeren Süßwassermuschelreste gefunden, deren genaue stratigraphische Lage wegen der Eintönigkeit der Schichtenfolge leider nicht festzulegen war.

Andere Süßwassermuschelschichten sind unterhalb von Flöz Sengsbank (s. Abb. 180) sowie in dem Mittel zwischen den Flözen Besserdich und Hinnebecke (auf Zeche Bergmann, Gottessegen und a. a. O.) sowie zwischen den Flözen Hinnebecke und Neuflöz beobachtet worden.

2. Die Oberen Magerkohlenschichten.

In den rd. 250 m mächtigen oberen Magerkohlenschichten kann man vier Flözgruppen ausscheiden. Es sind dies vom Hangenden zum Liegenden die:

Sarnsbankgruppe . . .	Flöz Sarnsbank Flöz Sarnsbänksgen	Wasserbankgruppe . .	Flöz Wasserbank Flöz Dreckbank Flöz Neuflöz
Schieferbankgruppe .	Schieferbankflöze		
Hauptflözgruppe . . .	Flöz Hauptflöz und Nebenflöz		

Die unterste der vier Flözgruppen ist durch eine sehr konglomeratreiche, arkoseartige Sandsteinzone unterhalb von Flöz Wasserbank (KLN bzw. KHN) gekennzeichnet, die als einer der wichtigsten Leithorizonte der Magerkohlenschichten gilt. In ihr sind gewissermaßen die Flöze Neuflöz und Dreckbank eingebettet. Dabei ist Flöz Neuflöz von einer Konglomeratzone unmittelbar unter- und überlagert. Im einzelnen sei folgendes ausgeführt:

Flöz **Neuflöz** (= Flöz Bernadotte der Zeche Bergmann und Flöz Schöne Aussicht der Zeche Schöne Aussicht) ist in der Herzkämper Mulde sowie im W und in der Mitte der Wittener Mulde mit 0,40—0,60 m Kohle meist bauwürdig entwickelt. Dort wurde es stellenweise lebhaft gebaut. Über die Wittener Mulde hinaus wird das Flöz gegen NW, SW und nach O immer dünner. In der Essener Mulde ist es schon völlig verschwunden.

Beträgt seine Mächtigkeit z. B. auf Zeche Langenbrahm (Bochumer Mulde) noch rd. 0,36 m, so ist sie auf Zeche Victoria im Deilbachtal (Bochumer Mulde) auf 0,06 m Kohle gesunken. Am Kahlenberge bei Mülheim

[1] Bezüglich der Fossilführung der marinen Schichten im einzelnen sei auf den Beitrag von H. SCHMIDT (Abschnitt IV, B) verwiesen. Im nachstehenden sind zur Kennzeichnung der Schichten jedesmal nur einige wichtige Fossilien aufgeführt.

(Essener Mulde) wird das Flöz nur noch durch einen Wurzelboden vertreten. Auch im O, im Felde der Zeche Königsborn I/II (Wittener Mulde), ist es nicht mehr vorhanden.

Mit 5—22 m Abstand folgt nach dem Hangenden zu das nur relativ bauwürdige Flöz **Dreckbank.** Auch dieses Flöz scheint im östlichen Teil der Wittener Mulde nicht mehr ausgebildet zu sein.

Wie schon der Name sagt, liegt hier ein meist unreines Flöz von stark wechselnder Mächtigkeit vor. Nach den alten Grubenbildern beträgt sie z. B. 0,78 m (einschließlich Bergemittel) auf der ehemaligen Zeche Ver. Aufgottgewagt und Ungewiß, 0,40 m im Deilbachtal, 1,5 m auf den Zechen Pauline, Ver. Sekretarius Aack und Wiesche und 0,93 m auf Zeche Gottessegen. In der Essener Gegend soll es sogar mächtiger als das hangende Flöz Wasserbank sein. Wegen seiner Unreinheit hat man es jedoch nur selten (wie auf den Zechen Barmen und Alter Hellweg) gebaut.

Das hangendste Flöz dieser Gruppe, das Flöz **Wasserbank,** ist als das bestentwickelte der drei Flöze anzusprechen. Trotz Einlagerung von einem oder mehreren Bergemitteln steht das 0,30—1,70 m mächtige Flöz auf vielen Zechen (z. B. auf den Herbeder Steinkohlenbergwerken und auf Zeche Alte Haase) noch heute in Bau. Weiter nach N nimmt die Mächtigkeit von Flöz Wasserbank ständig ab und mißt am Wattenscheider Sattel (auf Zeche Wiesche) nur noch 0,18 m.

Der Gasgehalt seiner Flözkohle schwankt sehr und bewegt sich in der Wittener Mulde in der Richtung von W nach O zwischen 6,9% (Zeche Pauline), 14,1% (Zeche Gottessegen) und 14,3% (Zeche Caroline). Auffallenderweise steigt der Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen auf der am Südrande der Herzkämper Mulde gelegenen früheren Zeche Deutschland auf 16—17% an. Hier ist die Kohle sogar backfähig.

Im Flözhangenden liegt örtlich eine Süßwassermuschelschicht, die nach KELLER (1934) stellenweise (wie auf Zeche Langenbrahm I/III) auch *Lingula mytiloides* führen soll. Weiter im Hangenden findet sich eine marine Schicht, deren Abstand vom Flöze auf Zeche Caroline 15 m, auf Zeche Trappe aber 40 m beträgt.

In dem schon erwähnten mächtigen Wasserbank-Neuflöz-Konglomerat (KHN und KLN) handelt es sich um eine meist harte, quarzkonglomeratische, grobe Sandsteinzone, die trotz des schnellen Wechsels in der Zusammensetzung der gut abgerollten Gesteinsbrocken (bald Quarz- und Kieselschiefer, bald Toneisensteingerölle, gelegentlich [wie auf Zeche Victoria] aber auch Kalk- und Dolomitgerölle) sehr beständig ist. Sie dient deshalb fast innerhalb der ganzen Ablagerung von O nach W, wenigstens soweit das Neuflöz aufgeschlossen ist, als Leitschicht.

In Richtung von SO nach W gehen die Konglomerate in geringmächtige Sandsteine über, während im O der Wittener Mulde die beiden Konglomeratbänke im Hangenden und Liegenden des Neuflözes zu einer einzigen konglomeratischen Sandsteinbank verschmelzen, wie z. B. auf Zeche Königsborn I, III/IV und Alter Hellweg. Hier ist das auf der früheren Zeche Schürbank und Charlottenburg noch 0,35 m mächtige Neuflöz völlig verschwunden. Noch weiter westlich, wie auf Zeche Victoria (Kupferdreh) und ganz im O (Schacht Mühlhausen der Zeche Unna) hat das Konglomerat seine Eigenschaft als solches verloren und ist nur mehr als quarzitischer Sandstein vertreten. Das Konglomerat ist im übrigen allgemein bekannt durch seinen Wasserreichtum, der dem Flöz auch den Namen gegeben hat.

Die in höheren Horizonten so bekannten Eisensteine spielen in dieser Zone noch keine wirtschaftliche Rolle.

Als tiefste Eisensteinschicht (Kohleneisenstein) ist das sog. Königsborner Flöz anzusehen, das zwischen Flöz Sengsbank und dem liegendsten Konglomerat (d. h. in einem Abstande von etwa 610 m von Flöz Mausegatt) aufgeschlossen gewesen sein soll.

Wie die Untersuchungen durch Tagesschürfe ergeben haben, tritt Kohleneisenstein aber auch an vielen anderen Stellen, und zwar entweder über oder kurz unterhalb von Flöz Sengsbank auf. Örtlich scheint er das Flöz Sengsbank vertreten zu haben, da in dem bestimmten Abstand über dem liegendsten Konglomerat statt eines Kohlenflözes wiederholt ein Eisensteinvorkommen nachgewiesen wurde.

Bekannter ist das sog. Herzkämper Eisensteinflöz.

Es vertritt stellenweise das Flöz Neuflöz und ist bei seiner fast 1 m betragenden Mächtigkeit früher auf verschiedenen Gruben der Herzkämper Mulde gebaut worden. Einen im Jahre 1905 erneut aufgenommenen Versuch hat man 1910 aufgegeben. Der mitten in der Kohle gelegene Eisensteinpacken führte rd. 29% Fe.

Ein drittes Vorkommen ist das Kirchhörder Eisensteinflöz, das nach älteren Anschauungen mit dem Herzkämper Eisensteinflöz ident sein sollte.

Wahrscheinlich handelt es sich aber um das zwischen Flöz Neuflöz und Flöz Wasserbank gelegene Flöz „Dreckbank". Der an Süßwasserresten der Gattungen *Carbonicola* und *Najadites* reiche Eisenstein (mit rd. 28% Fe) wird heute wieder auf der Zeche Gottessegen gebaut (Tagesförderung in 1937 rd. 200 t).

Mit etwa 70—85 m Abstand folgt dann im Hangenden die Hauptflözgruppe. Sie ist von den Wasserbankflözen durch die marine Schicht oberhalb des Flözes Wasserbank getrennt. Weitere kennzeichnende Schichten sind hier — mit Ausnahme eines nicht durchweg vorhandenen, örtlich plattig ausgebildeten Sandsteinhorizontes (SLH) im Liegenden des Hauptflözes — nicht bekannt.

Die fast durchweg vorhandene marine Schicht im Hangenden des Flözes Wasserbank liegt hier jedoch nicht unmittelbar über ihm, sondern 6—35 m höher, und zwar vielfach über einem dünnen Kohlenschmitzchen im Hangenden des eigentlichen Flözes. Sie führt neben Linguliden Lamellibranchiaten, Orthoceren, Nautiliden und Cephalopoden.

Die Hauptflözgruppe ist bezüglich der Ausbildung und Bauwürdigkeit ihrer Flöze starken Schwankungen unterworfen. Wir kennen hier das größtenteils bauwürdige Flöz **Hauptflöz** (0,60—2,30 m mächtig) und mehrere, über oder meist unterhalb des Hauptflözes gelegene schwache Kohlenstreifen. Örtlich wird es im Liegenden von einem bis zu 1 m mächtigen, unreinen Nebenflöz begleitet. Seine edelste Ausbildung zeigt das Flöz im SO und S des Bezirkes, z. B. im alten Sprockhöveler und Aplerbeck-Hörder Revier, aber auch noch in der Mitte des Bezirkes. Im W, wie in der Essen-Mülheimer Gegend, ist es meist nicht mehr bauwürdig.



Abb. 182. Toneisensteingeode mit eingeschlossenem Goniatitenrest aus der marinen Schicht über dem Hauptflöz auf der Zeche Humboldt. Aus KUKUK: Glückauf 1924. S.W.B.

Die Flözkohle ist vielfach reich an Schwefelkies. Ihr Gasgehalt ist nicht überall gleich und bewegt sich z. B. in der Wittener Mulde etwa zwischen 8 und 14%.

Entgegen der allgemeinen Regel ist der Gasgehalt der Kohle dieses Flözes im O der Wittener und Bochumer Mulde im allgemeinen niedriger als im W der Wittener Mulde.

Recht auffallend ist weiter die Tatsache, daß Flöz Hauptflöz und die benachbarten Flöze in der Herzkämper Mulde einen verhältnismäßig hohen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen aufweisen (wie auf der früheren Zeche Stock und Scherenberg), der es sogar ermöglichte, die Kohlen zu verkoken.

Durch sein rd. 15 m mächtiges Schiefertonhangendes mit einer stets vorhandenen, 1—3 m dicken, marine Fossilien führenden Schicht (mit *Agastrioceras carinatum* FRECH-SCHMIDT als Leitfossil) ist das Hauptflöz überall innerhalb des Bezirkes gekennzeichnet.

Neben diesem Cephalopoden finden sich meist verkieste Reste von Linguliden, Nuculiden, Posidonien und stellenweise (so auf der Zeche Unna bei Unna) noch von *Eumorphoceras superbilingue*. Es erscheinen weiter *Gastrioceras rurae* und *G. martini*. Auch diese seit alter Zeit bekannte marine Schicht liegt nicht immer unmittelbar über dem Flöz, sondern meist 10—20 m höher. Auf Zeche Gottessegen z. B. wurde sie erst bei rd. 20 m im Hangenden erkannt.

Kennzeichnend für diesen Horizont ist außerdem das Auftreten ungemein zahlreicher, faust- bis kopfgroßer, kugel- bis nierenförmiger Konkretionen (sog. „Dachsphärosiderite"), die in ihrem Inneren nicht selten gut erhaltene Fossilreste, insbesondere große Goniatiten, führen (s. Abb. 182). Ihre herausgewitterten Fossilien bilden die Schaustücke vieler Karbonsammlungen des Bezirkes.

Wirtschaftliche Bedeutung haben unter anderem die gelegentlichen Vorkommen von Eisensteinflözen, und zwar von „Kohleneisenstein- (Blackband-) Flözen" im Niveau des Hauptflözes.

Als wichtigstes Vorkommen gilt das meist aus zwei Packen bestehende, in Höhe des Hauptflözes gelegene „Neu-Hiddinghauser Eisensteinflöz", das hauptsächlich in der Sprockhöveler Gegend gebaut wurde. Auch das Nebenflöz im Hangenden des Hauptflözes führt Eisenstein. Es wurde früher unter dem Namen des „Dilldorfer Eisensteinflözes" gewonnen. Auf der Zeche Massen ist rd. 28 m unter dem Hauptflöz ein 0,5 m mächtiges Kohleneisensteinflöz mit rd. 33% Fe_2O_3 festgestellt worden.

Ein anderes Merkmal ist die rd. 40—70 m über dem Hauptflöz gelegene feste und feinkörnige, in der Mächtigkeit schnell wechselnde Sandsteinbank (SHH), die wie das Wasserbank-Konglomerat sich als Rücken im Gelände verfolgen läßt.

Weiter im Hangenden folgt dann, durch ein flözleeres Mittel von rd. 90—100 m Mächtigkeit getrennt, die **Schieferbankflözgruppe.** Ihre Flöze bestehen aus mehreren (1—4), vielfach unreinen und wenig mächtigen, meist ziemlich nahe zusammenliegenden und durchweg unbauwürdigen Kohlenstreifen. Höchstens ein Flöz dieser Gruppe kann örtlich als relativ bauwürdig angesehen werden.

Etwa 1—20 m über dieser Flözgruppe liegt der örtlich schlecht entwickelte marine Horizont mit Bellerophontiden, Zweischalern und Brachiopoden, ferner mit *Agastrioceras carinatum* und *Gastrioceras aff. crenulatum* sowie anderen, meist aber weniger gut erhaltenen fossilen Resten.

Östlich von Witten ist eines der Schieferbankflöze auf einer Reihe heute stilliegender Zechen als Eisensteinflöz aufgeschlossen gewesen, das aber kaum je gebaut worden sein dürfte.

Es folgt ein 10—20 m mächtiger, meist dickbankiger Sandstein (KLSa), der östlich von Aplerbeck konglomeratisch ausgebildet ist.

In einem Abstand von etwa 60—80 m begegnen wir über dieser Gruppe einer weiteren, aus zwei, stellenweise auch drei (vier) Flözen bestehenden Flözgruppe, der durch stark sandiges Nebengestein ausgezeichneten Sarnsbankgruppe (Sarnsbank 1, 2 und 3). Sie ist von den Schieferbankflözen durch das erwähnte flözleere Mittel und die marine Schicht getrennt. Gleichwie über den Schieferbankflözen liegt auch über dem höchsten Flöze der Sarnsbankgruppe ein durchweg entwickelter, 8—20 m mächtiger, fossilführender mariner Schieferton. Treten, wie es zumeist der Fall ist, zwei Flöze auf, so ist im allgemeinen nur das Hangendste, das sog. Flöz **Sarnsbank,** bauwürdig. Auch dieses Flöz schwankt sehr in seiner Mächtigkeit, und zwar etwa zwischen 0,15—1,80 m.

Das rd. 10 m darunter gelegene, meist geringmächtigere Flöz **Sarnsbänksgen** (Sarnsbank 1) wird wegen seiner Unreinheit seltener gebaut. Örtlich, wie z. B. auf Zeche Zollverein, ist dagegen das Flöz Sarnsbänksgen mächtiger als Sarnsbank, wenn auch nicht so rein. Stellenweise, so auf Zeche Tremonia, sind beide Flöze unbauwürdig, während in anderen Teilen des Bezirkes, wie im Essener Gebiet, sogar beide Flöze mit je 0,60—1,0 m gebaut werden.

In Höhe des Flözes Sarnsbänksgen liegt das altberühmte, früher bei Hattingen und Stiepel schwunghaft gebaute Fe-reiche „Hattinger Spateisensteinflöz", das einzige seiner Art im westfälischen Karbon.

Nach Battig (1908) vertritt das bis 1,45 m mächtige, linsenförmig ausgebildete Spateisensteinflöz, das nach Peters (1857) einen Gesamtmetallgehalt von 46% (Fe und Mn) aufweist, nicht das Flöz selbst, sondern liegt zwischen den Flözen Sarnsbank und Sarnsbänksgen. Auch im O, so auf den Zechen Königsborn III/IV und I, kennt man in der Höhenlage des Flözes Sarnsbank ein „Eisensteinflöz".

Unmittelbar unterhalb dieser Flözgruppe, und zwar im Liegenden des Flözes Sarnsbänksgen, liegt das schon erwähnte, auf zahlreichen Zechen festgestellte, 4—8 m mächtige Quarzkonglomerat (KLSa).

Das durch große Teile der Wittener Mulde zu verfolgende Konglomerat ist im O derselben (Königsborn III) durch die auffallende Gleichmäßigkeit der mittelgroben Körner und seinen starken Kaolingehalt ausgezeichnet. Weiter nach W wird es feinkörniger und ist im Muldenschluß der Wittener und Bochumer Mulde nur mehr als Sandstein entwickelt.

Unterhalb dieses Konglomerats findet sich stellenweise noch ein anscheinend unbauwürdiges Eisensteinflöz. Süßwasserreste sind in dieser Zone selten sowie nur örtlich, und zwar unmittelbar über Flöz Wasserbank und über Flöz Hauptflöz, beobachtet worden. Sie sollen stellenweise aber auch über Flöz Neuflöz und unterhalb des Flözes Hauptflöz vorkommen. Außer den schon genannten marinen Schichten sind auch noch „Lingulaschichten" festgestellt worden, die einmal unterhalb, ein andermal über dem Sandstein im Liegenden des Flözes Hauptflöz (SLH) liegen.

B. Die Eßkohlenschichten (Westfal A).

Wie die Magerkohlenschichten lassen sich auch die Eßkohlenschichten (s. Abb. 183) in zwei Stufen, die unteren und die oberen Eßkohlenschichten, unterteilen. Als Grenze zwischen beiden gilt die Unterkante des bekannten, mächtigen Finefrau-

Konglomerats. Gleich den Magerkohlenablagerungen zeichnen sich auch noch die Eßkohlenschichten innerhalb des ganzen Bezirkes durch ihre verhältnismäßig regelmäßige Entwicklung aus. Unter Heranziehung der gut auffindbaren Leitschichten (Konglomeratbänke und marine Horizonte) können auch hier die einzelnen Flöze mit hinreichender Sicherheit wiedererkannt werden.

Hinsichtlich des Verhaltens der Gesamtablagerung der Eßkohlenschichten zeigen sich jedoch schon Unterschiede gegenüber dem der älteren Schichten. So geht ihre Gesamtmächtigkeit in der Richtung von W nach O von rd. 500 auf rd. 400 m zurück. Insgesamt

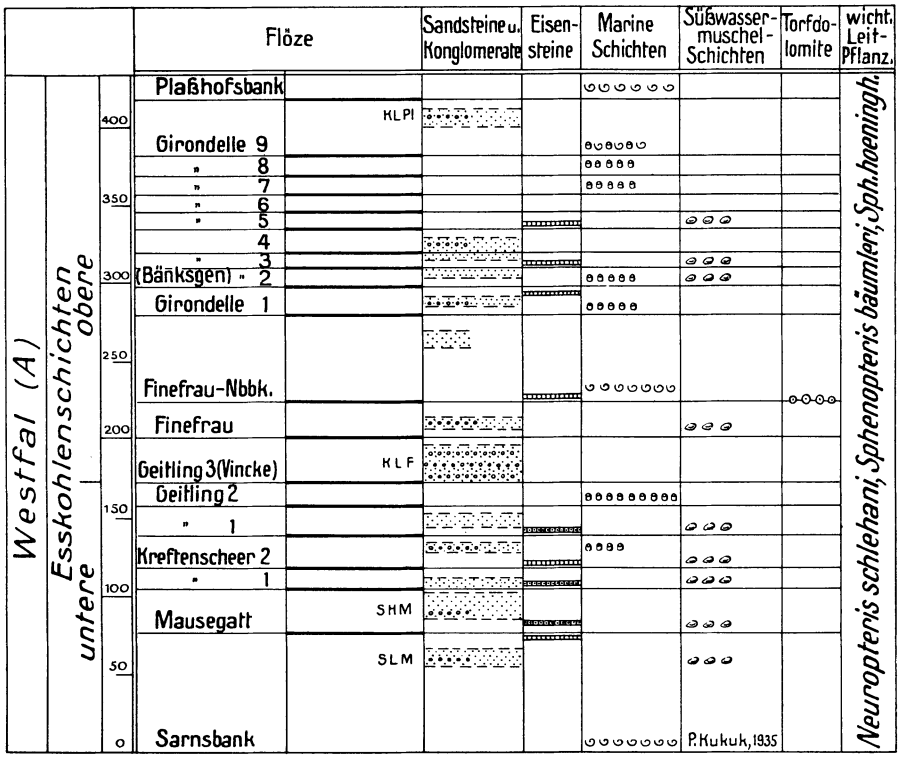


Abb. 183. Schematischer Schnitt durch die Eßkohlenschichten. (Schichtenmächtigkeiten nach dem Profil der Zeche Prinz Regent.)

birgt die Eßkohlengruppe rd. 17 Flöze, von denen etwa 7—9 Flöze bauwürdig sind. Sie werden im allgemeinen von O nach W schwächer.

In der Wittener Mulde zeigen dagegen die Flöze in der Richtung von W nach O eine Verschlechterung ihrer Ausbildung. Gleichzeitig sinkt in dieser Richtung — entgegen der allgemeinen Regel — auch der Gehalt der Flözkohle an flüchtigen Bestandteilen.

Die Namen der auf die beiden Zonen verteilten Eßkohlenflöze sind folgende:

Obere Eßkohlenschichten . { Flöz Plaßhofsbank; Flöze Girondelle 1—9; Flöz Finefrau-Nebenbank; Flöz Finefrau

Untere Eßkohlenschichten . { Flöze Geitling 1 und 2; Flöze Kreftenscheer 1 und 2; Flöz Mausegatt.

1. Die Unteren Eßkohlenschichten.

Der tiefere Teil dieser Schichtengruppe stellt die bergbaulich wichtigste Zone der Eßkohlen- bzw. der Magerkohlenschichten (nach alter Auffassung) dar. Mit der fossilreichen marinen Schicht über Flöz Sarnsbank setzen die unteren Eßkohlenschichten ein.

Die speckigen, dunklen und schwefelkiesreichen marinen Schiefertone liegen teils unmittelbar, teils 5—20 m über dem Flöz. Sie sind ausgezeichnet durch das erste Auftreten von *Gastrioceras subcrenatum*. Etwa 40 m über dem Flöz tritt eine zweite marine Schicht auf (C. SCHMIDT 1923). Die nach CREMER (1893) an Cephalopoden und anderen Resten (Nuculiden, Linguliden, Posidoniellen, Pectiniden u. a.) reiche und mehrere Meter mächtige, tiefere marine Schicht ist nach W. SCHMIDT (1926) im O der Wittener Mulde recht arm an Goniatiten und führt dort vorwiegend Linguliden. Kennzeichnend für die Ausbildung der marinen Fossilreste dieser Schicht ist ihr meist vorhandener Schwefelkiesüberzug.

Wie der marine Horizont über Hauptflöz führt auch die oberhalb der eigentlich fossilführenden Schicht über Flöz Sarnsbank gelegene Zone zahlreiche fossilführende Toneisensteinkonkretionen (Dachsphärosiderite) von Ei- bis Kopfgröße und größer.

Diese Sphärite treten so regelmäßig auf, daß man sie gewissermaßen als einen weiteren Leithorizont für Flöz Sarnsbank ansehen kann. Ein Sondermerkmal dieser Knollen ist unter anderem das nicht seltene Auftreten körperlich wohl ausgeprägter Gastrioceraten und in selteneren Fällen auch ± gut erhaltener Fischreste. Die Fossilführung der marinen Schicht umfaßt unter anderem *Gastrioceras subcrenatum* und *Gastrioceras listeri*. Die höher gelegene, zweite marine Schicht zeichnet sich durch ihren Reichtum an Brachiopoden *(Productus)* und Zweischalern aus (vgl. SCHMIDT, Abschnitt IV, B).

Als tiefstes Flöz dieser Gruppe gilt das rd. 70—90 m über Flöz Sarnsbank gelegene, bekannte und absolut bauwürdige Leitflöz **Mausegatt.** Es ist meist edel ausgebildet und schwankt in seiner Mächtigkeit etwa zwischen 0,40 und 2,30 m (Zeche Tremonia). Im Hauptteil des Bezirkes scheint seine Mächtigkeit von SO nach NW geringer zu werden.

Nicht selten liegen im Flöze Bergemittel, die örtlich aus Kohleneisenstein bestehen, so z. B. im Bereiche der Wittener Mulde. Hier wird stellenweise die Kohle durch einen Eisenstein von 0,60—1,50 m Mächtigkeit ganz oder teilweise vertreten, so daß Flöz Mausegatt dann, wie insbesondere auf der Zeche Freie Vogel und Unverhofft, fast ausschließlich als „Eisensteinflöz" (mit 30—35% Fe) gebaut wurde.

Gleich den Flözen weiter im Liegenden in der Wittener Mulde verschlechtert sich auch Flöz Mausegatt in der Richtung von W nach O durch Einlagerung von Bergemitteln.

Der Gasgehalt seiner Kohle bewegt sich innerhalb weiter Grenzen. Er beträgt rd. 8% auf Zeche Wilhelmine Mevissen, 5,6% auf Zeche Roland, 14% auf Zeche Blankenburg, 18% auf Zeche Franziska und 23,6% auf Schacht Beust. Nach WISSELMANN (1928) ist er mit 19,7% auf Zeche Holstein und mit 13,5% auf Zeche Königsborn III/IV festgestellt worden. Danach nimmt also der Gasgehalt im SW des Bezirkes im allgemeinen von WSW nach ONO zu, im östlichen Teil der Wittener Mulde dagegen in Richtung von W nach O ab.

Als leitend für Flöz Mausegatt muß der unterhalb des Flözes auftretende, durch „Driftschichten" gekennzeichnete, meist dickbankige und feste, feinkörnige Sandstein (SLM) angesehen werden, der hier rd. 20 m mächtig wird.

Dieser Sand wird vielfach unmittelbar von dem sog. „Schieferflöz" der Bergleute (KELLER 1929) unterlagert, das aus einem sehr bitumenreichen, der Kennelkohle äußerlich ähnlichen Tongestein besteht.

Stellenweise, wie in der Bochumer Mulde und auf dem Wattenscheider Sattel, setzt der bis 35 m mächtige Sandstein mit einer bis 0,30 m dicken Lage von Quarz-, Kieselschiefer- und Toneisensteingeröllen ein, die bis haselnußgroß werden. Etwa 5 m über Flöz Mausegatt und unterhalb Flöz Kreftenscheer 1 begegnen wir wieder einer rd. 20 m mächtigen Sandsteinbank (SHM), die auf mehreren Zechen der Wittener Mulde (z. B. Hamburg-Franziska) sowie im W der Bochumer Mulde an der Basis konglomeratisch entwickelt ist.

Es folgen die in ihrer Ausbildung einem starken Wechsel unterworfenen Gruppen der Kreftenscheer- und Geitlingflöze. Jede Zone ist meist mit zwei oder drei (bis 5), ± edlen Flözen ausgestattet, von denen mindestens je eines bauwürdig ist. Nicht selten scharen sich je zwei dieser Flöze, wie z. B. auf der Zeche Christian Levin. In Verbindung mit dem Flöz Mausegatt und der Finefraugruppe stellen diese Flöze, wie schon erwähnt, den wertvollsten bergbaulichen Teil der Eßkohlenschichten dar.

Im einzelnen führt die **Kreftenscheergruppe** durchschnittlich zwei, meist bauwürdige Flöze, und zwar Kreftenscheer 1 mit rd. 0,50 m und Kreftenscheer 2 (Trotz) mit bis 1,90 m Mächtigkeit.

Von diesen ist früher das Flöz 2 (unter anderem auf den Zechen Schürbank-Charlottenburg, Massen sowie auf Holstein) als Eisensteinflöz (Eiserner Heinrich) mit rd. 30% Fe gebaut worden. Im Jahre 1911 wurden noch rd. 10000 t gefördert.

Demgegenüber zählt die **Geitlinggruppe** häufig drei Flöze, von denen meist zwei, und zwar Flöz Geitling 1 und Flöz Mentor (2) mit je 0,30—1,70 m Mächtigkeit in Bau stehen. Das jüngste Flöz (Vincke) ist fast durchweg unbauwürdig. Es wird nicht

selten unmittelbar vom Finefrau-Konglomerat mit Erosionsdiskordanz überlagert. Weiter im O scheint dieses Flöz nicht mehr vorhanden zu sein.

Stellenweise zeigen diese Flöze in der Wittener Mulde eine weniger gute Entwicklung, so daß hier nur je ein Flöz gebaut werden kann. Von den Geitlingflözen z. B. ist dann nur noch Geitling 2 baulohnend. Auch bei diesen Flözen fallen die flüchtigen Bestandteile von W nach O ab, und zwar sinkt der Gasgehalt des Flözes Geitling von 20,3% (Zeche Holstein) auf 13,7% (Zeche Königsborn). Bemerkenswert für die Kohle dieser Flözgruppe ist ihr hoher Heizwert, der mit rd. 8800 W.E. angegeben wird und damit den höchsten Wärmewert aller Kohlen des Ruhrbezirkes darstellt.

Wegen dieser Eigenschaft und der besonders edlen (anthrazitischen) Beschaffenheit im W ist die Kohle dieser Flöze, vornehmlich von den Zechen Langenbrahm, Gottfried Wilhelm und Pörtingssiepen (und früher von Johann Deimelsberg), als sog. „Anthrazit" sehr gesucht.

Das Nebengestein dieser Flözgruppe zeigt — wie z. B. im Gebiete von Essen — eine vorwiegend sandige Ausbildung. Bedeutung für die Identifizierung dieser Flöze hat der Sandstein unterhalb von Flöz Geitling 1, der örtlich, so bei Unna und Witten, von Konglomeratlagen durchsetzt ist. Auch Flöz Geitling 1 und 2 werden vielfach durch eine Sandsteinbank getrennt.

Flöz Geitling 1 führt örtlich einen aus zwei Packen bestehenden Eisenstein als Bergemittel (Flöz Eiserner Heinrich), der früher als mächtiges Eisensteinflöz (z. B. auf der Zeche Stock und Scherenberg) in Bau stand. Der Eisengehalt des Rösterzes soll sich auf rd. 49% belaufen haben.

Aber auch das hangende Flöz Mentor tritt stellenweise als Eisensteinflöz auf, so auf den früheren Zechen Freie Vogel und Kurl.

2. Die Oberen Eßkohlenschichten.

Mit dem sehr kennzeichnenden, 15—45 m mächtigen konglomeratischen Sandstein im Hangenden des Flözes Geitling 2 bzw. Geitling 3 (unterhalb Flöz Finefrau), dem ebenso bekannten als wichtigen Finefrau-Konglomerat (KLF), beginnt die obere Abteilung der Eßkohlenschichten. In diesem durch den ganzen Bezirk verfolgbaren, dickbankigen und festen, kaolinreichen Sandsteinmittel liegen mehrere Quarzgeröllhorizonte, die etwa 20—40% des Sandsteins einnehmen können. Das konglomeratische Sandsteinmittel besitzt ganz allgemein eine große Festigkeit gegenüber der Verwitterung, so daß es fast überall dort, wo es zutage ausgeht, morphologisch als Bergrücken in Erscheinung tritt.

Die Komponenten des Konglomerats bestehen vorwiegend aus ± gut abgerollten, weißen Milchquarz- und (untergeordnet) Kieselschiefergeröllen, ferner aus flachen und eckigen Toneisenstein- und seltener aus Roteisensteingeröllen sowie zahlreichen kleinen, eckigen Kohlenbrocken. Die Geröllgröße schwankt zwischen der einer Erbse und einer Walnuß. Stellenweise ist nur der obere, meist aber der untere Teil des Sandsteins konglomeratisch ausgebildet. Dabei liegen die Gerölle nicht gleichmäßig verteilt, sondern zonenweise in mehr oder weniger mächtigen Schnüren bzw. Linsen, die auf alte Strömungsrinnen hindeuten, im Sande eingebettet.

Bisweilen ist das Konglomerat, besonders im Ausgehenden des Karbons, von Spalten ausgehend, rot gefärbt. Im allgemeinen sind die Gerölle des KLF-Konglomerats etwas kleiner und unregelmäßiger als die des höher gelegenen Konglomerats unter Flöz Sonnenschein. Durch die Größe und Ungleichmäßigkeit der Gerölle unterscheidet es sich auch von dem im allgemeinen feinkörnigeren und gleichmäßigeren Konglomerat unter Flöz Sarnsbank. Dagegen ist es dem Konglomerat unter Flöz Wasserbank wieder so ähnlich, daß es leicht damit verwechselt werden kann (s. Abb. 73).

Bemerkenswerterweise führt das Konglomerat auch einige auffallende Bestandteile, die möglicherweise dem südlichen Hinterlande nicht angehören, sondern fremden Ursprunges sind. So finden sich nach Leggewie (1932) als Gerölle im Steinbruch Holtey (bei Altendorf) neben größeren, grünen Körnern kristalline Schiefer (mit Quarz, sauren Plagioklasen und Chlorit), unverwitterte Feldspäte und Granitgerölle (mit sauren Plagioklasen und Mikroklin). Sehr bemerkenswert ist auch das von Wehrli (1935) besprochene Vorkommen eines graptolithenführenden, silurischen Kieselschiefergerölles aus diesem Horizont (s. Abb. 76).

Nach dem Hangenden zu folgt das meist bauwürdige und vielfach sogar edel ausgebildete Flöz **Finefrau** mit etwa 0,40—1,60 m Kohle. Dessen Gasgehalt nimmt im allgemeinen — der Regel entsprechend — von W nach O zu (Winter 1929).

Auf Zeche Langenbrahm führt die Kohle an flüchtigen Bestandteilen (auf Reinsubstanz berechnet) 9,3%, auf Dahlhauser Tiefbau 13,2%, auf Ver. Engelsburg 16,2%, auf Hörder Kohlenwerk 20,9%, um auf Zeche Königsborn III/IV wieder auf 12,3% zu sinken. Auf der Zeche Christian Levin hat sie 12—13% Gas. Dem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen nach ist die Kohle also teils eine Mager-, teils eine Eßkohle.

Örtlich ist in dem vielfach an Schwefelkies reichen Flöz ein Bergmittel bekannt geworden, das aus einem nicht bauwürdigen Kohleneisenstein besteht. Auf Zeche Alstaden treten in diesem Niveau sogar 2—4 schwache Eisensteinflöze auf.

Das Hangende des Flözes Finefrau ist durch eine an Pflanzen reiche Schiefertonbank gekennzeichnet, die nach LEGGEWIE (1932) völlig mit der von JONGMANS über Flöz Finefrau in Holland beobachteten Pflanzenbank übereinstimmt und deren einzelne Arten schon stark an die Ausbildung der Planzen in der Fettkohle erinnern.

Weiter im Hangenden — in einem Abstande von 5—20 m — trifft man auf das meist geringmächtige, unreine und daher selten bauwürdige Flöz **Finefrau-Nebenbank** (mit rd. 0,20—1,30 m Mächtigkeit). Nur in einem Falle wächst seine Dicke auf 2,50 m an. Statt des einen Flözes Finefrau-Nebenbank erscheinen unter anderem auf den Zechen Waltrop und Christian Levin zwei selbständige Flöze.

Auf manchen Gruben ist das oben erwähnte Mächtigkeits- und Bauwürdigkeitsverhältnis der beiden Flöze umgekehrt. In solchen Fällen pflegte früher das am besten ausgebildete Flöz als Flöz Finefrau bezeichnet zu werden. Örtlich kann sogar statt der beiden Flöze nur noch eines entwickelt sein.

Ein einwandfreies Kennzeichen des Flözes Finefrau-Nebenbank ist das Auftreten der sog. Torfdolomite (strukturzeigende dolomitische Konkretionen), die allerdings nur örtlich in der Kohle des Flözes beobachtet werden (s. Abb. 184). Meist unmittelbar im Hangenden dieses Flözes, bisweilen auch bis zu 10 m darüber (wie an der neuen Verbandstraße Essen-Heisingen) folgt der fast durch den ganzen Bezirk nachgewiesene und eigentlich immer sehr fossilreiche, bis 12 m dicke, marine Schieferton. Das leitende Zonenfossil ist hier der ziemlich allgemein vertretene *Gastrioceras kahrsi (= circumnodosum)*.



Abb. 184. Torfdolomite in der Unterbank des Flözes Finefrau-Nebenbank (Zeche Schnabel ins Osten).

Außer diesen Resten finden sich noch *Gastrioceras macrocephalum*, ferner meist verkieste Vertreter von *Pecten, Bellerophon, Productus, Discina, Myalina, Posidonomya* u. a., sowie einige Fischreste. Der durchweg recht feinkörnige, oft dunkle marine Schieferton enthält neben zahllosen Schwefelkiesknöllchen und Ausscheidungen von Gips auf Kluftflächen örtlich auch noch fossilführende Toneisensteinkonkretionen (Dachsphärosiderite). Letztere finden sich hier aber nicht mit der gleichen Regelmäßigkeit wie über den Flözen Sarnsbank und Hauptflöz. Außerdem sind sie durchweg kleiner.

Etwa 60 m über Flöz Finefrau-Nebenbank soll sich ein weiterer mariner Horizont befinden, der aber nicht immer entwickelt zu sein scheint.

Stellenweise, so in der Essener Gegend, wird unmittelbar über dem Flöz ein Pflanzenhorizont beobachtet.

Ganz im O der Wittener Mulde (östlich der Zeche Massen) scheint das Flöz Finefrau-Nebenbank als solches überhaupt nicht mehr vorhanden zu sein. Dort, wo das Flöz Finefrau-Nebenbank fehlt, überlagert die marine Schicht unmittelbar das Flöz Finefrau.

Durch eine flözleere Zone getrennt, folgt über der Finefraugruppe die flözreiche Gruppe der **Girondelleflöze** mit 1—5, stellenweise sogar 9 Flözen. Von diesen erreichen jedoch meist nur 2—3 Flöze der unteren Gruppe eine bauwürdige Mächtigkeit. Zahl und Bauwürdigkeit der Einzelflöze wechseln auf den Zechen schon innerhalb kurzer Entfernungen. Nicht selten treten an Stelle der einzelnen Flöze Kohlenschmitzen, Drifthorizonte oder Wurzelbänke auf, so daß es stellenweise unmöglich ist, die vielen Flöze oder ihre Äquivalente nach der Einheitsbezeichnung richtig zu identifizieren (vgl. weiter unten).

Liegen die tieferen Flöze der Girondellegruppe in einem sandigen Horizont, so ist das Nebengestein der hangenden Girondelleflöze vorwiegend schiefrig ausgebildet. Sandsteinbänke können jedoch nicht als seltene Erscheinungen gelten. Man kennt sie unterhalb der Flöze Girondelle 5, Girondelle 3 und Girondelle 1. Örtlich zeigen die Sandsteine unter Flöz Girondelle 5 sowie unter Girondelle 1 sogar eine konglomeratische Ausbildung, wie in der Gegend von Essen, Witten und Dortmund.

Eisensteinflöze sind gleichfalls vertreten, und zwar unter anderem in der Gegend südlich Essen. Hier führt eines der Girondelleflöze (vermutlich Girondelle 4) einen bis 0,60 m mächtigen bauwürdigen Kohleneisensteinpacken mit rd. 25—30% Fe. Die Zeche Ludwig bei Rellinghausen baut heute das Flöz, dessen Profil das folgende ist: 0,50—0,65 Eisenstein, 0,55—0,70 m Berge, 0,32—0,35 m Kohle.

Über den Girondelleflözen bzw. im Liegenden des nächsthöheren Flözes (Plaßhofsbank) hat man auf manchen Zechen noch einen feinkörnigen, stellenweise konglomeratischen Sandstein (KLPl) festgestellt (so z. B. auf Zeche Emscher-Lippe und Zeche General Blumenthal), der jedoch meist nur als reiner Sandstein vorhanden ist.

Den Abschluß der oberen Eßkohlen bildet das durch eine Goniatiten führende marine Schicht im Hangenden gekennzeichnete Flöz **Plaßhofsbank.** Wegen seiner leitenden Merkmale hat man diesen Horizont als Grenzschicht gegenüber der Fettkohlengruppe gewählt. Das meist unbauwürdige Flöz bewegt sich in seiner Mächtigkeit zwischen 0,15 und 1,00 m. Lange Zeit war seine genaue Erkenntnis sehr erschwert. Erst durch den Nachweis des marinen Horizontes im Hangenden dieses Flözes durch den Verfasser (KUKUK 1923) sowie die weiteren Untersuchungen durch BRUNE (1930) konnte das Flöz genau erkannt werden. Heute ist mit der Feststellung dieses Horizontes auf zahlreichen Zechen auch der Name des Flözes klargelegt.

Neue Untersuchungen haben im übrigen noch weitere, vorwiegend „Linguliden" führende, marine Schichten erkannt.

So sind solche zuerst von BRUNE (1930) über dem obersten Girondelleflöz unterhalb Flöz Plaßhofsbank (= Flöz Girondelle 9) nachgewiesen worden, ferner örtlich über Flöz Girondelle 8 und Flöz Girondelle 7 sowie über Flöz Girondelle 2 und 1 (Zeche Zollern). LEGGEWIE (1933) fand eine Lingulidenschicht über Girondelle 2 auf Zentrum IV/VI. Die gleichen marinen Horizonte über den höheren Girondelleflözen habe ich auf der Zeche Königsborn III/IV beobachtet.

Auch Süßwassermuscheln sind festgestellt worden. Zu erwähnen sind die Schichten über Flöz Girondelle 7 und 5 (Zeche Prinz Regent), über Girondelle 3 (Hubert und Zentrum), über Flöz Geitling 1 (Prinz Regent), über Flöz Kreftenscheer 1 (Katharina), unmittelbar über Flöz Finefrau (Zechen Waltrop, Christian Levin, Langenbrahm u. a.), ferner im Hangenden des Flözes Girondelle 2 (Zechen Königsborn III/IV und Bonifacius).

Da die Girondeller Flözgruppe stratigraphisch erst auf wenigen Schachtanlagen planmäßig durchgearbeitet ist, kann über die leitende Bedeutung der oben erwähnten marinen Schichten, Süßwasserhorizonte und anderen Merkmale noch nicht viel mit unbedingter Sicherheit gesagt werden.

Eisensteinablagerungen kennt man in dieser Zone weniger.

Über ein Vorkommen in den tieferen Girondelleflözen, das früher schwunghaft gewonnen wurde und auch heute wieder in Bau steht, wurde schon oben berichtet. Die genaue Lage der anderen Vorkommen ist kaum mehr mit Sicherheit zu ermitteln. Ein eisenarmer, aber sehr karbonatreicher Eisenstein fand sich z. B. als Bergmittel in Flöz Finefrau-Nebenbank der Zeche Wiesche. Seine Analyse ist im alten Sammelwerk (S. 60) niedergelegt worden.

C. Die Fettkohlenschichten (Westfal A).

Wie schon oben erwähnt, beginnen die Fettkohlenschichten (s. Abb. 185) im Liegenden mit der marinen Schicht über Flöz Plaßhofsbank und endigen im Hangenden mit dem alten Leitflöz Katharina (einschließlich). Die Gesamtmächtigkeit der Fettkohlenschichten erreicht gegenüber der der alten Begrenzung durch Flöz Sonnenschein ein um rd. 120 m höheres Ausmaß. Die Zahl der größtenteils bauwürdigen Flöze schwankt zwischen 15 und 30 mit rd. 15—30 m Kohle. Von besonderer Bedeutung ist, daß die Mächtigkeit der baulohnenden Fettkohlenflöze im allgemeinen nicht unerheblich größer ist als die der älteren Eß- und Magerkohlenflöze. Sie bewegt sich im Durchschnitt zwischen 0,9—1,2 m. Nur gelegentlich steigt die Mächtigkeit einzelner Flöze auf 2 m und mehr an. Trotz ihrer im allgemeinen starken Häufung innerhalb der Schichtenfolge sind die Flöze im einzelnen doch nicht so regelmäßig verteilt. Haben die meist mächtigen Flöze der unteren Fettkohlenschichten vorwiegend größere Abstände voneinander, so folgen die vielfach weniger dicken Flöze der höheren Zonen dichter aufeinander. Dazu besteht noch ein wichtiger Gegensatz zwischen O und W. Während die Fettkohlenschichten im O bzw. SO bei verhältnismäßig gleicher Verteilung der Flöze im unteren und mittleren Teile ein Ärmerwerden der Flöze nach dem Hangenden zeigen, läßt sich im W bzw. SW eine Verarmung der Flöze im unteren und mittleren Teile beobachten. Von dieser Regel gibt es im einzelnen natürlich manche Ausnahmen. Daher zeigt auf der einen Zeche bald die obere, auf der anderen bald die mittlere oder untere Flözgruppe eine edlere Beschaffenheit. Jedenfalls ist gegenüber der Regelmäßigkeit der Schichtenausbildung in den Mager- und Eßkohlenschichten der Sedimentationsrhythmus der Fettkohlenablagerungen schon ein etwas anderer geworden. Die Erkenntnis der Einzelflöze ist

deshalb, zumal auch durchgehende leitende Horizonte selten sind, hier mit größeren Schwierigkeiten verknüpft, als in den Magerkohlenschichten. Zu dieser Erschwernis trägt bei, daß die Mächtigkeit des Schichtenpaketes nach den verschiedensten Richtungen hin erheblichen Schwankungen unterliegt.

Wie zuletzt OBERSTE-BRINK und BÄRTLING (1930) nachgewiesen haben, nimmt — ganz allgemein gesagt — die Gesamtmächtigkeit der Fettkohlenschichten (Flöz Katharina bis Flöz Sonnenschein) in der Richtung von NW nach SO zu, d. h. sie steigt von

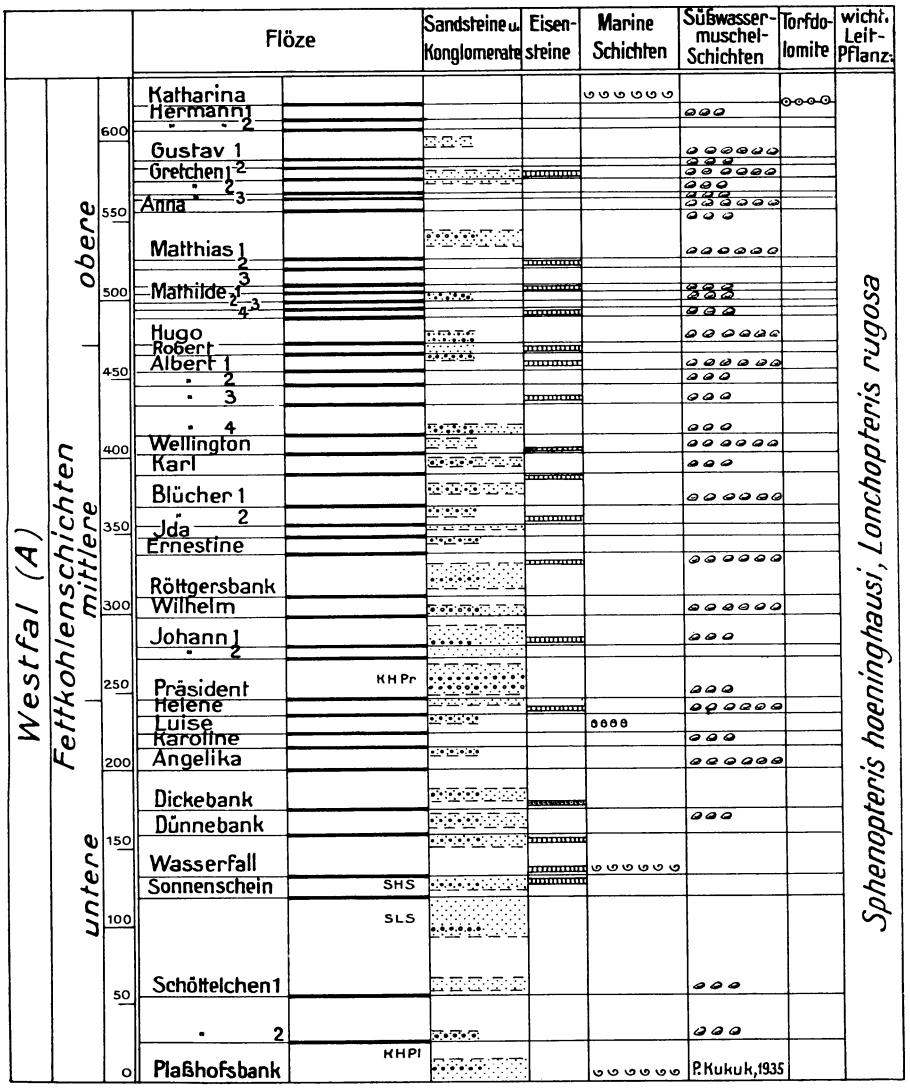


Abb. 185. Schematischer Schnitt durch die Fettkohlenschichten. (Schichtenmächtigkeiten nach dem Profil der Zeche Bonifacius.)

480 m bei Gladbeck und Recklinghausen auf 650 m in der Linie Bochum-Dortmund (vgl. Abb. 344). Das Anwachsen der Schichtenmächtigkeit beträgt also rd. 7,5 m auf 1 km. Nach denselben Autoren läßt sich aber nicht nur in dieser, sondern auch in anderer Richtung eine Änderung der Schichtenmächtigkeit, d. h. eine Ausbuchtung der sog. Isopachysen (Linien gleicher Schichtenmächtigkeit) beobachten.

Sie wächst sowohl östlich der sog. Quartuslinie als auch im Rheintalgraben sehr erheblich an, d. h. an den gleichen Stellen, die auch in den Eßkohlenschichten starke Anschwellungen der Mächtigkeit erkennen lassen. Danach handelt es sich also nicht nur um ein Anschwellen der Schichtenmächtigkeit nach der alten Saumtiefe des Beckens zu, sondern auch um eine solche in streichender Richtung.

Möglicherweise hat man hierfür tektonisch bedingte Ursachen anzunehmen, wie OBERSTE-BRINK (1929) ausführte, die sich schon zur Zeit der Ablagerung der karbonischen Sedimente in verschieden starken Bewegungsvorgängen dreier Großschollen, einer westlichen (Rheintalgrabengebiet), einer mittleren und einer östlichen (östlich der Quartuslinie) auswirkten.

Hand in Hand mit diesen Mächtigkeitsunterschieden geht eine allmähliche Änderung der Fazies in Richtung von NW nach SO. Sind die Schichten im NW überwiegend sandig (rd. 60%), so haben wir es im SO vorwiegend mit tonigen Bildungen (rd. 65%) zu tun. Der gleiche Unterschied besteht auch westlich und östlich der Quartuslinie. In derselben Richtung nimmt mit der Gesamtschichtenmächtigkeit auch der Flözreichtum und der Anteil der bauwürdigen Kohle zu. Diese Änderung geht so weit, daß sich im SO — im Liegenden des Flözes Sonnenschein — noch bauwürdige Flöze einstellen, die im NW und N entweder überhaupt nicht oder nur völlig unbauwürdig vertreten sind. Dementsprechend wächst z. B. die Gesamtkohlenmächtigkeit der Flöze zwischen Sonnenschein und Präsident etwa von 6—7 m im NW auf 16,75 m im SO an. Auch der Gasgehalt der Flöze verändert sich in der gleichen Richtung derart, daß Flöze mit Eßkohleneigenschaften im NW nach SO in Fettkohlenflöze übergehen.

An leitenden Schichten (im Wortsinne) sind hier nur wenige zu nennen. Kennzeichnend ist zunächst der schon oben erwähnte marine Horizont über Flöz Plaßhofsbank an der Basis der Fettkohlenschichten. Bedeutung hat ferner die marine Schicht über Flöz Wasserfall. Die wichtigste Rolle spielt jedoch die altbekannte marine Schicht über Flöz Katharina.

Leitenden Wert haben auch die quarzkonglomeratisch ausgebildeten Sandsteine. Dazu gehört in erster Linie der „Präsidenter Sand". Die Beständigkeit seines Auftretens hat ihm seine Rolle als Grenzschicht zwischen der unteren und mittleren Fettkohle eingetragen. Weitere Merkmale sind die vorwiegend im W entwickelten quarzkonglomeratischen Sandsteine unter Flöz Sonnenschein bzw. über dem oberen Flöz Schöttelchen (SLS) sowie über Flöz Plaßhofsbank (KHPl), und schließlich auch der Sand über Flöz Matthias. Allen übrigen Konglomeratschichten (mit Toneisensteingeröllen) kommt nur eine örtliche Bedeutung zu. Süßwassermuschelschichten sind sehr zahlreich. In einem einzigen Fettkohlenprofil, wie z. B. dem der Zeche Shamrock III/IV, sind nicht weniger als 13 verschiedene Süßwassermuschelhorizonte beobachtet worden; wahrscheinlich ist ihre Zahl noch höher. Nur wenige von ihnen können aber auf größere Entfernungen verfolgt werden. Daher haben sie auch als wirkliche Leithorizonte für die Fettkohlenschichten kaum irgendwelchen Wert. Eisensteine finden sich in verschiedenen Horizonten, ohne daß ihnen eine leitende Bedeutung zukäme.

Die Grenze zwischen der mittleren und oberen Fettkohle hat man oberhalb von Flöz Hugo gelegt, das in vielen Aufschlüssen an einem „Faunenschiefer" mit Süßwassermuschelresten kenntlich ist. Leider ist dieser Muschelhorizont nicht durchgehend vertreten, so daß die Grenze hier vorläufig als eine ± künstliche zu bezeichnen ist.

Nach ihrem chemisch-physikalischen Verhalten stellen die Kohlen der Fettkohlenschichten zum weitaus größten Teil Backkohlen (nach Muck) oder gasarme alte und gasreiche junge Backkohlen (nach Hilt) dar. Normale Verhältnisse vorausgesetzt, beträgt der Gasgehalt der Kohle der untersten Fettkohlenflöze etwa 18—26%, um in den obersten Flözen im O des Bezirkes auf 33—36% zu steigen. Der Gehalt an Kohlenstoff beläuft sich auf 85—90%, an Wasserstoff auf 4—5%, an Sauerstoff und Stickstoff auf 5—10% und an Wasser (Grubenfeuchtigkeit) auf 2%. Stellenweise entsprechen die tiefsten Flöze der Fettkohlenschichten noch nicht den „Backkohlen" im Wortsinne, sondern nehmen eine Zwischenstellung zwischen den eigentlichen Back- und Magerkohlen ein, d. h. sie geben einen mehr gesinterten bzw. nur schwach gebackenen Koks. Sie wurden früher zur „Eßkohlengruppe" gestellt. Andererseits zeigen die Flöze der oberen Fettkohlenschichten örtlich schon die Eigenschaften der Gaskohlen.

Die Kohle der Fettkohlenschichten neigt im allgemeinen zur Abgabe von Grubengas und zur Staubentwicklung. Besonders grus- und staubreich ist die Kohle der unteren Fettkohlenschichten. Die Kohlen der hangenden Fettkohlen pflegen stückreicher zu fallen. Ebenso wie bei den Magerkohlenflözen nimmt auch bei den Fettkohlenflözen rechts des Rheins der Gasgehalt von W nach O zu (s. Abb. 186).

So weist z. B. Flöz Katharina am Rhein rd. 27% und bei Hamm rd. 34% flüchtige Bestandteile, Flöz Sonnenschein am Rhein 18% und im O rd. 22% auf. In ungefähr der gleichen Weise verändert sich der Gasgehalt der dazwischenliegenden Flöze. Die hier angegebene Gesetzmäßigkeit erleidet jedoch örtlich manche starke Abweichungen.

Aus dem Rahmen fallen z. B. die Gasgehalte der Flöze der Zechen Graf Moltke, Bergmannsglück und Westerholt. Auf der ersteren Anlage beträgt der Gasgehalt des Flözes Sonnenschein nur 13,4% und auf Bergmannsglück 14,5%. Entsprechende Verringerungen des Gasgehaltes zeigt hier auch Flöz Katharina. Auf der Zeche Westerholt ist der Gasgehalt schon wieder um 1—2% höher. Ähnliche, vorläufig noch nicht einwandfrei geklärte Erscheinungen finden sich auch noch an anderen Stellen des Bezirkes.

Vorkommen von Kennelkohlen sind nicht selten. Meist treten sie im Hangenden der Flözkohle auf.

Man hat sie unter anderem festgestellt in Flöz Herrenbank (Wilhelm), Flöz Hugo (Zeche Bonifacius), Flöz 9 (Zeche Preußen I, am Liegenden des Flözes), im Hangenden von Flöz 5 (Zeche Minister Achenbach), in Flöz Sonnenschein (Zeche Alstaden), Flöz Ernestine (Zechen Concordia und Zollverein), Flöz Hugo (Zeche Königin Elisabeth), Flöz 5 und 6 (Zeche Minister Stein), ferner in Flöz Wilhelm (Zeche Prinz Regent), in Flöz Johann (Zeche Auguste Victoria) und in mehreren Flözen der Zeche Rheinpreußen. Unserer Auffassung entspricht auch die Feststellung, daß alle Vorkommen von Kennelkohle, ihrer allochthonen Bildungsweise gemäß, im unmittelbaren Liegenden keinen Wurzelboden zeigen.



Abb. 186. Durchschnittliche Gasgehalte in den Flözen Sonnenschein—Präsident. Nach OBERSTE-BRINK.

Nach der Einheitsbezeichnung führen die Flöze der Fettkohlenschichten (vom Hangenden zum Liegenden) folgende Namen:

Obere Fettkohlenschichten	Katharina	Mittlere Fettkohlenschichten	Ida
	Hermann 1		Ernestine
	Hermann 2		Röttgersbank
	Gustav		Wilhelm
	Gretchen 1		Johann 1
	Gretchen 2		Johann 2
	Anna	Untere Fettkohlenschichten	Präsident
	Matthias 1		Helene
	Matthias 2		Luise
	Matthias 3		Karoline
	Mathilde 1		Angelika
	Mathilde 2		Dickebank
	Mathilde 3		Dünnebank
Mittlere Fettkohlenschichten	Hugo		Wasserfall
	Robert		Sonnenschein
	Albert 1—4		Schöttelchen 1
	Wellington		Schöttelchen 2
	Karl		
	Blücher 1		
	Blücher 2		

Wie schon erwähnt, werden die Ablagerungen der Fettkohle in drei ziemlich gleichmächtige Teile, und zwar in untere, mittlere und obere Fettkohlenschichten zerlegt. Während man die Flöze der unteren Fettkohle zwanglos in das obenstehende Schema eingliedern kann, ist das für die Flöze der mittleren und oberen Fettkohlenschichten noch nicht ganz mit der wünschenswerten Sicherheit möglich.

1. Die Unteren Fettkohlenschichten.

Die untere Abteilung reicht von der marinen Schicht über Flöz Plaßhofsbank (einschließlich) bis zum Liegenden des konglomeratischen Sandsteins über Flöz Präsident.

Diese wichtige, auch Cephalopoden führende marine Schicht über Flöz Plaßhofsbank (KUKUK 1923) mit *Anthracoceras vanderbeckei, Gastrioceras amaliae, Pterinopecten papyraceus* weist außerdem Vertreter der Gattungen *Productus, Bellerophon, Lingula* u. a. auf. Aber auch Lamellibranchiaten und Fischschuppen sind vorhanden.

Der rd. 120 m umfassende tiefste Teil der unteren Fettkohlenschichten (bis Flöz Sonnenschein) ist im W und N nicht nur sehr flözarm, sondern für den Bergbaubetrieb fast flözleer. Dagegen setzen z. B. innerhalb der Bochumer Mulde (östlich und nordöstlich von Essen) in Richtung von NW nach SO wieder Kohlenlagen ein, die in der Gegend von Dortmund und noch weiter östlich (wie z. B. auf Zeche Monopol) zur Bildung mehrerer Flöze geführt haben.

Von diesen sind zwei: Flöz **Schöttelchen 1** und **Schöttelchen 2** (mit etwa 20 m Abstand) stellenweise bauwürdig entwickelt. Statt des meist pflanzenführenden Hangenden dieser beiden Flöze findet sich über ihnen örtlich ein Faunenschiefer mit Süßwasserresten, wie auf Zeche Constantin VI/VII. Wichtig ist, daß im W zwischen den Flözen Sonnenschein und Plaßhofsbank noch zwei, örtlich bis zu 15 m und mehr mächtige, entweder stellenweise oder völlig konglomeratisch ausgebildete Sandsteinhorizonte auftreten, die vorwiegend auf das Gebiet der Bochumer Mulde beschränkt sind. Es handelt sich um das über Flöz Plaßhofsbank bzw. unmittelbar über dem Flöz Schöttelchen 2 gelegene, vielfach grob ausgebildete Quarzkonglomerat (KHPl) sowie um den meist mächtigen, konglomeratischen Sandstein (SLS) unmittelbar unterhalb von Flöz Sonnenschein.

Das ziemlich gleichmäßig entwickelte Plaßhofsbänker Konglomerat ist reich an Quarz-, Kieselschiefer- und Toneisensteingeröllen von Erbsen- bis Walnußgröße, die meist gut abgerollt sind und damit auf einen längeren Transport bis zum Sedimentationsraum hinweisen. Gegenüber der Ausbildung des Finefrauer Konglomerats fällt das Fehlen der Tonschieferbrocken, der Kohlengerölle und der fremden Einschlüsse auf.

An anderen Stellen des Bezirkes ist nur ein geschlossenes, grobes Konglomerat beobachtet worden (OBERSTE-BRINK 1929 und BRUNE 1932).

Es folgt das als Leitflöz seit alter Zeit bekannte Flöz **Sonnenschein,** wohl das beste Flöz der Fettkohlengruppe. Bei einer Durchschnittsmächtigkeit von etwa 1,20 m hat man es in diesem Flöz, soweit es geschlossen auftritt, mit einem edlen, fast allgemein bauwürdigen Flöze zu tun, dessen Mächtigkeit sich zwischen 0,50 und 2,70 m bewegt. Stellenweise, so besonders östlich von Dortmund, wird das Flöz durch Aufspaltung in mehrere Bänke unbauwürdig. An anderen Stellen, so auf Zeche Erin, liegen zwei Flöze, und zwar Sonnenschein-Oberbank und Sonnenschein-Unterbank, die örtlich beide bauwürdig sind. Der Gasgehalt der Flözkohle steigt im allgemeinen in der Richtung von NW nach SO (s. Abb. 186). So beträgt er auf Thyssen II/V rd. 15% und auf Christian Levin 14,5—15,5%, während er auf Zechen im O des Bezirkes zu 21—23% ermittelt wurde. Hangendes und Liegendes des Flözes bestehen im N und W des Bezirkes aus einem mitunter konglomeratischen Sandstein. Demgegenüber ist im S und O das Flöz hinsichtlich seines Nebengesteins nicht so scharf gekennzeichnet. Dort, wo das Hangende ein Schieferton ist, zeigt dieser sich meist pflanzenführend. Wegen seiner östlich von Dortmund von der Norm abweichenden faziellen Ausbildung ist das Flöz früher in diesem Gebiete vielfach falsch identifiziert worden. An der Bezirksförderung ist es mit rd. 5% beteiligt.

Etwa 15—30 m im Hangenden liegt das 0,60—1,80 m mächtige Flöz **Wasserfall** (= Voss), das wegen seiner unreinen Ausbildung im W und in der Mitte des Bezirkes unbauwürdig ist. Statt eines geschlossenen Einzelflözes finden sich hier mehrere (bis 5)

unbauwürdige Kohlenstreifen sowie zahlreiche Toneisensteinbänder. Durch eine erstmalig von BRUNE und OBERSTE-BRINK (1927) erkannte marine Schicht im Hangenden (sog. Wasserfall-Horizont) ist dieses Flöz eindeutig bestimmt.

Es handelt sich hier um den gleichen marinen Horizont, der von JONGMANS (1925) in Holland über Flöz Steinknipp (= Sonnenschein), von RENIER im Lütticher Becken und kürzlich von HAHNE (1932/36) sowohl im Indebecken (über Flöz Kleinekohl) als auch im Wurmrevier auf der Kohlscheider Scholle (6—15 m über Flöz Steinknipp) wiedergefunden worden ist.

Seine Fossilführung ist meist ärmlich. Man findet neben seltenen Goniatitenresten Discinen, Ostracoden und Trilobiten, vorwiegend aber Linguliden. Wegen seiner leitenden Bedeutung hat man diesen Horizont eifrig gesucht. Heute ist er schon auf vielen Anlagen des O, so auf den Zechen Victoria (Lünen), Kaiserstuhl II, Westhausen, Scharnhorst, GermaniaI/IV, ZollernII/IV, Achenbach, Monopol, Gneisenau, Kurl u. a., aber auch weiter westlich wie auf der Zeche Carolinenglück, ferner von MAHRENHOLTZ auf Zeche Westerholt und von HONERMANN auf Zeche Anna nachgewiesen worden.

Kennzeichnend für den Wasserfall-Horizont ist neben der marinen Schicht und zahlreichen Toneisensteinbändern im Hangenden eine horizontbeständige, mehrfach in dieser Zone beobachtete und einige Meter dicke Schiefertonzone mit eigentümlichen „ring"- oder „augenförmigen" Bildungen (s. Abb. 205). Sie läßt sich z. B. von der Zeche Präsident über Zeche Ver. Constantin bis Zeche Zentrum verfolgen.

Rd. 30 m über diesem Flöze erscheint das fast durchweg unbauwürdige, und wie schon der Name sagt, meist geringmächtige Flöz **Dünnebank** (= Lieversbänksgen u. a.) mit etwa 0,30—1,20 m Mächtigkeit.

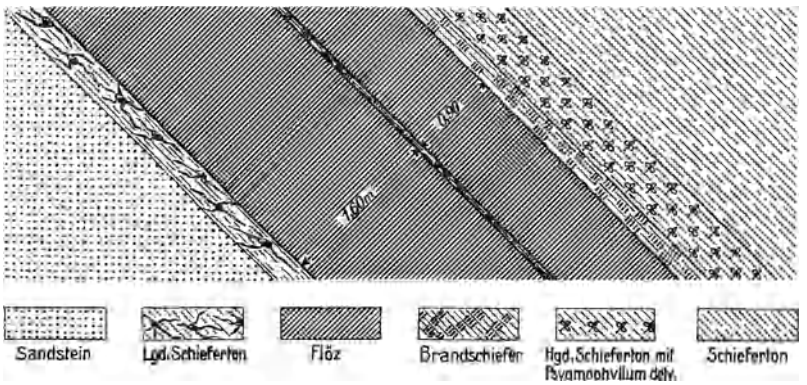


Abb. 187. Schematischer Schnitt durch das Flöz Dickebank auf der Zeche Constantin d. Gr. VI/VII. Maßstab 1 : 75. Aus KUKUK u. GOTHAN: Glückauf 1932.

Weiter nach dem Hangenden tritt das gewöhnlich in zwei, stellenweise auch in drei Bänken abgelagerte Flöz **Dickebank** (Fettlappen) auf, das durch Zusammenliegen mehrerer Bänke 4 m mächtig werden kann, wie auf der Zeche Adolf v. Hansemann. Innerhalb des Hauptbergbaugebietes ist es ein fast stets bauwürdiges Flöz, das sich durch Anschwellen des Bergemittels stellenweise in zwei selbständige Flöze spaltet, die im Essener Revier früher als Flöz „Beckstädt" (= Flöz Dickebank 1) und „Fettlappen" (= Flöz Dickebank 2) gebaut wurden. Ein gleiches Aufspalten findet auch im Dortmunder Bezirk (Zechen A. v. Hansemann, Hansa, Tremonia, Westhausen, Westphalia) statt.

Nordwestlich einer Linie Duisburg-Gelsenkirchen-Recklinghausen geht die Mächtigkeit des Flözes ziemlich allgemein auf 0,90 bzw. 0,30 m zurück. Noch weiter im NW (nordwestlich einer Linie Gladbeck-Buer) ist das Flöz stellenweise sogar völlig verschwunden. Auch in den Thyssenfeldern (z. B. Friedrich Thyssen II/V) sowie den übrigen niederrheinischen Feldern zeigt das Flöz eine unbauwürdige Entwicklung. Der Gasgehalt der Kohle schwankt zwischen 17,5% im W und 24% im O.

Neuere Untersuchungen von KUKUK und GOTHAN (1932/33) haben im Hangenden des Flözes Dickebank eine für das Flöz leitende Pflanzenbank mit Abdrücken des „Fächerblattes" *(Ginkgophyllum delvali)* festgestellt (s. Abb. 187 u. 188).

Die zuerst vom Verfasser auf einer Reihe von Schachtanlagen zwischen Langendreer und Essen (Lothringen I/II, Ver. Constantin I/II und VI/VII, Carolinenglück V, Hannibal I, Präsident I/IV) nachgewiesene Leitform ist später von WINDMÖLLER und HONERMANN auch auf den Zechen Helene und Amalie, Sälzer und Neuack sowie Anna wiedererkannt worden (GOTHAN 1935). Örtlich ist der Flöz als Eisensteinflöz entwickelt.

Hierbei ist auch noch des Vorkommens von Abdrücken schalenloser, mit einer weißlichen Haut umgebener Süßwassermuscheln *(Carbonicola aquilina)* zu gedenken, die ich im Sandstein unter Flöz Dickebank auf Zeche Shamrock III/IV beobachtete (s. Abb. 189). Es handelt sich hier um ein Fossilvorkommen, das mir in dieser Beschaffenheit noch niemals in karbonischen Sandsteinen zu Gesicht gekommen ist. Stellenweise findet sich über diesem Flöze noch eine Toneisensteingerölle führende Sandsteinbank.

Es folgt ein dichtgedrängter Schwarm nur örtlich bauwürdiger Flöze: **Angelika** (= Nettelkönig) mit 0,50—0,80 m, vielfach reich an Schwefelkiesschnüren (wie auf Zeche Friedrich Thyssen II/V), **Karoline** (= Riekenbank, Luise, Wilhelm) mit 0,60—1,50 m, **Luise** (häufig unrein) und **Helene** (= Wiehagen) mit je 0,80—1,20 m Mächtigkeit. Hier und da können Flöz Angelika mit Flöz Dickebank oder Flöz Luise mit Flöz Karoline oder Präsident mit Helene zusammen liegen.

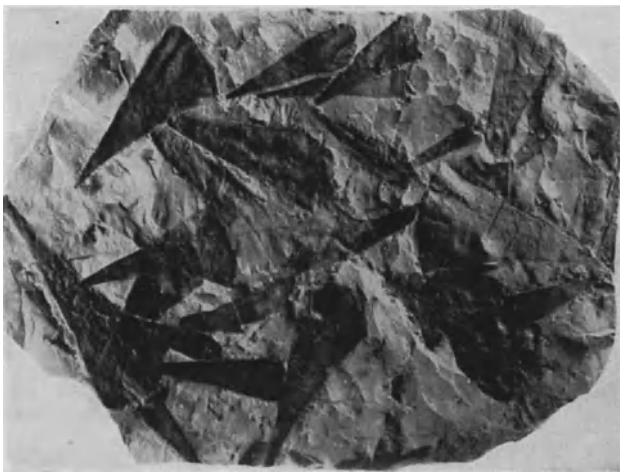


Abb. 188. Große Platte mit Ginkgophyllumblättern aus dem Hangenden des Flözes Dickebank. Zeche Constantin d. Gr. VI/VII. $^1/_{10}$ nat. Gr. S.W.B.

Über dem Flöz Luise ist von HELFFERICH (1930) auf den Anlagen Emscher-Lippe, König Ludwig und Auguste Victoria eine „Lingulaschicht" nachgewiesen worden, die ich bestätigen konnte. Eine große Verbreitung scheint dieser Schicht nicht zuzukommen.

Mit dem rd. 120—180 m über Flöz Sonnenschein gelegenen, meist bauwürdigen Flöz **Präsident**, das auch links des Rheins entwickelt ist, schließt die Zone der unteren Fettkohlenschichten ab. Das 0,50 bis 1,95 m — im Durchschnitt etwa 1 m — mächtige Flöz ist durch den konglomeratführenden „Präsidenter Sand" im Hangenden gekennzeichnet. Stellenweise liegt das Flöz in zwei Bänken (Präsident 2 und 1 bzw. Präsident Unterbank und Oberbank) oder schließt sich, wie auf Zeche Pluto und Zeche Minister Stein, mit Flöz Helene zusammen. Der Gasgehalt des Flözes bewegt sich etwa zwischen 17% im NW und 26% im SO. Dort, wo Schiefer das Hangende bildet, ist er pflanzenführend.



Abb. 189. *Carbonicola aquilina* Sow. im Sandstein des Flözes Dickebank-Unterbank. Zeche Shamrock III/IV. S.W.B.

Außer dem Sand über dem Flöze Präsident gibt es in den unteren Fettkohlenschichten noch mehrere, Toneisensteingerölle führende, ± mächtige Sandsteinbänke. Ihr Vorkommen ist nachgewiesen unterhalb der Föze Helene und Angelika (Zechen Allma und Bonifacius), ferner unter und über Flöz Dünnebank (Zeche Zollverein II) und über Flöz Sonnenschein (Zechen Bonifacius und Friedlicher Nachbar).

Leitende Süßwasserschichten sind in dieser Zone nur wenig vertreten.

Eine Ausnahme bilden die im Hangenden des Flözes Helene im Gebiet von Bochum (Zechen Ver. Constantin und Holland I/II), von Essen (Zeche Ver. Bonifacius) sowie im O auf den Zechen Preußen I und Victoria (Lünen) recht verbreitete, tiefschwarze Süßwassermuschelbank mit Resten von *Carbonicola aquilina* und eine Muschelbank über Flöz Angelika (Zechen Erin und A. v. Hansemann). Die sonst noch beobachteten Vorkommen von Süßwassermuschelschichten über den Flözen Präsident, Karoline, Dünnebank, Sonnenschein und Schöttelchen haben fast ausschließlich örtliche Bedeutung.

Eisensteinvorkommen scheinen in dieser Zone nicht häufig zu sein. Zu nennen ist hier nur ein Kohleneisensteinvorkommen, das teils die Oberbank, teils die Unterbank des Flözes Dickebank vertritt, wie auf den Zechen Friederika, Dannenbaum und Lothringen (s. Abb. 185).

Auf der Zeche Friederika bei Bochum besitzt der an Süßwassermuscheln reiche Eisenstein bei seiner bis 1,40 m erreichenden Mächtigkeit einen in seinen einzelnen Bänken schwankenden Eisengehalt von 20 bis 30% Fe (Oberste-Brink 1937) (s. Abb. 609). Weitere Eisensteinvorkommen liegen etwas tiefer — wie auf den Anlagen Prinz Regent und Lothringen — ohne jedoch bauwürdig zu sein.

2. Die Mittleren Fettkohlenschichten.

Die mittleren Fettkohlenschichten reichen von der Basis des Sandsteins über Flöz Präsident (KHPr) bis Flöz Hugo einschließlich. Nördlich einer Linie Duisburg-Buer-Recklinghausen haben wir es in dieser Zone mit einer kohlenarmen Fazies zu tun, während sie südlich davon, besonders im Bochumer und Dortmunder Bezirk, zu den reichsten Horizonten der Fettkohle gehört. In dieser Flözzone ist die Flözentwicklung schon eine etwas unregelmäßigere als im unteren Teil, so daß es bei der Fülle der hier ausgebildeten Flöze schwer fällt, alle richtig zu erkennen.

Merkmale von durchaus leitender Bedeutung für den Bezirk sind in diesem Horizont bislang nicht bekannt geworden.

Jedoch scheint es Honermann (1936) gelungen zu sein, die aus dem holländischen Karbon bekannte Leitschicht mit *Anthrapalaemon grossarti* im Hangenden des Flözes Hugo der Zechen Köln-Neuessen wiederzufinden. Über den Wert dieser Schicht als Leitschicht für das westfälische Karbon läßt sich heute noch kein abschließendes Urteil abgeben.

Eines der wichtigsten Leitmerkmale besitzen wir in dem bis rd. 40 m mächtigen Sand über Flöz Präsident, der fast durch den ganzen Bezirk verfolgt werden kann. Dieser Sand ist durch seine aus Quarz- oder Toneisensteingeröllen oder aus beiden bestehende, sehr ungleichmäßige Geröllführung ausgezeichnet. Über die Ausbildung dieses leitenden Konglomerathorizontes im einzelnen haben Everding (1902) und Brune (1932) nähere Angaben gemacht.

Bezeichnend für den Präsidenter Sand ist, daß er normalerweise nicht unmittelbar auf dem Flöze liegt, sondern durch einen Schiefertonpacken von demselben getrennt ist. In manchen Flözprofilen senkt er sich, den Schieferton durchschneidend, rillenförmig ins Flöz hinab (Kukuk 1936).

Weitere ± durchgehende und örtlich auch konglomeratische Sande kennt man im Hangenden der Flöze Johann, Wilhelm, Röttgersbank, Ernestine, Blücher 2, Karl, Albert 4 und Albert 1.

Die nächstfolgenden Flöze über Präsident sind die nur relativ bauwürdigen Flöze **Johann 1** und 2, welche örtlich zusammenliegen. Letzteres ist mit bis 2,05 m Kohle als bauwürdiges Flöz auf den Zechen Westphalia, Hardenberg, A. v. Hansemann und Minister Achenbach entwickelt.

Vielfach edel ausgebildet, erscheint dann weiter im Hangenden das Flöz **Wilhelm**, dessen Mächtigkeit zwischen 0,80 und 2,50 m schwankt. Es ist in der Gegend von Dortmund besonders gut ausgebildet. Wie die Flöze Johann ist auch Flöz Wilhelm häufig von Sandsteinen unter- und überlagert. Ist der sie einschließende Sand stellenweise konglomeratisch, so fällt es nicht immer leicht, in solchen Profilabschnitten das Flöz Präsident richtig zu identifizieren. Ganz im W (Zeche Fr. Thyssen II/V) ist weder Flöz Wilhelm noch auch Flöz Johann bauwürdig.

Es folgt das Flöz **Röttgersbank** (= Marie, Franziska oder Herrenbank), das auf vielen Zechen seit alter Zeit als „Leitflöz" gilt. Wegen seines Adels und seiner meist vorhandenen Bauwürdigkeit gehört es zu den besten Flözen der Fettkohlenschichten. In der Rheingegend ist seine Ausbildung allerdings wesentlich ungünstiger. Örtlich löst sich das bis zu 2,80 m mächtige Flöz in 2—3 ± bauwürdige Bänke auf, so daß man dann von der Röttgersbankgruppe sprechen muß. Eine Eigentümlichkeit des Flözes liegt darin, daß es die Mutterlagerstätte zahlreicher „Gerölle" fremder Gesteine (besonders Quarzitgerölle), wie z. B. auf Zeche Friedrich der Große, ist.

Mitunter ist auch der das Hangende dieses Flözes bildende Sand konglomeratisch und führt Toneisensteingerölle, wie z. B. auf den Zechen Graf Moltke, Friedrich der Große und Minister Stein. Nicht selten stellt sich freilich im Hangenden statt des Sandes ein Muschelschiefer ein.

Weiter nach dem Hangenden zu ändert sich das Bild durch das Auftreten häufig gut ausgebildeter, dicht gedrängt gelegener und meist bauwürdiger Flöze. Dazu gehören

das im W stellenweise edel ausgebildete Flöz **Ernestine** (mit 1,10—1,90 m Kohle) und das Flöz **Ida,** das im W allerdings lokal unbauwürdig ist. Sein Hangendes besteht vielfach aus Sandstein. Beide Flöze schließen sich örtlich zu einem Lager zusammen.

Flöz Ida ist im O durch eine eigenartige, „Quarzsand" führende Zone in der Kohle gekennzeichnet, die sich auch auf einer Reihe anderer Zechen (de Wendel, Radbod, Werne, Sachsen, Dorstfeld) hat nachweisen lassen (FERRARI und RAUB 1936, s. Abb. 206).

Von der höheren Flözgruppe **Blücher 2** und **Blücher 1** ist meist nur ein Flöz (Blücher 2) bauwürdig. Dieses links des Rheins besonders edle Flöz verschlechtert sich im allgemeinen von SW nach NO. In den Feldern der Zechen Hansa, Graf Schwerin, Zollern, Westhausen, Dorstfeld, Stein und Hardenberg und Ver. Germania ist es durch einen „Kennelkohlenpacken" am Hangenden, im übrigen durch eine vielfach vertretene Süßwassermuschelschicht gekennzeichnet.

Ähnliche Verhältnisse zeigen die nächst höheren Flöze **Karl** und **Wellington.** Beide sind im allgemeinen nur örtlich bauwürdig; im W sind sie jedoch durchweg schlecht ausgebildet. Statt des einen Flözes Karl beobachtet man stellenweise mehrere ± bauwürdige Flöze. Auf Zeche Graf Moltke erreicht Flöz Karl sogar eine bauwürdige Mächtigkeit von 1,70 m, während auf der Zeche Minister Stein die Geschlossenheit des Flözkörpers durch starke Auswaschungserscheinungen beeinträchtigt wird. Der nicht selten vorhandene Hangendsandstein hat häufig konglomeratische Natur.

Nur örtlich baulohnend ist Flöz **Wellington** mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von rd. 1 m. Es kann an einem Süßwassermuschelhorizont im Hangenden mit stellenweise dickschaligen Vertretern der Gattung *Carbonicola* sp. meist gut wieder erkannt werden.

Die reiche Flözfolge schließt mit den Flözen **Albert 4, Albert 3** (= Karl 3), **2** und **1, Robert** und **Hugo** ab. Von der Flözgruppe Albert ist im allgemeinen nur ein Flöz, und zwar entweder das oberste (Albert 1) oder das unterste bauwürdig. Auch links des Rheins ist das Flöz noch edel entwickelt.

Gute Flöze sind die mitunter je in zwei Bänken abgelagerten Flöze **Robert** und **Hugo,** von denen mindestens je eines bauwürdig ist. Im W des Bezirkes gelten jedoch beide Flöze als ± unbauwürdig. Flöz Robert ist reich an großen Dolomitkonkretionen in der Kohle, die GOTHAN und OBERSTE-BRINK (1932) beschrieben haben. Örtlich können die Flöze Hugo 2 und Robert zusammenliegen. Ihre Mächtigkeiten bewegen sich etwa zwischen 0,80—1,40 bzw. 1,50 und 2,20 m. Auf Zeche Germania erreicht Flöz Hugo sogar 2,5 m Mächtigkeit.

Die in dieser Zone festgestellten Süßwasserschichten über den Flözen Johann und Wilhelm, Röttgersbank, Blücher, Wellington, Albert und Hugo sind nicht durchweg vorhanden. Sie haben daher kaum mehr als örtliche leitende Bedeutung. Dagegen scheinen die über den Flözen Blücher 1, Wellington, Albert und Hugo auftretenden Süßwasserreste im O verhältnismäßig konstant zu sein. Eisensteine finden sich u. a. im Horizont des Flözes Röttgersbank sowie der Flöze Blücher, Karl, Albert 3 und 2 (Zeche Prinz Regent).

3. Die Oberen Fettkohlenschichten.

Die oberen Fettkohlenschichten reichen von Flöz Hugo (ausschließlich) bis Flöz Katharina (einschließlich). Ihre Gesamtmächtigkeit beträgt rd. 150 m. Von den etwa 10—14 eingeschlossenen Flözen sind meist nur 5 oder 6 unbedingt bauwürdig. Im Gegensatz zu den unteren und teilweise auch zu den mittleren Fettkohlenschichten besteht das Nebengestein dieses Flözhorizontes vorwiegend aus Schieferton bzw. Sandschiefer mit vielen Toneisensteinlagen. Ihre Wechselfolge wird nur gelegentlich durch ± mächtige Sandsteinpacken unterbrochen. Wie in den mittleren Fettkohlenschichten mangelt es auch in der oberen Abteilung an einer durch den ganzen Bezirk verbreiteten Leitschicht.

Möglicherweise kommt der schon oben erwähnten Faunaschicht mit *Anthrapalaemon grossarti* und *Beyrichia arcuata*) zwischen den Flözen 4 und 5 (über Flöz Hugo) der Zechen Emscher und Karl eine leitende Bedeutung zu; ob sie der bekannten Leitschicht im Limburger Bezirk entspricht, steht noch nicht einwandfrei fest.

Einen gewissen leitenden Wert besitzt auch die auf vielen Zechen (z. B. Friedrich Thyssen, Dorstfeld, Bonifacius, Friedrich der Große) vorhandene Sandsteinschicht im

Hangenden des Flözes Matthias bzw. Anna 2, die stellenweise durch Führung von Geröllen (und zwar meist aus Toneisenstein) konglomeratischen Charakter haben kann. Diesem Horizont ist auch eine auffallende Häufung von Süßwassermuschelschichten in den hangendsten Flözen zwischen den Flözen Anna und Katharina eigen. Mindestens 3 Flöze: Hermann, Gustav und Gretchen, zum Teil auch Anna, werden hier von einer Süßwassermuschelschicht überlagert (MENTZEL 1909, KUKUK 1926, OBERSTE-BRINK 1930). Kohleneisensteinflöze sind verhältnismäßig selten, jedenfalls aber ohne leitende Bedeutung. Sie wurden beobachtet in Höhe der Flöze Mathilde 4 und 2, Matthias 3 und Gretchen. Als Einzelmerkmal sei unter anderem eines bisweilen vorhandenen Kennelkohlenpackens im Hangenden des Flözes Hugo gedacht.

Da fast alle Flöze dieser Zone sehr einheitlich ausgebildet sind, ist es schwer, ja stellenweise fast unmöglich, eine zutreffende Kennzeichnung der Einzelflöze zu geben. Diese Schwierigkeit wird noch dadurch erhöht, daß sie auf den verschiedenen Zechen noch nicht befriedigend identifiziert sind, und nicht selten verschiedene Flöze mit dem gleichen Namen belegt werden.

Die oberen Fettkohlenschichten setzen ein mit den Schichten über Flöz **Hugo**, das vielfach gut entwickelt und mit 1—1,50 m bauwürdig ist. Häufig besteht das unmittelbare Hangende aus einer Süßwassermuscheln führenden Schiefertonbank, so z. B. auf den Zechen Bergmannsglück, Westerholt, Schlägel und Eisen, Osterfeld, Concordia. Weiter im Hangenden findet sich auf manchen Zechen noch eine örtlich leitende, kennzeichnende Sandsteinbank.

Es folgt eine Reihe verschieden mächtiger und vielfach unreiner Flöze, die der sog. **Mathilde-Flözgruppe** angehören. Es erübrigt sich, Durchschnittsmächtigkeiten dieser Flöze, deren Zahl 5 erreichen kann, anzugeben, da sie zu sehr schwanken. Gewöhnlich ist nur eines (oder höchstens zwei), manchmal aber auch keines dieser Flöze bauwürdig. Das hangendste der Flöze weist in seinem Hangendschiefer meist gut erhaltene Pflanzenreste auf.

Über diesen Flözen stellt sich — bisweilen durch ein flözleeres Mittel getrennt — der Schwarm der **Matthiasflöze** ein, der vielfach aus 2, örtlich aber auch aus 4 ± bauwürdigen Flözen besteht. Durchschnittsmächtigkeiten lassen sich daher nur schwer angeben. Über dem hangendsten der Matthiasflöze wird mitunter (wie z. B. auf Zeche Auguste Victoria) eine Süßwassermuschelschicht mit Vertretern der Gattungen *Carbonicola* und *Najadites* beobachtet, während im Liegenden örtlich ein Eisensteinpacken auftritt, der stellenweise gebaut worden ist. Gelegentlich kann man auch Pflanzenschiefer im Hangenden feststellen. Auf vielen Zechen liegt über den Matthiasflözen die schon oben erwähnte, örtlich quarzkonglomeratisch entwickelte Sandsteinbank.

Diese Sandsteinbank schließt nach dem Hangenden zu mit dem Flöze **Anna** ab. Auch dieses Flöz ist meist nicht einheitlich beschaffen, sondern tritt in zwei oder mehreren Bänken auf, deren oberste, das eigentliche Flöz Anna (mit 1,20—2,00 m), meist die mächtigste und edelste ist. Im W (Thyssenzechen) und links des Rheins ist das Flöz wegen seiner besonderen Stärke und unbedingten Bauwürdigkeit sehr geschätzt. Der Gasgehalt des Flözes schwankt etwa zwischen 22% und 29%. Sein Hangendes bilden teils Pflanzen-, teils Muschelschiefer.

Die nach dem Hangenden sich einstellende Flözgruppe **Gretchen** baut sich gleichfalls aus zwei Flözen auf, von denen wiederum gewöhnlich nur eines baulohnend ist. Auch Flöz Gretchen ist im W (Thyssenfelder) sowie links des Rheins edel entwickelt. Sein unmittelbares Hangendes besteht hier aus einem dunklen, bituminösen Schiefer mit Süßwasserresten (*Carbonicola* sp. und *Najadites* sp.). Aber auch Pflanzenreste kommen vor. Gelegentlich trifft man im Hangenden dieser Flöze noch ein Kohleneisensteinflöz mit Süßwassermuscheln an.

Über diesen Flözen liegt **Flöz Gustav**. Das rd. 0,80—1,80 m mächtige Flöz ist in der Mitte und im O des Bezirkes fast durchweg baulohnend, wenn es auch häufig durch ein Bergemittel verunreinigt wird. Im W scheint es größtenteils unbauwürdig zu sein.

Sein Hangendes wird meist von einem pflanzenführenden Schieferton gebildet. Kennzeichnend ist hier das häufige Vorkommen des maschenadrigen Farns *Lonchopteris rugosa* (s. Abb. 170), der vorwiegend auf dieses Flöz beschränkt zu sein scheint. Aber auch Süßwassermuschelschichten werden beobachtet.

Die höchsten Flöze unmittelbar unter Flöz Katharina sind die Flöze **Hermann 1** und 2. Sie werden stellenweise gebaut, d. h. je eines von ihnen.

Ob sie, wie in der Literatur angegeben wird, in der Richtung von W nach O aus der Abspaltung verschiedener, durch Bergemittel getrennter Bänke des Flözes Katharina hervorgehen, ist noch nicht genügend untersucht.

Mit dem Flöz **Katharina** schließen die Fettkohlenschichten ab. Das bekannte Leitflöz schwankt in seiner Mächtigkeit innerhalb weiter Grenzen, und zwar zwischen 0,30 m und 1,50 m. Ausnahmsweise schwillt es sogar auf 2 m an, wie auf Zeche Consolidation I/IV. Ebenso wechselvoll wie seine Gesamtmächtigkeit ist auch seine Ausbildung im einzelnen. Bald ist das Flöz rein, bald sind ihm ein oder mehrere Bergemittel eingelagert. Das aus diesem Grunde nur relativ bauwürdige Flöz ist aber auf zahlreichen Schachtanlagen gebaut worden. Infolge Mächtigerwerden seiner Bergemittel bilden sich aus dem geschlossenen Flöze örtlich — unter anderem in der Essener Mulde — mehrere selbständige Flöze heraus, so daß man hier richtiger von einer Flözgruppe reden sollte. Soweit es einheitlich entwickelt ist, wird dieses Leitflöz — wie kaum ein anderes — durch eine Reihe von Merkmalen fast immer eindeutig bestimmt.

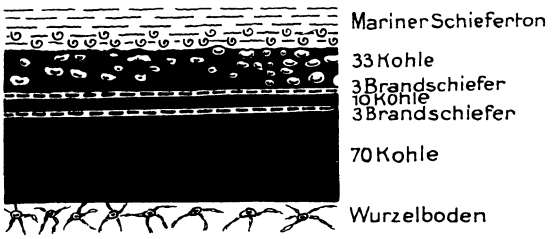


Abb. 190. Torfdolomite in der Kohle des Flözes Katharina. Zeche Zollverein I/II.

Abgesehen von dem mächtigen, meist flözleeren Mittel im Hangenden des Flözes im Gegensatz zur dichten Flözfolge unterhalb desselben ist es durch die — mit Ausnahme des W — durchweg vorhandene und auch in den angrenzenden Kohlenrevieren bekannte, fossilreiche marine Schicht im Hangenden leicht wiederzuerkennen.

Bemerkenswerterweise führt das unmittelbare Hangende des Flözes Katharina niemals Pflanzenreste. Diese stellen sich erst viel höher im Hangenden ein. Fehlt die marine Schicht, so ist vielfach an ihre Stelle ein bituminöser Faunenschiefer mit Süßwassermuscheln getreten.

Als besonderes Kennzeichen des Flözes Katharina muß man die nicht selten im Flöze auftretenden und schon aus Flöz Finefrau-Nebenbank bekannten „Torfdolomite" (Dolomitkonkretionen mit strukturzeigenden Pflanzenresten, s. Abb. 190) ansehen. Auf ihre Bedeutung für stratigraphische Gliederungen haben Mentzel (1904) und Kukuk (1908) hingewiesen.

Der Gasgehalt des Flözes unterliegt starken Schwankungen, bewegt sich aber im allgemeinen von W nach O bzw. WSW nach ONO in ansteigender Richtung, und zwar von etwa 25,3% im W (Fr. Thyssen II/V) bis 38% im O (bei Hamm).

Eisensteine kommen in den oberen Fettkohlenschichten häufiger vor, so über Flöz Ida (Zeche Köln-Neuessen), über Flöz Gustav (Zeche Consolidation) und unterhalb Flöz Katharina (Zeche Pluto).

D. Die Gaskohlenschichten (Westfal B).

Nach der heutigen Gliederung umfassen die Gaskohlenschichten die Ablagerungen von der marinen Schicht über Flöz Katharina (einschließlich) bis zur „Lingulaschicht" zwischen den Flözen L und M (ausschließlich) (s. Abb. 191). Diese neue Grenze steht im Gegensatz zu der früher allgemein üblichen oberen Begrenzung durch Flöz Zollverein. Die Gesamtmächtigkeit dieses Schichtenpaketes, die in Richtung von NW nach SO anwächst, beläuft sich im Durchschnitt auf rd. 480 m. Nach Oberste-Brink und Bärtling nimmt gleichzeitig auch die Gesamtmächtigkeit der Schichten zwischen den Flözen Katharina und Ägir von NW nach SO (genauer von der Linie Dinslaken-Dorsten bis zur Linie Gladbeck-Recklinghausen) zu, und zwar um rd. 100 m (vgl. Abb. 344). Die größte Mächtigkeit beträgt bei Gladbeck 880 m, die geringste 750 m. Von den Flözen der Fettkohle sind die flözführenden Schichten der Gaskohle durch ein überall erkennbares, 160—180 m starkes, flözarmes Mittel getrennt.

Die Kohle der Gaskohlenflöze hat eine von der Fettkohle abweichende Struktur. Sie bricht würfelig bzw. parallelepipedisch und fällt meist stückreich. Außerdem entwickelt sie bei ihrer Gewinnung weniger Kohlenstaub als die Fettkohle. Auch die Gas-

kohlenflöze sind reich an Schlagwettern, doch stehen sie den Fettkohlenflözen in dieser Hinsicht nach. Der Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen bewegt sich in den äußersten Grenzen zwischen 24% und 38%. Bemerkenswert ist das nicht seltene Auftreten von Kennelkohlenpacken bzw. -flözen in dieser Zone.

Von besonderer Bedeutung für die Horizontierung der Flöze ist die Begrenzung der Schichten nach unten durch die marine Schicht über Flöz Katharina. Weitere Leitschichten sind kaum vorhanden, wenn man nicht das flözleere Mittel über Flöz Katharina,

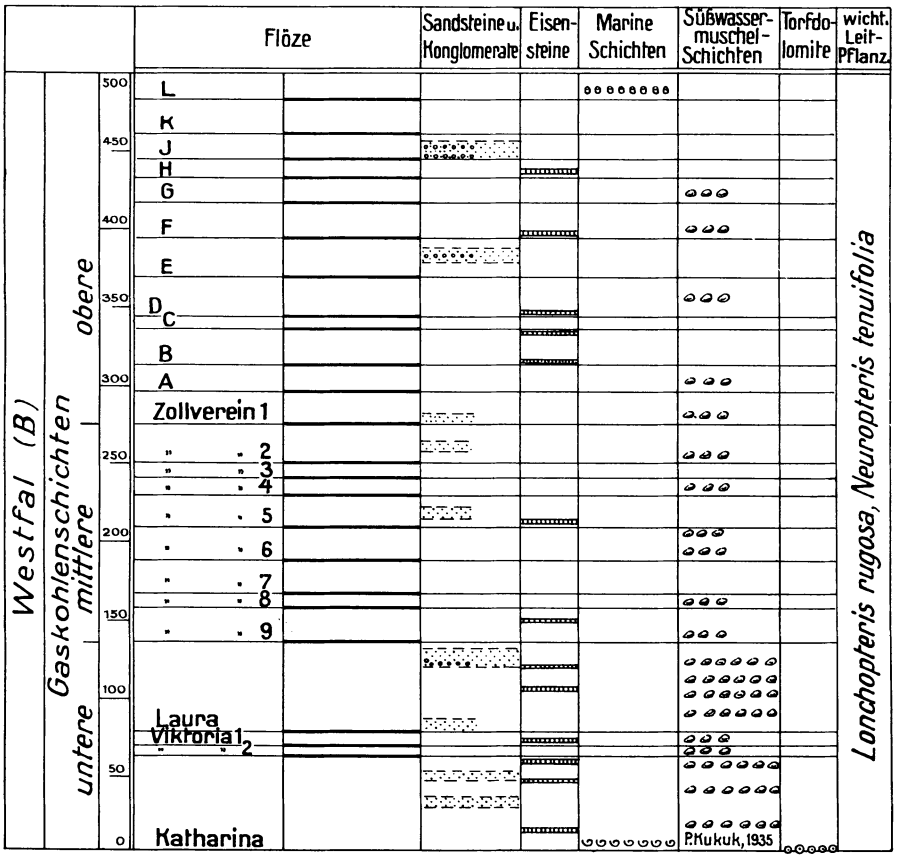


Abb. 191. Schematischer Schnitt durch die Gaskohlenschichten. (Schichtenmächtigkeiten nach dem Profil der Zeche Zollverein.)

das Fehlen von Pflanzenresten im unmittelbaren Hangenden, das Auftreten eines Faunenschiefers (mit Süßwassermuscheln und Ostrakoden) über oder an Stelle der marinen Schicht und die lithologische Sonderausbildung des dunklen Hangendschiefers (Speckigkeit!) als solche ansehen will.

Erwähnenswert ist ferner, daß einige der aus den tieferen Schichten bekannten Pflanzenreste, wie *Neuropteris schlehani, Sphenopteris höninghausi, Sphenopteris bäumleri* und *Mariopteris acuta* nicht über Flöz Katharina hinausgehen (vgl. GOTHAN, Abschnitt IV, C).

Das Nebengestein dieser Zone besteht zum größten Teil aus Schieferton und Sandschiefer, während Sandstein sehr zurücktritt. Konglomerate werden gleichfalls nur selten beobachtet.

Ich nenne: Die Toneisensteinkonglomerate über Flöz Victoria 2 (Zeche Hardenberg), im Sandstein unter Flöz Zollverein 9 (Zeche Graf Moltke I/II), über Flöz Zollverein 6 (Zeche Hardenberg), über Flöz Prosper 4 (Zeche Prosper) und über Flöz 5 (Zeche Schlägel und Eisen V/VI).

Dementsprechend ist auch an durchgehenden, leitenden Sandsteinbänken Mangel. Dagegen können Eisensteinflöze als häufigere Vorkommen angesprochen werden, und zwar in Form lagenweise aneinander gereihter Sphärosideritknollen bzw. Toneisensteinbänder und stellenweise zu eisenschüssigen Muschelflözen verkitteter Muschelhorizonte. Eigentliche „Blackbandflöze", die sich in den tieferen Horizonten häufen, finden sich hier nur gelegentlich. Süßwassermuschelschichten sind dagegen recht zahlreich. Schon

Cremer stellte in der Gaskohlengruppe 11 Lagen mit Süßwassermuschelresten fest. Nach unserer heutigen Kenntnis ist ihre Zahl allerdings weit größer (s. Abb. 191). Sehr reich ist die Pflanzenwelt, die gerade hier ihre stärkste Entwicklung erreicht. Besonders zahlreich sind die Farne vertreten (s. den Abschnitt IV, C).

Auch die Gaskohlenschichten werden in drei Zonen gegliedert. Die Namen der hier auftretenden Flöze lauten:

Obere Gaskohlenschichten	Flöz L „ K „ J „ H „ G „ F „ E „ D „ C „ B „ A	Mittlere Gaskohlenschichten	Flöz Zollverein 1 „ „ 2 „ „ 3 „ „ 4 „ „ 6 „ „ 7 „ „ 7 „ „ 8 „ „ 9
Untere Gaskohlenschichten	Flöz Laura „ Victoria 1 „ Victoria 2		

1. Die Unteren Gaskohlenschichten.

Die unteren Gaskohlenschichten beginnen mit der meist sehr fossilreichen marinen Schicht über Flöz Katharina.

Dieser Horizont ist etwa 5—10 m mächtig und besteht aus einem feinkörnigen, pyritreichen, tiefschwarzen, marinen Schieferton (Alaunschiefer), der stellenweise noch, wie auf Zeche de Wendel, ± runde, merkwürdig geformte Toneisensteinknollen führt (s. Abb. 101). Als wichtigste Vertreter der marinen Reste sind die leitenden Cephalopoden *Anthracoceras vanderbeckei* und *Gastrioceras catharinae* zu nennen, die hier zum ersten Male erscheinen. Neben diesen Leitformen finden sich Lamellibranchiaten (Pectiniden), Brachiopoden *(Lingula, Discina)*, Gastropoden *(Bellerophon)*, Fischreste u. a.

Nicht überall ist der Horizont so fossilreich, sondern führt örtlich nur vereinzelte Linguliden. Durch den fast immer vertretenen dünnen Schwefelkiesüberzug ihrer Fossilien sowie ihre Lage meist unmittelbar über dem Flöze, die nur gelegentlich (wie auf Wilhelmine Victoria) eine wesentlich höhere ist, läßt sich die marine Schicht leicht feststellen. Auffallenderweise hat diese Leitschicht im NW des Bezirkes nicht mehr nachgewiesen werden können (s. Abb. 207), obwohl der bekannte dunkle Schieferton auch hier vorhanden ist. An ihrer Stelle erscheint in einem etwas höheren Niveau eine Süßwassermuschelschicht.

In der unteren Gaskohlenzone zählt man mit Ausnahme mehrerer unbauwürdiger Streifen nur zwei Flöze, und zwar die bekannten Flöze Victoria und Laura, die von einem rd. 50—80 m mächtigen und fast flözleeren Mittel über- bzw. unterlagert werden.

Flöz **Victoria** liegt rd. 70 m über Flöz Katharina. Seine Mächtigkeit bewegt sich zwischen 0,40 und 1,70 m.

Etwa 10—15 m höher, bisweilen aber auch fast unmittelbar in seinem Hangenden, folgt das Flöz **Laura,** das etwa 0,50—1,30 m dick ist.

Beide Flöze sind unrein oder bestehen je aus ein bis drei Kohlenflözen, von denen höchstens das eine oder andere bauwürdig ist. Nur in seltenen Fällen, wie z. B. auf den Zechen Ver. Bonifacius und Zollverein I/II, sind beide Flöze bauwürdig.

Die genannten Flöze schütten ausgesprochene Gaskohle. Unterhalb derselben setzt hinsichtlich des chemischen Charakters der nach dem Liegenden zu folgenden Flöze ein bemerkenswerter Inkohlungssprung ein, auf den an anderer Stelle einzugehen sein wird. Süßwassermuschelschichten kennt man sowohl unterhalb der Flöze Laura und Victoria 1 und 2 als auch oberhalb derselben, und zwar in mehreren Horizonten (s. Abb. 191). Der tiefste liegt stellenweise nur wenige Dezimeter über Flöz Katharina.

Hier sind die Muschelreste stellenweise mit Kalkschalen erhalten und bilden dann richtige „Muschelflöze". Die höheren Horizonte (unterhalb der Zollvereiner Flöze) bestehen aus drei, stellenweise auch fünf getrennten Muschelbänken mit *Carbonicola aquilina, Najadites sowerbyi* und *Anthracomya* sp., die zu Zeiten Achepohls unter dem Namen des „Dechenniveaus" bekannt waren. Ähnlicher Art sind die Muschelhorizonte

unterhalb der Flözgruppe Laura-Victoria. Wegen ihrer stratigraphischen Gebundenheit innerhalb des ganzen Bezirkes sind beide Vorkommen leicht wiederzufinden.

Immer wieder zu erkennen ist auch eine etwa in der Mitte zwischen den Flözen Katharina und Victoria gelegene Sandsteinbank. Eisensteinvorkommen — mit Ausnahme der Muscheleisensteinbänke — finden sich nur in Form von Toneisensteinbänken, die zonenweise den Schiefertonen eingelagert sind. An der Gesteinsfolge ist hier der Schieferton mit 65%, der Sandstein mit 8% und der Sandschiefer mit 26% beteiligt (KÖRING 1932). Kennelkohlenpacken liegen an verschiedenen Stellen, so zwischen den Flözen Victoria und Laura (Zeche Zollverein), über Flöz 6 (Zeche Königin Elisabeth) und a. a. O.

2. Die Mittleren Gaskohlenschichten.

Durch ein flözarmes Mittel von rd. 80 m Mächtigkeit ist die Flözgruppe der mittleren Gaskohlenschichten von den vorerwähnten Flözen getrennt. Sie umfaßt lediglich die altbekannte Zollvereingruppe, d. h. die Flöze **Zollverein 9—1,** die als kohlenreichste Gruppe des ganzen Bezirkes gilt. Im Gegensatz zu dem Adel der gehäuften Flöze in der Mitte und im O des Reviers steht ihre Verarmung im W. Hier sind stellenweise nicht mehr als 2 Flöze baulohnend. Die Mächtigkeit der Zollvereiner Flöze ist im allgemeinen recht ansehnlich und übersteigt mit Ausnahme von Flöz 9 fast stets den Betrag von 1 m.

Als Beispiel für die Ausbildung der Flöze erwähne ich die Zeche Wilhelmine Victoria, wo die Zollverein-Flöze folgende Mächtigkeiten aufweisen: Flöz 9 = 0,02 m, Flöz 8 (Julius) = 1,10 m, Flöz 7 = 1,40 m, Flöz 6 = 1,05 m, Flöz 5 = 1,10 m, Flöz 4 = 1,80 m, Flöz 3 = 0,50 m, Flöz 2 = 2,10 m, Flöz 1 = 1,20 m.

Obgleich diese Flözgruppe überaus häufig gebaut worden ist, hat man eine genaue Identifizierung der Einzelflöze auf den verschiedenen Gruben noch nicht durchführen können, da durchaus typische Leitmerkmale für dieselben noch nicht erkannt sind. Die meisten Profile enthalten außerdem nicht 9, sondern wegen des Zusammenliegens einiger Flöze etwa 5—7 bauwürdige Flöze. Die größte Förderung entfällt auf die Flöze 2 und 5.

Fast über jedem Flöz lassen sich örtlich Süßwassermuscheln feststellen, so z. B. über den Flözen Zollverein 9, 6, 5, 4, 2 und 1.

Diesen Muschelvorkommen kann jedoch — vielleicht mit Ausnahme der Schicht über Flöz 6 — keine leitende Bedeutung beigemessen werden, zumal sie keine großen Faunenunterschiede zeigen.

Ausgeprägte Sandsteinbänke sind selten. Als Leitmerkmale kommen örtlich die ± konglomeratisch ausgebildeten Sandsteine unterhalb von Flöz 9 (Zechen Graf Moltke und Alma) und über Flöz Zollverein 1 sowie das Toneisensteinkonglomerat über Flöz 6 und zwischen den Flözen 5 und 4 in Betracht.

3. Die Oberen Gaskohlenschichten.

Die oberen Gaskohlenschichten umfassen die **Flöze A** bis **L,** d. h. bis zu der nach meinem Vorschlag (KUKUK 1928) zwischen den Flözen L und M gelegenen Lingulaschicht (= Domina-Niveau in Belgien und Holland).

Diese ist auch in dem westlich anschließenden Aachener Kohlenbezirk als Grenzschicht gewählt worden, wo sie wiederholt nachgewiesen wurde (s. HAHNE 1935/36).

Statt mit Namen, wie in den anderen Schichtengruppen, hat man die Flöze dieser Zone nach den Vorschlägen von OBERSTE-BRINK und BÄRTLING mit „Buchstaben" bezeichnet, die über den Lingulahorizont hinaus noch die gesamten Gasflammkohlenflöze umfassen. Hier kann die Anführung der Mächtigkeitswerte der Einzelflöze wenig zu ihrer Kennzeichnung beitragen, da diese entweder auf den einzelnen Zechen zu verschiedenartig ausgebildet sind oder teilweise zusammenliegen, ganz abgesehen davon, daß ihre Identifizierung im einzelnen mangels vorliegender Leithorizonte noch nicht mit genügender Sicherheit durchgeführt ist. Meist handelt es sich in den hier in Frage stehenden zehn Flözen um solche, deren Mächtigkeit zwischen 0,50 und 2 m schwankt. Wegen der vielfachen Einlagerung von Bergemitteln sind sie freilich nur zum Teil bauwürdig. Das Nebengestein dieser Flöze besteht vorwiegend aus Schieferton mit der Maßgabe, daß nach dem Liegenden zu der Sandschiefer als Nebengestein überwiegt, während nach dem Hangenden Sandsteine häufiger werden. Flöz **D** ist hier das meistgebaute Flöz.

Erwähnenswert ist das Vorkommen eines Kennelpackens im Hangenden des Flözes H, das sich als „Bogheadkohle" herausgestellt hat.

Möglicherweise erweist sich die rd. 20 m unter der Lingulaschicht und rd. 40 m über Flöz M auf der Zeche Auguste Victoria von HELFFERICH beobachtete „Fischschicht" als ein brauchbarer Leithorizont. Kennzeichnend ist weiter der auf einer Reihe von Zechen (so auf Zollverein, Wilhelmine Victoria und Graf Moltke) vertretene, dünne Konglomeratstreifen über Flöz E sowie ein konglomeratischer Sandstein zwischen den Flözen J und K. Auch Süßwassermuschelschichten fehlen nicht, wie unter Flöz A und besonders über den Flözen D, G 2, F und K.

Paläontologisch bemerkenswert ist das Auftreten von *Anthracomya pulchra* in einer Muschelschicht über Flöz J der Zeche Wilhelmine Victoria. Ob dieser Schicht eine leitende Bedeutung zukommt, läßt sich noch nicht übersehen.

E. Die Gasflammkohlenschichten (Westfal B).

Als wichtigste Tatsache ist zunächst anzuführen, daß die Fazies der Flöze der höchsten Kohlengruppen eine wenig regelmäßige ist und hinsichtlich der Gleichmäßigkeit sowie der Mächtigkeit der Zusammensetzung und des Adels der Flöze im allgemeinen erheblich

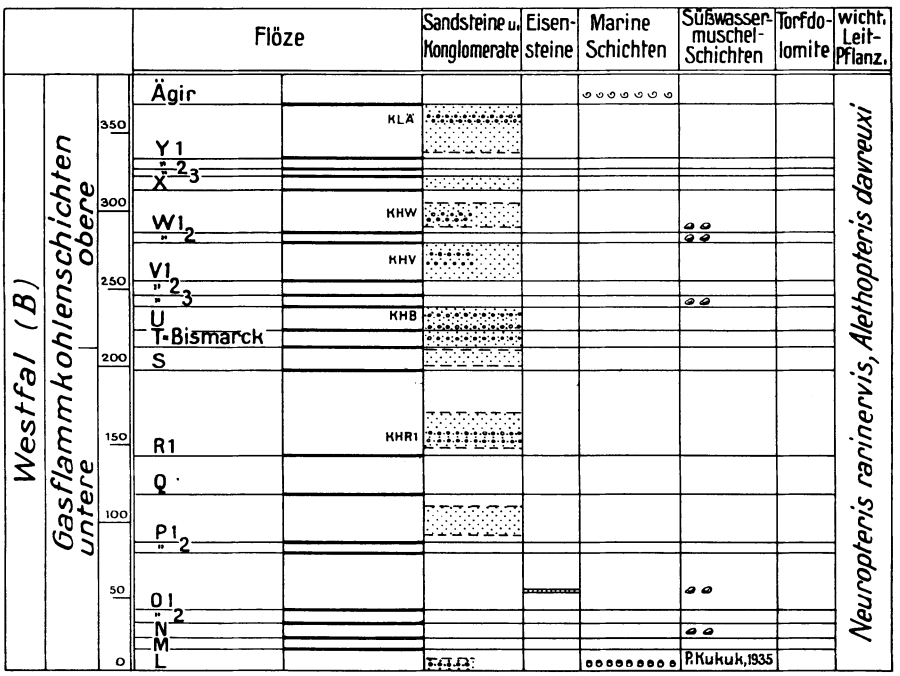


Abb. 192. Schematischer Schnitt durch die Gasflammkohlenschichten (Schichtenmächtigkeiten nach den Profilen der Zechen Nordstern und Graf Moltke).

hinter derjenigen der älteren Kohlengruppen zurücktritt. Daraus folgt, daß sich die Bildung der Gasflammkohlenflöze im allgemeinen nicht unter den verhältnismäßig gleichmäßigen Senkungs- und Ablagerungsbedingungen innerhalb des Karbontroges abgespielt hat, die in dem unteren Abschnitt des Karbons die Entstehung regelmäßiger, durch die ganze Saumtiefe zu verfolgender Flöze begünstigt haben. Ihre Bildungsperiode muß vielmehr eine Zeit lebhafter Bodenunruhe gewesen sein, die örtlich ungleichmäßige Senkungen des weitausgedehnten Schwemmlandgebietes, auf dem die karbonischen Waldsumpfmoore erwuchsen, zur Folge hatte. Diese Verschiedenartigkeit der Vorgänge brachte naturgemäß bald einen kurzfristigeren, bald einen länger andauernden Pflanzenwuchs mit sich, wodurch teils mächtigere, teils schwächere Flöze oder ein Ausfall von Flözen entstanden. Im engsten Zusammenhang damit steht auch das Auftreten der sehr verschieden mächtigen Zwischenmittel der gleichen Flöze. Im übrigen weisen die zahlreichen Konglomeratlagen der Sandsteinbänke sowie die vielen Auswaschungserscheinungen in den Flözen auf eine starke Erosionstätigkeit im Hinterlande der Steinkohlenablagerung hin (s. HONERMANN 1928 und KUKUK 1936, vgl. Abb. 304).

Eine Identifizierung der in dieser Zone auftretenden Einzelflöze ist daher nur auf Grund eingehender petrographischer und paläontologischer Beobachtungen der Flöze und ihrer Zwischenmittel möglich. An leitenden Schichten kommen hier in Frage: eine Lingulaschicht, bestimmte Faulschlammbänke sowie vereinzelte Sandsteinzonen mit gemischter Konglomeratführung. Das in früheren Zeiten in der Emscher-Mulde überall wiederzuerkennende und einheitlich ausgebildete Leitflöz Bismarck hat diese Eigenschaft in der Lippe-Mulde verloren (KUKUK 1920). Dieses bekannte Edelflöz trennt — soweit es erkannt ist — den hauptsächlich durch grobe Quarzkonglomerate charakterisierten oberen Teil von einer unteren, faziell recht abweichend ausgebildeten, vorwiegend schiefrigen Zone.

Die fast durchweg als Streifenkohle ausgebildete Flözkohle ist meist hart und bricht in großen und würfligen bzw. langstengligen Stücken, sog. „Arme" und „Beine" der Bergleute. Durch Einlagerung von Häuten oder dünnen Plättchen aus einem hellen Kaolinit bzw. aus Kalkspat oder Schwefelkies auf Klüften der Kohle erscheint dieselbe häufig äußerlich wenig ansehnlich, ohne daß hierdurch ihr Wert wesentlich beeinträchtigt würde.

Die Gesamtmächtigkeit der Gasflammkohlenschichten (nach der neuen Abgrenzung) beläuft sich auf etwa 500 m. Dabei bestehen allerdings auf den einzelnen Zechen große Unterschiede hinsichtlich des zahlenmäßigen Ausmaßes. Beträgt sie zwischen den Flözen Laura und Ägir auf den Zechen Baldur und Brassert rd. 650 m, so wächst sie in der Emscher-Mulde schon auf 740 m an. Etwa 19 Flöze sind in diese Schichten eingebettet. Sie haben die Bezeichnung L bis Y_1 bzw. Ägir erhalten. Von diesen sind aber nur 5—7 Flöze bauwürdig. Natürlich schwankt das Verhältnis von Kohle zum Nebengestein in den einzelnen Profilen sehr stark; es ist jedoch im allgemeinen günstiger als in den jüngeren Flammkohlenschichten. Über die Bauwürdigkeit der einzelnen Flöze läßt sich noch kein schlüssiges Urteil abgeben, da nur ein Teil der Flöze — und dieser nur örtlich — gebaut wird.

Auch die Gasflammkohlenflöze werden in eine obere und eine untere Zone unterteilt. Die Namen der Flöze vom Hangenden zum Liegenden sind:

Obere Gasflammkohlenschichten	Untere Gasflammkohlenschichten
Flöz Ägir	Flöz T (Bismarck)
Flöz Y 1	Flöz S
Flöz Y 2	Flöz R
Flöz Y 3	Flöz Q
Flöz X	Flöz P_1
Flöz W 1	Flöz P_2
Flöz W 2	Flöz O_1
Flöz V 1	Flöz O_2
Flöz V 2	Flöz N
Flöz V 3	Flöz M
Flöz U	Flöz L

1. Die Unteren Gasflammkohlenschichten.

Die untere, vorwiegend schiefrig ausgebildete Zone beherbergt die Flöze L bis T (Bismarck). Wichtige Leitmerkmale sind in dieser Stufe — mit Ausnahme der erwähnten „Lingulaschicht" zwischen den Flözen L und M — nicht bekannt geworden. Die von mir erstmalig auf den Zechen Baldur, Zweckel und Scholven festgestellte leitende Lingulaschicht (KUKUK 1920) ist später von HONERMANN (1928) und anderen als Leithorizont weiter verfolgt und noch auf vielen anderen Zechen nachgewiesen worden, so auf Auguste Victoria, Graf Moltke, Hugo (Buer), Rheinbaben, Wilhelmine Victoria u. a. WUNSTORF, GOTHAN (1928) und HAHNE haben diesen Horizont auch im Aachener Karbon wiedergefunden.

Da diese Schicht aber auf vielen Ruhrzechen — trotz größter Bemühungen — noch nicht einwandfrei ermittelt werden konnte, muß diese wichtige Grenze in jenen Profilen vorläufig noch unsicher bleiben. Bedeutung für die Gliederung kommt auch bestimmten

Sandsteinen zu. Beispielsweise haben die in den Schichtenschnitten der Zeche Nordstern-Graf Moltke festgestellte Sandsteinbank über Flöz P_1 (Zeche Neuessen) und die auf den gleichen Zechen vorhandene konglomeratische Sandsteinbank mit Toneisensteingeröllen über Flöz R 1 (KHR_1) sowie der Sandsteinhorizont unter Flöz Bismarck (Zeche Wilhelmine Victoria) mindestens örtlich leitenden Wert. Eine gewisse Rolle spielen auch bestimmte Faulschlammbänke mit Süßwassermuschelschichten.

So beobachtet man auf einer Reihe von Schachtanlagen (unter anderem auf Baldur, Nordstern, Graf Moltke, Wilhelmine Victoria) die ständige Wiederkehr von Muschelschichten unter Flöz M, über Flöz N, über den Flözen O, P und R und örtlich auch unmittelbar über Flöz Bismarck.

Honermann (1928) glaubt auch charakteristische, pflanzenreiche Schichten auf mehreren Zechen feststellen zu können. Ein abschließendes Urteil über den Wert aller dieser Leitschichten läßt sich vorläufig noch nicht abgeben. Im allgemeinen bietet diese nur auf einigen Zechen näher bekannt gewordene Zone wenig leitende Merkmale.

Die Gesamtmächtigkeit der unteren Gasflammkohlenschichten wurde (wie auf Zeche Nordstern) zu rd. 230 m bei etwa 9 bauwürdigen Flözen (N_1, N_2, O_1, P, Q_1, R_1, S_1 und T) mit insgesamt 7,4 m bauwürdiger Kohle ermittelt.

Über die Einzelflöze (s. Abb. 192) ist folgendes zu sagen: Da die **Flöze L, M** und **O** nur ganz vereinzelt gebaut worden sind, ist über ihre Beschaffenheit wenig Allgemeingültiges zu sagen. Bemerkenswert ist hier eine rd. 40 m über dem Flöze M der Zeche Auguste Victoria durch Helfferich festgestellte Schicht mit näher bestimmbaren „Fischschuppen" und Ostracoden. Flöz **N** wird auf 7 Zechen schwunghaft gebaut.

Die unter anderem auf der Zeche Lohberg aufgeschlossene **Flözgruppe P** ist hier durch das Auftreten eigenartiger Sandsteineinlagerungen gekennzeichnet, über die weiter unten das Nähere mitgeteilt ist. Stellenweise sind beide Flöze P_1 und P_2 bauwürdig.

Flöz Q_1 zeigt eine sehr bemerkenswerte Beschaffenheit. Nach Kukuk (1920) ist es auf der Zeche Lohberg als ein „Kenneleisensteinflöz" entwickelt (s. Abb. 233).

Aus ihm sind in den Jahren 1917/21 rd. 47000 t Kennelkohle und rd. 7500 t Eisenstein (mit rd. 22 bis 28% Fe) gefördert worden. Seine eigenartige Ausbildung wird noch weiter unten behandelt werden.

Flöz **Bismarck (T)** ist — wenigstens stellenweise — wohl das wertvollste Flöz dieser Gruppe. Das im alten Bergbaugebiet fast immer edel ausgebildete Flöz mit einer Mächtigkeit von 1—1,40 m war und ist bekanntlich der Stolz der Emscher-Mulde. Leider hat seine Ausbildung in der Lippe-Mulde die darauf gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt. Wegen seiner faziell veränderten Beschaffenheit konnte es auf den in Frage kommenden Gruben des Nordens nicht mehr mit Sicherheit erkannt werden. Es wird noch auf 8 Anlagen gebaut.

Der Gasgehalt dieser Flözgruppe schwankt etwa zwischen 31—37%.

2. Die Oberen Gasflammkohlenschichten.

Klarer liegen die Verhältnisse in den oberen, vorwiegend sandig entwickelten Gasflammkohlenschichten. Hier können die mächtigen, konglomeratisch ausgebildeten Sandsteinbänke mancher Zonen wertvolle Leitmerkmale abgeben. So sind leitend die quarzkonglomeratischen Sandsteine (KLÄ) unmittelbar unter Flöz Ägir (Kukuk 1920), KHW (über Flöz W_1) und KHV (über Flöz V_1). Nicht minder wichtig ist der bekannte und auf weite Entfernung verfolgbare konglomeratische Sandstein mit Toneisensteingeröllen (KHBi) im Hangenden von Flöz T (Bismarck) bzw. über Flöz U. Diesem letzteren Sand ist Flöz U eingelagert. Die nachgewiesenen Süßwasserhorizonte über den Flözen V und X auf Zeche Baldur und über W_1 auf Zeche Friedr. Thyssen haben anscheinend nur örtliche Bedeutung (Honermann 1928).

Die diese Zone kennzeichnenden Flöze sind bislang nur auf einigen Anlagen gebaut worden, so daß sich auch über ihre Ausbildung und Verwendung nur wenig sagen läßt.

Flöz U scheint durchweg unbauwürdig zu sein. Bauwürdig ist wieder **Flöz V,** während die **Flöze W** höchstens als relativ bauwürdig anzusehen sind. Die **Flözgruppen X** und **Y** bestehen je aus mehreren Einzelflözen, die nur örtlich als baulohnend angesprochen werden können.

Das nach oben abschließende Leitflöz **Ägir** ist durchweg geringmächtig. Seine Stärke bewegt sich zwischen 0,18 und 0,45 m. Trotz seiner Unbauwürdigkeit ist dieses Flöz

dank seiner besonderen Leitmerkmale wie kein anderes des gesamten Ruhrkarbons eindeutig bestimmt (KUKUK 1920).

Zu diesen Kennzeichen gehören u. a. — abgesehen von der vorerwähnten, ziemlich gleichbleibenden geringen Mächtigkeit — das Auftreten eines typischen groben Quarzkonglomerats im Liegenden (s. Abb. 193) und die stets vorhandene, bis auf 30 m anwachsende, fossilreiche marine Schicht im Hangenden. Die gleichen Merkmale haben seine Wiedererkennung in den westlich anschließenden Kohlenbecken des paralischen Kohlengürtels ermöglicht.

Der auffallende Name „Ägir" für dieses Flöz geht auf eine Anregung des damaligen Generaldirektors JANSSEN der Gewerkschaft Trier zurück. Auf meinen Vorschlag, dem Flöze den Namen der Zeche Baldur zu geben, auf der ich die ungewöhnliche, leitende Bedeutung dieses Flözes erkannt hatte, wies JANSSEN — im Hinblick auf dessen reiche Meeresfauna im Hangenden — auf den Namen des Meergottes Ägir hin. Seit dieser Zeit habe ich den Namen Ägir in allen dienstlichen Berichten verwendet. Er hat sich dann schnell den Rang einer international anerkannten Leitschicht erworben.

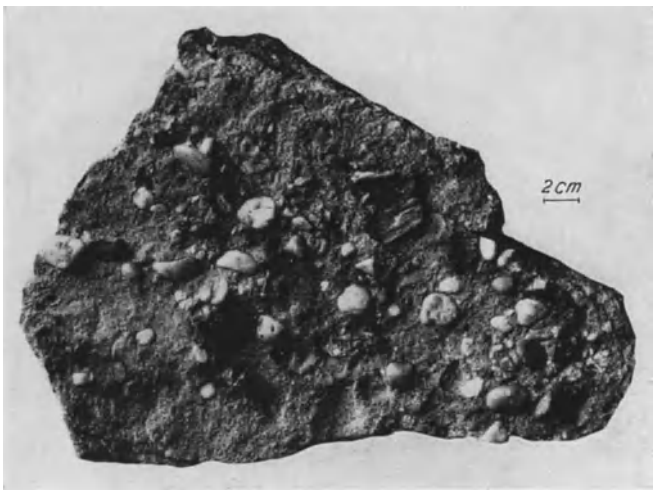


Abb. 193. Hauptkonglomerat (sog. Betonkonglomerat) unterhalb Flöz Ägir. S.W.B.

F. Die Flammkohlenschichten (Westfal C).

Auch den Flammkohlenschichten (s. Abb. 194) ist ein starker fazieller Wechsel in der Horizontalen eigen. Andererseits lassen einige wenige, sehr gleichmäßig entwickelte Leithorizonte, wie die marine Schicht über Flöz Ägir und zwei sehr konstante, dünne Bergemittel aus feuerfestem Ton wieder auf weite, sich flächenhaft abspielende, einheitliche Vorgänge in Zeiten größerer Ruhe schließen. Die Gesamtschichtenmächtigkeit beträgt über 300 m (rd. 320 m auf der Zeche Fürst Leopold und rd. 310 m auf der Zeche Baldur). Durch diese Leithorizonte wird die Erkennung der in dieser Zone auftretenden Flöze sehr erleichtert.

Die Namen der hier zur Ausbildung gelangten Flöze sind in der Einheitsbezeichnung von OBERSTE-BRINK und BÄRTLING (1928) im Hinblick auf die im Bezirk schon verwendeten mythologischen Namen wie „Baldur", „Radbod" und „Ägir" wieder der deutschen Sagenwelt entnommen worden. Sie folgen in alphabetischer Reihenfolge vom Liegenden zum Hangenden, wobei Flöz Ägir wegen seiner in der Literatur schon stratigraphisch festliegenden Stellung noch zu den Gasflammkohlenflözen zählt.

Die Namen der hier entwickelten Flöze (vom Hangenden zum Liegenden) sind folgende:

Obere Flammkohlenschichten	Flöz Loki Flöz Kobold Flöz Iduna
Untere Flammkohlenschichten	Flöz Hagen (oberes Tonsteinflöz) Flöz Gudrun Flöz Freya 1—3 Flöz Erda (unteres Tonsteinflöz) Flöz Donar Flöz Chriemhilt 1 und 2 Flöz Baldur

Die über diesen (im Hangenden des Flözes Loki) noch zu erwartenden Flöze sollen gleichfalls Namen aus der deutschen Sagenwelt, wie Midgard, Nibelung, Odin, Parsival, Rübezahl usw. erhalten. Vorläufig sind diese Flöze aber noch nicht bekannt geworden, da die höchsten über Flöz Loki angetroffenen Schichten, wie z. B. auf der Zeche Baldur, keine Flöze mehr einschließen.

Nach meinem von Oberste-Brink und Bärtling (1928) angenommenen Vorschlage werden die Flammkohlenschichten durch das kennzeichnende Tonsteinflöz in „Untere“ und „Obere“ Flammkohlenschichten geschieden. Kennzeichnend für diese Flözgruppe

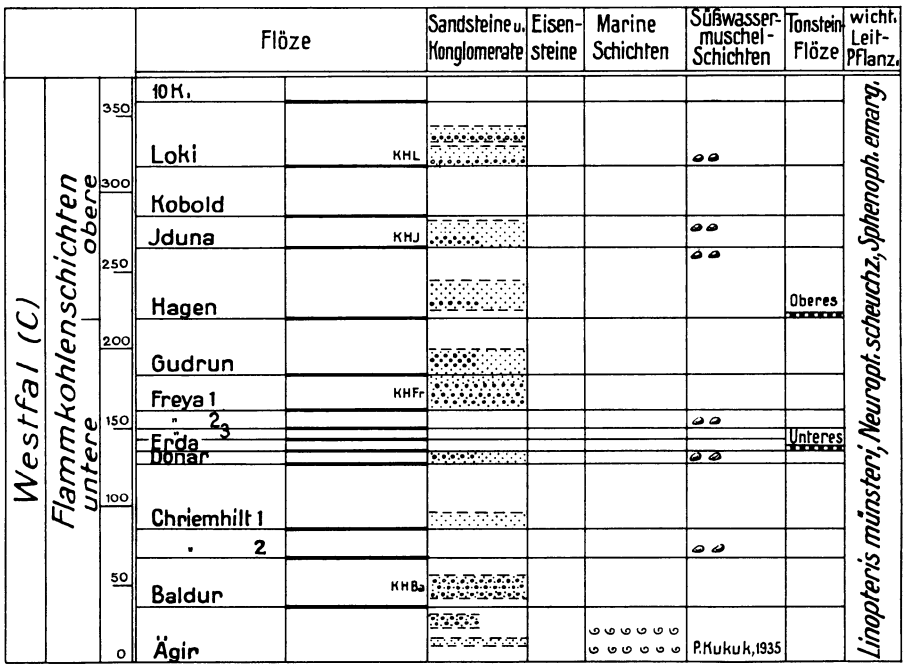


Abb. 194. Schematischer Schnitt durch die Flammkohlenschichten. (Schichtenmächtigkeiten nach den Profilen der Zechen Baldur und Wehofen.)

ist unter anderem der sehr ungleichmäßige Gasgehalt der Flöze, der die sonst durchweg zu beobachtende Gesetzmäßigkeit der Hiltschen Regel vermissen läßt. Ähnliche Beobachtungen sind auch in Holland gemacht worden (Rüland 1936).

1. Die Unteren Flammkohlenschichten.

Die Gleichstellung der Flammkohlenflöze wird durch das Auftreten durchgehender Konglomeratzonen oberhalb und unterhalb von Flöz Baldur (KHBa und KLBa) und oberhalb von Flöz Freya (KHFr) erleichtert. Wichtig sind auch die sehr kennzeichnenden Tonsteinflöze „Erda“ und „Hagen“, auf deren leitende Bedeutung Kukuk (1920) zuerst aufmerksam machte.

Von den Flözen der unteren Zone sind die Flöze Baldur, Erda, Freya 1 und Hagen 2 meist bauwürdig, während die anderen nur als relativ baulohnend gelten können. Von besonders kennzeichnender Bedeutung ist, wie schon erwähnt, die an tierischen Resten reiche marine Schicht im Hangenden des dünnen Flözes Ägir (Kukuk 1920). Die örtlich weit über 30 m starke marine Schicht wurde bislang auf allen Zechen, die diesen Horizont durchfahren haben, nachgewiesen. Die auf der Zeche Baldur zuerst festgestellte marine Schicht hat eine Mächtigkeit von rd. 40 m und besteht hier aus drei Einzelhorizonten, die durch fast fossilleere Sandschieferzonen getrennt sind.

Während die beiden unteren Horizonte neben der Leitform *Anthracoceras aegiranum* und anderen Cephalopoden noch Lamellibranchiaten *(Pterinopecten subpapyraceus)*, Brachiopoden, Gastropoden (Hyolithiden), Fischzähne und Fischschuppen führen, kennzeichnet sich die obere, stark sandige Schiefertonzone durch das massenhafte Auftreten zahlreicher großer Productiden (s. Abb. 195). Die mächtige und auch in den angrenzenden Kohlengebieten des paralischen Karbons nachgewiesene marine Schicht über Flöz Ägir beweist im übrigen, daß es sich bei ihrer Ablagerung nicht um eine kurzfristige und örtlich begrenzte Überflutung des ausgedehnten karbonischen Ägirmoores, sondern um einen weltweiten Vorgang von langer Dauer gehandelt hat. Bezüglich ihrer Fossilführung im einzelnen sei auf die Ausführungen von H. Schmidt (Abschnitt IV, B) verwiesen.

Das nächst höhere Flöz **Baldur** zeichnet sich durch eine mächtige Sandsteinbank mit Quarzgeröllen (KHBa) im Hangenden aus. Es ist meist edel entwickelt und daher durchweg bauwürdig. Auf der Schachtanlage Fr. Thyssen II/V enthält es rd. 37% Gas.

Von den Flözen **Chriemhilt 2** und **1** ist das erstere meist bauwürdig, während das andere vielfach zu unreiner Ausbildung neigt. Stellenweise sind die Flöze durch Erosionsvorgänge ± ausgeräumt. Auf der Zeche Fr. Thyssen II/V ist das gasreiche Flöz Chriemhilt 1 (mit rd. 40% Gas) absolut bauwürdig.

Das meist mehrere Bergemittel einschließende Flöz **Donar** kann nur als bedingt bauwürdig angesprochen werden.

Gut wiederzuerkennen ist das im Schieferton eingebettete und meist bauwürdige Flöz **Erda.** Überall, wo es aufgeschlossen ist, führt es ein rd. 0,10 m mächtiges Berge-



Abb. 195. Productidenführender Sandstein im Hangenden von Flöz Ägir. S.W.B.

mittel aus „feuerfestem Ton" (KUKUK 1920). Das so eindeutig gekennzeichnete Flöz ist von mir als „unteres Tonsteinflöz" bezeichnet worden (vgl. Abb. 256).

Die Analyse dieses Tons aus Flöz 5 der Zeche Fürst Leopold ergibt: Glühverlust und chemisch gebundenes Wasser = 13,74%, CO_2 = 4,00%, Asche = 81,8%. Die Asche besteht aus: SiO_2 = 53,5%, Al_2O_3 = 43,69%, Fe_2O_3 = 0,88%, CaO = 0,87%, MgO = 0,41%, P_2O_5 = Spuren, SO_3 = 0,70%. Sein Schmelzpunkt liegt bei Seegerkegel 37. Das Gestein kann daher zur Bereitung hochfeuerfester, tonerdereicher Schamotte verwandt werden.

Auf der Zeche Wehofen betragen die Gehalte des geglühten Tons des Flözes Erda (im Mittel): 54% SiO_2, 45% Al_2O_3, 1% Fe bei Seegerkegel 36.

Die folgenden Flöze gehören der Freyagruppe an. Flöz **Freya 1** kann durch das im Hangenden auftretende, mächtige, gemischte Quarz- und Toneisensteinkonglomerat (KHFr) identifiziert werden, das sowohl im W (Zeche Wehofen) als auch im O (Zeche Baldur) deutlich entwickelt ist. Das meist bauwürdige Flöz **Freya 2** führt auf der Anlage Fr. Thyssen II/V einen Kennelkohlenpacken, den man nach BODE (1932) als „Boghead-kohle" ansprechen muß.

In dem hangenden Sande liegt das noch höhere, relativ bauwürdige Flöz **Gudrun** (mit 0,78 m Kohle auf der Zeche Wehofen), das stellenweise in Bau gestanden hat und sowohl durch seine zahlreichen Sandsteineinlagerungen als auch durch seine Auswaschungserscheinungen bekannt geworden ist (KUKUK 1920). Der überlagernde Sandstein geht örtlich in ein Toneisensteinkonglomerat über.

Von den beiden Flözen der Hagengruppe ist nur das obere, das Flöz **Hagen 1** (=August) bauwürdig. Es zeichnet sich ebenso wie Flöz Erda durch ein Bergemittel aus feuerfestem Ton aus. Es wird deshalb als „oberes tonsteinführendes Flöz" bezeichnet. Auch in diesem Flöz sind Sandsteineinlagerungen und Auswaschungen bekannte Erscheinungen (KUKUK 1920). Mit ihm schließen die unteren bauwürdigen Flammkohlenschichten ab.

Auf der Schachtanlage Wehofen hat Flöz Hagen 1 folgende Zusammensetzung: 84 K, 10 Tonstein, 18 K, 35 B, 12 K, 11 B, 46 K, 8 B, 30 K.

Das nicht baulohnende Flöz **Hagen 2** ist durch seine sowohl auf der Zeche Baldur als auf der Anlage Fürst Leopold vorhandene, 0,05 m starke Lage von „weißem Ton" (als unmittelbarem Hangenden) gekennzeichnet.

Dieser ist auch auf anderen Zechen, so General Blumenthal und Schlägel und Eisen, über Flöz Dach beobachtet worden. Aus diesen und anderen Gründen ist Flöz Hagen 2 mit dem alten Flöz Dach der Lippe-Mulde identisch

Eine im Laboratorium der Berggewerkschaftskasse ausgeführte Analyse des etwa 10 cm mächtigen, auffallenden Tonpackens der Zeche Schlägel und Eisen ergibt

SiO_2	43,9%
Al_2O_3	32,5%
CaO	2,6%
MgO	3,2%
Na_2O	4,3%
K_2O	1,0%
H_2O	2,6%
Organische Substanz	9,7%
	99,8%

Dieser Ton hat im übrigen die Eigenschaft, im Wasser schnell zu zerfallen.

Süßwassermuschelschichten finden sich über den Flözen Chriemhilt 2, Freya 2 und unter Flöz Erda (Wehofen), besitzen aber keine leitende Bedeutung.

2. Die Oberen Flammkohlenschichten.

Für die in einer Mächtigkeit von rd. 140 m aufgeschlossene Gruppe ist die im N vorhandene starke Beteiligung der meist konglomeratischen Sandsteine kennzeichnend. Im W tritt der Sandstein schon wieder zurück. Über die Ausbildung und Bauwürdigkeit der hier in Betracht kommenden Flöze Loki, Kobold und Iduna kann nur wenig ausgesagt werden, da auch sie nur selten gebaut worden sind.

Heerlener Gliederung			Gliederung in Westfalen	Leitschichten	Gliederung nach Schmidt		Gliederung nach Goniatiten	Floristische Gliederung
Oberkarbon	Stefan				VI	β	Schistocerasstufe	
						α		
	Westfal	C	Flammkohlen	Fl. Ägir	V	ε	Anthracoceras aegiranum	Sphenophyllum emarginatum, Sphenopteris sauveuri, Neuropteris scheuchzeri, Linopteris münsteri
		B	Gasflammkohlen	Lingula-Schl.		δ		Alethopteris davreuxi, Neuropteris rarinervis
			Gaskohlen	Fl. Katharina			Gastrioceras catharinae	Neuropteris tenuifolia, Lonchopteris rugosa
		A	Fettkohlen	Fl. Plaßhofsbank		γ	Gastrioceras amaliae, Gastrioceras circumnodosum	Sphenopteris hoeninghausi, Sphenopteris bäumleri, Neuropteris schlehani
			Esskohlen	Fl. Finefrau-Nebk, Fl. Sarnsbank		β	Gastrioceras subcrenatum	
Unterkarbon	Namur	C	Magerkohlen	Fl. Schieferbank, Hauptflöz		α	Gastrioceras rurae	Mariopteris acuta
		B	Flözleeres		IV	δ	Reticuloceras superbilingue	Sphenopteris hollandica
						γ	Reticuloceras bilingue	
						β	Reticuloceras reticulatum	
						α	Reticuloceras inconstans	
		A	Arnsberger Sch.		IV/1 (H+E)	H	Homoceras beyrichianum	
						E	Eumorphoceras pseudobilingue	
	Dinant	Visé	Kulm und Kohlenkalk		III	γ	Glyphioceras stufe	
						β		
		Tournai				α		
					II	β	Pericyclusstufe	
						α		
					I		Protocanitesstufe	

Weit verfolgbare Sandsteine finden sich z. B. über Flöz Hagen (wenigstens im W) in Form einer Sandsteinbank (SHH), die stellenweise an der Basis konglomeratisch entwickelt ist, sowie über Flöz Iduna (KHI) als Sandstein mit Quarz- und Kieselschiefergeröllen. Ganz zu oberst tritt über Flöz Loki ein in zwei Packen abgelagerter, konglomeratischer Sandstein auf, der allerdings nur in der Mitte der Lippe-Mulde (Zeche Baldur) ausgebildet ist, weil die Schichten im W nicht so hoch hinaufgehen.

Süßwassermuschelreste werden an verschiedenen Stellen beobachtet, so z. B. unter und über Flöz Kobold (auf der Zeche Baldur), über Flöz Loki (Zeche Wehofen) und unter Flöz Iduna (Zeche Wehofen). Eine stratigraphische Bedeutung kann ihnen nur insofern beigemessen werden, weil sie die die C-Zone des Westfals kennzeichnenden Formen von *Najadites phillipsi* führen. Eisensteinflöze sind nicht bekannt geworden.

Die Schichtenfolge der oberen Flammkohlen setzt mit dem Sandstein über dem bedingt bauwürdigen Flöz Hagen ein.

Es folgt eine Reihe unreiner, dünner Flözstreifen (Zeche Wehofen), die mit dem absolut bauwürdigen, bis 1,50 m mächtigen Flöze **Iduna** abschließt.

Im Hangenden des Sandes über Flöz Iduna (KHI) erscheint auf der Schachtanlage Wehofen zunächst das relativ bauwürdige Flöz **Kobold**, dem auf der Zeche Baldur eine Gruppe von 4 unbauwürdigen Flözen entspricht.

Weiter nach dem Hangenden zu stellen sich auf der Zeche Wehofen wieder zahlreiche dünne Kohlenschmitzen ein, die mit dem jüngsten bauwürdigen Flöze des Ruhrbezirkes **Loki** ihren endgültigen Abschluß finden. Die noch höher ins Hangende reichenden Schichten der Zeche Baldur zeigen wieder eine konglomeratische Ausbildung; sie führen aber kein bauwürdiges Flöz mehr.

Zusammengefaßt ergibt sich nochmals vorstehende übersichtliche Darstellung der stratigraphischen Verhältnisse des Ruhrkarbons (s. Zusammenstellung S. 190).

VI. Abschnitt.

Die Flöze.

A. Die stratigraphischen Verhältnisse der Kohlenflöze.

1. Das allgemeine Bild der Flöze.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Flöze des paralischen westeuropäischen karbonischen Kohlengürtels, und damit auch die Flöze des Ruhrbezirkes, autochthoner Natur sind, d. h. sich an Ort und Stelle vorwiegend aus Waldsumpfmooren kryptogamer Landpflanzen auf ständig sinkendem Untergrunde bildeten. Der hierbei entstandene Torf unterlag nach allgemeiner Auffassung zunächst einer biochemischen Umwandlung durch bakterielle Zersetzung und darauf einer geochemischen Inkohlung im Gefolge gebirgsbildender Kräfte (Petrascheck 1922).

Ungeachtet der großen wirtschaftlichen Bedeutung der Kohlenflöze (Förderung 1937 = rd. 127,7 Mill. t) ist die Kohle rein mengenmäßig nur mit einem bescheidenen Betrage, und zwar, wie schon erwähnt, mit rd. 2,2% an der Gesamtmächtigkeit der flözführenden Schichten des Karbons beteiligt (vgl. Abschnitt VI, A 3). Dabei ist ihr Anteil am Gestein der einzelnen Kohlenhorizonte recht verschieden. Während der mittlere Teil (Gas- und Fettkohlenschichten) sich durch eine dichte Flözfolge, also großen Kohlenreichtum auszeichnet, ist der oberen und unteren Zone des Flözführenden (Gasflamm-, Eß- und Magerkohlenschichten) eine lockere Stellung der Flöze, also auch ein geringerer Kohlenvorrat eigen.

Das allgemeine Lagerstättenbild der Kohlenflöze des Ruhrbezirkes überrascht durch seine verhältnismäßig sehr große Regelmäßigkeit. Es steht damit sowohl in Gegensatz zu der ± ungleichmäßigen Ausbildungsweise fast aller andersartigen Mineralvorkommen als auch zu den vielfach weit weniger regelmäßigen Ablagerungsverhältnissen der Flöze benachbarter Kohlenbezirke. Besonders auffallend ist die Gleichmäßigkeit der Flözausbildung im Streichen. Dessenungeachtet zeigen die Ruhrkohlenflöze örtlich ± starke Unregelmäßigkeiten, auf deren Form und Ursache weiter unten näher eingegangen werden wird.

Was zunächst die Mächtigkeit bauwürdiger Flöze angeht, so bewegen sich ihre äußersten Grenzen etwa zwischen 0,50 und 2,80 m. Nach Wedding (1933) beträgt die Durchschnittsmächtigkeit der bauwürdigen Ruhrkohlenflöze im sog. „gewogenen Mittel" (d. h. unter Berücksichtigung der aus den Flözen verschiedener Stärke gewonnenen

Kohlenmengen) 1,14 bzw. 1,23 m (unter Einrechnung der eingeschlossenen Bergemittel). Damit unterscheidet sich ihre Durchschnittsmächtigkeit nicht unerheblich von der anderer Bezirke. Sie ist z. B. weit geringer als in Oberschlesien, aber höher als die der französischen und belgischen Flöze. Größere Mächtigkeiten als 4 m werden im Ruhrbezirk sehr selten beobachtet. Gelegentlich angegebene noch höhere Flözdicken können nicht als Ausdruck natürlicher Mächtigkeitsanschwellungen, sondern nur als Folgeerscheinung von Faltungen (s. Abb. 196), Stauchungen oder dem Zusammenliegen mehrerer Flöze angesehen werden. Meines Wissens beträgt die größte bislang festgestellte Mächtigkeit eines geschlossenen Flözkörpers in Westfalen rd. 6,30 m (s. Abb. 197). Freilich besteht derselbe hier aus mehreren zusammenliegenden Flözen. Der gelegentlich in der Literatur vertretenen Auffassung, daß die Flöze im allgemeinen in den Mulden mächtiger sind als auf den Sätteln, kann in dieser Fassung nicht beigepflichtet werden.

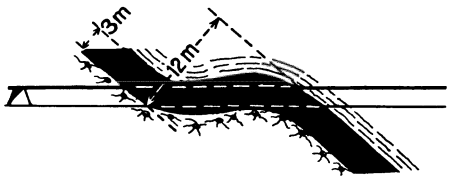


Abb. 196. Scheinbare Erhöhung der Flözmächtigkeit durch Faltung.

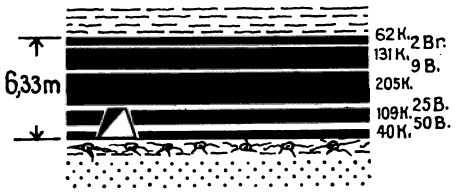


Abb. 197. Durch Zusammenliegen mehrerer Einzelflöze entstandenes, 6 m mächtiges Flöz. Zeche Sachsen.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß im Jahre 1933 rd. 70% der Gesamtförderung des Ruhrbezirkes aus 0,75—1,50 m mächtigen Flözen (einschließlich Bergemittel) stammt. Rd. 25,5% der Kohle wurde aus Flözen unter 1 m (einschließlich Bergemittel) und nur rd. 2% aus Flözen über 2,50 m gefördert. Dabei entfällt rd. 64% der geförderten Kohle auf flachgelagerte Flöze, während das mittlere Einfallen mit rd. 7% und das steile mit rd. 29% beteiligt ist (Wedding 1933).

Nur recht selten sind die Flöze völlig rein und einheitlich entwickelt. Meist werden sie durch das Auftreten von Bergemitteln oder besonders gekennzeichneten Kohlenbänken aus Kennelkohle, Brandschiefer, Mattkohle u. a. deutlich unterteilt.

Die wichtige Frage, ob die Beschaffenheit der Flöze auf weite Entfernung die gleiche bleibt oder sich schnell ändert, ist dahin zu beantworten, daß gut entwickelte Flöze sich im allgemeinen nach Mächtigkeit, Ausbildung und Gesamtaufbau (aus Glanzkohle, Mattkohle und Faserkohle), ferner nach Pyritgehalt und Aschenschmelzpunkt, nach Gasgehalt, Schlechtenausbildung, Härte und Streifigkeit auf $\pm$ große Erstreckung im Streichen und Fallen (etwa im Raume der Feldesgrenzen einer Zeche) ziemlich gleichmäßig verhalten. Ebensowenig ändert sich die Ausbildung des begleitenden Nebengesteins auf nicht zu große Entfernungen. Die $\pm$ große Gleichmäßigkeit der Flözausbildung steht im übrigen mit der Zugehörigkeit der Flöze zu einer bestimmten stratigraphischen Stufe im engen Zusammenhange. Magerkohlenflöze sind z. B. durchweg regelmäßiger entwickelt als solche der Gasflamm- und Flammkohlenschichten. Daß örtlich auch ein schneller Wechsel in der faziellen Ausbildung der Flöze, insbesondere hinsichtlich der Art der Streifenausbildung, Dicke und Entwicklung der Bergemittel eintreten kann, braucht kaum erwähnt zu werden.

Nicht selten beobachtet man ferner, daß Zahl, Adel und Bauwürdigkeit der Flöze von der faziellen Ausbildung des Nebengesteins unmittelbar abhängig ist, und zwar sowohl in der Vertikalen als auch in der Horizontalen. So zählt man örtlich innerhalb desselben Profilabschnittes auf der einen Zeche in einer bestimmten Gesteinsentwicklung ein oder zwei Flöze, während sich in einer Entfernung von mehreren Kilometern an der gleichen Stelle des Profils bei anderer Fazies 3, 5 oder mehr Flöze einstellen.

Vielfach sind die von Sandsteinbänken über- und unterlagerten Flöze dünner und gleichzeitig unregelmäßiger entwickelt als die in Schiefertonschichten eingebetteten. Andererseits kann man örtlich geradezu von einer „Flöz-Sandsteinfazies“ reden, da sich nachweisen läßt, daß die Häufigkeit und Mächtigkeit mancher Flöze bei der sandigen Ausbildung des Nebengesteins ihren Bestwert besitzen. Keller hat auf dieses günstige Verhalten von Flöz und Sandstein für den untersten Teil des Flözführenden (Namur)

im S des Bezirkes aufmerksam gemacht. Er konnte weiter nachweisen, daß die fazielle Entwicklung der Sedimente in der Form der „Grauwacken" sich flözfeindlich auswirkt.

Ähnliche Beobachtungen bezüglich der günstigen Beeinflussung der Flözführung durch die Sandsteinfazies hat ALBRECHT (1913) im Wealdensandsteingebiet und PETRASCHECK (1922/24) für bestimmte österreichische Kohlenvorkommen gemacht.

Derartigen örtlich bestehenden Gesetzmäßigkeiten kann man jedoch für den Ruhrbezirk keine Allgemeingültigkeit zuweisen. Sind doch die schiefertonreichen Ablagerungen der Fettkohlenschichten im SO des Bezirkes (Bochumer Mulde) ganz allgemein flözreicher als die gleichaltrigen sandigen Ablagerungen im NW. Dieselbe Erscheinung zeigt sich in der unteren Gaskohle hinsichtlich der Zollvereiner Flöze.

Es sei noch kurz des Lagerstättenbildes der Flöze gedacht. Nach bergmännischer Auffassung gehören zum Begriff des „Flözes" nicht nur der Kohlenkörper, sondern auch seine Hangend- und Liegendschichten. Der Geologe faßt den Begriff enger. Nach ihm bildet nur das Flöz und sein Liegendes eine Einheit, da die jüngeren Hangendschichten mit der eigentlichen Flözbildungsgeschichte nichts mehr zu tun haben. Hier soll das Flöz zunächst nach der bergmännischen Auffassung betrachtet werden.

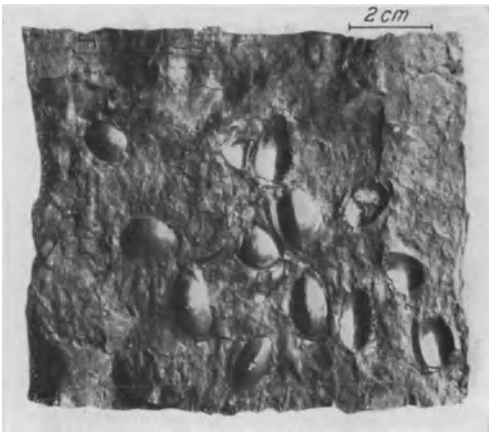


Abb. 198. Farnsamen *(Trigonocarpus)* aus dem Hangenden eines Flözes. S.W.B.



Abb. 199. *Sigillaria alternans* Achepohl auf Kohle. Zeche Königsgrube. S.W.B.

Das unmittelbare Hangende der Ruhrkohlenflöze ist in der Regel ein meist dünner, deutlich geschichteter „Brandschiefer". Erst weiter nach dem Hangenden zu stellen sich allmählich Sandschiefer oder Faulschlammschiefer ein. Nur in seltenen Fällen trifft man Sandstein als unmittelbares Hangendes an, der dann vielfach ein ± toniges Bindemittel besitzt. Im Gegensatz zu den Flözen mancher anderer Kohlenvorkommen ist die Grenze zwischen Kohle und Nebengestein im Ruhrbezirk durchweg recht scharf ausgeprägt.

Findet man im Brandschiefer meist kein oder nur stark verdrücktes Pflanzenmaterial, so enthalten die höher gelegenen Schiefertone lagenweise gut erhaltene Pflanzenreste, und zwar die oberirdischen Teile der Pflanzen. Zu unterst liegen plattgedrückte, mit kohliger Rinde versehene Stamm- und Zweigreste. Darüber beobachtet man die mit kohligen Häuten überzogenen, beblätterten Zweige, Wedel und stellenweise auch Samen (s. Abb. 198). Nach JONGMANS (1927) läßt sich vielfach ein Übereinandervorkommen folgender Pflanzen feststellen: Cordaiten und Bärlappgewächse zu unterst, dann Farne und farnartige Pflanzen und zu oberst Calamiten.

Wegen des meist guten Erhaltungszustandes der Einschlüsse stellen die Pflanzenschiefer das geeignetste Material zur Gewinnung wissenschaftlich bestimmbarer Pflanzenreste dar. Die Schiefertone werden daher mit Recht als die „Herbarien der Steinkohlenzeit" bezeichnet.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch erwähnt, daß gut erhaltene Pflanzenabdrücke mit kohliger Haut sich nicht allzuselten auch in der Kohle selbst finden, und zwar an Stellen, wo ganz dünne Schiefertonlagen die Kohle durchsetzen (s. Abb. 199). Bemerkenswerterweise sind diese Abdrücke in der Kohle nicht verzerrt, sondern entsprechen völlig den im hangenden Schieferton auftretenden Pflanzenresten.

Bisweilen sind den Schiefertonen auch einzelne, scharfeckig begrenzte Stücke von Faserkohle eingelagert. Seltener ist das Vorkommen von Süßwassermuscheln, noch seltener sind marine Reste. Letztere zeigen dann meist einen ± verkiesten Überzug. Eine häufige Erscheinung der Schichtflächen des Schiefertons (als direktem Flözhangenden) ist ihre Glättung und Politur. Sie stellen die „Gleitflächen" bei der Blattparallelfaltung dar. Hierdurch sind die abgelagerten Pflanzenreste stellenweise stark verwischt worden. Das gleiche Bild von „Spiegeln" oder „Rutschflächen" (gelegentlich auch mit feinen Schrammen oder Riefen bedeckt) zeigt sich auf den meist klar ausgeprägten Grenzflächen zwischen der Flözkohle und seinem unmittelbaren Hangenden. Auch sie verdanken ihre Entstehung den Wirkungen des bei der Faltung sich abspielenden Übereinandergleitens zweier verschiedenartiger Gesteinskörper, wie des dichten Hangendgesteins und der weit weniger dichten Kohle.

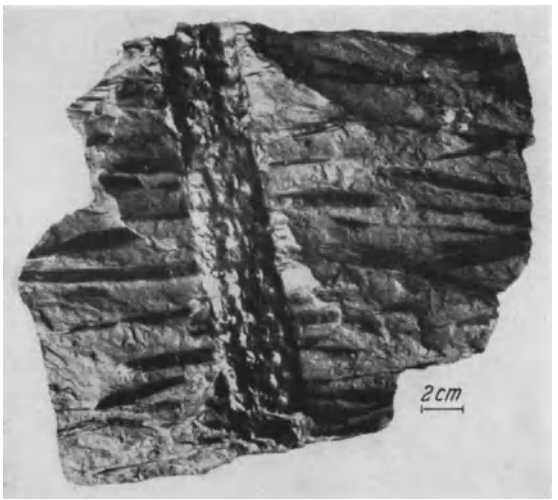


Abb. 200. Wurzelboden mit Wurzelstock und Anhängseln (Stigmaria mit Appendices) aus dem Liegenden eines Flözes. S.W.B.

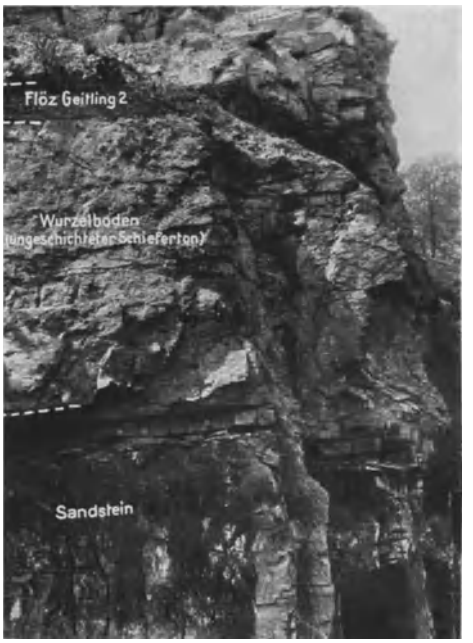


Abb. 201. Rd. 2 m mächtiger, ungeschichteter Wurzelboden im Liegenden des dünnen Flözes Geitling 2 an der Verbandsstraße Steele-Heisingen.

Fast ausnahmslos — mindestens in 95% der von mir und anderen beobachteten Vorkommen — kann man im Liegenden der Flöze einen Wurzelboden nachweisen, der von Wurzelstöcken *(Stigmaria ficoides)* baumartiger Bärlappgewächse und ihren radial ausstrahlenden röhrenförmigen Wurzelfasern (Appendices) durchsetzt ist (s. Abb. 200). Bisweilen sieht man, daß diese Wurzeln (zum Teil in verkiester Form) noch bis in das nächst tiefere Flöz hineinsetzen. Im übrigen besteht der Wurzelboden der Flöze zumeist aus einem schichtungslosen und von Schlechten freien, glimmerarmen Schieferton oder Sandschiefer, selten aber aus Sandstein. Die Eigenart des Wurzelbodens mit seinen Rhizomen und deren Appendices liefern den Beweis für die Bodeneigenheit (Autochthonie) der Flöze als solcher, ohne daß damit die Annahme der Autochthonie auch auf die duritischen Einzellagen der Flöze, insbesondere aber die Kennelkohlenpacken, ausgedehnt werden soll. Deren Urmaterial ist zweifellos als eingeschwemmtes organisches Sediment zu betrachten.

Nur bei den allerwenigsten Flözen ist ein Wurzelboden nicht vorhanden. Ob man in diesen Fällen aus seinem Fehlen auf allochthone Bildung des unteren Teils der Flöze schließen kann, ist noch näher zu untersuchen. In Übereinstimmung mit der Bildungsgeschichte der Flöze steht, daß Wurzelböden dort nicht vertreten sind, wo Kennelkohle den tiefsten Flözpacken bildet. So geht, um nur ein Beispiel zu nennen, Flöz 19 der Zeche Baldur als Kennelkohlenflöz ohne Wurzelboden nach allen Seiten allmählich in ein Glanzkohlenflöz mit Wurzelboden über.

Die Mächtigkeit des Wurzelbodens ist recht verschieden, beträgt aber selten mehr als 1 oder 2 m. Sie ist von der Dicke der Flöze völlig unabhängig und umgekehrt. Lehrt doch die Beobachtung, daß mächtige

Flöze ein sehr schwaches Wurzelbett und schmächtige Flöze sehr dicke Wurzelbetten haben können (vgl. z. B. den mächtigen Wurzelboden unterhalb des dünnen Flözes der Abb. 201).

Wie schon oben erwähnt, ist das Auftreten der Wurzelböden unterhalb der Kohlenflöze des Ruhrbezirkes so gesetzmäßig, daß bei Bohrungen auf Steinkohle der Nachweis eines „Wurzelbodens" in Bohrkernen genügen kann, um überbohrte Flöze noch nachträglich festzustellen. Auch staatliche Verleihungen sind schon auf Grund des Vorkommens von Wurzelböden erfolgt.

Die Gesetzmäßigkeit ihres Auftretens kann auch mit Vorteil zur Deutung der Lagerungsverhältnisse von Flözen verwandt werden. Im Gegensatz zu der aus den allgemein-stratigraphischen Verhältnissen der Gegend zu folgernden Voraussage sollten in einer von mir zur Aufklärung der Lagerungsverhältnisse des Karbons im SO von Unna angesetzten Bohrung nach der Angabe des Bohrmeisters drei Flöze von großer Mächtigkeit erschlossen worden sein. Durch genaue Prüfung des Kernmaterials konnte ich jedoch aus dem Auftreten der Wurzelböden in der Bohrung einwandfrei feststellen, daß nicht drei mächtige Flöze, sondern ein und dasselbe, steil aufgerichtete und wellenförmig gestauchte dünne Flöz (mit einem Nebenflöz im Liegenden) dreimal durchbohrt war (s. Abb. 202).

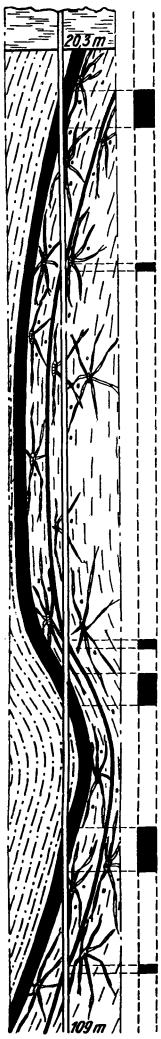


Abb. 202. Profil einer Bohrung, welche dieselben Flöze dreimal durchsunken hat. Aus KUKUK: Glückauf 1924.

Stigmarienbänke werden aber auch ohne Zusammenhang mit einem Flöz beobachtet. Ihre Vorkommen bewesen, daß zwar an diesen Stellen ein ± schwacher Pflanzenwuchs bestanden, aus irgendwelchen Gründen aber nicht zur Bildung von Torfmooren geführt hat, oder daß die gebildeten Torfmoore nachträglich wieder zerstört worden sind. Stratigraphisch können daher derartige Wurzelbetten mit anderorts gebildeten gleichaltrigen Flözen ident sein.

Im übrigen tritt immer mehr in Erscheinung, daß die einzelnen Flöze als solche nicht so geschlossen durch den Bezirk weiterverlaufen, wie man das früher allgemein angenommen hat. Vielmehr zeigen uns die Aufschlüsse im Ruhrkarbon sehr deutlich, daß sich viele Flöze in Unter- und Oberbank oder mehrere Bänke aufspalten (s. Abb. 203) und auskeilen, während sich die eine oder andere Bank an ein fremdes Flöz anlegt, um dann mit diesem zu einem Flöze zu verschmelzen. Hierdurch wird die Wiedererkennung des Flözkörpers, allein schon von einer Schachtanlage

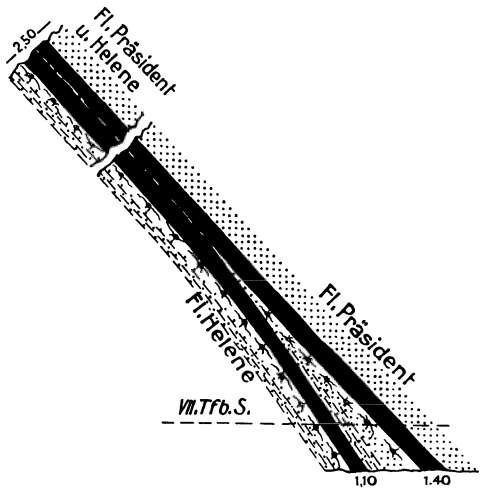


Abb. 203. Scharung der Flöze Präsident und Helene auf Zeche Pluto. Nach OBERSTE-BRINK.

zur anderen, noch mehr aber bei der Weiterverfolgung durch den ganzen Ruhrbezirk, örtlich teils sehr erschwert, teils zur Unmöglichkeit gemacht.

2. Die Identifizierung der Flöze.

Eine für den Betrieb des Bergbaues überaus wichtige Frage ist die der stratigraphischen Festlegung (sog. Horizontierung) noch nicht sicher eingestufter Kohlengruppen bzw. die Parallelisierung bzw. Identifizierung noch nicht erkannter Einzelflöze, Versuche, die sich auf der Wiedererkennung von Leithorizonten bzw. von leitenden Merkmalen der Flöze bzw. der sie einschließenden Nebengesteinsschichten aufbauen.

Sichere Ergebnisse in dieser Hinsicht lassen sich nur durch systematisch durchgeführte feinstratigraphisch-fazielle Untersuchungen aller nur irgendwie aufgeschlossenen Schichtenprofile in der Grube an Ort und Stelle unter Aufsammlung und wissenschaftlicher Auswertung der hierbei hereingewonnenen Belegstücke von Gesteinen, tierischen und pflanzlichen Resten erzielen. Daß für diese Untersuchungen die üblichen markscheiderischen Normalprofile der Zechen nicht ausreichen, braucht kaum besonders betont zu werden.

Von einigen wenigen Kennzeichen abgesehen, haben die meisten Leithorizonte oder Leitmerkmale — jedes für sich genommen — für die Identifizierung von Flözen nur ± bedingten Wert. Meist wird erst das Zusammentreffen mehrerer oder über größere Gebiete verfolgbarer leitender Horizonte und Merkmale oder die Gesamtheit aller Kennzeichen zur sicheren Erkenntnis des stratigraphischen Horizontes der Flöze bzw. eines Einzelflözes führen bzw. es ermöglichen, Aussagen über die Ausbildung der Flöze in einem noch unaufgeschlossenen Feldesteil zu machen.

Die zur Erreichung dieses Zweckes in Betracht kommenden Hilfsmittel können petrographischer, faunistischer und floristischer Natur sein. Sie sollen der Reihe nach besprochen werden.

Zu den petrographischen Leitmerkmalen gehören z. B.: fazielle Sondererscheinungen, wie bestimmte Merkmale des die Flöze einschließenden Nebengesteins, das makroskopisch wahrnehmbare Flözprofil, kennzeichnende Bergemittel oder andere

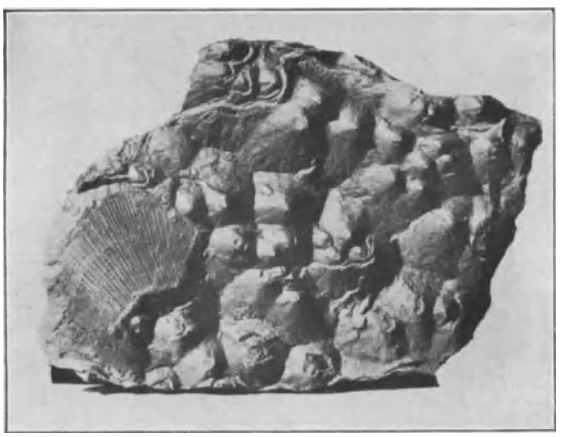


Abb. 204. Dutenmergelähnliche Bildungen mit *Aviculopecten papyraceus* aus dem hangenden Schieferton von Flöz Plaßhofsbank, Zeche Hagenbeck. $^3/_5$ nat. Gr. Aus KUKUK: Glückauf 1923, S.W.B.

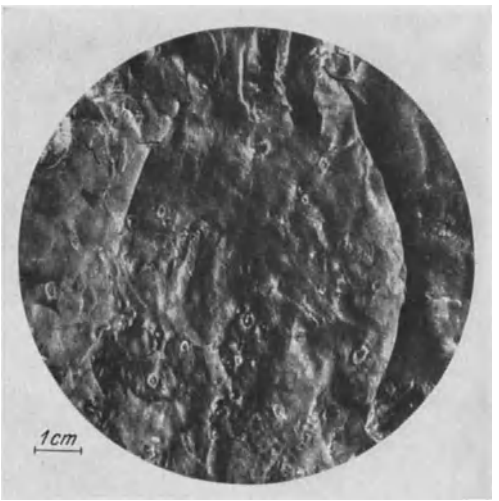


Abb. 205. Augenschiefer aus dem Hangenden des Flözes Wasserfall. Zeche Constantin d. Gr. S.W.B.

Einlagerungen, das mikroskopisch-petrographische Flözbild (Mikrobild), sowie verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften der Kohle u. a.

Auf einige der wichtigsten dieser Kennzeichen will ich hier eingehen. Da die Ausbildung der Gesteine des Ruhrkarbons im allgemeinen ziemlich eintönig ist, wird es meist unmöglich sein, lediglich auf lithologischer Grundlage einen sicheren Schluß auf die stratigraphische Lage der (oder eines) festzulegenden Flöze(s) zu ziehen. Daher muß das Bestreben darauf gerichtet sein, scharf betonte fazielle Sonderverhältnisse im Nebengestein, wie Konglomerate, mächtige Sandsteinbänke, Eisensteinflöze und sonstige Erscheinungen zu erfassen, um diese zu schon anderswo festliegenden leitenden Horizonten in Beziehung zu setzen (vgl. dazu Abschnitt „Nebengestein").

Derartige Sondererscheinungen sind neben den im Abschnitt „Nebengestein" sowie „Stratigraphie der flözführenden Schichten" im einzelnen behandelten wichtigen Kennzeichen auch auffallende andere Merkmale, wie z. B. die „Tutengesteine" aus den Magerkohlenschichten (s. Abb. 204), die nach meinen derzeitigen Beobachtungen nur wenige Horizonte, wie das Hangende des Flözes Plaßhofsbank (Zechen Hagenbeck und Auguste Victoria) und des Flözes Hauptflöz (Zeche Gottessegen) bevorzugen. Dazu gehören weiter die sog. „Augenschiefer", die anscheinend nur im Hangenden bestimmter Flöze vorzukommen pflegen (s. Abb. 205).

Wichtig ist auch das makroskopische Flözprofil, dessen Wert für die Wiedererkennung der Flöze auf weitere Erstreckungen freilich früher stark überschätzt wurde. Erst die auf Grund neuzeitlicher wissenschaftlicher kohlenpetrographischer Untersuchungen neu gewonnenen Einblicke in den Aufbau der Flöze lassen auch wieder das Flözprofil an sich in vielen Fällen für Identifizierungszwecke geeignet erscheinen. Es

hat sich nämlich ergeben, daß man Flöze, die durch stärkere Mattkohlenlagen, Kennelpacken, dicke Fusitstreifen u. a. besonders ausgezeichnet sind, häufig auf ± weite Entfernung — mindestens innerhalb eines Grubenfeldes — mit Sicherheit verfolgen kann.

So ist z. B. das Flöz Wilhelm an seinem starken Mattkohlenpacken in der gleichen Höhenlage des Flözes in allen Aufschlüssen der Schächte VI/VII, IV/V und II der Zeche ver. Constantin weiterzuverfolgen.

Wertvoll für die Wiedererkennung bestimmter Flöze sind auch auffallende Bergemittel, wie die dünnen Lagen aus feuerfestem Ton (KUKUK 1920) in der Kohle der beiden Flöze Erda und Hagen der Flammkohlenschichten (s. Abb. 256).

Die — trotz ihrer geringen Mächtigkeit (rd. 0,07—0,20 m) — über große Entfernungen von mir beobachteten Tonsteineinlagerungen in der Flözkohle sind so charakteristisch, daß schon auf Grund dieses Merkmals beide Einzelflöze mit Sicherheit identifiziert werden können.

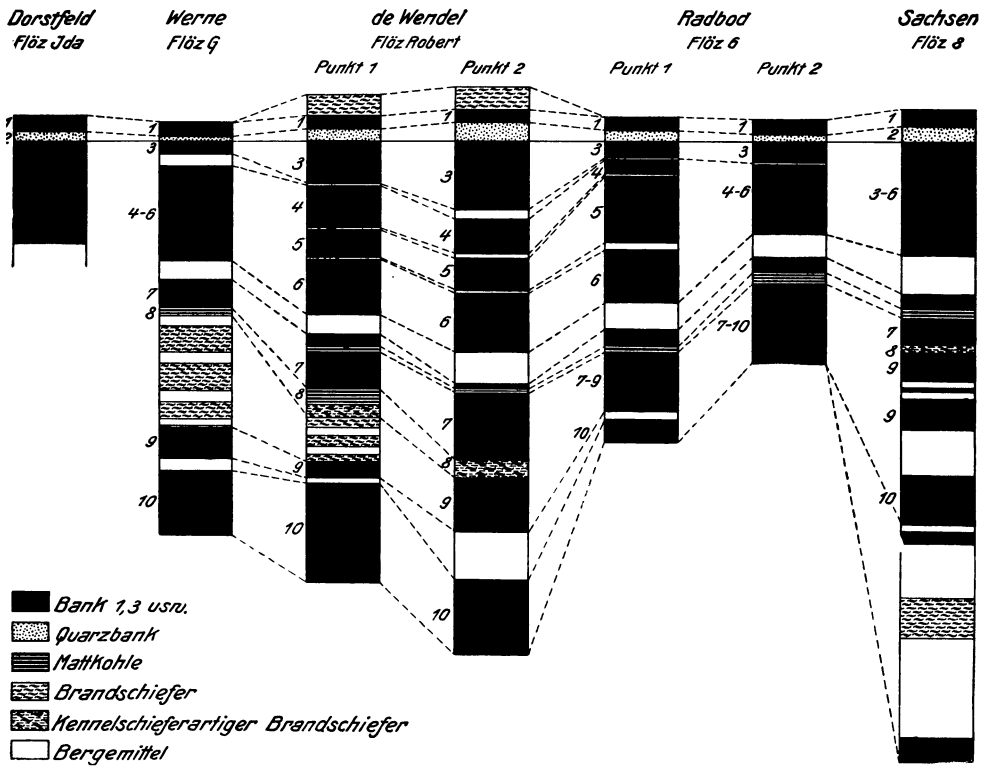


Abb. 206. Die Quarzkörnerschicht (2) in Flöz Ida und in den damit als übereinstimmend erkannten Flözen im östlichen Ruhrbezirk. Aus FERRARI und RAUB: Glückauf 1936.

Nicht weniger wichtig als diese Merkmale kann auch das Mikrobild der einzelnen Kohlenflöze bzw. ihrer Bänke oder einzelner Lagen sein. Beweis liefern die Ergebnisse petrographischer Untersuchungen von Flözen der verschiedensten Schichtengruppen des Karbons, wie unter anderen die Arbeiten von KÜHLWEIN, HOFFMANN und KRÜPE (1934), SCHWEPPE (1935) sowie FERRARI und RAUB (1936) zeigen.

Ich erinnere dabei an die zum größten Teil auf dem Wege mikroskopischer Untersuchungen neu erkannte „Schicht feinster Quarzkörner" in Flöz Ida (Robert) (s. Abb. 206), die sich auf einer Reihe von Zechen, wie de Wendel, Radbod, Sachsen, Dorstfeld und Werne, in der gleichen Höhe des Flözes hat nachweisen lassen.

Es ist sogar anzunehmen, daß weitere planmäßige Untersuchungen nach dieser Richtung noch manche andere leitende petrographische Merkmale für die Wiedererkennung von Flözen liefern werden.

Hinsichtlich des chemischen Charakters der Flözkohle für die Zwecke der Identifizierung ist zu sagen, daß der früher als wertvolles Mittel betrachtete Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen diese Bedeutung nicht mehr besitzt. Abgesehen davon, daß die Genauigkeit der Feststellung des Gasgehaltes unter anderem auch von der Höhe des zufälligen Aschengehaltes abhängt, haben zahlreiche Untersuchungen ergeben, daß der Gasgehalt gleicher Flöze innerhalb des Ruhrbezirkes um 10% und mehr schwanken kann. Die geologische Horizontierung eines Flözes darf daher niemals lediglich auf dem Gasgehalt seiner Kohle aufgebaut werden.

Zum Beweis der Irrtümer, die sich aus der früheren Auffassung ergeben haben, möchte ich nur anführen, daß z. B. noch RUNGE (1892) die tatsächlich jüngste Kohle des westfälischen Karbons, die „magere" Piesberg-Kohle (Westfal D), lediglich auf Grund des geringen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen für gleichaltrig mit der ältesten Kohle (Magerkohle) Westfalens (Namur) hielt.

Als Leithorizonte faunistischer Art dienen vornehmlich marine Reste und untergeordnet auch Süßwassermuschelhorizonte. Die stratigraphische Bedeutung der Fisch-, Insekten- und Krusterreste ist vorläufig noch zu unzulänglich bekannt (vgl. im übrigen Abschnitt IV, B).

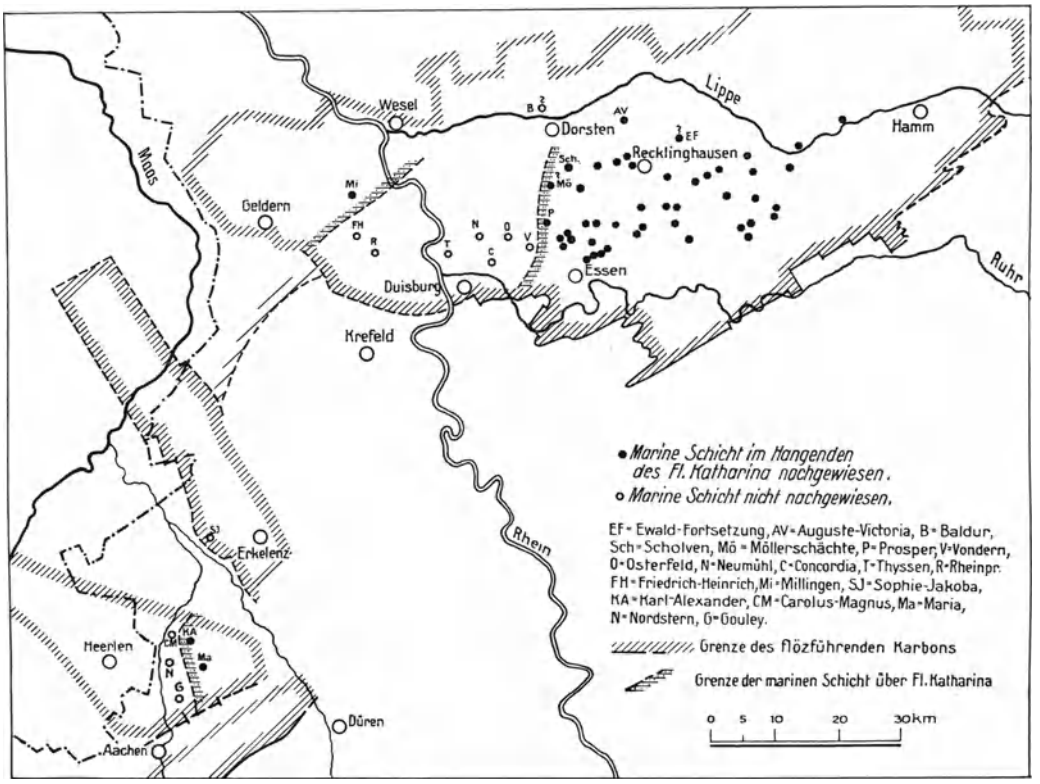


Abb. 207. Die Verbreitung der marinen Schicht über Flöz Katharina.

Der Wert der marinen Schichten für die grobe und feine Horizontierung der Flöze liegt neben ihrer charakteristischen lithologischen Ausbildung und zumeist recht weiten Verbreitung in erster Linie in der Führung der Cephalopoden, die wegen ihrer verhältnismäßig kurzen vertikalen Lebensdauer bei weltweiter Verbreitung als „Zonenfossilien" eine große Rolle spielen.

Bekanntlich bilden mehrere aus den sich ablösenden Arten einer Gattung aufgebaute Zonen je eine Stufe wie z. B. die Protocanites-, Glyphioceras-, Eumorphoceras- und Gastriocerasstufe. Bestimmte Arten sind sogar kennzeichnend für marine Einzelhorizonte.

So weist unter anderem das Vorkommen des *Anthracoceras aegiranum* mit Sicherheit auf die marine Schicht über Flöz Ägir, von *Anthracoceras vanderbeckei* auf die marine Schicht über Flöz Katharina, von *Gastrioceras kahrsi* auf Flöz Finefrau-Nebenbank und von *Gastrioceras subcrenatum* auf Flöz Sarnsbank hin (vgl. dazu Abschnitt IV, B).

Freilich ist die Zuverlässigkeit der marinen Horizonte für Identifizierungszwecke keine unbedingte. Steht doch fest, daß stellenweise auch die am weitesten durchgehenden marinen Schichten nicht überall fossilführend zur Ausbildung gekommen sind.

So ist die bekannte, fast durchweg vertretene, fossilreiche (Goniatiten führende) marine Schicht über Flöz Katharina links des Rheins (mit Ausnahme einer Bohrung bei Willich) weder auf den Zechen Rheinpreußen (Schacht VI), Friedrich Heinrich und Sophie Jacoba (bei Erkelenz) noch auch rechtsrheinisch im NW des Bezirkes (wie in den Feldern der Zechen Thyssen und Neumühl) vorhanden (s. Abb. 207), obwohl die lithologische Beschaffenheit des dunklen Katharinaschiefers im allgemeinen dieselbe geblieben ist.

Ganz ähnliche Erfahrungen hat man übrigens auch im Wurmrevier auf der Kohlscheider, Alsdorfer und Baesweiler Scholle (Carolus Magnus) gesammelt (HAHNE 1935/37).

Wesentlich geringeren Wert für Identifizierungszwecke von Einzelflözen haben die Süßwassermuschelhorizonte. Obgleich ihre Ablagerungen weit häufiger als die der marinen Reste sind, beschränken sie sich auf verhältnismäßig kleine Gebiete. Ihr Vorkommen ist daher auch so unregelmäßig, daß man die Süßwassermuschelschichten vielfach überhaupt nicht oder nicht mit der erforderlichen Sicherheit durch mehrere Grubenfelder verfolgen kann.

Die regionale Beschränkung dieser Faunenhorizonte liegt darin begründet, daß sie sich als Ablagerungen primär begrenzter Bildungsräume (alte Flußrinnen, Süßwasserteiche oder Strandseen) in der Waagerechten ± schnell auskeilen oder in reine Pflanzenbänke übergehen.

Andererseits ist das senkrechte Verbreitungsgebiet der einzelnen Muschelarten meist viel zu groß, als daß vertikal engbegrenzte Flözgruppen oder sogar ein Einzelflöz durch sie mit Sicherheit erkannt werden könnten.

Häufen sich die Muschelhorizonte, vornehmlich solche mit ± leitenden Arten oder mit besonderer Ausbildung (Muschelflöze), so können sie allerdings für die Identifizierung von Flözen innerhalb kleiner Räume recht gute Dienste leisten (vgl. im übrigen die Ausführungen von Wehrli über die Süßwasserfauna Abschnitt IV, B).

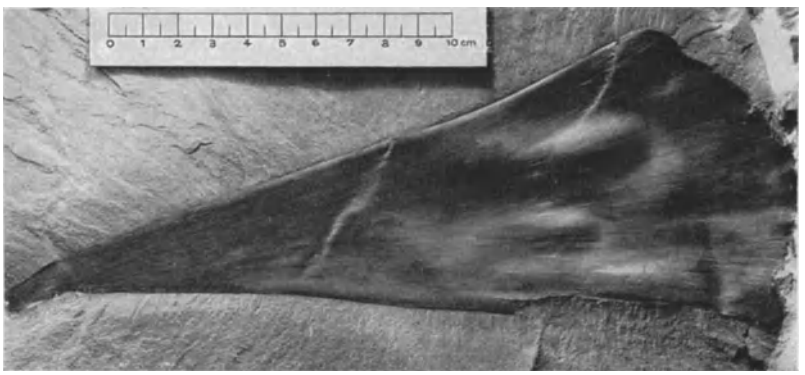


Abb. 208. Großes, asymmetrisches Blatt von *Ginkgophyllum delvali*. Hangd. Flöz Dickebank. Zeche Constantin d. Gr. VI/VII. S.W.B.

Eine große Bedeutung als leitendem Horizont dürfte den auf den Emil-Emscher-Schächten (über Flöz Hugo) kürzlich von Honermann (1937) gemachten Funden der aus Holland so wohlbekannten Anthrapalaemon-Schicht zukommen, falls sie auch auf den markscheidenden Zechen nachgewiesen werden sollte.

Wertvoller für Horizontierungszwecke als die Süßwasserfossilien sind die Pflanzenreste aus dem Hangenden der Flöze. Freilich muß ihre Bedeutung gegenüber dem Werte der marinen Tierreste zurücktreten. Außer der schon seit H. Potoniés Zeiten mit Erfolg vorgenommenen Verwendung der Pflanzen zur groben (zonenweisen) Horizontierung eignen sie sich unter Umständen auch zur feineren Parallelisierung. Sie können sogar als Leitfossilien zum wichtigsten Hilfsmittel der Identifizierung von Flözen werden, wenn petrographische und faunistische Merkmale versagen.

Voraussetzung für die Benutzbarkeit der Pflanzenreste ist, daß sie systematisch über den Flözen gesammelt, wissenschaftlich genau bestimmt und entsprechend ausgewertet werden.

Die allgemeine Anwendung dieses Identifizierungsverfahrens ergibt sich unter anderem aus den Ergebnissen der Untersuchungen von Bode (1927) über das Ibbenbürener Karbon, von Gothan (1932) über den Ruhrkohlenbezirk und von Leggewie (1933) über die oberen Mager- und Eßkohlenflöze des Ruhrreviers. Ich erinnere ferner an die Arbeiten von Wunstorf und Gothan (1925), die vornehmlich unter Berücksichtigung paläobotanischer Merkmale das Aachener Normalprofil mit dem des Ruhrreviers in Übereinstimmung bringen konnten.

Als Einzelbeispiele für den Wert der Pflanzenreste führe ich an, daß auf dem Erkelenz-Brüggener Horst Kohlenflöze erbohrt worden waren, die, lediglich nach dem Gasgehalt beurteilt, als Magerkohlen (Namur des Ruhrreviers) angesprochen wurden. Auf Grund kennzeichnender Pflanzenfunde konnten Gothan (1919) und Jongmans nachweisen, daß es sich hier zweifellos um entgaste Äquivalente der Fettkohle (Westfal A) handelt. Schließlich hat der Heerlener Kongreß (1935) — allein auf Grund des Vorkommens der kennzeichnenden *Neuropteris ovata* (s. Abb. 176) — die Piesberg-Schichten des Osnabrücker Karbons als Unterabteilung des Westfals (Westfal D) abgetrennt (Bode 1936, Kukuk 1938).

Auch bei meinen Arbeiten zur Identifizierung von Einzelflözen im Betrieb des Ruhrbergbaues habe ich nicht selten bestimmte Arten mitheranziehen können. So läßt sich z. B. das Flöz Gustav u. a. durch das

massenhafte Auftreten der maschenadrigen *Lonchopteris rugosa* gut wiedererkennen. Weiter ist das Vorkommen von *Ginkgophyllum delvali* (s. Abb. 208) kennzeichnend für Flöz Dickebank (KUKUK und GOTHAN 1932/33) und schließlich von *Alethopteris davreuxi* für die Flöze um Flöz Bismarck herum. Die leitende Bedeutung bestimmter Pflanzenreste geht auch aus der von GOTHAN (1932/35) neugeschaffenen Zusammenstellung über die Pflanzenwelt des Ruhrkarbons hervor (s. Tabelle 13).

Ein besonders wertvolles Mittel zur Flözidentifizierung liefern die pflanzenführenden Torfdolomite (vgl. Abschnitt IV, C und VI, B).

Aus der Tatsache, daß ihr Vorkommen sich auf die beiden Flöze Katharina und Finefrau-Nebenbank beschränkt, ist allein durch ihr Antreffen in einem noch nicht identifizierten Flöze der Horizont bzw. das Flöz einwandfrei bestimmt, zumal die grobe Horizontierung, d. h. die Frage, welches der beiden Flöze in Frage kommt, auf anderem Wege mit Sicherheit zu lösen ist.

Auch die Mikrofossilien der Kohle (s. Abb. 227—229), insbesondere die Sporen (und zwar hier sowohl die „Megasporen" als die „Mikrosporen"), ferner Kutikulen (Blattoberhäute), sowie Sklerotien (Dauerformen von Pilzen) lassen sich auf Grund der Verschiedenheit ihrer Arten bzw. bestimmter Vergesellschaftungen für stratigraphische Vergleiche verwerten (vgl. die neueren Untersuchungen von R. POTONIÉ 1932, STACH 1933 und 1934 und ZERNDT 1932/35/37).

Für die Zwecke der unmittelbaren Verwendung der Sporen für feinstratigraphische Horizontierung müßten jedoch erst die Flöze des ganzen Ruhrbezirkes systematisch auf ihren Inhalt durchgearbeitet werden. Inzwischen sind einige Flöze des Westfals B und C im Ruhrrevier, z. B. Flöz Bismarck, Flöz 7 und Flöz Ägir durch POTONIÉ, IBRAHIM, LOOSE (1932) und WICHER (1934) auf ihren Sporeninhalt untersucht worden. Dabei hat sich ergeben, daß einzelnen Flözen des Ruhrbezirkes tatsächlich bestimmte Sporengemeinschaften eigen sind.

3. Die Kohlenführung der einzelnen Schichtengruppen.

Für den Betrieb des Bergbaues ist nicht der gesamte Umfang der verschiedenen Schichtengruppen und die Zahl der Flöze, als vielmehr die Zahl der bauwürdigen Flöze, ihre Gesamtkohlenmächtigkeit und insbesondere der prozentuale Anteil der bauwürdigen Kohle an der Gesamtmächtigkeit der Schichten von Wichtigkeit. Hierbei ist der Begriff der Bauwürdigkeit nicht nur nach geologisch-bergmännischen bzw. abbautechnischen Gesichtspunkten, sondern auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus zu fassen. Freilich können die meisten in der Literatur angegebenen Kohlenanteilszahlen kaum als brauchbare Durchschnittswerte gelten, da sie vielfach aus unvollständigen Profilen berechnet wurden, oder aus solchen, die nur für eine bestimmte Gegend oder Zeche maßgebend sind. Tatsächlich verändert sich aber im allgemeinen die Flözführung innerhalb stratigraphisch gleicher Horizonte sowohl von N nach S als von O nach W so sehr, daß derartige Berechnungen nur Wert haben, wenn sie diesen Schwankungen nach Möglichkeit Rechnung tragen und auf Profilen aufgebaut sind, welche die gesamte Schichtenfolge einer Stufe umfassen.

Nach einer älteren Berechnung (KUKUK 1926) ergab sich bezüglich des Anteiles der absolut bauwürdigen Kohle an der Schichtenmächtigkeit — bezogen auf die vier alten Hauptgruppen — folgendes:

Hauptgruppen	Schichtenmächtigkeit (rd.) m	Mächtigkeit der absolut bauwürdigen Flöze m	Anteil der bauwürdigen Kohle an der Gebirgsmächtigkeit %
Gasflammkohlenschichten (über Flöz Bismarck) . .	530	7	1,5
Gaskohlenschichten (Katharina — Flöz Bismarck). .	700	20	2,9
Fettkohlenschichten (Sonnenschein — Katharina) . .	610	23	3,7
Magerkohlenschichten (Flöze unter Sonnenschein) .	1100	6	0,5

Durch die inzwischen erfolgte Neugliederung des Karbons und der dadurch von der älteren Einteilung abweichenden Abgrenzung der Schichtengruppen sind die entsprechenden Zahlenwerte für die neu aufgestellten sechs Schichtengruppen natürlich etwas andere. Als Unterlage für eine neue Berechnung sind nach Möglichkeit nur strati-

graphisch durchgearbeitete Profile herangezogen worden, die den betreffenden Horizont bergmännisch völlig aufgeschlossen haben. Den nachstehenden Berechnungen habe ich deshalb vorzugsweise die in den Monographien der Vereinigten Stahlwerke niedergelegten Angaben zugrunde gelegt.

Zur Gewinnung allgemein gültiger Werte sind Kohlenanteilszahlen für den Westen, die Mitte und den Osten aufgestellt worden, wobei jedesmal das Mittel aus mehreren Zechen gewonnen wurde.

Tabelle 15. Flammkohlenschichten (von der marinen Schicht über Flöz Ägir bis Flöz Loki).

Zeche	Gesamtschichtenmächtigkeit rd. m	Zahl der bauwürdigen Flöze	Kohlenmächtigkeit der bauwürdigen Flöze m	Verhältnis von Gestein zu Kohle	Kohlenanteil %
Wehofen	340	8	8,2	41,5 : 1	2,40
Baldur	320	6	8,8	36,5 : 1	2,74
Fürst Leopold	310	6	6,4	48,5 : 1	2,05
Ewald	380	7	6,3	60 : 1	1,65
Schlägel & Eisen	280	5	5,0	56 : 1	1,79
Mittel, Gesamt.	330	6	6,9	48 : 1	2,08

Tabelle 16. Gasflammkohlenschichten (von der marinen Schicht über Flöz L bis zur marinen Schicht über Flöz Ägir).

Zeche	Gesamtschichtenmächtigkeit rd. m	Zahl der bauwürdigen Flöze	Kohlenmächtigkeit der bauwürdigen Flöze m	Verhältnis von Gestein zu Kohle	Kohlenanteil %
Thyssen I/VI	310	6	5,4	57,5 : 1	1,74
Hugo	320	7	5,4	59 : 1	1,68
Baldur	300	7	5,9	51 : 1	1,96
Mittel, West	310	7	5,6	55 : 1	1,83
Nordstern	392	9	9,4	41,5 : 1	2,39
Ewald	385	6	7,0	55 : 1	1,82
Schlägel & Eisen	405	6	6,7	61 : 1	1,65
Mittel, Mitte.	395	7	7,7	51 : 1	1,95
Mittel, Gesamt.	350	7	6,6	53 : 1	1,88

Tabelle 17. Gaskohlenschichten (von der marinen Schicht über Flöz Katharina bis zur Lingula-Schicht über Flöz L).

Zeche	Gesamtschichtenmächtigkeit rd. m	Zahl der bauwürdigen Flöze	Kohlenmächtigkeit der bauwürdigen Flöze m	Verhältnis von Gestein zu Kohle	Kohlenanteil %
Moltke	496	15	17,3	28,5 : 1	3,49
Thyssen I/VI	435	12	14,8	29,5 : 1	3,40
Rheinbaben	474	13	18,0	26,3 : 1	3,77
Mittel, West.	468	13	16,70	28 : 1	3,57
Auguste Victoria I/III	410	14	15,2	27 : 1	3,70
Schlägel & Eisen	440	13	15,7	28 : 1	3,55
Zollverein IV/V	520	12	14,5	36 : 1	2,80
Mittel, Mitte.	490	13	15,1	32 : 1	3,08
Dorstfeld	530	11	10,3	51,4 : 1	1,95
Hardenberg	485	11	11,1	43,5 : 1	2,28
Preußen	480	10	8,8	54,5 : 1	1,83
Mittel, Osten	498	11	10,1	49 : 1	2,03
Mittel, Gesamt.	485	12	14,0	35 : 1	2,88

Tabelle 18. Fettkohlenschichten (von der marinen Schicht über Flöz Plaßhofsbank bis zur marinen Schicht über Flöz Katharina).

Zeche	Gesamtschichtenmächtigkeit rd. m	Zahl der bauwürdigen Flöze	Kohlenmächtigkeit der bauwürdigen Flöze m	Verhältnis von Gestein zu Kohle	Kohlenanteil %
Westende	653	19	16,3	40 : 1	2,50
Oberhausen	640	20	18,1	35 : 1	2,83
Thyssen IV/VIII	642	18	16,25	39,5 : 1	2,52
Mittel, West	645	19	16,9	38 : 1	2,62
Bonifacius	630	28	28,0	22,5 : 1	4,45
Pluto	578	22	21,6	26,7 : 1	3,74
Viktor I/II	660	17	21,8	30,2 : 1	3,30
Mittel, Mitte	623	22	23,8	26 : 1	3,82
Dorstfeld	655	29	36,2	18 : 1	5,53
Hansa	675	30	29,35	25 : 1	4,35
Hansemann	680	28	32,10	21 : 1	4,75
Mittel, Ost	670	29	32,5	21 : 1	4,85
Mittel, Gesamt	650	23	24,4	27 : 1	3,75

Tabelle 19. Eßkohlenschichten (von der marinen Schicht über Flöz Sarnsbank bis zur marinen Schicht über Flöz Plaßhofsbank).

Zeche	Gesamtschichtenmächtigkeit rd. m	Zahl der bauwürdigen Flöze	Kohlenmächtigkeit der bauwürdigen Flöze m	Verhältnis von Gestein zu Kohle	Kohlenanteil %
Alstaden	600	5	4,90	123 : 1	0,82
Wiesche	530	6	4,90	108 : 1	0,92
Oberhausen	550	8	6,00	92 : 1	1,08
Mittel, Westen	560	7	5,30	106 : 1	0,95
Prinz Regent	420	4	4,40	95 : 1	1,05
Engelsburg	390	3	4,40	89 : 1	1,13
Bonifacius	400	6	5,90	68 : 1	1,47
Mittel, Mitte	400	4	4,90	82 : 1	1,22
Holstein	430	6	4,40	98 : 1	1,02
Königsborn	380	5	4,50	85 : 1	1,18
Wiendahlsbank	450	6	4,80	94 : 1	1,07
Mittel, Osten	420	6	4,60	92 : 1	1,10
Mittel, Gesamt	460	6	4,90	94 : 1	1,07

Tabelle 20. Magerkohlenschichten (von Flöz Sengsbank bis zur marinen Schicht über Flöz Sarnsbank).

Zeche	Gesamtschichtenmächtigkeit rd. m	Zahl der bauwürdigen Flöze	Kohlenmächtigkeit der bauwürdigen Flöze m	Verhältnis von Gestein zu Kohle	Kohlenanteil %
Gottessegen	485	3	2,40	202 : 1	0,49
Margarethe	422	4	3,20	132 : 1	0,76
Königsborn	480	2	2,15	223 : 1	0,45
Mittel, Gesamt	460	3	2,60	177 : 1	0,56

Zusammengefaßt ergibt sich auf Grund der vorliegenden Angaben für die verschiedenen Schichtengruppen folgendes Bild[1]:

	Schichtenmächtigkeit rd. m	Zahl der durchaus bauwürdigen Flöze	Kohlenmächtigkeit der bauwürdigen Flöze rd. m	Verhältnis von Kohle zu Gestein	Anteil der Kohle rd. %
Flammkohlen . .	330	6	6,90	1 : 48	2,11
Gasflammkohlen	350	7	6,60	1 : 53	1,90
Gaskohlen	485	12	14,00	1 : 35	2,90
Fettkohlen . . .	650	23	24,40	1 : 27	3,80
Eßkohlen	460	6	4,90	1 : 94	1,10
Magerkohlen (Flöz Sarnsbank bis Flöz Sengsbank)	460	3	2,60	1 : 177	0,60
	2735	57	59,40	1 : 46	2,20

4. Das Einsetzen der Flözführung in den Schichten des Rheinisch-Westfälischen Karbons.

Obwohl seit langem bekannt ist, daß neben der Schichtenmächtigkeit und der faziellen Ausbildung der Gesteine sich auch die Kohlenführung innerhalb bestimmter Schichtengruppen nach verschiedenen Richtungen ± schnell ändern kann, sind genaue Beobachtungen über das Einsetzen der Flözführung innerhalb des Gesamtgebietes der subvariszischen Saumtiefe erst in den letzten Jahren unternommen worden. KELLER (1932)

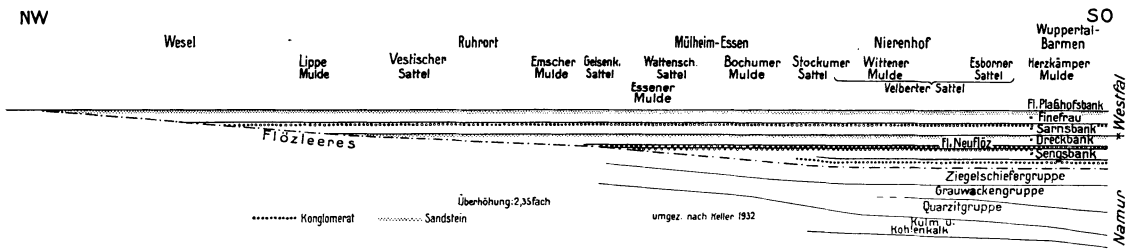


Abb. 209. Schematisches Querprofil durch den westfälisch-rheinischen Teil der subvariszischen Vortiefe. Nach KELLER.

ging bei seinen Untersuchungen von Aufschlüssen über Tage zwischen Barmen und Mülheim aus, wo das zutage tretende Steinkohlengebirge unmittelbar der Prüfung zugänglich ist, und verglich seine Beobachtungen mit den unterirdischen Aufschlüssen zwischen Duisburg und Geldern. Aus seinen Feststellungen geht hervor, daß schon westlich von Hattingen, in der Bochumer Mulde, die Flöze der untersten Magerkohlenschichten fehlen und daß die flözleere Ausbildung der Steinkohlenschichten des Namurs unter gleichzeitigem Auskeilen der Sandsteine und Konglomerate in der Richtung von SO nach NW in die mittleren Magerkohlenschichten aufsteigt (s. Abb. 209). So liegt der nördlichste Aufschluß des liegendsten Flözes Sengsbank am Stockumer Sattel. Die Flözgruppe Hinnebecke-Besserdich ist bis nördlich dieses Sattels zu verfolgen. Flöz Neuflöz geht noch bis über den Wattenscheider Sattel hinaus, während die Flöze Wasserbank und Hauptflöz erst am Gelsenkirchener Sattel aufhören (s. auch Tafel 1, KELLER 1934).

Das Aufsteigen des Beginns der Kohleführung läßt sich aber nicht nur in der Mitte des Bezirkes, sondern auch im W, in Richtung des Profils Duisburg-Krefeld-Geldern, beobachten. In der Nähe von Krefeld erscheint als tiefstes bauwürdiges Flöz etwa Flöz Sarnsbank (Grenze Namur-Westfal) und weiter bei Geldern Flöz Finefrau, d. h.

[1] Die Abweichungen in den Mächtigkeitszahlen gegenüber der Tabelle im Abschnitt III, C erklären sich aus etwas anderen Berechnungsunterlagen.

die Flözführung wird um etwa 450 m nach oben (also aus dem Namur ins tiefste Westfal) verlegt. Ganz das gleiche Bild ergibt sich aus den noch weiter im W gelegenen Bohrungen längs des Horstes von Brüggen-Erkelenz (Peelhorst). Auch hier ist im N des Peelhorstes nach v. WATERSCHOOT VAN DER GRACHT (1909) als tiefstes bauwürdiges Flöz etwa das Flöz Finefrau bzw. Flöz Girondelle der Eßkohlenschichten anzusehen, während die in den südlichen Gebieten vorhandenen älteren Flöze hier nicht mehr angetroffen wurden. Ähnliche Erscheinungen zeigt auch der weiter westlich und parallel verlaufende Schnitt von Aachen über Heerlen (Holland) nach Hasselt (Campine), wenn auch hier wegen der paläogeographischen Sonderverhältnisse dieses Gebietes eine völlige Übereinstimmung der Verhältnisse nicht mehr erwartet werden kann. Jedenfalls lassen die der gleichen Lage des Vorkommens im Raume der subvariszischen Vortiefe entsprechenden Profile alle eine Verzögerung des Eintritts der Flözführung in der Richtung von SO nach NW erkennen (s. Tafel 3, KELLER 1934). Rechnerisch ermittelte KELLER das Aufsteigen der Grenze des Flözführenden gegen das Flözleere im rechtsrheinischen Gebiete von SO nach NW auf rd. 13 m für je 1 km.

Umgekehrt setzt in Richtung von NW gegen SO die Flözführung in immer tiefere Schichten hinab (s. Abb. 209). Daher haben wir auch in der viel südlicher gelegenen Indemulde bei Aachen schon bauwürdige Flöze (Gerhardine-Flöze, HAHNE 1930) unterhalb des Konglomerats unter Flöz Kleinkohl (das dem Sengsbank-Konglomerat stratigraphisch gleichwertig ist), während unbauwürdige Flöze noch viel tiefer bekannt sind.

Längs einer im Streichen gelegenen Linie von Kempen über Recklinghausen nach Bielefeld wird also der Beginn der Flözführung aus dem Namur in das Westfal A übertreten, d. h. erst etwa mit Sarnsbank beginnen. Weiter nördlich scheint in der Parallelen in Richtung Geldern, Wesel, Dülmen und Münster die Flözführung sogar erst im Niveau von Flöz Finefrau oder an der Basis der Girondeller Flöze einzusetzen. Demgemäß wird man längs der noch weiter nördlich gelegenen Linie Goch-Burgsteinfurt-Ibbenbüren die Flözführung kaum eher als in Höhe der unteren Fettkohle erwarten dürfen. Daraus ist weiter zu folgern, daß im N, insbesondere in der Ibbenbüren-Piesberger Gegend, Magerkohlen- und Eßkohlenschichten überhaupt nicht mehr vorhanden sein werden. Da das Produktive nach dieser begründeten Annahme erst in Höhe von Flöz Plaßhofsbank oder von Flöz Sonnenschein einsetzt, dürfte z. B. unterhalb der tiefsten in der Bohrung Ibbenbüren 4 erschlossenen Flöze (GOTHAN-HAACK 1924) nur mehr rd. 700 m flözführendes Karbon (Westfal A) entwickelt sein, das wahrscheinlich transgredierend die älteren, gefalteten Schichten des Untergrundes (Devon?) überlagert.

Die hier beobachteten Tatsachen sind nur durch die besondere paläogeographische Lage des Bildungsgebietes in der früheren Saumtiefe südlich eines alten, langsam untersinkenden Kontinents erklärlich, an dessen Stelle allmählich von SO nach NW her sich ein Flachbeckengebiet mit seinen Urmooren vorschiebt. Man wird daher KELLER recht geben müssen, wenn er auf Grund der auffallenden regionalen Gleichheit der Erscheinungen annimmt, daß im Ruhrgebiet die Magerkohlenschichten (Namur) nur in einem rd. 25 km breiten Bande längs des heutigen Ausgehenden des Flözführenden vorhanden sind.

5. Sondererscheinungen im unmittelbaren Nebengestein der Flöze.

Das unmittelbare Nebengestein der Flöze ist durch eine Reihe eigenartiger Erscheinungen gekennzeichnet. Obgleich hier sehr bekannte Bildungen des Flözhangenden vorliegen, werden die ihrer Entstehung nach sehr verschiedenen Vorkommen im Betriebe des Bergbaues häufig miteinander verwechselt. Hierin gehören unter anderem die sog. Kessel, Sargdeckel sowie bestimmte konkretionäre Bildungen. Da sie im übrigen dazu beitragen können, den Abbau zu erschweren und unter Umständen auch die Unfallgefahren zu vermehren, sei auf ihre Bildungsgeschichte kurz eingegangen.

Kessel. Unter Kessel versteht man im Hangenden der Kohlenflöze sitzende, „wurzellose" Steinkerne von Stümpfen alter Karbonbäume, die eine zuckerhutähnliche Gestalt besitzen und mit meist dünner, kohliger Rinde versehen sind. Wie Abb. 210 zeigt, sind sie an der Basis meist ± abgerundet. Vielfach sieht man auf der Unterseite einen ring-

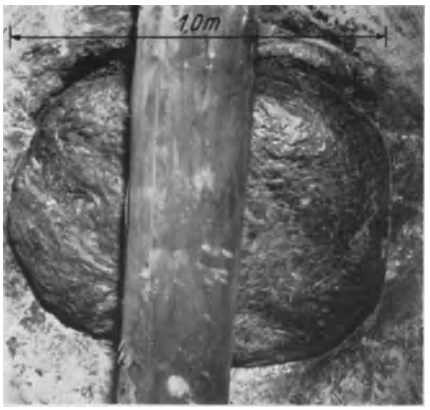


Abb. 210. Kessel im Hangenden von Flöz Fettlappen der Zeche Graf Beust. Aufn. FUNCKE.

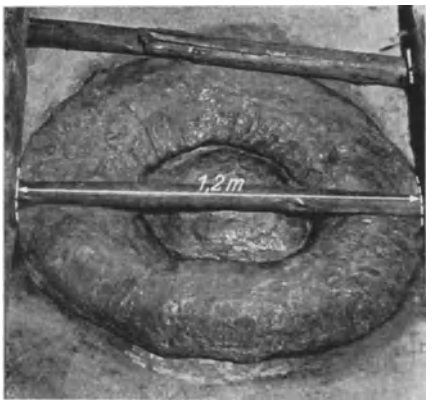


Abb. 211. Doppelkessel im Hangenden von Flöz Fettlappen der Zeche Graf Beust. Aufn. FUNCKE.



Abb. 212. Ausgeschlagener Baumstumpf (Kessel). Zeche Kurl. Aufn. GRÄFF.



Abb. 213. Teilweise ausgeschlagener Kessel im Flözhangenden. Aufn. FUNCKE.

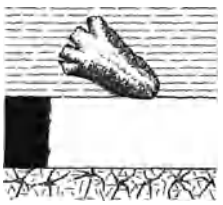


Abb. 214. Kessel in Schräglage. Umgez. nach FUNCKE.



Abb. 215. Umgekehrt liegender Kessel über Flöz Finefrau der Zeche Diergardt. Durch Wirkung des Druckes bei eingetretener Inkohlung des Flözes unter Hakenschlagbildungen des Schiefertons als Keil herausgepreßt. Aufn. der Zeche.

Abb. 215.

artigen Wulst mit einem stumpfkegeligen Nebengesteinseinschluß in der Mitte (sog. Doppelkessel, s. Abb. 211). Soweit meine Beobachtungen reichen, haben die Kessel fast nie Wurzelverzweigungen wie die Baumstümpfe im Liegenden der Flöze. Aus der Art ihres Erhaltungs- und Einbettungszustandes scheint vielmehr mit Sicherheit hervorzugehen, daß die Kessel auf allochthonem Wege eingeflößte und abgesetzte alte Baumstümpfe darstellen.

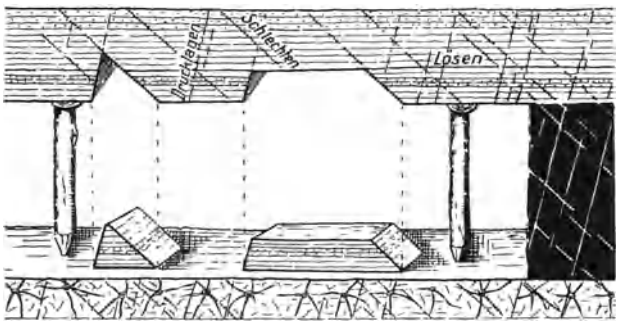


Abb. 216. Entstehung von Sargdeckeln.

Dabei ist der Querschnitt der weitaus meisten Stammreste nicht rund, sondern elliptisch (s. Abb. 212 und 213) bei einem Verhältnis der Längs- zur Querachse von etwa 5:3,5. Bemerkenswerterweise sind die Längsachsen meist gleich orientiert, d. h. sie verlaufen parallel zum Streichen, was auf Zusammendrückung der Baumstümpfe bei der Gebirgsfaltung (asturische Phase) zurückzuführen sein dürfte. Die gleiche Feststellung hat Patteisky (1937) in Schlesisch-Ostrau gemacht.

Infolge ihrer konischen Gestalt und der durch Querrisse hervorgerufenen Zerstückelung des Stammrestes in einzelne Teile können sich die meist nur an dem kohligen Ring an der Firste (s. Abb. 212) erkennbaren Kessel — infolge Zersetzung der kohligen Rinde, unterstützt durch die konisch verlaufenden glatten Wände — ohne Warnung ganz oder stückweise (s. Abb. 213) herauslösen (ausschlagen). Wegen ihrer Gefährlichkeit sind die Kessel, insbesondere die sog. „Doppelkessel", von den Bergleuten sehr wenig geschätzt. Ganz naturgemäß bedeuten die weit seltener auftretenden umgekippten Kessel (s. Abb. 214) ein viel geringeres Gefahrenmoment (s. Abb. 215).

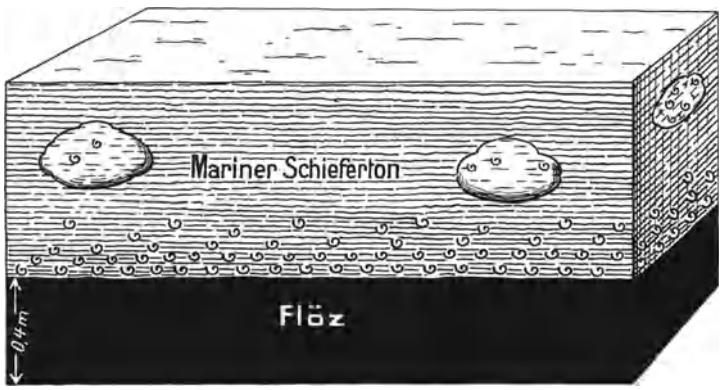


Abb. 217. Fossilführende Toneisensteingeoden (Dachsphärosiderite) in marinem Schieferton.

Sargdeckel. Völlig anders geartete Bildungen sind in den Sargdeckeln zu sehen, deren Form sehr verschiedenartig sein kann. Ihrer äußeren Gestalt nach, die mitunter der der Kessel ähnlich ist, handelt es sich meist um Gesteinskörper von trapezförmigem Querschnitt, welche von ± ebenen Kluftflächen (Schlechten, Drucklagen und Lösen) fast allseitig begrenzt sind und einem dreiseitigen Prisma oder einer vierseitigen abgestumpften Pyramide entsprechen (s. Abb. 216). Werden derartige Körper infolge Sichschneidens der begrenzenden Kluftflächen des Zusammenhanges mit dem Nebengestein beraubt, so können sie durch ihre Schwere oder durch Wirkungen des Abbaudruckes — unterstützt durch die Ausfüllung der Klüfte mit nassen Letten — bei der Hereingewinnung der Kohle teils ganz, teils stückweise ohne Warnung aus dem Hangenden ausschlagen und zu Unglücksfällen der Bergleute Anlaß geben. Wegen dieser Eigenschaft und ihrer Gestalt haben sie vom Bergmann den kennzeichnenden Namen „Sargdeckel" erhalten.

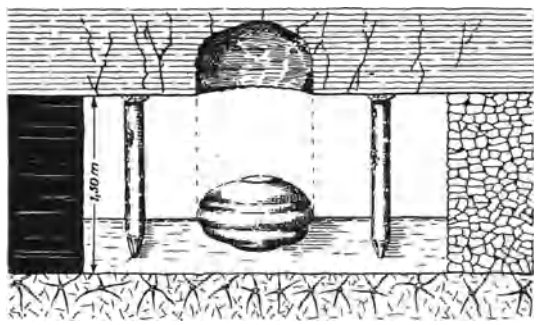


Abb. 218. Ausgeschlagene Toneisensteingeode.

Konkretionen. Weit geringere Bedeutung kommt den in Form flachsphäroidaler Kugeln im Hangenden mancher Flöze auftretenden ± großen Konkretionen aus Ton-

eisenstein zu, die stellenweise irrtümlich ebenfalls als Kessel bezeichnet werden. Man findet die bis 1 m Durchmesser aufweisenden Gebilde besonders häufig im marinen Hangendschiefer der Flöze Sarnsbank und Hauptflöz (s. Abb. 217). Bei brüchigem Hangenden besteht auch hier die Gefahr des Ausschlagens der schweren Toneisensteinkugeln aus dem andersgearteten Nebengestein (s. Abb. 218).

B. Die petrographischen Verhältnisse der Flözkohle.

1. Verschiedene Arten der die Flöze aufbauenden Kohlen.

a) Streifenkohle.

Rein bergmännisch-makroskopisch gesehen, besteht die Kohle der Ruhrkohlenflöze fast durchweg aus Streifenkohle. Diese Eigenart der Kohle tritt, rein äußerlich betrachtet, besonders deutlich bei den Flözen der höheren (jüngeren) Schichten in

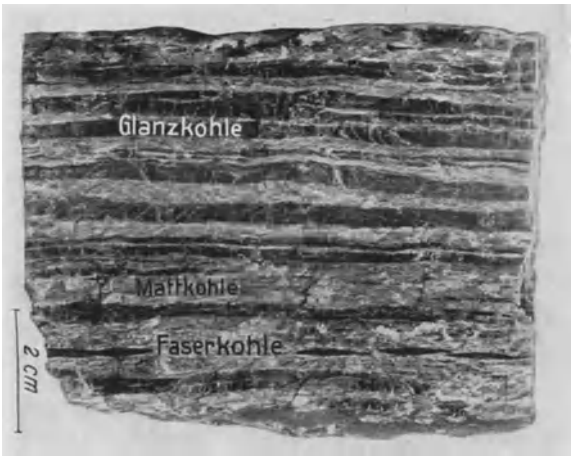


Abb. 219. Streifenkohle. Wechsellagerung von Glanz-, Matt- und Faserkohle. S.W.B.



Abb. 220. Glanzkohle aus einem Flöze der Fettkohlenschichten. S.W.B.

Erscheinung (s. Abb. 219). Ihr Kennzeichen ist die Wechsellagerung ± starker Bänder verschiedenartiger Kohlen, und zwar der Glanzkohle (s. Abb. 220), der Mattkohle (s. Abb. 221) und der Faserkohle (s. Abb. 222). Je nach der Mächtigkeit der einzelnen Lagen unterscheidet man „grobstreifige", „feinstreifige" und „mikrostreifige" Glanzkohle bzw. Mattkohle usw. (Kukuk 1934). Nach der mehr die pflanzlichen Elemente berücksichtigenden Bezeichnungsweise der Kohlenpetrographen setzt sich die Ruhrkohle aus vier Streifenarten („rock types") zusammen: Vitrit, Clarit, Durit und Fusit, Bestandteile, die sich nicht völlig mit den oben erwähnten, vom Bergmann gebrauchten (aber nicht mehr ganz zutreffenden) Bezeichnungen Glanzkohle, Mattkohle und Faserkohle decken.

Im groben Durchschnitt ist an der Kohle der westfälischen Flöze Vitrit mit 50—55%, Clarit mit rd. 20—25%, Durit mit etwa 15—20% und Fusit mit rd. 5% beteiligt. Die petrographische Zusammensetzung der Kohle schwankt im übrigen sowohl innerhalb der Flöze als auch der einzelnen Kohlengruppen sehr.

Neben diesen gewissermaßen den „Gesteinen" gleichzustellenden, verschiedenartigen Streifen spricht man in der Kohlenpetrographie weiter von Gefügebestandteilen (Gemengteilen oder „macerals"), aus denen die Streifenarten zusammengesetzt sind. Sie stellen, den „Mineralien" entsprechend, einheitliche Stoffe dar. Auf sie will ich an dieser Stelle nicht weiter eingehen, da sie im Abschnitt VII, B näher betrachtet werden.

Bemerkenswert ist zunächst, daß im allgemeinen die Anordnung der einzelnen Streifenarten in der Kohle der verschiedenen Flözgruppen des Ruhrkarbons eine ziemlich regellose ist. Nur wenige Flöze oder deren einzelne Bänke bewahren auf eine gewisse Erstreckung eine ± gleichbleibende Zusammensetzung und Aschenverteilung. Sie lassen sich dann

mitunter, soweit es sich z. B. um Mattkohlenpacken handelt, auf ± große Entfernungen (öfters viele Kilometer!) verfolgen. Bezüglich aller weiteren Einzelheiten sei auf den kohlenpetrographischen Abschnitt VII, B von KÜHLWEIN und HOFFMANN verwiesen.

Als rein bergmännisch unterschiedene Kohlenarten sind dann noch zu betrachten die Kennelkohlen, Pseudokennelkohlen und braunen Kohlen.

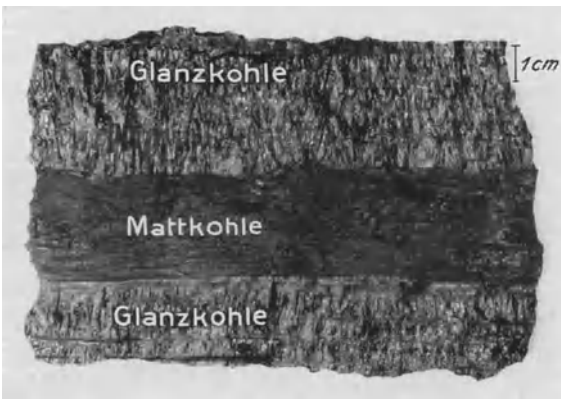


Abb. 221. Mattkohlenpacken in einem Flöze der Gasflammkohlenschichten. S.W.B.

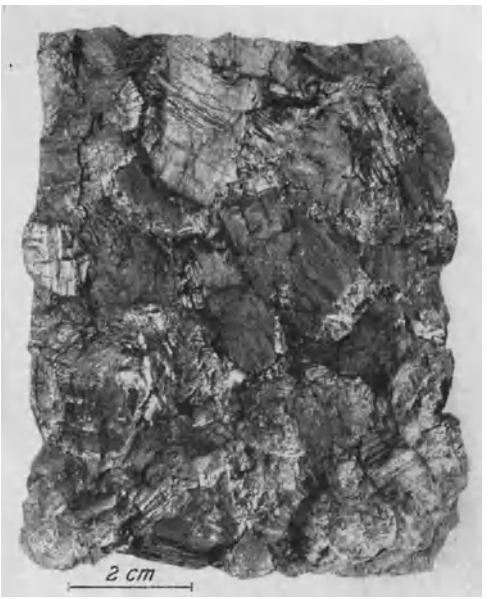


Abb. 222. Verschieden orientierte Faserkohlenpflaster auf einer Lösenfläche in Flöz Zollverein 4 der Zeche Sterkrade. S.W.B.

b) Kennelkohle.

Von der üblichen Streifenkohle weicht die mengenmäßig bedeutungslose Kennelkohle schon makroskopisch sehr ab (s. Abb. 223). Diese als Urbild der Mattkohle aufzufassende Kohle tritt entweder selbständig als Flöz oder innerhalb der Streifenkohlenflöze in Bankform auf. Von ausgesprochenem Durit ist sie schon äußerlich durch die Gleichartigkeit, die Schichtungslosigkeit und den muscheligen Bruch unterschieden.



Abb. 223. Kennelkohlenflöz. S.W.B. Aufn. KUKUK.



Abb. 224. Kennelkohlenpacken in einem Flöze der Gasflammkohlenschichten. S.W.B.

Im Ruhrgebiet sind Kennelkohlenflöze oder -packen (s. Abb. 224) keine so seltenen Erscheinungen, wie bisweilen angenommen wird, wenn sie auch vorwiegend die jüngeren Horizonte bevorzugen. Es dürfte aber zu weit gehen, das Vorkommen echter Kennelkohlen auf die Gasflammkohlenschichten zu beschränken, wie das BODE (1932) vorschlägt. Die Mächtigkeit der Kennel- und kennelartigen Kohlenlagen schwankt nach meinen Beobachtungen zwischen wenigen Zentimetern und 140 cm. Ihre Ausdehnung in der Horizontalen bewegt sich dagegen zwischen wenigen 100 m und mehreren Kilometern. Schon daraus ergibt sich, daß diese Kohlenart stellenweise Abbauwürdigkeit besitzt.

Ihrer Entstehung als Faulschlammkohle entsprechend, ist die Kennelkohle (Mattkohle) ein im Gegensatz zur Humuskohle nur auf beschränktem Raume, und zwar in tieferem Wasser (Moorseen) zum Absatz gekommenes organisches Sediment. Dabei zeigt sich, daß die Kennelkohlenvorkommen nicht mit den tektonischen Mulden zusammenfallen, wie mitunter behauptet wird, sondern auch auf den Sätteln liegen können. Nach KELLER deckt sich z. B. die Mattkohlenablagerung des bekannten Finefrau-Sees mit einem Sattel (s. Abb. 225).

Da das mikroskopisch-petrographische Bild der Kennelkohle im Abschnitt „Petrographie der Kohle" näher behandelt werden wird, sei hier nur noch auf einige makroskopisch besonders kennzeichnende Merkmale aufmerksam gemacht.

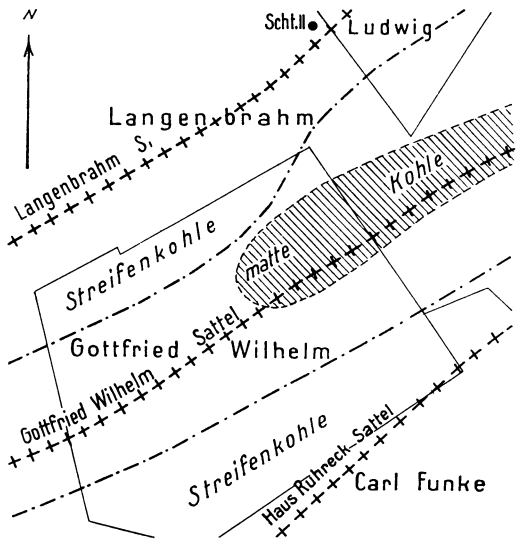


Abb. 225. Die Verbreitung der Mattkohlenausbildung des Flözes Finefrau innerhalb der Grubenfelder Gottfried Wilhelm und Langenbrahm. Nach KELLER.



Abb. 226. Kennelkohle, von senkrecht sich schneidenden Absonderungsklüften durchsetzt. Aus KUKUK: Glückauf 1920.

Echte Kennelkohle ist, wie erwähnt, gleichkörnig, feinkörnig und ungeschichtet und besitzt infolgedessen muscheligen Bruch und matten Fettglanz. Der muschelige Bruch stellt eine Funktion der Körnung, der Fettglanz eine solche der Homogenität der Kohle dar. Mit zunehmender Inkohlung geht der Fettglanz in Glasglanz über, wobei der muschelige Bruch verschwindet. Kennzeichnend für die ehemalige Faulschlammnatur sind die sich kreuzenden „Trockenrisse", deren Ebenen senkrecht zur Schichtung stehen (s. Abb. 226). Kennelkohle ist außerdem so fest und zäh, daß sie sich auf der Drehbank zu den verschiedenartigsten Gebrauchs- und Schmuckgegenständen verarbeiten läßt.

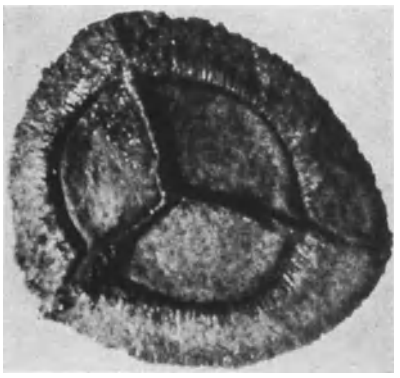


Abb. 227. *Sporites brasserti* STACH u. ZERNDT. Einzelspore. Mazeriert. Aufn. STACH. Vergr. 40fach.

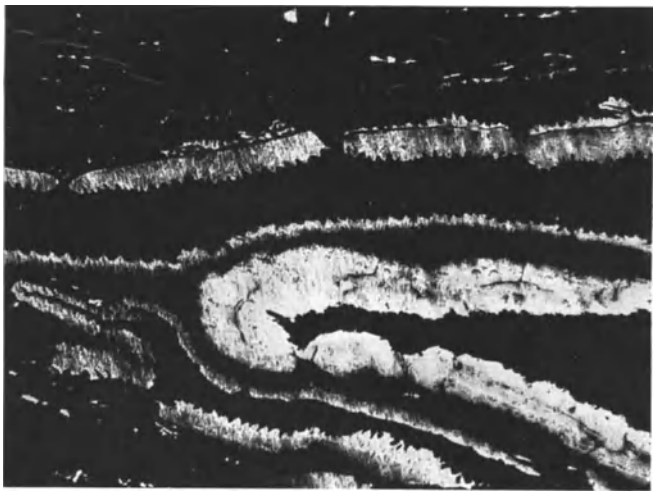


Abb. 228. Anhäufung von Kutikulen verschiedener Dicke mit sägeartiger Zähnung. Flöz 7. Zeche Brassert. Nach STACH 1932. Vergr. 95fach.

Mikroskopische Einzeluntersuchungen zeigen, daß die Beschaffenheit dieser reinsten Mattkohle in erster Linie durch Art und Menge der bituminösen Körper [Sporen (Mikro- und Makrosporen), Kutikulen, Algen und Harzkörper] bedingt ist (s. Abschnitt VII, B). Von diesen sind neben den gelegentlich zu einer Vierergruppe (Tetrade) vereinigten „Makrosporen" (s. Abb. 227) die „Kutikulen" (Blattoberhäute) (s. Abb. 228) sowie die „Sklerotien" [Dauerformen oder Ruhezustände holzzerstörender Pilze (Hymenozyten)] (s. Abb. 229) die am besten verkörpert erhaltenen Reste (STACH 1932/33/35).

Ihrem chemischen Charakter nach sind die Kennelkohlen sehr gasreich, jedenfalls meist gasreicher als die mit ihr im gleichen Flöz vorkommende Streifenkohle.

Ich lasse drei Kurzanalysen von Kennelkohlen folgen: Flöz 19 der Zeche Baldur enthält: 40% flüchtige Bestandteile bei 15,8% Asche; Kohle aus Flöz 18a (Baldur) führt 34,7% flüchtige Bestandteile (auf Reinkohle 44,6%) bei 21,4% Asche; Kohle aus Flöz 5 (Zeche Wehofen): 50,07% flüchtige Bestandteile bei 8,25% Asche.

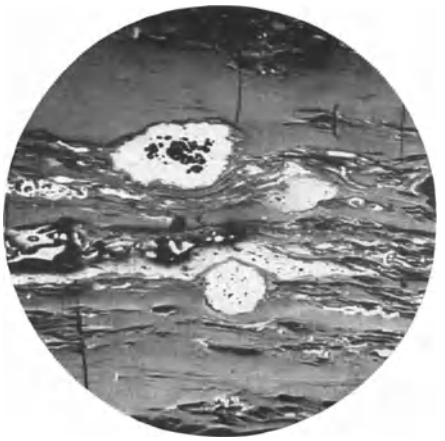


Abb. 229. Zwei Sklerotien (Pilzreste) aus der Flammkohle. Anschliff unter Öl. Nach STACH 1933. Vergr. 130fach.

Im Gegensatz zu der älteren Auffassung (H. POTONIÉ), nach welcher die Kennelkohle (als Faulschlammkohle) vorwiegend am Liegenden der Flöze auftreten soll, lehrt die Beobachtung im Ruhrbezirk, daß die Mehrzahl der Kennelkohlenpacken im mittleren oder oberen Teil der Flöze erscheint. Immerhin sind mir aber auch manche Flözprofile bekannt, in denen die Kennel- bzw. die sog. Pseudokennelkohlenpacken (als genetisch wesensgleiche Bildungen) das Liegende der Flöze bilden. Einige Beispiele aus den verschiedensten Flözhorizonten mögen das Gesagte erläutern (s. Abb. 230).

Außer echter Kennelkohle ist auch, wenn auch selten, die in anderen Kohlenbezirken ziemlich

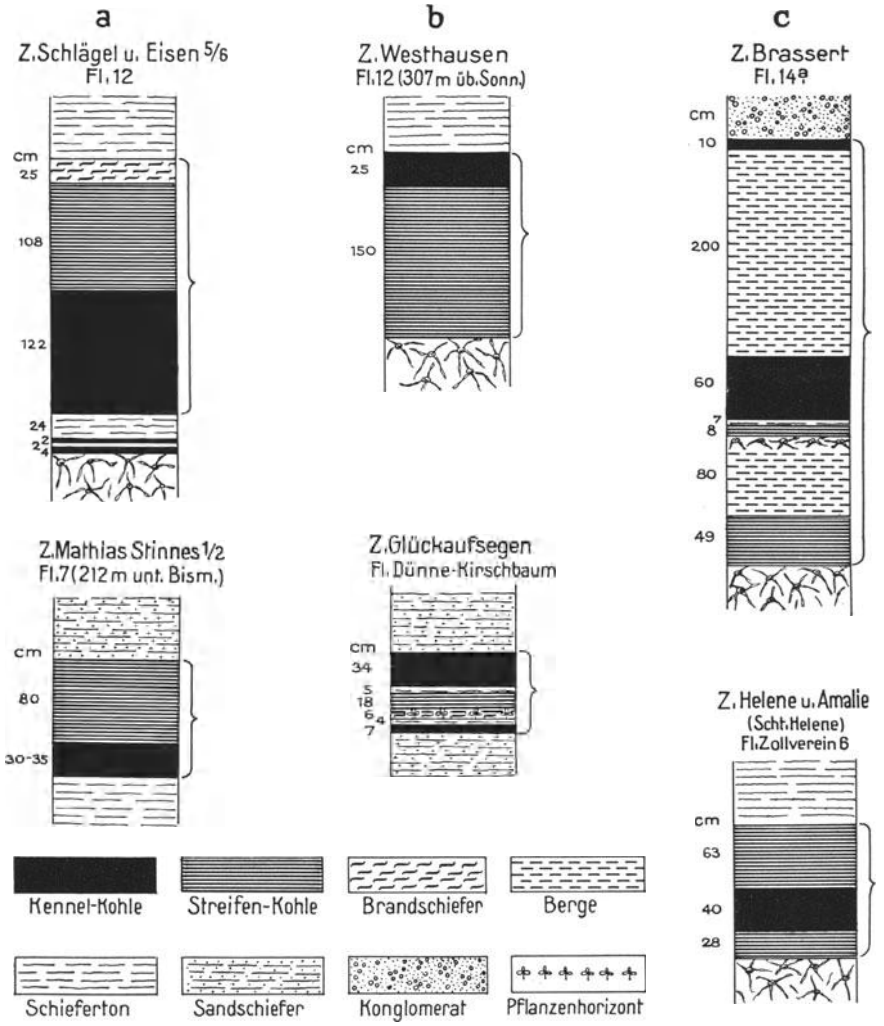


Abb. 230. Auftreten von Kennelkohle innerhalb der Flöze: a) im Liegenden, b) im Hangenden, c) in der Mitte.

häufige Bogheadkohle (STACH und HOFFMANN 1931) vertreten. Vorläufig kennen wir diese eigenartige Kohle mit Sicherheit nur aus Flöz 15 der Zeche Brassert, wo sie als

0,30—0,50 m mächtiger Packen auftritt, ferner aus dem identen Flöz „Z" der Zeche Auguste Victoria und unter anderem aus einer Bank des Flözes 2 der Zeche Friedrich

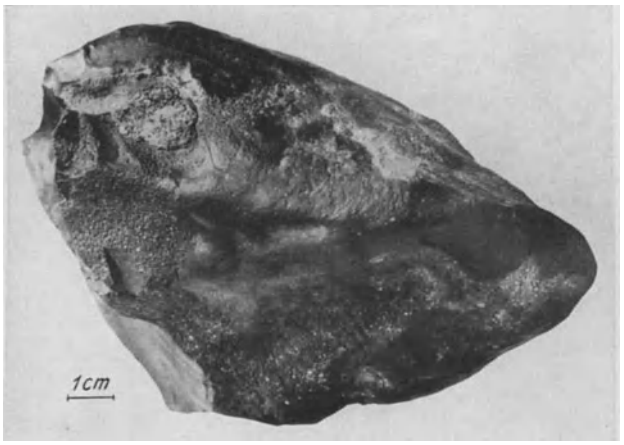


Abb. 231. Ecke eines Bogheadkohlengerölles aus dem Sandstein eines Flözes der Gasflammkohlenschichten. Zeche Fürst Leopold. S.W.B.

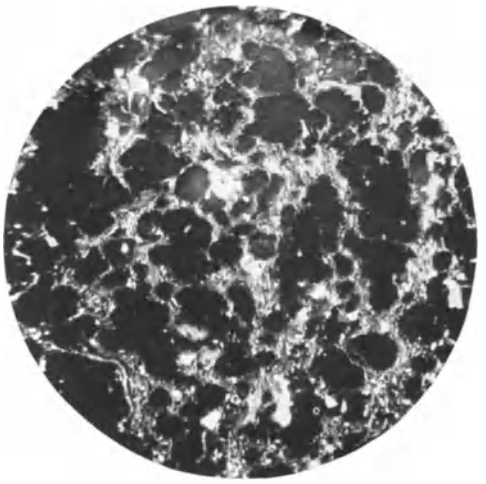


Abb. 232. Bogheadkohle mit ± dicht gepackten Algen und humoser Grundmasse. Kohlengeröll von der Zeche Fürst Leopold. Ölimmersion. Vergr. 100 fach. Aufn. HOFFMANN.

Thyssen II/V. Ein weiteres Bogheadvorkommen wird durch ein von mir gesammeltes Kohlengeröll (mit rd. 69% Gas) aus einem Sandstein der Zeche Fürst Leopold nachgewiesen (s. Abb. 231), das HOFFMANN (1935) näher untersuchte (s. Abb. 232).

Gleich der gewöhnlichen Kennelkohle, mit der sie chemisch völlig übereinstimmt, ist die Bogheadkohle homogen und muschelig brechend und verbrennt als Splitter mit rußender Flamme. Bezeichnend für sie ist der braune Strich und der holzige Ton beim Anschlagen. Im Gegensatz zu echter Kennelkohle, die sich in der Hauptsache aus Grundmasse, Sporen und Sporenfetzen aufbaut, zeigt die immer stärker zurücktretende vitritische Grundmasse der Bogheadkohle „Ölalgen" vom Typus der *Pila sp.* (STACH 1936) (s. Abb. 232). Diese Feststellung wird allerdings von JEFFREY und POTONIÉ bestritten, die in ihnen bituminöse Gerinnungsformen sehen wollen.

Bemerkenswerterweise finden sich nach einer von mir nachgeprüften Beobachtung von HELFFERICH (1936) in einer unreinen, als eine Art Kennelschiefer anzusprechenden Lage der Bogheadkohle des Flözes Z der Z. Auguste Victoria auch gut erhaltene Reste von Süßwassermuscheln, und zwar von *Carbonicola aquilina* und *Najadites sowerbyi* sowie von Koprolithen und Fischresten (Schuppen). Sie weisen darauf hin, daß es sich in dem Bogheadsapropel um Algenbildungen in Süßwasserseen und nicht in salzigen Wassern handeln kann, wie früher angenommen wurde (HOFFMANN-STACH 1931).

Ein besonderes Merkmal der Bogheadkohle ist ihr auffallend großer Reichtum an flüchtigen Bestandteilen [bis 79,0% (auf Reinkohle) bei der Kohle der Zeche Auguste Victoria] sowie ihr hoher Teergehalt, der sie für die Ölgewinnung in erster Linie als geeignet erscheinen läßt.

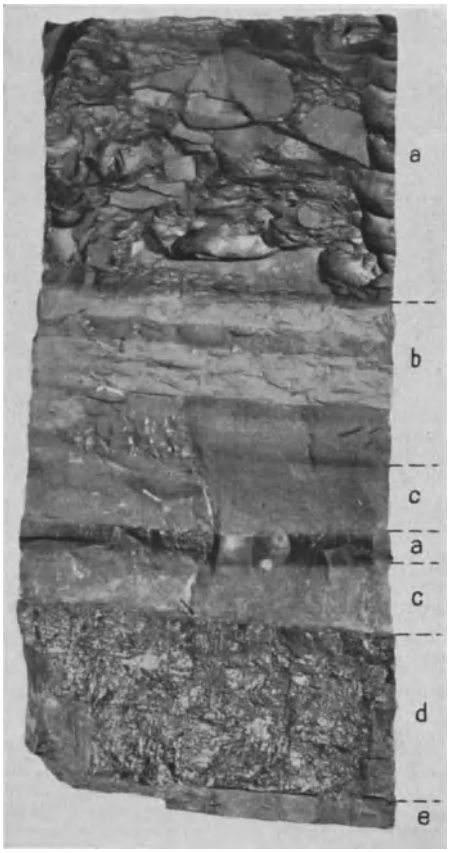


Abb. 233. Profil des aus drei Bänken bestehenden Flözes 13 (Kenneleisensteinflöz) der Zeche Lohberg. a Kennelkohle, b eisenhaltiger Schiefer, c Eisenstein, d Streifenkohle, e liegender Schieferton. Aus KUKUK: Glückauf 1920.

Auch Mischtypen mit allen Arten von Übergängen, sog. Boghead-Kennelpacken, welche also sowohl „Algen" als „Sporen" führen, sind in einigen Flözen des Ruhrreviers festgestellt worden, so z. B. auf den Zechen Brassert, Baldur (Fl. 19) und Lohberg. Es dürfte sich in ihnen nach STACH (1936) um Süßwasseralgenseen handeln, in die Mikrosporen eingeschwemmt wurden.

Als eines besonders bemerkenswerten Kennelkohlenvorkommens sei noch des Boghead-Kenneleisensteinflözes (Flöz 13) der Zeche Lohberg gedacht, das auch auf Zeche Wilhelmine Victoria bekannt geworden ist. Es gehört zu den wenigen Flözen des Ruhrbezirkes, die gleichzeitig Kennelkohle und Kohleneisenstein führen.

Wie Abb. 233 zeigt, besteht es in seiner vollständigen Ausbildung (vom Hangenden zum Liegenden) aus rd. 0,80 cm mächtiger Kennelkohle (a), Schiefer und Eisenstein (b und c) sowie aus Streifenkohle (d). Die Entwicklung des Flözes ist jedoch in streichender Richtung einem schnellen Wechsel unterworfen.

Die höchst eigenartige und für seine Verwendung höffliche Zusammensetzung des Kenneleisensteinflözes, vornehmlich des Eisensteinpackens, hat zu eingehenden chemisch-technischen Untersuchungen durch die Werksverwaltung Veranlassung gegeben, über die ich seinerzeit berichtet habe (Kukuk 1920). Die Untersuchung der aschenreichen (22,5%) Kennelkohle durch Winter (1920) ergab (auf Reinkohle bezogen):

flüchtige Bestandteile	51,7%
Koks	48,3%
	100,0%

Eine Untersuchung auf Urteer im Kaiser Wilhelm-Institut für Kohlenforschung erbrachte 15,8 bzw. 18,3% Urteer (auf Reinkohle). Das günstige Ergebnis an Urteer ist von Bedeutung, weil der Urteer nach den Angaben von Fischer und Gluud im Vergleich zum gewöhnlichen Teer einen außerordentlich geringen Gehalt an Phenol besitzt, wodurch er zur Leuchtöl-, Schmieröl- und Paraffingewinnung hervorragend geeignet erscheint.

c) Pseudokennelkohle und Kennelschiefer.

Von den echten Kennelkohlen hat man die bekannten „Pseudokennelkohlen" Mucks abgetrennt (Bode 1932). Daß eine unbedingte Notwendigkeit dafür vorliegt, wird von Kühlwein und Hoffmann (1935) bestritten.



Abb. 234. Kennelschiefer der Zeche Bonifacius mit feinstreifiger Wechsellagerung von Kohlen- und Tonsubstanz, vereinzelten Mikrosporen, Blattoberhäuten sowie feinkörnigem Schwefelkies. Ölimmersion. Vergr. 100fach. Aufn. Hoffmann.

Unter den Pseudokennelkohlen sind lange Zeit recht verschiedenartige Bildungen verstanden worden. Nach der Auffassung ihres ersten Bearbeiters (Muck 1891) sollten es Kohlen sein, die äußerlich der Kennelkohle gleichen, sich aber in petrographischer Hinsicht von ihr unterscheiden. Die späteren Bearbeiter wie Barsch (1908) und Döhl (1928) kamen nur zu unbefriedigenden Ergebnissen. Ein besseres Bild der Verhältnisse hat Bode (1932) gegeben.

Nach seiner Definition sind unter echten Pseudokennelkohlen (im Sinne Mucks) metamorphosierte ehemalige echte Kennelkohlen zu verstehen, deren äußere Merkmale sich durch fortgeschrittene Inkohlung verändert haben. Praktisch genommen wären also alle stärker inkohlten Kennelkohlen (d. h. die der Fett- und Magerkohlenschichten) als „Pseudokennelkohlen" zu bezeichnen.

Merkmale dieser Kohlenart sind die stahlgraue Farbe, Sprödigkeit und Rauhglanz der Bruchfläche sowie ein etwas stärkerer Allgemeinglanz. Zudem zeigt die etwas weniger zähe und feste Kohle einen fast würfeligen bzw. parallelepipedischen Bruch, der sich noch in den kleinsten Kohlenteilchen äußern kann. Nicht selten geben die Pseudokennelkohlen, wie Bode angibt, einen guten Koks.

Außer Pseudokennelkohlen gibt es aber auch noch manche andere, den Kennelkohlen ähnliche Bildungen, die rein petrographisch auf der Grenze zwischen Kohle und Schiefer stehen. Zur Gewinnung eines Überblicks über diese sehr verschiedenartigen, schon äußerlich schwer oder überhaupt nicht unterscheidbaren und daher früher vielfach falsch gedeuteten Kohlengesteine verweise ich auf die von Bode (1932) aufgestellte Reihe. In dieser Tabelle habe ich mit Stutzer und Stach die Höhe des Gehaltes an anorganischen Stoffen von 25% auf 30% heraufgesetzt:

Textur	Kohle (0—30% Asche)	Brandschiefer (30—50% Asche)	Schiefer (50—100% Asche)
homogen	Kennelkohle Bogheadkohle Pseudokennelkohle	Kennelschiefer Bogheadschiefer Pseudokennelschiefer	Schieferton
inhomogen	Streifenkohle	Kohlenschiefer	Tonschiefer

Danach gehen also durch stärkere Einschwemmung von Ton und Quarzbestandteilen, d. h. Zunahme des Gehaltes an anorganischen Stoffen (bei mehr als 30% Asche) aus echter Kennelkohle bzw. Pseudokennelkohle die fein- und gleichkörnigen Brandschiefer („Kennelschiefer", „Bogheadschiefer" bzw. „Pseudokennelschiefer") hervor (s. Abb. 234).

Hierbei ist zu beachten, daß aus Kennelkohle allein durch Zunahme des Aschengehaltes keine Pseudokennelkohle entsteht, wie früher häufig angenommen wurde.

Die zu den Brandschiefern gehörenden, stark aschenreichen Kennelschiefer können durch ihre schwarze bis grauschwarze Farbe, ihr samtartiges Aussehen und ihren tonigen Fettglanz von den in dieselbe Gruppe gehörenden stahlgrauen und rauhglänzenden „Pseudokennelschiefern" unterschieden werden.

Jedenfalls sollte die Zuweisung eines bestimmten Kohlengesteins zu einer der Hauptgruppen nur auf Grund chemischer bzw. mikroskopischer Untersuchungen erfolgen.

d) Braune Kohle.

Nicht ohne Interesse ist das Vorkommen brauner Kohle, die bislang allerdings nur aus zwei Flözen bekannt geworden ist. Das eine Vorkommen wurde im Jahre 1910 in Flöz 16 (mittlere Fettkohlengruppe) der Zeche Zollverein IV/V, das andere in Flöz Zollverein 2 (Gaskohle) der Zeche Consolidation III/IV von mir beobachtet (Kukuk und Bode 1927).

In Flöz 16 bildete die braune Kohle den etwa 10 cm mächtigen hangendsten Flözpacken, in dem ich innerhalb der Kohle Reste von Süßwassermuscheln fand, und zwar von *Najadites sp.* und *Carbonicola sp.* Meines Wissens sind hier tierische Reste zum ersten Male in der westfälischen Kohle festgestellt worden.

In Flöz Zollverein 2 stellte die braune Kohle eine linsenartige Anschwellung von 0,50 m größter Mächtigkeit bei etwa 550 m Längen- und 70—100 m Breitenerstreckung am Liegenden des Flözes dar.

Über die Art der Kohle gibt die nachstehende Analyse Aufschluß:

	Asche %	Gas %	Koks %	Wasser %	Gas auf Reinkohle %
Flöz Zollverein 2 (Zeche Consolidation)	22,5	25,0	73,8	1,2	32,8
Flöz 16 (Zeche Zollverein)	10,0	31,0	67,0	2,0	35,24

Sowohl nach der chemischen als nach der mikroskopisch-petrographischen Untersuchung ist die braune Kohle in beiden Fällen trotz ihrer braunen Farbe und ihres braunen Striches eine typische Steinkohle, die weder mit Salpetersäure eine Rotfärbung, noch mit Kalilauge eine Reaktion ergibt. Auch die angestellten Mazerationsversuche beweisen, daß in der braunen Kohle — ungeachtet ihres jugendlichen Aussehens — ein recht reifes Material vorliegt. Aus der Gegenüberstellung der Aschenanalysen von brauner Kohle mit normaler Kohle ergibt sich einwandfrei, daß die Kohle ihre braune Farbe Eisenlösungen verdankt, die zu den Ablagerungsbecken Zutritt hatten.

Das Ergebnis der Untersuchung hat auch eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung. So wurde seinerzeit eine Kohlensendung des Kohlensyndikats aus dem die braune Kohle führenden Fettkohlenflöz vom Besteller verweigert, weil der Eisenbahnwagen, zufällig mit braunen Kohlenstücken stärker bestreut, einen schlechten Eindruck hervorrief. Erst nach erfolgtem analytischem Nachweis der Gleichwertigkeit von brauner und schwarzer Kohle wurde der Einspruch zurückgezogen.

2. Makrophysikalische Eigenschaften der Kohlen.

Obwohl sich die Kohlen der verschiedenen Kohlengruppen des Ruhrkarbons in ihren Haupttypen schon äußerlich unter anderem durch die Art der Streifung, des Glanzes und des Bruches ziemlich deutlich voneinander unterscheiden, ist es doch nicht leicht, zu einer für den Betrieb des Bergbaues brauchbaren und ± allgemein gültigen makroskopischen Kennzeichnung der einzelnen Kohlenarten zu gelangen.

Die Schwierigkeit liegt unter anderem darin begründet, daß z. B. mit fortschreitender Inkohlung die kennzeichnenden Merkmale der Streifung ganz allmählich verloren gehen, d. h., daß sich die Mattkohlenstreifen den Glanzkohlenlagen immer mehr angleichen und ebenfalls glänzend werden. Man muß daher für die Kennzeichnung der Kohlengruppen noch andere physikalische Eigenschaften heranziehen, wie Härte, Stückkohlenfall, Staub- und Grubengasentwicklung beim Abbau u. a. m. Unter Zuhilfenahme aller dieser Mittel lassen sich die verschiedenartigen Kohlen etwa folgendermaßen kennzeichnen:

Flamm- und Gasflammkohlen. Sie sind als typische Streifenkohlen mit vorwiegenden Glanzkohlenlagen anzusprechen. Ihre Glanzkohle zeichnet sich durch einen starken Glasglanz aus. Die oft in verhältnismäßig dicken und zusammenhängenden Packen vertretene Mattkohle ist völlig matt und kann örtlich durch Kennelkohlenlagen ersetzt sein. Meist fällt die Kohle sehr stückreich, und zwar in große, würfelige oder

parallelepipedische Stücke, die etwa 60—75 % der Förderung ausmachen. Für Gasflammkohle ist weiter das häufig zu beobachtende Anfallen von langstengeligen Stücken (sog. „Arme und Beine" des Bergmanns) bemerkenswert. Infolge Einlagerung dünner Ausscheidungen von $CaCO_3$, FeS_2 u. a. auf den Schlechten macht sie vielfach äußerlich einen unansehnlichen Eindruck. Die stellenweise schlagwetterreiche Kohle entwickelt im allgemeinen wenig Staub. Dieser zeigt infolge der oft vorhandenen Härte der Kohle und des verhältnismäßig geringen Faserkohlengehaltes eine ziemlich grobe Körnung. Vielfach ist die Kohle hart; stellenweise sogar so sehr, daß sie sich nicht mehr mit dem Abbauhammer gewinnen läßt, sondern geschrämt bzw. geschossen werden muß.

Die Gaskohle ist durchweg eine harte, mattkohlenreiche Streifenkohle mit würfeligem oder parallelepipedischem Bruch, deren Mattkohlengehalt gegenüber dem der Flamm- und Gasflammkohlen im wesentlichen eine gleichmäßigere Verteilung besitzt. Beachtenswert ist der meist große Stückkohlenfall der Gaskohle. Damit hängt auch die ziemlich geringe Staubentwicklung zusammen. Örtlich lassen die Gaskohlenflöze viel Gas ausströmen.



Abb. 235. Dicke Faserkohlenlage der Fettkohlenschichten mit dünnen Glanzkohleneinlagerungen. S.W.B.

Die Fettkohle besteht aus einer glanzkohlenreichen, spröden und meist bröckeligen Streifenkohle. Die duritreichen Flöze der oberen Fettkohle scheinen im allgemeinen härter und widerstandsfähiger als die der duritärmeren, unteren zu sein. Fettkohle bricht stellenweise sehr stückreich, entwickelt aber viel Grus bei großer Staubbildung. Dabei schwankt der Stückkohlenfall innerhalb weiter Grenzen. Der starken Staubbildung entspricht auch die große Grubengasausströmung. Kennzeichnenderweise unterscheidet sich hier die Mattkohle schon makroskopisch durch ihren höheren Glanz wesentlich von derjenigen der jüngeren Kohlen, und zwar als Folge der stärkeren Inkohlung. Außer der Zerreiblichkeit der Fettkohle ist die häufig unscharfe Trennung der Streifenarten beachtlich, die auf den hohen Druck, unter dem diese Kohlenschichten gestanden haben, zurückzuführen ist. Augenfällig ist auch das Auftreten oft mehrere Zentimeter dicker, auf nicht zu große Entfernung aushaltender Faserkohlenlagen in manchen Fettkohlenflözen (s. Abb. 235), Vorkommen, die in den anderen Kohlengruppen meiner Kenntnis nach viel seltener zu beobachten sind. Wie die Beobachtungen lehren, scheinen örtlich die an Faserkohle reichen Fettkohlenflöze zur Selbstentzündung zu neigen.

Die Kohlen der **Eß- und Magerkohlenschichten** sind nicht immer gut voneinander zu unterscheiden. Dem Aussehen nach entsprechen die Eßkohlen teils der Fettkohle und teils der Magerkohle. Letztere zeichnet sich im allgemeinen durch einen ± gleichmäßigen Glanz aus. Lassen sich doch die einzelnen Streifenarten makroskopisch kaum noch auseinander halten. Härte, Stückkohlenfall und Reinheit der Kohle sind so verschieden, daß sie nicht als besondere Merkmale derselben bezeichnet werden können. Stellenweise ist die Staubentwicklung sehr groß und der Staub sehr fein (90 % geht durch Sieb 80). In der Nähe von Störungen und in tektonisch stärker beeinflußten Teilen der Ablagerung ist die Magerkohle vielfach mürbe oder pulverig oder durch Auftreten zahlloser Schlechten und Lösen in „rhomboedrische" Stücke aufgelöst. Örtlich zeigt die Kohle eine „pyramidenartige" Struktur und „tutenförmige" Absonderung (s. weiter unten). Sehr häufig, und zwar nahe dem Ausgehenden, beobachtet man, daß die Magerkohlen, insbesondere die Anthrazite, „pfauenfarbige Anlauffarben" (Regenbogenfarben) und metallisch spiegelnde Flächen besitzen. Sie rühren von einem äußerst feinen Überzug von Eisenhydroxyd her. Bisweilen sieht man auf Kluftflächen einen „rostgelben Überzug", der aus der Zersetzung von Doppelschwefeleisen in basisch schwefelsaures Eisenoxydhydrat hervorgegangen ist.

Neuere Untersuchungen (Nashan 1935) haben im übrigen ergeben, daß die nach dem Inkohlungsgrad unterscheidbaren Kohlengruppen auch nach ihrem „Kapillarwert" gruppenweise zusammengefaßt werden

können, und zwar sind Magerkohlen und Gasflammkohlen als stark kapillare Kohlen, Fettkohlen und Gaskohlen als schwach kapillare Kohlen anzusprechen. Wahrscheinlich stellt der Kapillarwert eine für jedes Flöz kennzeichnende Zahl dar.

Für den Betrieb dürfte es sich empfehlen, zur Gewinnung eines schnellen Überblicks über die Eigenschaften der Kohle der Flöze, ihr Verhalten und die auf der Flözbeschaffenheit beruhenden, hinsichtlich ihrer Verwendung und ihres Absatzes wichtigen Merkmale für alle Flöze einer Zeche eine Flözkartei anzulegen, wie das schon KÜHLWEIN und SCHMITZ (1935) vorschlugen.

Die Kartei sollte nach dem Vorbild der Zeche Hibernia u. a. enthalten: Die üblichen chemischen Angaben der Elementar- und Kurzanalysen, das qualitative und quantitative kohlenpetrographische Gefüge, die Verteilung, Zusammensetzung und das Schmelzverhalten der Asche, den Heizwert, das Backvermögen und die Verkokbarkeit, ferner Angaben über Sortenfall, Aufbereitbarkeit der Sorten, Hinweise auf besonders nützliche oder schädliche Eigenschaften und beste Verwertungsmöglichkeiten.

3. Chemisch-technische Eigenschaften der Kohlen.

Vom chemisch-technischen Standpunkt aus gesehen, verhält sich die Kohle, das seiner Zusammensetzung nach verwickeltste aller Gesteine, in den einzelnen Stufen des Ruhrkarbons sehr verschieden. Je nach der Beschaffenheit des Koksrückstandes und des Gehaltes der Kohle an flüchtigen Bestandteilen unterscheidet man dabei seit altersher Sand-, Sinter- und Backkohlenflöze, und unter diesen wiederum solche mit niedrigem und solche mit hohem Gasgehalt (vgl. im übrigen den Abschnitt von WINTER: Chemie der Kohle).

Von gewissen Ausnahmen abgesehen, läßt sich im Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirk als Hauptregel aufstellen, daß der Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen, der sog. Gasgehalt, vom Hangenden zum Liegenden stetig abnimmt. Beträgt er in den höchsten Flözen 40—45%, so sinkt er in den untersten, d. h. ältesten Flözen auf 6—10% flüchtige Bestandteile herab. Andererseits bildet der Koksrückstand bei den Kohlen der untersten Flöze (Magerkohlenschichten) ein lockeres Pulver (Sandkohle). In den nächstfolgenden höheren Schichten (Eßkohlenschichten) ist der Koks schon zusammengefrittet (Sinterkohle). In der Mitte der ganzen Schichtenfolge (Fettkohlenschichten) zeigt sich der Koks dagegen geschmolzen und gleichzeitig gebläht (Backkohle). Von hier aus (weiter nach oben) nimmt die Backfähigkeit der Kohlen in den Gaskohlenschichten und weiter in den Gasflamm- und Flammkohlenschichten wieder allmählich ab, und zwar so, daß die Kohle der Flöze (nun in der umgekehrten Reihenfolge) wieder die Eigenschaften der Sinter- und Sandkohlen aufweist.

Auf diese Weise erhalten wir vom Hangenden zum Liegenden unseres Karbons folgendes Schema:

Langflammige Sandkohlen = Gasflamm- und Flammkohlen,
Langflammige Sinterkohlen = Gaskohlen,
„ Backkohlen = Fettkohlen,
Kurzflammige Backkohlen = Fettkohlen,
„ Sinterkohlen = Eßkohlen,
„ Sandkohlen = Magerkohlen.

Diese für die technische Verwendung der Kohle ungemein wichtige Hauptregel hat in Verbindung mit der geologischen Stellung der Kohlenflöze zu nebenstehender Gliederung der Kohlenflöze im Ruhrbezirk (vom Hangenden zum Liegenden) geführt:

Geologische Schichtengruppen	Gehalt der Kohlen an flüchtigen Bestandteilen (in runden Zahlen auf Reinkohle bezogen)
Flammkohlen	35—45%
Gasflammkohlen . .	
Gaskohlen	28—35%
Fettkohlen	18—28%
Eßkohlen	12—18%
Magerkohlen	5—12%

Demgegenüber werden im Handel (ohne jede Rücksicht auf die geologisch-stratigraphische Stellung) bezeichnet als:

Gasflammkohlen	Kohlen	mit	einem	Gehalt	von	etwa	35—40%	fl.	Bestandteilen
Gaskohlen	„	„	„	„	„	„	30—35%	„	„
Fettflammkohlen	„	„	„	„	„	„	24—30%	„	„
Fettkohlen									
a) ganzfette	„	„	„	„	„	„	20—24%	„	„
b) halbfette	„	„	„	„	„	„	18—20%	„	„
Eßkohlen	„	„	„	„	„	„	12—18%	„	„
Magerkohlen	„	„	„	„	„	„	8—12%	„	„
Anthrazitkohlen	„	„	„	„	„	„	5—8 %	„	„

Die oben angegebenen Gasgehalte stellen nur Durchschnittswerte für die vorwiegend nach geologisch-stratigraphischen Gesichtspunkten aufgestellten Kohlengruppen dar. Örtlich weichen die Gehalte der Kohlenflöze an flüchtigen Bestandteilen in den einzelnen Schichtengruppen nicht unerheblich von den angeführten Werten ab bzw. überschneiden sich. Beispielsweise ist „Eßkohle" kein rein stratigraphischer, sondern ein chemischer Begriff. Es gibt weiter Flöze, die der erwähnten stratigraphischen Gliederung nach zu den Fettkohlenschichten gehören, aber Eßkohleneigenschaften besitzen, ebenso wie Eßkohlenflöze mit Fettkohlencharakter und Gaskohlenflöze mit Fettkohleneigenschaften nicht selten sind.

Für diese örtlich vorhandene Unabhängigkeit der chemischen Eigenschaften mancher Flöze von der geologischen Stellung lassen sich zahlreiche Einzelbeispiele anführen. So sind die Flöze der unteren Gasflammkohlengruppe in der Emscher-Mulde die besten Gaskohlen, während ihre Fettkohlenflöze Eßkohleneigenschaften haben. Weitere Beispiele sind unter Abschnitt 4 dieses Kapitels aufgeführt.

Erwähnt sei noch, daß das gegenüber der Verkokung sehr verschiedene Verhalten der Kohlen durch Mischung geändert bzw. verbessert werden kann.

Beispielsweise lassen sich Kohlen aus den Flözen Kreftenscheer und Finefrau (mit 13—15% Gas), gemischt mit Kohle aus Flöz Girondelle (17—19%) im Verhältnis 2 : 1 verkoken. Im O wird die Kohle des Flözes Finefrau (mit 18,5% Gas) zwecks Verkokung zur Hälfte mit backenden Fettkohlen gemengt.

Von Bedeutung für die Verkokungsfähigkeit der Kohle ist auch ihr Feingefüge. Nach KÜHLWEIN backen die Gefügebestandteile „Vitrinit" und „Exinit" der Kohle gut, während „Fusinit" und „Mikrinit" sich inert verhalten.

Bezüglich der chemisch-technischen Eigenschaften der Kohlen der verschiedenen Kohlengruppen und ihrer Verwendung ergibt sich Folgendes:

Die **Flammkohlen, Gasflammkohlen** und **Gaskohlen** (mit 45—28% flüchtigen Bestandteilen) stellen gasreiche, sehr langflammige und stark rußende Sand- und Sinterkohlen dar. Sie dienen in erster Linie für Industriezwecke und als Bunkerkohlen, aber auch als Hausbrandkohlen. Insbesondere die Gaskohlen finden wegen ihres hohen Gasgehaltes (mit 28—35% flüchtigen Bestandteilen) zur Erzeugung von hochwertigem Leuchtgas oder Generatorgas sowohl im Inlande als im Auslande Verwendung. Die den englischen Kohlen von Hartley und Durham sehr ähnlichen westfälischen Kohlen übertreffen die englischen teilweise noch bezüglich des Gasausbringens und der Leuchtkraft des Gases. Bei Vermischung mit gasärmeren Kohlen (Fett- oder Eßkohlen) können sie auch zur Verkokung herangezogen werden. Es sind ferner die naturgegebenen Kohlen für die Zwecke der Hydrierung.

Die **Fettkohlen** (mit 28—18% flüchtigen Bestandteilen) verbrennen mit kürzerer Flamme, wobei sie nur wenig zur Rauch- und Rußbildung neigen. Infolge ihrer vorzüglichen Backfähigkeit sind sie die geeignetsten Kohlen zur Darstellung des Kokses, eignen sich aber auch für die Schwelung und für Industriezwecke, und zwar insbesondere als Kesselkohlen. Bestimmte Nußsorten werden auch noch für Hausbrand und Schmiedezwecke verwendet.

Die gasärmeren **Eßkohlen** (mit 18—12% flüchtigen Bestandteilen) ergeben bei der trockenen Destillation eine weit geringere Ausbeute an Gas von niedrigem Heizwerte. Sie werden vorwiegend als Hausbrand- und als Schmiedekohlen verwandt. Sie dienen in Feinkohlenform aber auch für Staubfeuerungen und zur Brikettherstellung. Mit gasreicheren Kohlen gemischt, können sie zur Koksdarstellung benutzt werden.

Unter **Magerkohlen** (mit weniger als 12% flüchtigen Bestandteilen) endlich werden kurzflammige, gasarme Sinter- und Sandkohlen verstanden. Nur gelegentlich sind sie verhältnismäßig gasreich und dann ebenfalls wie Eß- bzw. Fettkohlen verkokbar. Mit gasreicheren Kohlen vermischt, lassen sie sich gelegentlich verkoken. Sie finden vornehmlich für Hausbrandzwecke (in Dauerbrandöfen) und für Brikettierungszwecke Verwendung.

Von den Magerkohlen werden schließlich noch die sehr gasarmen, kurzflammigen und heizkräftigen Kohlen, die sog. **Anthrazitkohlen** oder richtiger „anthrazitische Kohlen" (mit 5—8% flüchtigen Bestandteilen), abgetrennt. Sie liefern ein vortreffliches Material

für Dauerbrenneröfen und Zentralheizungen. Außerdem werden sie zur Karbid- und Elektrodenerzeugung benutzt.

Über die Regelmäßigkeit der Abnahme des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen vom Hangenden zum Liegenden von 45% bzw. 40% auf 6% Gas war schon oben die Rede. Das Ergebnis neuer Untersuchungen zeigt jedoch, daß diese Verringerung des Gasgehaltes in Richtung vom Hangenden zum Liegenden sich weder von Flöz zu Flöz noch in den die Flöze aufbauenden Streifenarten der Einzelflöze ganz gleichmäßig vollzieht. Sie setzt vielmehr an bestimmten Stellen des gesamten Flözprofils des Ruhrkarbons — wenn auch nicht überall in dem gleichen Ausmaß — sprunghaft ab (LEHMANN und STACH 1930). Diese Stellen (sog. „Inkohlungssprünge") fallen nun auffallenderweise stellenweise mit den stratigraphischen Grenzen bestimmter Schichtengruppen zusammen. Die innere Ursache dieser unvermittelten Änderungen im Gasgehalt ist in ihren Einzelheiten noch nicht schlüssig erkannt. Bemerkt sei nur, daß derartige Unterschiede im Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen wenigstens zum Teil auch von der Art der Gefügezusammensetzung abhängig sein können, indem pflanzliche Bitumenkörper den Gasgehalt erhöhen, Fusiteinlagerungen ihn herabmindern.

Weiter ist zu erwähnen, daß die Teerausbeute der Ruhrkohle im allgemeinen zwischen 4 und 6% (bei einem Stickstoffgehalt zwischen 1,00 und 1,75%), die Benzolausbeute zwischen rd. 0,7 und 1,20%, das spez. Gewicht zwischen 1,1—1,45 (im Durchschnitt 1,30) und der Aschengehalt zwischen 3—12% schwankt. Dabei steht die Teerausbeute naturgemäß in engster Beziehung zur anteiligen Zusammensetzung der Kohle aus Vitrit, Durit, Clarit und Fusit. Ergibt doch der Durit eine besonders hohe Teerausbeute.

Die nachfolgende Zusammenstellung (nach KÜHL) vermittelt nochmals auf Grund von Kurzanalysen (auf Reinkohle bezogen) einen Überblick über den chemisch-technischen Charakter der Feinkohle der vier wichtigsten Kohlenarten auf der Grundlage ihrer stratigraphischen Gliederung:

	Magerfeinkohle %	Eßfeinkohle %	Fettfeinkohle %	Gasflammfeinkohle %
Flüchtige Bestandteile	7—11	12—18	18—29	29—37
Koksausbeute	81—87	74—82	63—76	55—65
Asche	6—8	6—8	6—8	6—8

Bezüglich weiterer chemischer Eigenschaften verweise ich auf die nachstehende Übersicht (nach FISCHER u. a.):

Kohlenart	Koksausbeute	Urteerausbeute (nach dem Ruhrkohlenhandbuch) %	Gehalt des Urteers an festem Paraffin %	Gehalt des Urteers an Phenolen %	Sauerstoffgehalt der Kohle %
Gasflammkohle	55—65	11—14	1—2	40—45	15—19
Gaskohle	63—70	11—14	1—2	25—35	10—14
Fettkohle	67—76	7—11	1—2	15—25	5—10
Eßkohle	74—87	1,5—4	—	—	—
Magerkohle	74—87	0,5—1	—	—	3—5

Die Frage nach dem Aschengehalt der Kohlen des Bezirkes ist dahin zu beantworten, daß er seiner Natur nach sowohl im Durchschnitt der Flöze der verschiedenen Kohlengruppen als auch innerhalb der Einzelflöze sehr stark schwankt. Nach unten geht sein Gehalt nicht selten auf 4 oder 2% herab. In der Kohle mancher Flöze soll er sogar noch unter 1% liegen. Den mir bekannten geringsten Gehalt an Asche weist unter anderem die Kohle des Flözes Blücher (Zeche Ver. Bonifacius) mit 1,6% auf. Aus dem oben erwähnten Grunde kann der Aschengehalt auch nicht als Kennzeichen der stratigraphischen Stellung eines Flözes angesehen werden. Ist doch die Asche der Kohlen sowohl auf die ursprüngliche Pflanzenasche (syngenetisch) als auf die Einschwemmung späterer, sog. „Fremdasche" (epigenetisch), die teils während, teils nach der Kohlenbildung in die Kohle hineingeriet, zurückzuführen. Stofflich dreht es sich in der Fremdasche, wie der Augenschein lehrt, vorwiegend um Quarz, Kaolin, Calcit und Pyrit.

Große Bedeutung hat die anteilige Zusammensetzung der Flözasche, da diese den Wert der Kohle wegen der unangenehmen Eigenschaft des Verschlackens mancher Aschen und der dadurch herbeigeführten Verengung des Rostes, Behinderung des Luftzutritts und unvollkommener Verbrennung der Kohle sehr beeinflussen kann. Die Ursache der Schlakkenbildung sah schon Muck (1891) darin, daß Eisenoxyd in der Feuerung zu Eisenoxydul reduziert wird und dieses sich unter anderem mit den Silikaten zu einer leichtflüssigen Schlacke bindet.

		Davon löslich in HCl (%)
SiO_2	41,5 %	0,8
SO_3	0,4 %	0,4
P_2O_5	0,5 %	0,5
Fe_2O_3	18,4 %	17,0
Al_2O_3	31,4 %	20,1
MnO	0,7 %	0,7
CaO	1,8 %	1,4
MgO	1,2 %	0,9
Wasserlöslich (hauptsächlich $CaSO_4$ und Alkalien)	4,8 %	
	100,8 %	41,8

Der in den einzelnen Flözen sehr verschieden hohe Aschengehalt gibt allerdings kein Bild der wirklich vorhandenen anorganischen Begleiter der Reinkohle, sondern stellt nur die Verbrennungsprodukte dieser dar (Winter 1936).

Eine Durchschnittsanalyse aus 4000 Ruhrkohlenproben ergibt nebenstehende Tabelle (nach Kreulen 1928):

Die aus den Analysen hervorgehende Wasser- und Säurelöslichkeit der Steinkohlenasche weist auch auf die Bedeutung der Kohle als Düngungsmittel hin (Mönnig 1934).

Nach Kohlenstufen getrennt, ergibt sich hinsichtlich der Zusammensetzung der Asche das folgende Bild:

	Magerfeinkohle	Eßfeinkohle	Fettfeinkohle	Gasflammfeinkohle
Kieselsäure	49,7 %	45,0 %	41,9 %	39,4 %
Tonerde	21,9 „	26,9 „	29,7 „	31,1 „
Eisenoxyd	16,4 „	16,3 „	14,4 „	16,9 „
Kalk	3,8 „	4,0 „	5,6 „	6,6 „
Magnesia	0,8 „	1,5 „	2,1 „	1,3 „
Schwefelsäureanhydrit	2,3 „	1,8 „	2,3 „	4,1 „
Alkalien	2—4 „	2—4 „	2—4 „	2—4 „
Silikatmodul	1,30	1,04	0,95	0,82
Eisenmodul	1,34	1,65	2,06	1,84

Die wichtigsten Bestandteile der Asche sind also: Kieselsäure, Tonerde, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Alkalien. Von diesen nimmt der Menge nach die Kieselsäure mit geringerem Alter der Schichtengruppen allmählich ab, während der Vomhundertsatz der Tonerde in der gleichen Richtung wächst. Wichtig ist, daß die Schmelzbarkeit der Steinkohlenasche hauptsächlich von dem Gehalt an der am schwersten (bei 1775°) schmelzbaren Tonerde (Al_2O_3) abhängt. Es folgt die Kieselsäure (SiO_2) mit 1685°. Mischungen aus Tonerde und Kieselsäure erweichen dagegen schon bei 1300—1450°. Dagegen können die in der Steinkohle enthaltenen Basen wie Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O und Na_2O sämtlich als Flußmittel angesehen werden, die den Schmelzpunkt der Asche erniedrigen.

Der Schmelzpunkt der Ruhrkohlenaschen liegt demnach etwa zwischen 1300—1500° C.

Für die Güte des zu erzeugenden Kokses ist die petrographische Beschaffenheit der Kohle der Flöze natürlich bedeutungsvoll. So liefern — ganz allgemein gesagt — Glanzkohlen und Mattkohlen einen verschiedenwertigen Koks, derart, daß durchschnittlich der Mattkohlenkoks dem Glanzkohlenkoks hüttentechnisch unterlegen ist.

4. Die Inkohlungsverhältnisse der Flöze des Ruhrbezirkes und ihre Abhängigkeiten.

Vom chemischen Standpunkt aus betrachtet, kommt der Inkohlungsgrad oder die Reife einer Kohle — d. h. relative Anreicherung des Gehaltes an Kohlenstoff — vornehmlich in der Elementaranalyse (Gehalt an C, O, H und N), in der Zusammensetzung der der Kohle verschiedener Inkohlungsstufen entströmenden Gase (Flözgase) und schließlich auch in der Kurzanalyse (durch die bei der trockenen Destillation entstehenden flüchtigen Bestandteile) zum Ausdruck. Bekanntlich ist der Inkohlungsgrad der Flöze des Ruhrbezirkes sehr verschieden, und zwar sowohl in der Senkrechten als auch in der Horizontalen. Soweit sich die Verhältnisse bis heute übersehen lassen, vollziehen sich diese Änderungen der Inkohlung im großen und ganzen ± gesetzmäßig.

Seit alter Zeit steht fest, daß die Höhe der flüchtigen Bestandteile der Flözkohle (bei der trockenen Destillation kurz als „Gasgehalt" bezeichnet) von den hangenden zu den liegenden Flözen ziemlich gleichmäßig (wenn auch nicht gesetzmäßig) abnimmt (sog. HILTsche Regel!). Und zwar sinkt der Gasgehalt insgesamt von etwa 45% auf etwa 5% bei rd. 2900 m Schichtenmächtigkeit, d. h. um 1% auf rd. 70 m Gestein.

Diese Feststellung entspricht den in fast allen Kohlenbezirken gemachten Erfahrungen. Beispielsweise ähnelt das Verhalten der Ruhrflöze dem der Flöze des Ostrauer Reviers, bei denen eine Abnahme von 30% auf 3000 m, gleich 1% auf 100 m festgestellt wurde (PETRASCHECK 1930).

Die Beobachtungen lehren weiter, daß der Gasgehalt der Kohle rechts des Rheins im allgemeinen ziemlich gleichmäßig innerhalb derselben Flöze in der Richtung von W nach O (richtiger in der Streichrichtung von WSW-ONO) steigt, und zwar insgesamt um etwa 10% auf rd. 50 km = 1% auf rd. 5 km. Hiermit geht eine Zunahme der Verkokungsfähigkeit Hand in Hand. Demgegenüber zeigt sich auf der linken Rheinseite eine Zunahme des Gasgehaltes in der umgekehrten Richtung, d. h. von O nach W (also vom Rheine weg).

Eine dritte Gesetzmäßigkeit kommt darin zum Ausdruck, daß der Gasgehalt gleicher Flöze im allgemeinen in querschlägiger, d. h. südost-nordwestlicher Richtung abnimmt, und zwar um etwa 6—10% auf rd. 35 km = 1% auf rd. 5,8 bzw. 3,5 km.

Es hat schließlich noch den Anschein, als ob viertens der Gasgehalt eines und desselben Flözes sich auch nach der Teufe zu verändert, d. h. abnimmt. Letztere Erscheinung ist jedoch noch nicht so weit untersucht worden, als daß hier von einer klaren Gesetzmäßigkeit der Inkohlungssteigerung nach der Teufe gesprochen werden könnte.

Abgesehen von den drei bzw. vier vorgenannten, ± gesetzmäßigen Änderungen der Inkohlung sind örtlich noch zahlreiche andere, schwächere oder stärkere Unregelmäßigkeiten des Reifestadiums gleichaltriger Flöze beobachtet worden, die auf besondere — noch keineswegs überall klar erkannte — Ursachen zurückgeführt werden müssen. Zum Teil dürften diese Erscheinungen mit dem petrographischen Aufbau der Flöze im Zusammenhang stehen.

So zeigen einige steil aufgerichtete Flöze der unteren Magerkohlenschichten in der südlichsten Mulde des Ruhrreviers (Herzkämper Mulde), nahe dem Beckenrande, wie z. B. Flöz Wasserbank (Zeche Uhlenberg) einen Gasgehalt von 17,1% und Flöz Mausegatt (Zeche Beust) einen solchen von 23,6%. Diese hohen Gasgehalte fallen um so mehr in die Augen, als es sich hier um Flöze in Gebieten handelt, die tektonisch stark beansprucht worden sind und eines die Entgasung verhindernden Deckgebirges entbehren. Die Inkohlung der Flözkohle ist jedenfalls hier eine weit schwächere als sie der HILTschen Regel entspricht, schon weil sie die Verwendung der Kohle zur Verkokung erlaubt.

Ähnliche Verhältnisse waren auch an anderen Stellen zu beobachten, so bei einigen Mager- und Eßkohlenflözen der Zeche Kurl. Dort sind die Flöze Mausegatt (mit 21,7%), Girondelle (mit 22,5%) und Plaßhofsbank (mit 23,4%) gasreicher als der Durchschnitt der entsprechenden Flöze des Bezirkes. Ihre verhältnismäßig geringe Inkohlung gestattete es, sie ohne Zusatz anderer Kohlen gut zu verkoken. Im Gegensatz dazu zeigen die gleichaltrigen Flöze auf Zeche Pörtingssiepen: Flöz Mausegatt (mit 7,2%) und Flöz Finefrau (mit 8,9%) wieder eine weitstärkere Inkohlung, als der stratigraphischen Höhenlage der Flöze im Normalprofil zukommt.

Auch daran sei erinnert, daß das von Deckgebirge freie Karbon des Piesberges (mit den allerjüngsten Flözen des Bezirkes) sogar eine anthrazitische Kohle mit 4—8% Gas schüttet, das ist eine Kohle, deren Gasgehalt noch unter dem der ältesten Magerkohlen des Ruhrbezirkes liegt.

Ganz ähnliche Unregelmäßigkeiten des Gasgehaltes innerhalb der gleichen Flöze sind im Limburger Becken festgestellt worden (ROOS 1936).

Bemerkenswert ist auch die Mitteilung von JONGMANS (1927), daß die auf der Schwelle von Winterswijk (Holland) erbohrten Kohlenflöze trotz ihres hohen, zwischen 38 und 30% schwankenden Gasgehaltes nicht den Gasflammkohlenschichten, sondern auf Grund von Pflanzenfunden den Fettkohlenschichten (Wilhelmina-Gruppe) angehören.

Beachtung verdient weiter die Tatsache, daß die Inkohlung nur bei der Glanzkohle von den hangendsten zu den liegendsten Flözen ziemlich gleichmäßig verläuft, während sie sich bei der Mattkohle sprunghaft vollzieht (HOFFMANN und LEHMANN 1932). Untersuchungen über die den Inkohlungssprüngen zugrunde liegenden Ursachen sollten daher in erster Linie vom „Vitrit" der Flöze ausgehen.

Schließlich möchte ich noch auf eine Beobachtung von ROOS (1936) im Limburger Becken hinweisen, wonach z. B. eine Kohle mit 10% flüchtigen Bestandteilen noch verkokbar sein kann, falls diese Gasarmut lediglich auf Sonderwirkung des tangentialen faltenden Drucks zurückzuführen ist, daß sie dagegen unverkokbar ist, wenn es sich um eine Magerkohle im Sinne des HILTschen Gesetzes handelt.

Kohlenpetrographische Untersuchungen haben ergeben, daß die Inkohlung (Reife) der Flöze weitgehend von der petrographischen Struktur der Kohle der Flöze abhängig sein kann. Zeigen doch die Flöze nicht selten schon in ihren einzelnen Bänken völlig voneinander abweichende Gehalte an flüchtigen Bestandteilen, Unterschiede, die lediglich in der petrographischen Verschiedenartigkeit des Aufbaus dieser Bänke begründet liegen. Hieraus allein können jedoch die vielen Unregelmäßigkeiten noch nicht erklärt werden.

Eine völlig befriedigende Lösung aller dieser Fragen kann freilich heute schon deshalb nicht erwartet werden, weil der Prozeß der Inkohlung an sich noch nicht in allen Einzelheiten geklärt ist. Hier dürften die Ergebnisse weiterer petrographischer Einzeluntersuchungen von Bedeutung werden.

Sicher ist zunächst, daß die Verschiedenartigkeit der das Urmoor aufbauenden Pflanzen auf die Art der Kohle (z. B. ob backend oder nichtbackend) keinen Einfluß ausgeübt hat, wie das schon wiederholt, unter anderem von PETRASCHECK, nachgewiesen wurde. Ebenso steht fest, daß für den Inkohlungsgrad das biochemische Stadium des Torfmoores von Bedeutung ist, in dem die geochemischen Vorgänge einsetzten. Nicht zu bezweifeln ist weiter, daß die allmähliche Abnahme des Mattkohlengehaltes der Flöze in den Absätzen von Glanz- und Mattkohlenschichten in den Urmooren von der Gasflammkohle bis zur Magerkohle nicht auf primäre, mengenmäßige Unterschiede zurückgeht, sondern lediglich eine Folgeerscheinung der mit der fortschreitenden Inkohlung eingetretenen Umwandlung der Mattkohle in Glanzkohle darstellt.

Bezüglich der allmählichen Zunahme des Kohlenstoffgehaltes der Flöze unter gleichzeitiger Abnahme der flüchtigen Bestandteile in der Vertikalen, d. h. des Anwachsens des Inkohlungsgrades nach der Tiefe zu (sog. „HILTsche Regel"), zeigen die Flöze des Ruhrreviers eine gewisse Unstetigkeit. Diese drückt sich unter anderem darin aus, daß oberhalb der Inkohlungsstufe mit rd. 20% Gas und besonders in der noch jüngeren Zone mit über 30% die Inkohlung der Flöze nicht regelrecht vom Hangenden zum Liegenden, sondern stellenweise sehr unregelmäßig zunimmt, während sie unterhalb von 20% nach der Tiefe im allgemeinen langsam und gleichmäßig vor sich geht.

Eine besonders auffällige Zunahme des Inkohlungsgrades zeigt sich zwischen den tiefsten Flözen der Gaskohlenschichten und denen der Fettkohlenschichten. Dieser Unterschied äußert sich hier in einem richtigen „Inkohlungssprung". Die frühere Annahme, daß dieser Sprung unmittelbar über Flöz Katharina liege (LEHMANN und STACH 1930), hat sich nach neueren Untersuchungen nicht aufrechterhalten lassen. Damit ist auch die Ursache dieser Erscheinung nicht, wie früher vermutet wurde, ausschließlich in den mit der Transgression des Meeres über Flöz Katharina verbundenen Vorgängen zu sehen, selbst wenn auch noch andere Inkohlungssprünge vorhanden sind, die in Höhe mariner Ingressionen liegen, wie bei Flöz Ägir und weiter in der Gegend der Lingulaschicht (LEHMANN und HOFFMANN 1932).

Die vermuteten genetischen Beziehungen zwischen Inkohlungssprüngen und Meeresüberflutungen sind auch schon deshalb nicht als gesichert anzusehen, weil in Höhe der vielen anderen marinen Überflutungen, wie z. B. über Flöz Finefrau, Flöz Plaßhofsbank, Flöz Sarnsbank und Flöz Hauptflöz derartige Inkohlungssprünge nicht nachzuweisen sind, und andererseits deutliche Sprünge an Stellen der Fettkohlenschichten wahrzunehmen sind, die völlig frei von marinen Überflutungen sind.

Nach allgemeiner Auffassung ist die Ursache des Inkohlungsfortschrittes nach der Teufe auf die Wirkungen tektonischen Druckes zurückzuführen. Dieser umfaßt sowohl den Ablagerungs- (statischen) wie den Faltungs- (dynamischen) Druck. Aus der immer stärkeren Verfestigung der Gesteine nach der Teufe zu, die selbst die jüngsten Ablagerungen des Ruhrkarbons ergriffen hat, ergibt sich, daß der Ablagerungsdruck, welcher im Laufe der Zeit — der immer größer werdenden Tiefe der variszischen Sammelmulde entsprechend — selbst stärker wird, eine immer weitergehende Umwandlung (Inkohlung) der eingeschlossenen Kohlenflöze herbeiführte.

Dieser Annahme scheint allerdings das Ergebnis der bekannten Untersuchungen von BERGIUS (1913) zu widersprechen, aus denen hervorgeht, daß zur Weiterführung der Inkohlung künstlicher Kohlen der in den bergmännisch erreichbaren Teufen der Kohlengruben vorhandene Belastungsdruck sowie die Temperatur nicht genügt, da der statische Gesteinsdruck in rd. 1000 m Teufe kaum mehr als rd. 260 atü beträgt.

Die Hauptursache der nach dem Liegenden zunehmenden Inkohlung dürfte jedoch in dem nach der Tiefe zu wachsenden, ungeheuren, zahlenmäßig nicht faßbaren Faltungs-

druck (einschließlich der sich allerdings nur in mäßigem Umfange auswirkenden Reibungswärme) der variszischen Orogenese zur Zeit der asturischen Phase zu suchen sein, der schon die durch den Ablagerungsdruck eingeleitete Inkohlung energisch weiter führte und vollendete. Hierbei sei es zunächst dahingestellt, ob die Inkohlung vorwiegend durch Umwandlung der Gefügebestandteile der Kohle bewirkt, oder durch die infolge tektonischer Vorgänge entstandenen Dehnungsklüfte und der damit verbundenen Abwanderung von CH_4 und CO_2 in die entstandenen Hohlräume gefördert wurde. Eine nicht unbeträchtliche Rolle dürfte dabei aber auch der gleichzeitigen Verlagerung der flözführenden Schichten in immer größere Tiefen, d. h. in Zonen immer höherer Erdwärme (3000 m Überlagerung gleich rd. 100° C) zugefallen sein.

Daß das Ergebnis dieser Vorgänge von der Dauer der Wirksamkeit der erwähnten Faktoren, also auch von der Zeit, sehr wesentlich abhängig war, bedarf kaum besonderer Erwähnung.

Für die Bedeutung des Faltungsdruckes sprechen unter vielen anderen Beispielen die Verhältnisse des ähnlich gelagerten pennsylvanischen Kohlenreviers, wo der Inkohlungsgrad der Faltungsstärke parallel verläuft (Hoffmann und Jenkner 1932). Auch Petrascheck (1930) kommt z. B. hinsichtlich des Einflusses der Orlauer Falte auf die Umwandlung der Kohle zu dem gleichen Ergebnis. Experimentelle Untersuchungen bestätigen im übrigen die Wirkung von Druck und Temperatur auf die Umwandlung der Kohle (vgl. Wöhlbier 1937 nach Lewis 1936).

Schwieriger scheint mir die Deutung der allgemeinen Veränderung des Gasgehaltes der Ruhrkohlenflöze in der Horizontalen, d. h. der Abnahme des Gasgehaltes (links des Rheins) von W nach O und der stetigen Zunahme (rechts des Rheins) von W nach O zu sein.

Letztere wird übrigens auch in anderen Revieren, so in der Campine, beobachtet. Hier stellte Grossjean (1936) eine regelmäßige Abnahme des Gasgehaltes eines Flözes des Katharinahorizontes innerhalb der Gesamtablagerung von W nach O von 35% auf 23,9% fest.

Krusch sah die Ursache dieser Veränderung in dem Einfluß eines entgasenden Verwerfungssystems (Rheintalgraben). Er glaubte die links des Rheins in westöstlicher und rechts des Rheins in ostwestlicher Richtung erfolgende Abnahme des Gasgehaltes der Flöze auf unmittelbare Wirkung des Rheintalgrabens zurückführen zu können, der durch seine zahlreichen Verwerfungen entgasend gewirkt habe. Dabei verglich er die beiderseitige Herabminderung des Gasgehaltes durch den Rheintalgraben mit dem trichterförmigen Herunterziehen des Grundwassers durch einen Kanaleinschnitt.

Gegen die sehr bestechende Erklärung von Krusch müssen aber doch Bedenken erhoben werden. Neuere Untersuchungen ergeben zunächst, daß die erwähnte Gesetzmäßigkeit der Abnahme des Gasgehaltes gleicher Flöze der linken Rheinseite in Richtung auf den Rhein gar nicht durchweg besteht. Es muß außerdem bezweifelt werden, ob ein Sprungsystem, wie der Rheintalgraben, trotz seiner vielen Verwerfungen überhaupt in der Lage ist, einen derartig weitreichenden und sich allmählich auswirkenden entgasenden Einfluß auszuüben.

Rüland (1937) wies nach, daß im Limburger Becken Querstörungen nur lokal den Gasgehalt gleicher Flöze herabzumindern vermögen.

Ebenso haben Untersuchungen der Kohle von Flözen des Ruhrreviers in unmittelbarer Nähe von Verwerfungen (sowohl mit großem als geringem Verwerfungsausmaß), und zwar vor und hinter diesen, ergeben, daß die kleinen Sprünge gar keine und die großen Verwerfungen kaum irgendeine Veränderung des Inkohlungsgrades der Flöze bewirkten (Krüpe 1931).

Dem Grabensystem des Rheintals kann daher der vermutete weitreichende Einfluß auf die Entgasung der Flöze in Richtung von O nach W (rechts des Rheins) bzw. von W nach O (links des Rheins) nicht zugeschrieben werden.

Stutzer (1936) hat nun festgestellt, daß zwar die Kohlenflöze (etwa durch größere Eigenwärme) die geothermische Tiefenstufe nicht beeinflussen, daß aber umgekehrt die Inkohlung von der Größe der geothermischen Tiefenstufe beeinflußt wird. Da diese innerhalb des Steinkohlengebirges von W nach O steigt, könnte man daran denken, die Abnahme der Inkohlung der Flöze von W nach O auf das Anwachsen der geothermischen Tiefenstufe in dieser Richtung zurückzuführen. Möglicherweise hängt dieser Abfall aber auch mit der bei der saxonischen Orogenese sich auswirkenden Druckbeanspruchung zusammen.

Jedenfalls bedarf die Deutung der in der Richtung von WSW nach ONO festgestellten Abnahme der Inkohlung noch weiterer Untersuchungen.

Die dritte Gesetzmäßigkeit betrifft die Abnahme des Gasgehaltes der Flöze in Richtung von SO nach NW. Während die Flöze der Fettkohlenschichten (von Flöz Sonnenschein bis Flöz Katharina) im SO (Dortmunder Gegend) einen Gasgehalt von 23—36% zeigen, geht der Gasgehalt innerhalb der gleichen Flöze im NW, wie auf den Zechen Graf Moltke und Bergmannsglück, auf 12—20% zurück. Ganz ähnlich liegen z. B. auch die Verhältnisse bei den Flözen der Zeche Scholven. Auch hier sind die Gründe für die Gesetzmäßigkeit der Gasabnahme bzw. Zunahme der Inkohlung noch nicht eindeutig zu erkennen. Auffallenderweise fällt die Abnahme des Gasgehaltes in dieser Richtung mit dem im gleichen Sinne erfolgenden Übergang der die Fettkohlenschichten aufbauenden Gesteine aus der tonigen Fazies in die mehr sandige Fazies zusammen (s. Abb. 58).

Oberste-Brink möchte diese augenfällige Änderung des Gasgehaltes unter anderem auf den Einfluß der die Flöze unmittelbar überlagernden Gesteine, d. h. auf die primär verschiedenen faziellen Verhältnisse der im NW und im SO abgelagerten Nebengesteinsschichten zurückführen, derart, daß infolge der Überlagerung der Flöze im NW durch sandige Schichten eine schnellere Entgasung und daher stärkere Inkohlung eintreten konnte als bei der Eindeckung im SO durch ± undurchlässige Schiefertonschichten. Vorausgesetzt ist hierbei, daß die Überdeckung der Flöze durch die Sedimente der Bildung der Torfmoore auf dem Fuße folgte.

Daß der Gasgehalt bzw. der Inkohlungsgrad der Flöze in der Tat durch die mehr oder minder große Durchlässigkeit der Hangendschichten beeinflußt sein kann, beweist unter anderem das bekannte Beispiel der von undurchlässigen tonigen Schichten überlagerten gasreichen Wealdenkohlenflöze des Bückeburger Bezirkes und der von durchlässigen Sandsteinen überdeckten gasarmen Wealdenflöze des Deisters.

Für den Einfluß derartiger fazieller Erscheinungen spricht meines Erachtens auch das Ergebnis unveröffentlichter Untersuchungen von Brocke (1933), die sich auf das ganze Fettkohlenprofil der Zeche Werne (Lippe) erstrecken. Nach dessen Feststellungen hängt die Höhe des Gasgehaltes aller Flöze dieser Zeche nicht unerheblich davon ab, ob Sandstein oder Schieferton das Flözhangende bildet. Seine graphische Darstellung des normalen Abfalls der Gasgehaltskurve vom hangendsten zum liegendsten Flöze der Fettkohlenschichten zeigt im einzelnen deutlich, wie der Gasgehalt jedes Flözes über oder unter der Normallinie liegt, je nachdem das Hangende aus Schieferton oder aus Sandstein besteht.

Brocke stellte durch Untersuchung zahlreicher Flöze der Zeche Werne weiter fest, daß sich sogar innerhalb des Kohlenprofils eines Flözes eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Abnahme des Gasgehaltes vom Hangenden zum Liegenden beobachten läßt. Dabei wird bei den von Bergemitteln durchsetzten Flözen die Stetigkeit der Abnahme des Gasgehaltes von diesen unterbrochen.

Wenn die Bedeutung der petrographischen Verschiedenartigkeit der die Kohlenflöze überdeckenden Gesteinsschichten für die Inkohlung der Flöze auch keineswegs verkannt werden soll, so müssen meines Erachtens für die innerhalb des Bezirkes ziemlich unregelmäßig auftretenden und stellenweise recht erheblichen Abweichungen im Gasgehalt gleicher Flöze, d. h. der Inkohlungsstufe, aber auch noch andere Umstände (wie paläogeographische Verhältnisse, Becken- oder Schwellenbildungen der Flöze, tektonischer Beanspruchung) eine ± große Rolle spielen.

So glaubt Krüpe für Flöz Katharina erkannt zu haben, daß die Stellen, wo die Kohle des Flözes einen höheren Gasgehalt aufweist, ehemaligen Senken, und die Gebiete mit Kohle geringeren Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen früheren Schwellen entsprächen.

Auch der Einfluß örtlicher dynamischer Vorgänge auf die Inkohlung darf nicht übersehen werden.

Meines Erachtens ist z. B. die Ursache des hohen Inkohlungsstadiums (anthrazitischer Charakter) der verhältnismäßig jungen Piesbergflöze in der durch Verlagerung der Flöze in große Tiefen eingetretenen schnelleren Inkohlung infolge der Wirkung hoher Wärme und starken statischen Druckes (unter Überdeckung mit den sehr mächtigen Sedimenten des heute verschwundenen Deckgebirges), hauptsächlich aber in dem in großen Tiefen wirksam gewesenen tektonisch-dynamischen Druck bei der ersten Faltungsperiode zu suchen. Dabei haben die Flöze durch die mit der jüngeren, saxonischen Faltungsperiode verbundene Druckbeanspruchung eine weitere Inkohlung erfahren, die nach völliger Abtragung der Deckgebirgsschichten durch Entgasung der Flöze noch vermehrt wurde.

Es liegt daher nahe, auch die im engeren Ruhrbezirk beobachteten Unregelmäßigkeiten des Gasgehaltes der Flöze ± tektonisch zu deuten, d. h. in den mit der Faltung im Zusammenhange stehenden Vorgängen zu suchen, wobei auch die stellenweise vorhandene Verschiedenheit der Flözfazies eine Rolle spielen dürfte.

Aus Untersuchungen, die Brune (1930) für das Gebiet der Bochumer Mulde vorgenommen hat, scheint hervorzugehen, daß Flöze in Zonen stärker entwickelter Faltung (Stockumer und Wattenscheider Sattel) reicher an flüchtigen Bestandteilen, also weniger inkohlt sind, als gleiche Flöze in flach gelagerten Muldenteilen, d. h., daß das Auftreten größerer oder geringerer Gasgehalte in gleichen Flözen in bestimmten Beziehungen zur Faltenbildung steht. Diese Beobachtungen könnten der Überlegung recht geben, daß die Muldengebiete,

als Zonen größerer dynamometamorpher Wirkungen, höher inkohlte Kohle führen müssen als die stärker gefalteten Sattelgebiete, in denen die Druckwirkungen sich mehr in reinen Bewegungsvorgängen auswirken konnten, ohne eine größere Inkohlung der Kohle hervorzurufen.

Ähnliche Beobachtungen sind auch von WUNSTORF gemacht worden, der im Aachener Bezirk, z. B. in den Gebieten der Engfaltung der Baesweiler Scholle, Flöze mit einem höheren Gasgehalt feststellte als in den Muldengebieten.

Jedenfalls scheint der Belastungsdruck allein die ihm oft zugeschriebene Bedeutung nicht zu besitzen. So hat KRÜPE (1932) festgestellt, daß z. B. ein Mächtigkeitsunterschied in der Überlagerung von 450 m am Primussprung einen Unterschied im Gasgehalt des Flözes Katharina vor und hinter der Störung nicht hervorruft.

LEHMANN und HOFFMANN (1932) neigen dazu, den geringeren Gasgehalt der Flöze der Muldenteile auf den höheren Gehalt der Kohle an Mattkohle zurückzuführen, die stärker inkohlt wurde, als die angeblich an Glanzkohle reicheren Flöze der Sattelgebiete.

Leider sind alle diese Fragen innerhalb des Ruhrbezirkes noch nicht systematisch genug und vorläufig nur für zu kleine Teile untersucht worden, um aus den heute vorliegenden Beobachtungen schon Folgerungen von allgemeiner Gültigkeit ableiten zu können.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Infolge des im Laufe der oberkarbonischen Sedimentationszeit immer tieferen Einsinkens der subvariszischen Saumtiefe gerieten die Flöze vom Hangenden zum Liegenden in Zonen immer stärkeren Überlagerungsdruckes und in Gebiete steigender Wärme, bis sie in der am Schluß der Oberkarbonzeit einsetzenden Hauptfaltung ihre stärkste Beanspruchung erfuhren. Hierdurch wurde eine immer kräftigere Entgasung, d. h. schnellere Inkohlung der Flöze in der Richtung vom Hangenden zum Liegenden herbeigeführt. Eine entsprechende Wirkung, d. h. eine Zunahme der Flözinkohlung von SO nach NW war auch mit der am Ende der Oberkarbonzeit einsetzenden Kippung der Gesamtplatte nach NW verbunden, die ein allmähliches Hinabsteigen der Karbonschichten in größere Teufen in dieser Richtung zur Folge hatte. Inwieweit bei diesen Inkohlungsvorgängen auch noch weitere Einflüsse, wie die Verschiedenheit der geothermischen Tiefenstufe, das ungleichmäßig erfolgte Absinken der Einzelschollen sowie die Lage der betreffenden Flözteile im Muldentiefsten oder Sattelhöchsten bzw. in der Mitte oder am Rande des Gesamttroges und die petrographische Zusammensetzung der Kohle beteiligt waren, bedarf noch eingehender Untersuchungen. Zu all diesen Wirkungen tritt meines Erachtens noch der Einfluß des bei der jüngeren saxonischen Gebirgsbildung quer zum Normalstreichen gerichteten, erneuten tektonischen Druckes, dessen Ausmaß auf die Steigerung bzw. Beeinflussung der Inkohlung freilich im einzelnen noch nicht erkannt ist.

Jedenfalls hängt die Änderung des Inkohlungsgrades im rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirk, d. h. die Zunahme der Kohlenreife sowohl nach der Tiefe als auch von O nach W sowie in Richtung von SO nach NW, in erster Linie mit den gesamttektonischen Verhältnissen des Ablagerungsgebietes zusammen, wie das schon GOTHAN und WUNSTORF (1925) für den Aachener Bezirk sowie STAHL (1933) für das ostsudetische Steinkohlenbecken nachgewiesen haben.

Mit anderen Worten: Auch im Ruhrbezirk äußert sich in den verschiedenen Reifestufen der Kohlenflöze seine tektonische Gesamtgeschichte. Die Kohle wird damit, wie W. E. PETRASCHECK (1936) sagt, „zum Indikator tektonischer Beanspruchung".

5. Einschlüsse in der Flözkohle.

Unter den aus der Kohle der Flöze bekannten Einschlüssen kann man Mineralausscheidungen, Fremdgesteine und Bergemittel unterscheiden. Ihrer wichtigsten Vertreter soll hier kurz gedacht werden.

a) Mineralausscheidungen.

Bei den Mineralausscheidungen in der Kohle handelt es sich vorwiegend um ± knollige Gebilde, sog. Sphärite (KUMM 1926), mit grauschwarzer, vielfach glänzender Oberfläche, gegenüber der Kohle verhältnismäßig hohem spezifischem Gewicht und nicht

unerheblicher Härte sowie sehr schwankender Größe. Die Mehrzahl der Ausscheidungen in der Kohle ist konkretionärer Natur. Unter ihnen sind die Schwefelkieskonkretionen am zahlreichsten vertreten.

Schwefelkies (Markasit = FeS_2) sieht man in den Flözen aller Kohlengruppen, und zwar in sehr mannigfacher Gestalt. Neben den schon erwähnten ± runden oder linsenförmigen Einlagerungen (s. Abb. 236) werden auch echte Schwefelkiesgerölle, ferner unregelmäßige Schwefelkieslagen von sehr verschieden großer Flächenerstreckung, vereinzelte Kristalle sowie Plättchen oder Fasern, deren Zwischenräume mit Kohle erfüllt sind, oder dünne, dendritische Ausscheidungen auf den Lösen der Kohle beobachtet. Letztere werden dann gelegentlich irrtümlich als pflanzliche Gebilde gedeutet (s. Abb. 81).

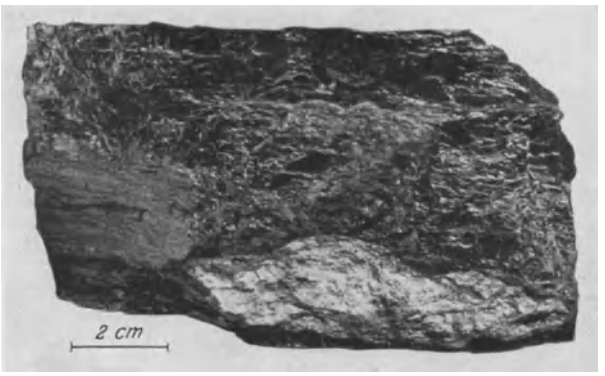


Abb. 236. Glanzkohle mit linsenförmiger Pyriteinlagerung (hell). Eßkohlenschichten. S.W.B.

Stellenweise erreichen die FeS_2-Einlagerungen im Flöze eine Längenausdehnung von 10—20 m bei 0,20—0,30 m Dicke, wie in einem Flöze der Zeche Ewald Fortsetzung.

Örtlich stellt man auf den Schichtflächen der Kohle harte, „verkieste" Lagen von Faserkohlenbrocken fest, die bestimmte Zonen der Flöze kennzeichnen (s. Abb. 237). Von diesen Einlagerungen abgesehen, enthält die Kohle, besonders der Clarit, auch noch weiteren Schwefelkies, der allerdings nur mikroskopisch nachweisbar und aufbereitungstechnisch nicht zu entfernen ist.



Abb. 237. Verschieden orientierte Faserkohlenpflaster (verkiest). S.W.B.



Abb. 238. Spateisensteinknolle aus der Kohle des Flözes Wilhelm. Zeche Fröhliche Morgensonne. S.W.B.

Bemerkenswert ist, was auch in anderen Kohlenbezirken festgestellt wurde, daß die von marinen Schichten überlagerten Kohlenflöze im allgemeinen weit reicher an Schwefelkies sind als die anderen Flöze (Barrois 1912 und Petrascheck). Im Zusammenhang damit weist Petrascheck darauf hin, daß die Asche derartiger Flöze eine violette Farbe besitzt. Diese Beobachtung trifft auch für die Kohle des Ruhrbezirkes zu.

Nach Schneiderhöhn (1926) ist die Bildung des Schwefelkieses auf die Einwirkung reduzierender organischer Substanzen auf Eisensulfate zurückzuführen. Winter und Free (1933) teilen mit, daß von einer bestimmten chemischen Zusammensetzung des Schwefelkieses nicht gesprochen werden kann, da das Schwefeleisen meist durch Gangart, Sulfate, Karbonate, Oxyde und Kohle mehr oder weniger verunreinigt ist. Rein

mineralogisch handelt es sich entweder um „Pyrit“ (regulär kristallisierend), um „Markasit“ (rhombisch kristallisierend) oder um ein Gemisch von Markasit und Pyrit. Auffällig ist die Freiheit des FeS_2 von Edelmetallen. NEWHOUSE (1927) will in dem FeS_2 vorwiegend Markasit sehen.

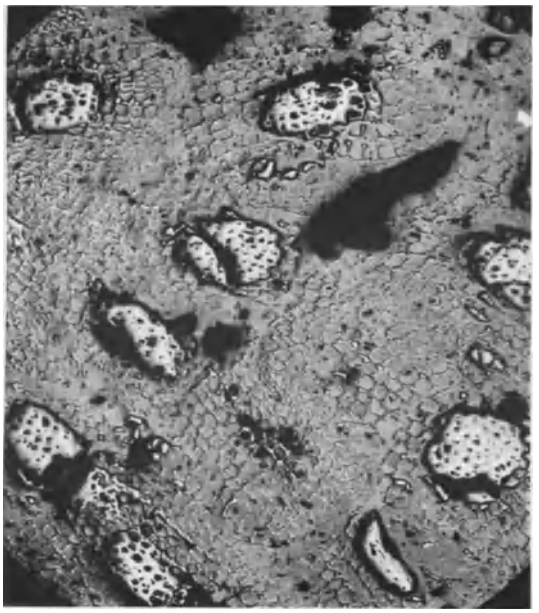


Abb. 239. Anschliffbild einer Konkretion in Flöz Robert der Zeche Minister Stein und Hardenberg. Verdrängung des Fusits durch Dolomit. Vergr. 50fach. Aufn. HOFFMANN.

Häufig beobachtet man in einer bestimmten Höhe der Flöze entweder in der Kohle oder in einem Bergemittel konkretionäre Einlagerungen anderer Mineralausscheidungen „syngenetischer“ Art. Sehr bekannt sind z. B. dunkelbraune, kindskopfgroß

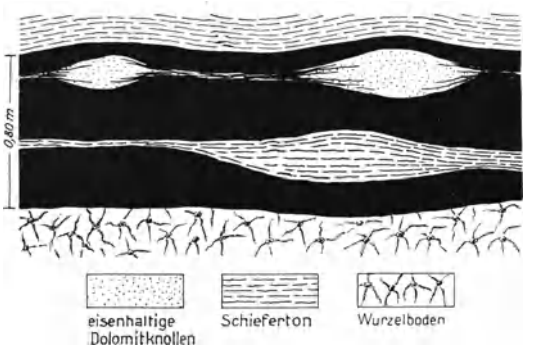


Abb. 240. Eisenhaltige Dolomitknollen in der Oberbank des Bergemittel führenden Flözes Dreckherrnbank der Zeche Helene und Amalie.

und größer werdende, ± birnenförmige Gebilde aus oolithischem Spateisenstein (s. Abb. 238), die bisweilen noch einen konzentrischen Rand von Schwefelkies zeigen.

Seit kurzer Zeit kennt man innerhalb der Kohle mancher Flöze auch konkretionäre Einlagerungen



Abb. 241. Kalkspatgänge (*K*) in der Kohle des Flözes 3 der Zeche Wehofen I/II. S.W.B.



Abb. 242. Bleiglanzgang (*B*) in der Kohle (K) des Flözes 10 der Zeche Fürst Leopold. S.W.B.

aus Dolomit, die aber mit den sog. „Torfdolomiten“ aus den Flözen Katharina und Finefrau-Nebenbank nichts zu tun haben.

Die auf größerer Flächenerstreckung in Flöz Robert der Zeche Minister Stein und Hardenberg auftretenden Konkretionen entsprechen der chemischen Zusammensetzung nach etwa den erwähnten Torfdolomiten (Oberste-Brink und Gothan 1931). Sie zeigen im Schliff ein bemerkenswertes Bild (s. Abb. 239).

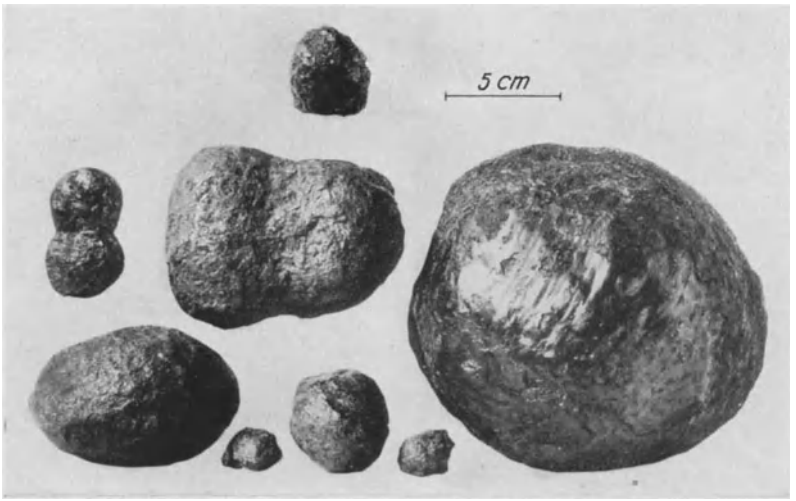


Abb. 243. Verschiedengroße und -geformte Torfdolomite aus Flöz Katharina. S.W.B.

Ähnliche Einschlüsse sind mir auch aus anderen Flözen, so z. B. Flöz 19 der Zeche Baldur, Flöz Anna der Zeche A. v. Hansemann, Flöz Otto der Zeche Grimberg, aus dem unmittelbar hangenden Schieferton des Flözes Katharina der Zeche Kaiserstuhl 2 (Gothan-Brune 1929), ferner aus Flöz Dreckherrnbank der Zeche Helene bei Essen (s. Abb. 240) bekannt geworden.

Etwas anderer Natur ist das eigenartige Vorkommen der dolomitischen, pflanzenführenden „Sphärolithe“ in der Kohle des Flözes Mathias 4 der Zeche Dorstfeld (Gothan und Benade 1932).

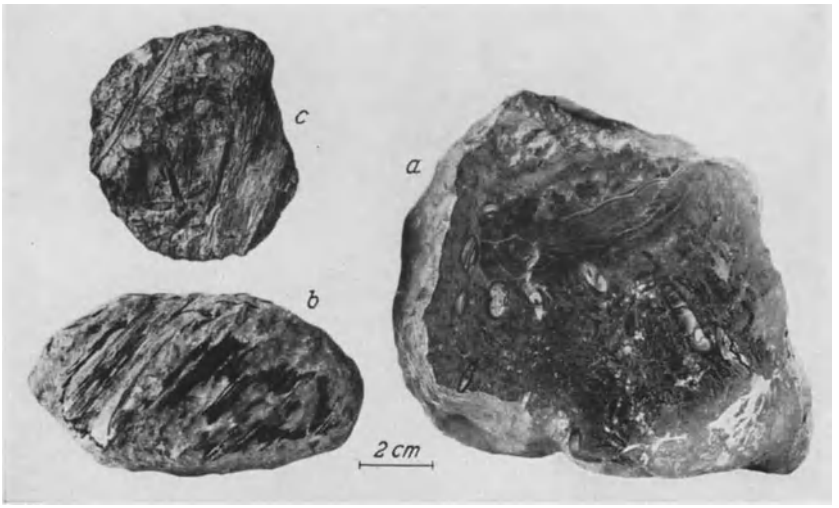


Abb. 244. Torfdolomite mit intuskrustierten Pflanzenresten aus Flöz Katharina. *a* Polierte Fläche; *b* angeätzte Knolle; *c* angeätzte Bruchfläche. S.W.B.

Abweichender Art sind die vielen weiteren Mineralabsätze in der Kohle, die sich vorwiegend auf Klüften, Spalten oder Hohlräumen aus umlaufenden Lösungen ausgeschieden haben und als „epigenetische“ Bildungen zu betrachten sind.

Hierhin gehören Ausscheidungen von Kalkspat ($CaCO_3$) (s. Abb. 241), Dolomit $CaMg(CO_3)_2$, Schwerspat ($BaSO_4$), Bleiglanz (PbS) (s. Abb. 242), Zinkblende (ZnS), Kupferkies ($CuFeS_2$), Schwefelkies (FeS_2) und Ankerit (eisenhaltiger Dolomit).

Daneben finden sich in der Flözkohle, d. h. genauer in der Asche westfälischer Kohlen, spurenweise Edelmetalle wie Gold Silber, Platin, Rhodium, Palladium und viele seltene Elemente in hohen

Konzentrationen. Untersuchungen von GOLDSCHMIDT (1933) haben gezeigt, daß die Ruhrkohlenasche auch das seltene „Germanium" führt. Besonders reich daran ist unter anderem die Kohle der Zeche Brassert. Ihre Asche enthält etwa 0,05% GeO_2. Weiter weist GOLDSCHMIDT (1934) in den Aschen von Durit und Vitrit-Clarit westfälischer Kohlen As_2O_5-Gehalte von 0,05—0,1% nach.

Torfdolomite. Ein besonderes Interesse dürfen die mit strukturbietenden Pflanzenresten erfüllten Dolomitknollen, die sog. „Torfdolomite", beanspruchen. Enthalten sie doch nicht nur die einzigen echten pflanzlichen Versteinerungen des flözführenden Karbons, sondern stellen auch sehr wichtige Leithorizonte dar, da ihr Auftreten auf zwei Flöze des Ruhrbezirkes beschränkt ist.

Für diese Rundgebilde soll die von MENTZEL (1903) zuerst angewandte Bezeichnung Torfdolomite („coal balls" der Engländer) beibehalten werden, ein Name, der sich auch über Westfalens Grenzen hinaus überraschend schnell eingeführt hat.

Sie sind wiederholt zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gemacht worden, so von WEDEKIND (1884), WEISS (1885), FELIX (1886), MENTZEL (1904), GOTHAN (1908), KUKUK (1909), WINTER (1917), BODE (1928), HIRMER (1927/34) und STACH (1935).

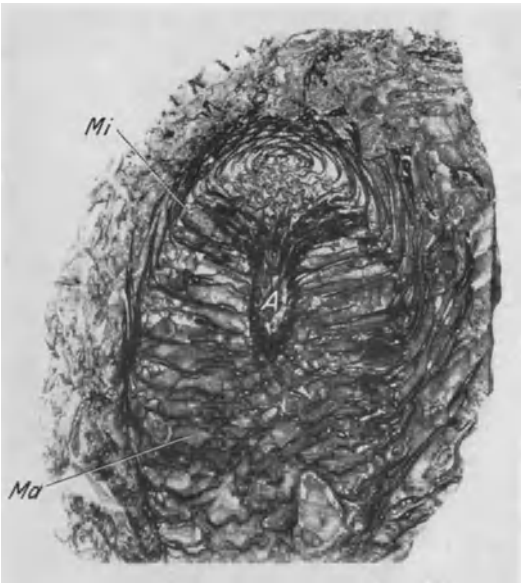


Abb. 245. Schräglängs geschnittene Blüte eines Lepidodendrons (*Lepidostrobus* sp.) mit Blütenachse (*A*), Sporophylle mit Mikrosporen (*Mi*) und Makrosporen (*Ma*) im Sporangium. Vergr. 5:4. Torfdolomit aus Flöz Katharina der Zeche Zollverein I/II. S.W.B. Aufn. LEITZ.

Auf Grund jahrzehntelanger Untersuchungen zahlreicher Torfdolomitvorkommen durch KUKUK an Ort und Stelle ergibt sich folgendes Bild: Die äußere Form und die petrographische Beschaffenheit der einzelnen Torfdolomitknollen ist meist die gleiche. Ihre Gestalt ist bald mehr kugelig, bald mehr eiförmig bei Erbsen- bis Kopfgröße. Faustgroße Knollen sind in der Mehrzahl vertreten; zuweilen besitzen die Knollen aber auch ganz unregelmäßige Formen (s. Abb. 243). Häufig vereinigen sich mehrere Gebilde zu Zwillings- und Drillingsknollen. Nicht selten lassen die Stücke auch schon äußerlich deutliche Pflanzenstrukturen erkennen, die dem größten in ihnen vorhandenen Pflanzenrest (*Calamites*, *Lepidodendron*, *Stigmaria* usw.) entsprechen. Die in der Knolle eingeschlossenen, strukturbietenden Pflanzenreste zeigen sowohl Zeichen der Versteinerung (Dolomitisierung) als auch der Inkohlung (Fusitkohle).

	Torfdolomit von Zeche Preußen I	Torfdolomit von Zeche Hansa (BROOCKMANN-GRUBE)	Torfdolomit von Zeche Kaiserstuhl I (WINTER-GRUBE)
	%	%	%
Gangart	5,9	—	1,3
Kohle	16,8	1,9	6,0
CO_2	31,5	45,2	41,9
CaO	15,6	30,8	29,3
MgO	12,7	16,6	16,2
MnO	1,3	1,3	—
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	10,8	4,0	4,5
H_2O	0,3	—	0,6
SO_3	—	—	—
Schwefelkies	—	1,8	—
Schwerspat	1,5	—	—

Sie können durch Anätzen der Knollenoberfläche oder einer Bruchfläche mit verdünnter Salzsäure (s. Abb. 244) oder besser noch durch Anschliff sehr deutlich gemacht werden. Für die genaue paläobotanische Untersuchung kommt allerdings nur der Dünnschliff in Betracht, der alle Einzelheiten in großer Schärfe erkennen läßt (siehe Abb. 245).

In chemisch-petrographischer Hinsicht sind diese Gebilde als Dolomitkonkretionen mit wechselndem Gehalte an Eisenkarbonaten und organischer Substanz bei fehlenden Alkalien zu betrachten. Drei umgerechnete Analysen (BRUNE 1930) mögen die chemische Zusammensetzung der Torfdolomite erläutern (s. vorstehende Tabelle).

Nur in einem Fall (s. Analyse des Dolomits von Zeche Preußen I) weicht die petrographische Beschaffenheit der Knollen erheblich von der normalen Zusammensetzung ab. Hier handelt es sich aber nicht um die gewöhnlichen Dolomitknollen, sondern um pflanzenführende Dolomitgebilde, die mit den normalen Knollen auf derselben Lagerstätte auftreten. Sie bestehen aus einem erheblich weicheren Mineral von weißer Farbe, grobblätteriger Struktur mit braunen, undeutlichen Pflanzenresten von mulmiger Beschaffenheit.

Wie erwähnt, sind die Torfdolomite bis jetzt nur in zwei Flözen nachgewiesen worden, und zwar in der Kohle des Flözes Katharina (hangendstes Flöz der Fettkohlenschichten = Oberes Westfal A) und des Flözes Finefrau-Nebenbank (Obere Eßkohlenschichten = Unteres Westfal A) (Mentzel 1904, Kukuk 1909).



Abb. 246. Torfdolomitknollen in der Oberbank des Flözes Katharina. S.W.B.

Meist liegen die Knollen in der Oberbank der Flöze nahe deren Hangendem. Bisweilen ragen sie aber auch noch etwas in den überlagernden Schieferton hinein (s. Abb. 246). Örtlich konnte ich sie aber auch in der durch Bergemittel von der Oberbank getrennten Flözunterbank nachweisen, wie auf Zeche Zollverein I/II. Die Torfdolomite halten sich an die Schichtung des Flözes derart, daß häufig die einzelnen Kugeln von durchgehenden Lagen von Glanzkohle umschlossen werden.

Das Vorkommen dieser Knollen im Flöze ist nur ein gelegentliches. Bald sind sie nesterförmig (s. Abb. 247) in der Kohle verteilt, teils sind sie in Längszonen angeordnet (s. Abb. 248). Dort werden sie entweder vereinzelt oder in großen Mengen, gewissermaßen „auf Luke" liegend, angetroffen. Stellenweise ist es nicht nur zur Ausbildung einzelner Knollen, sondern zur Bildung eines fast das ganze Flöz erfassenden, dolomitisierten Flözpackens (s. Abb. 249) gekommen, der gleichfalls aus Pflanzenresten (meist aber nur holzigen Bestandteilen) besteht.

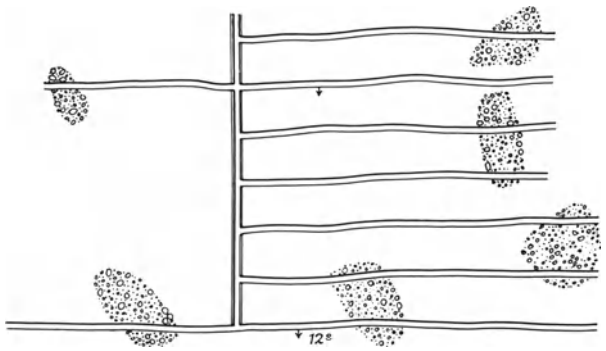


Abb. 247. Nesterweises Vorkommen von Torfdolomiten (Flöz Katharina).

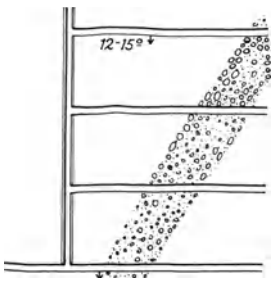


Abb. 248. Streifenartiges Auftreten der Torfdolomite (Flöz Finefrau-Nebenbank).

Wichtig für ihre Entstehung ist die auch in anderen Revieren gemachte Feststellung, daß sich die Dolomitknollen und -packen nur dort finden, wo das Flöz von einer marinen Schicht überlagert ist. Fehlt die marine Schicht über dem Flöze, so fehlen auch die Torfdolomite im Flöze.

Ihrer Entstehung nach handelt es sich also zweifellos um Bildungen „in situ", d. h. um Konkretionen. Sie schlugen sich aus den in das Karbonmoor eingedrungenen, kolloidalen Minerallösungen des über dem Urmoore stehenden Meeres durch Absatz von Kalzium- und Magnesiumsalzen in Gelform um geeignete Teile des Karbontorfes als Attraktionszentren nieder. Wahrscheinlich wurde hierbei $MgSO_4$ bei der Zersetzung des Pflanzenmateriales in $MgCO_3$ überführt, während die gleichzeitig bei der Zersetzung der Proteine der Pflanzenreste entstehenden Na_2CO_3- und $(HN_4)_2 \cdot CO_3$-Salze sich mit den Ca- und Mg-Salzen des Meereswassers umsetzten. Die durch Einlagerung von Mineralsubstanz in durchlässigen Pflanzenteilen entstandenen Torfdolomite stellen also richtige „Torfintuskrustate" im Sinne Gothans dar.

Die vortreffliche körperliche Erhaltung der in den Torfdolomiten eingeschlossenen, kaum zusammengesunkenen Pflanzenreste, deren Zeichnung dadurch besonders gut heraustritt, daß die Zellumrisse meist dunkelbraun gefärbt sind (s. Abb. 250), spricht dafür, daß das Pflanzenmaterial bei der Vertorfung sehr schnell luftdicht abgeschlossen wurde, bevor noch ein Zerfall — durch Pilze oder Bakterien — stattfinden konnte. Sie beweist weiter, daß die Intuskrustation schon in einem sehr frühen Stadium der Vertorfung, d. h. der Zusammenziehung (Inkohlung) der Torfmasse erfolgt sein muß.

Über diese Tatsache sind sich fast alle Autoren, die sich mit der Frage der Torfdolomite beschäftigt haben, einig. Für die Auffassung, daß es sich in diesen Knollen nicht um eingeschwemmte Gebilde (etwa in Form der sog. „Genistpakete", wie H. Potonié meinte), sondern um konkretionäre Bildungen im autochthonen

Flöze handeln muß, sind noch folgende Tatsachen anzuführen. Die nahe dem Liegenden auftretenden Knollen enthalten fast ausschließlich Wurzelreste. Statt einzelner Knollen im Flöze finden sich auch Dolomitisierungen ganzer Flözteile, d. h. des alten Karbontorfs vor. Schließlich sieht man nicht selten, wie sich durch zwei oder mehrere nebeneinanderliegende, durch Kohle völlig getrennte Dolomitknollen ein und derselbe intuskrustierte Pflanzenrest hindurchzieht (s. Abb. 251).

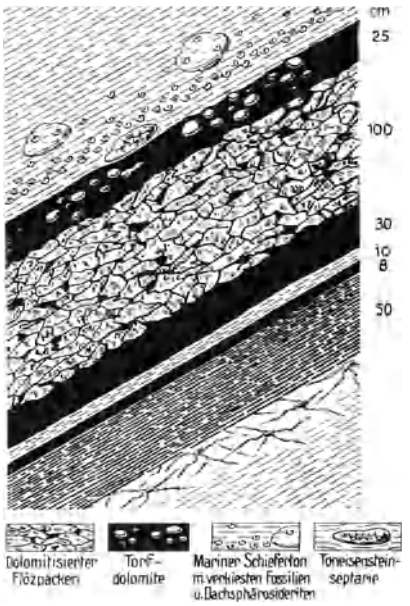


Abb. 249. Schematische Darstellung eines stark dolomitisierten Flözes (Flöz Katharina).

Bemerkenswerterweise sind diese Torfdolomite auch in der westlichen Fortsetzung der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung — in der Wurmmulde (Flöz 1 = Katharina der Mariagrube) — vorhanden, wie ich schon vor langen Jahren feststellen konnte (KUKUK 1909).

Später sind sie auch in den weiter westlich anschließenden Kohlenvorkommen erkannt worden, und zwar in Holland in den Flözen Ägir und Finefrau-Nebenbank, in Frankreich und Belgien in Flöz Petit-Buisson und in Flöz Bouxharmont, sowie in England in mehreren Flözen, welche dem Flöze Finefrau-Nebenbank entsprechen (JONGMANS 1927, KOOPMANS 1928/33, HIRMER 1927/33).

Während die englischen „coalballs" schon seit langen Jahren auf ihren Pflanzeninhalt mikroskopisch untersucht worden sind, ist das bei den rheinisch-westfälischen Torfdolomiten erst in den letzten Jahren der Fall gewesen.

Von den älteren Sonderbearbeitern der in den deutschen Torfdolomiten eingeschlossenen Pflanzen nenne ich unter anderem FELIX (1885/87), GOTHAN (1920) und REISS (1923). Neuerdings hat HIRMER (1928/35) die Torfdolomite des Ruhrbezirkes und des Wurmreviers zum Gegenstand eingehender Studien gemacht. Wegen der Pflanzenführung im einzelnen sei auf den Beitrag von M. HIRMER in Abschnitt IV, C verwiesen.

Aus den Untersuchungen der deutschen Forscher ergibt sich jedenfalls, daß die Pflanzenführung der rheinisch-westfälischen Torfdolomite ziemlich genau mit den in

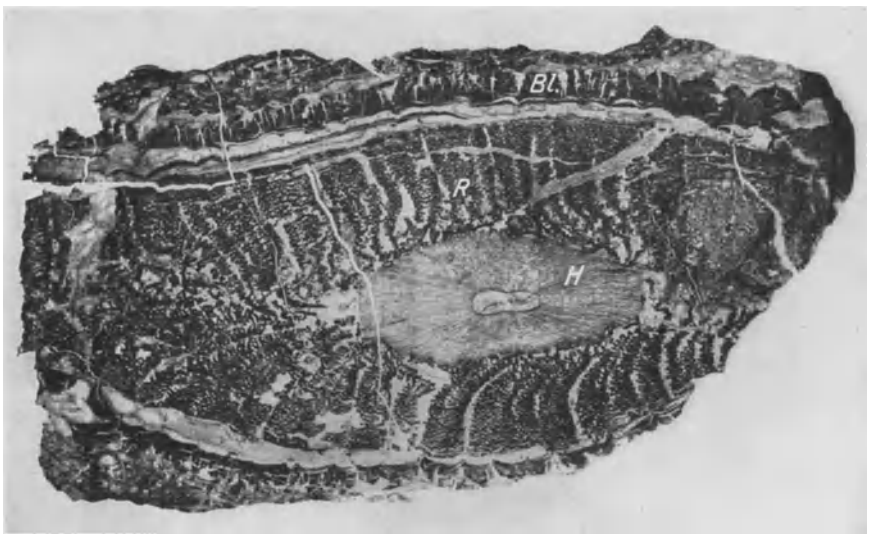


Abb. 250. Querschliff durch das Stammstück eines Schuppenbaumes mit Holzkörper (*H*), Außenrinde (*R*), äußerster Stammrinde mit Blattpolster (*Bl*). Vergr. 10:9. Torfdolomit aus Flöz Katharina der Zeche A. v. Hansemann. S.W.B. Aufn. LEITZ. Nach HIRMER.

den hangenden Schichten auftretenden Pflanzenabdrücken übereinstimmt und daß sie, abgesehen von ihrer Lokalfärbung, völlig derjenigen der englischen, belgischen, holländischen und französischen Dolomitknollen entspricht.

Harzeinschlüsse. Der Vollständigkeit halber sei noch das Auftreten von Harz in der Flözkohle erwähnt. Obwohl seit langem bekannt ist, daß auch die Steinkohlenpflanzen

Harze enthalten (Muck, Winter u. a.), sind augenfällige Harzreste in der Steinkohle des Ruhrbezirkes erst in letzter Zeit festgestellt worden. Ihr Nachweis in der Steinkohle ist von mehrfachem Interesse. Größere Harzmengen fand man unter anderem in den

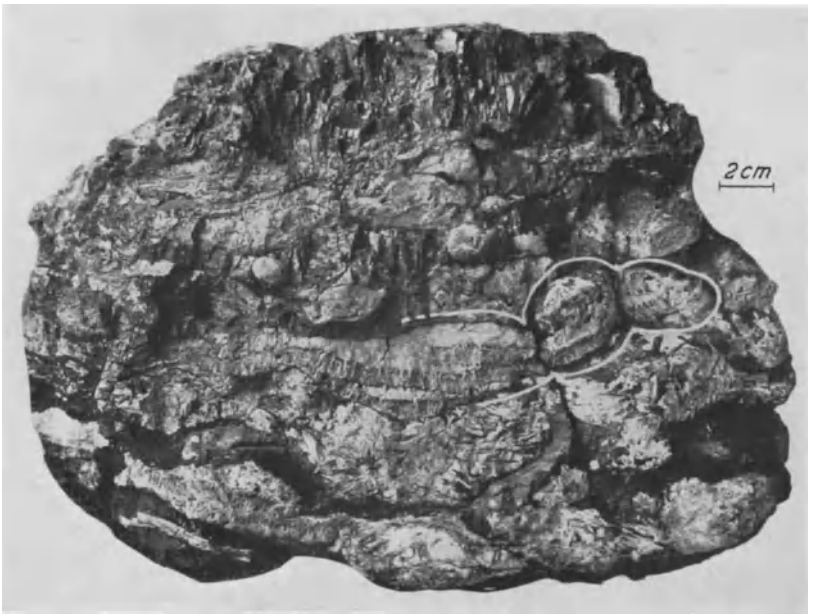


Abb. 251. Pflanzenfossil, drei Torfdolomitknollen durchsetzend. Flöz Katharina. Zeche Dorstfeld. S.W.B.

Flözen 7 und 12 der Zeche Brassert sowie in einem Flöze der Zeche Königsgrube. Ersteres Vorkommen ist von E. Hoffmann und Kirchberg (1930) näher untersucht und beschrieben worden. Wie aus dem Anschliff eines Harz führenden Kohlenstückes hervorgeht (s. Abb. 252), tritt hier das schon makroskopisch gut erkennbare, tombakbraune, spröde Harz in flachen Linsen von mehreren Millimetern Dicke und einigen Dezimetern Längenerstreckung auf.

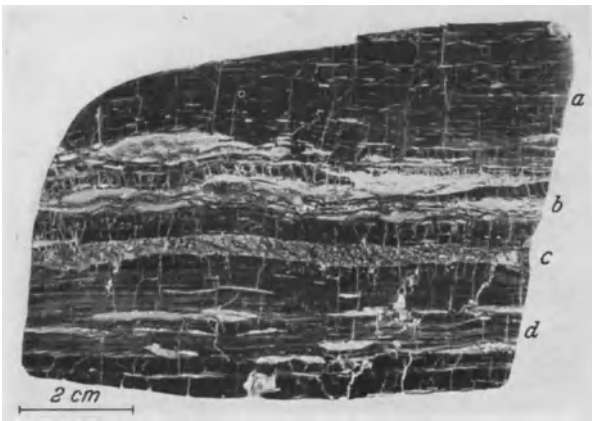


Abb. 252. Anschliff einer Glanzkohle (*a*) mit Streifen von Mattkohle (*d*), Pyrit (*b*) und Harzsubstanz (*c*). Aufnahme mit Quarzlampe. S.W.B.

Im Gegensatz zu Angaben in der Literatur (Hoffmann 1936) konnte ich feststellen, daß das Harz, im ultravioletten Licht der Quarzglaslampe betrachtet, in bläulichem Fluoreszenzlicht aufleuchtet. Nach dem Ergebnis der Analyse weist das Harz, das als Bitumenanteil der Kohle zu betrachten ist, 86% flüchtige Bestandteile und 0,1% Asche auf. Das Harz mit einem Durchschnittsgehalt von 82% C, 8,5% H und 9,7% O dürfte sowohl von Einfluß auf die Teer- und Koksbildung wie auf die Hydrierfähigkeit sein, als auch den bisweilen festgestellten, überraschend hohen Gasgehalt mancher Flözkohle erklären (Winter 1935).

Die Bildung dieser Harzstreifen scheint noch nicht ganz geklärt zu sein. Wahrscheinlich hängt sie, wie auch von Hoffmann-Kirchberg (1930) betont wird, mit Vorgängen der sog. Schichtentrennung bei den Zersetzungsvorgängen zusammen, derzufolge das Harzmaterial aus verschiedenen Lagen in einer Schicht zusammengekommen ist.

b) Fremdgesteine.

Hierhin gehören die in der Flözkohle fast aller Flöze des paralischen Karbons hin und wieder beobachteten ortsfremden Gesteine, unter denen in erster Linie die „Gerölle“ in Betracht kommen.

Darstellungen des Vorkommens von Geröllen in der Kohle bringen neben Bd. I des Sammelwerkes die Arbeiten von MENTZEL (1903) und KUKUK (1908). Obwohl die Gerölle nicht gerade sehr häufige Einschlüsse in den Kohlenflözen darstellen, beherbergt das Geologische Museum der Westfälischen Berggewerkschaftskasse weit über 150 solcher Fremdgesteine. Sie bestehen petrographisch fast durchweg aus widerstandsfähigen Vertretern der Sedimentgesteine und nur ganz untergeordnet aus Eruptiv- bzw. metamorphen Gesteinen. Nach einer auf meine Veranlassung durch PFEIFFER (1936) vorgenommenen petrographisch-mikroskopischen Untersuchung von rd. 120 aufgesammelten Geröllen aus der Kohle des Ruhrbezirkes setzen sich diese vorwiegend (zu über 50%) aus teils hellen, teils dunklen, dichten, glasigen Quarziten von fester, splittriger Beschaffenheit zusammen. Dazu kommen (in der Reihe ihrer Häufigkeit) dunkle oder helle, fein- bis grobkörnige oder quarzitische Grauwacken, fein- bis grobkörnige, quarzitische Sandsteine, radiolaritführende Lydite, Gangquarze und Kalksteine. Sehr

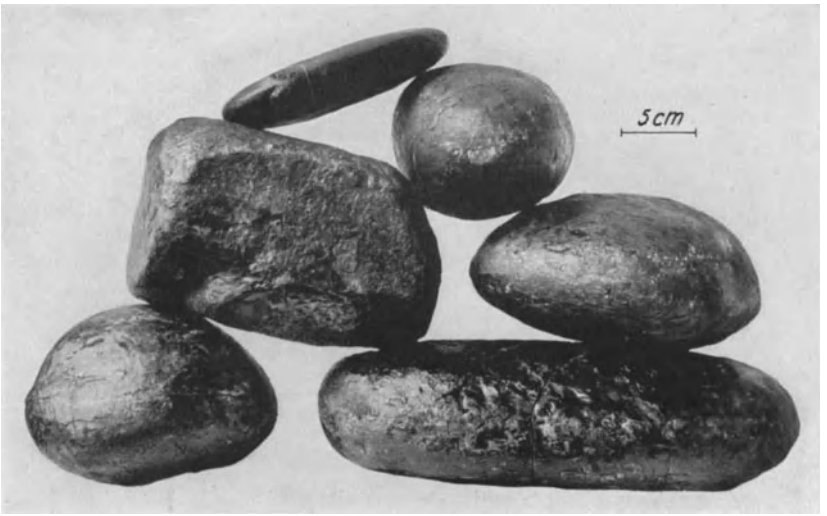


Abb. 253. Verschieden geformte Quarzitgerölle aus der Kohle. S.W.B.

beachtlich ist das erst vor wenigen Monaten festgestellte Vorkommen einiger Eruptivgesteine, und zwar zweier Gerölle aus Quarzporphyr, von denen ich eines (mit rd. 30 cm Durchmesser) aus der Kohle des Flözes Dreckherrnbank der Zeche Helene sammelte, und eines aus kontaktmetamorphem Cordieritschiefer.

Augenscheinlich liegen in diesen Geröllen Gesteinsbruchstücke vor, die schon vor ihrer Verfrachtung in die Kohle einer Auslese unter besonderen Verhältnissen unterworfen worden sind.

Die oben erwähnte selektive Auslese der Gesteine läßt sich im übrigen auch anderwärts beobachten. So konnte ich, worauf mich STEUSLOFF (1936) aufmerksam machte, auch aus den in den Torfstichen im Weißen Venn bei Haltern unter dem Torf im Sande lagernden Geschieben neben wenigen, zersetzten, nordischen Eruptivgesteinen (als Folge von Einwirkungen der Humussäuren des Torfes) überwiegend widerstandsfähige Feuersteine und Quarzite auflesen, während alle Kalkgesteine fehlten.

Meist zeigen die Gerölle aus der Kohle eine ± stark gerundete, der Kugel- oder Eiform ähnliche Gestalt bei glänzender, schwarzer Oberfläche (s. Abb. 253). Aber auch ± kantengerundete Gesteinsbrocken und flache Scheiben werden beobachtet. Mitunter bestehen die Gerölle aus zerbrochenen Gesteinsstücken, die aber wieder verkittet sind. Derartige Vorkommen weisen auf starke, tektonische Beanspruchung der Gerölle hin. Ihrer sehr verschiedenen Größe entspricht auch ihr sehr unterschiedliches Gewicht. Das schwerste der mir bekannten Gerölle aus den Ruhrkohlenflözen, ein Quarzit, wiegt 50 kg. Der Lage der vorwiegend völlig von Kohle umschlossenen Gerölle nach sind sie teils im labilen, teils im stabilen Gleichgewicht zur Ablagerung gekommen (s. Abb. 254). Gelegentlich ruhen die Gerölle auf oder in einem Flözbergmittel, wie ich des öfteren feststellen konnte. Auch teils im Flöz liegende und teils in den hangenden Schiefer hineinragende Gerölle

habe ich gesehen. Örtlich finden sie sich unmittelbar auf der Oberfläche der Flöze, und zwar anscheinend auf der Sohle alter Auswaschungsrinnen.

Die Genesis der auch aus anderen Kohlenbezirken wohl bekannten Geröllvorkommen in der Kohle ist sehr verschieden gedeutet worden, ohne daß es bislang gelungen wäre, eine meines Erachtens alle Einwände befriedigende Erklärung ihrer Verfrachtung zu finden.

Wohl die Mehrzahl der Beobachter hält sie für Gerölle, die im Wurzelgeflecht im Wasser treibender Bäume in die Flachmoore verschleppt sind. H. Potonié weist auf ihren Transport durch anhaftenden, flottierenden Tang in die am Rande des Meeres gelegenen ehemaligen Flachmoore hin. Zelechowski (1926) nimmt an, daß sie aus den die Flöze überlagernden Gesteinsschichten infolge ihres Gewichtes in die Kohle eindrangen. Meines Erachtens können sie aber auch durch stark bewegtes Wasser in die Urmoore gelangt sein. Hinsichtlich des Herkunftsraumes der Gerölle möchte man zunächst an das variszische Gebirge denken, dem sie ihrer Beschaffenheit nach mindestens teilweise angehören könnten. Als Heimatgestein der Quarzite möchte man an den „Rimmertquarzit" oder die „Hörre" denken, wo nach dem vergleichenden Ergebnis mikroskopischer Untersuchungen durch Hasebrink (1923) ein absolut gleichartiges Quarzitmaterial ansteht. Sehr ähnlich ist der Quarzit der Gerölle auch den in den Kulmkonglomeraten der Edertalsperre vorhandenen Quarzitgeröllen, so daß die Möglichkeit besteht, daß es sich in den Quarzitgeröllen der Kohle um Gerölle aus dem gleichen Herkunftsgebiet oder um solche aus dem Kulm auf zweiter Lagerstätte handelt.

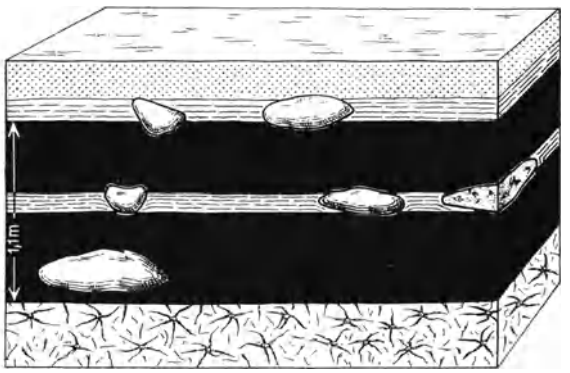


Abb. 254. Einlagerung von Geröllen fremder Gesteine in der Flözkohle.

Sollte es gelingen, die Heimat der Gerölle im Rheinischen Schiefergebirge mit Sicherheit festzustellen, so wäre damit ein wichtiger Beitrag zur Beantwortung der noch nicht einwandfrei gelösten Frage nach der Einschwemmungsrichtung dieser Gerölle und damit auch der den Karbontrog füllenden Sedimente überhaupt gegeben. Die Untersuchungen nach dieser Richtung sind jedoch noch nicht zum Abschluß gekommen.

Wie die Untersuchungen lehren, sind die Gerölle nicht etwa auf ein Flöz oder eine Flözgruppe beschränkt, sondern finden sich in allen Flözhorizonten des flözführenden Karbons. Sie sind daher — soweit unsere heutigen Erkenntnisse reichen — für vergleichende stratigraphische Zwecke nicht verwendbar. Bemerkenswert ist, daß die Gerölle die Kohle des Flözes Röttgersbank zu bevorzugen scheinen. Entstammen doch rd. 50 % aller untersuchten Gerölle diesem Flöz.

Nicht ganz seltene Erscheinungen sind gewisse andersartige Einlagerungen des Nebengesteins in der Kohle aus Sandstein, Sandschiefer oder Spateisenstein. Es handelt sich hier meist um Hohlraumfüllungen (Steinkerne von Wurzelrhizomen der im Hangenden der Flöze auftretenden Baumstämme), deren Füllmaterial in Schlammform vom Hangenden aus in die Hohlräume eingedrungen sein dürfte.

Über die sonstigen, in der Kohle vorhandenen Fremdgesteine, die besonderen Vorgängen bei der Bildung der Flöze ihre Entstehung verdanken, ist schon oben berichtet worden.

c) Bergemittel.

Neben den schon an anderer Stelle behandelten, gewöhnlichen Bergemitteln aus Schieferton, Sandschiefer, Sandstein (s. Abb. 255) oder Toneisensteinkonglomerat sei hier noch einiger besonderer Vorkommen gedacht.

Sehr wichtige Erscheinungen stellen die innerhalb der Kohle zweier Flöze (Erda und Hagen) der Flammkohlenschichten erstmalig von mir beobachteten, dünnen Lagen eines feuerfesten Tones dar (Abb. 256), die sich als Leitschichten ersten Ranges erwiesen haben (Kukuk 1920). Das seiner Natur nach den bekannten „Neuroder Tonen" sehr ähnliche Gestein spielt in stratigraphischer Hinsicht eine ähnliche leitende Rolle wie der „Lehestreifen" im Zwickauer Lehekohlenflöz (Stutzer 1935) und die Tonsteine Saarbrückens (Bode 1937).

Nach einer Analyse des Laboratoriums der W.B.K. setzt sich dieses Tongestein unter anderem aus 46,2% SiO_2, 37,7% Tonerde, 14,7% Glühverlust, 0,93% Eisenoxyd, 0,17% Kalziumoxyd, 0,11% Magnesiumoxyd und 0,12% Kaliumoxyd zusammen. Dabei zeigt der Tonstein die Feuerfestigkeit „Seegerkegel 36". Er ist also hochfeuerfest und für gewisse Zwecke der Technik (wie z. B. als Futter für Spülversatzröhren)

gut verwendbar. Bemerkenswerterweise ist die Farbe des gebrannten Materials rein weiß, so daß es möglich ist, aus den weißen Bestandteilen der Kesselasche auf das Flöz zu schließen, dessen Kohle im Kessel verfeuert wurde.

Stutzer (1935) möchte in dem Tonstein feingeschlämmte Absätze vulkanischer Asche (Tuffe) sehen, ähnlich wie bei dem schon erwähnten Lehestreifen und dem bekannten Saarbrücker Tonstein (Bode 1937). Petrascheck (1936) betrachtet ihn als Absatz verwitterten, kaolinisierten Materials. Da meine eigenen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, kann ich zu der Frage noch keine endgültige Stellung nehmen.

Zu den kennzeichnenden Bergemitteln gehören auch die Brandschieferlagen der Flöze. Wie schon bei der Behandlung der Karbongesteine geschildert, stellen sie teils gut geschichtete, teils

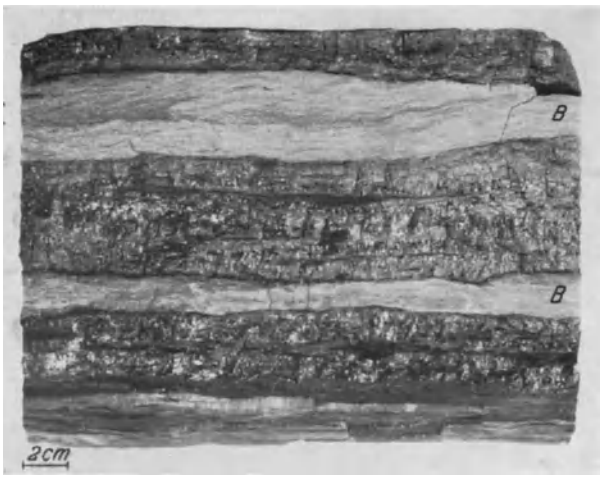


Abb. 255. Bergemitteleinlagerungen (*B*) (Versandungserscheinung) in der Kohle eines Flözes der Zeche Sachsen. S.W.B.



Abb. 256. Bergemittel (*B*) aus feuerfestem Ton in Flöz Hagen der Zeche Brassert. S.W.B.

muschelige, schwarzgraue, entweder mit sehr dünnen Kohlenlagen wechsellagernde oder mit Kohlensubstanz innig gemischte Schiefertone dar, die im allgemeinen einen braunen Schimmer besitzen.

Auch Bergemittel aus Kohleneisenstein (s. weiter oben) sind bekannte Erscheinungen. Seltener hat man oolithische Spateisensteine beobachtet (nähere Angaben darüber habe ich bei den Eisensteinen des Karbons gemacht). Eine gewisse Bedeutung in stratigraphischer Hinsicht kommt auch den schon erwähnten, in der Fettkohle zahlreicher Gruben beobachteten Kohlenlagen mit Quarzsand zu, die vorläufig nur im Flöz Ida (im östlichen Teil des Bezirkes) nachgewiesen sind (vgl. dazu Abschnitt VI, A).

6. Bemerkenswerte Absonderungsformen (Schlechten, Risse, Lösen und Drucklagen) sowie Struktur- und Verbandsverhältnisse der Kohle.

Es sei hier zunächst auf einige wichtige kleintektonische Erscheinungen (Schwächestellen) in der Kohle bzw. im Nebengestein, und zwar auf die Schlechten (Druck- und Dehnungsschlechten), Risse, Lösen und Drucklagen eingegangen, die vorwiegend infolge Auslösung von Spannungsvorgängen durch Gleichgewichtsstörungen entstanden sind. Ihre richtige Erkenntnis ist für den Betrieb des Bergbaues (Unfallverhütung durch Stein- und Kohlenfall, Streckenausbau), besonders aber zum Zweck der Kohlengewinnung (Gang der Kohle) von großer Wichtigkeit.

Schon wegen ihrer betrieblichen Bedeutung sind diese Erscheinungen wiederholt Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen (s. u. a. Ende 1929, Funke 1929, Bärtling 1929, Kindermann 1930, Schleier 1931/32, Becker 1931, Isselhorst 1932, Rüland 1937). Lange Zeit fehlten jedoch zusammenhängende Beobachtungen über die den Klüften in der Kohle und ihrem Verlauf zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten. Zur Klärung dieser Fragen haben Oberste-Brink und Heine (1934) auf Grund ihrer über ein großes Beobachtungsgebiet sich erstreckenden Untersuchungen und Messungen wertvolle Beiträge geliefert (vgl. dazu die Ausführungen in Abschnitt X).

Die in Betracht kommenden Vorkommen sollen hier nur insoweit untersucht werden, als es sich um vorwiegend geologische Erscheinungen handelt. Auf eine Besprechung der Gesamtheit der mit ihnen in ± enger Beziehung stehenden Fragen, die der Behandlung des weitläufigen Problems des „Gebirgsdruckes" (einschließlich der Bewegungsvorgänge und der verursachenden Kräfte und ihrer Beherrschung bzw. der Nutzbarmachung für die Gewinnung der Kohle) gleichkäme, muß an dieser Stelle wegen ihres Umfanges und der in erster Linie bergtechnischen Seite verzichtet werden.

Es sei deshalb hier nur auf einige Autoren, die sich besonders eingehend mit dem Studium des Gebirgsdruckes befaßt haben, hingewiesen: WEBER 1916/17, LINDEMANN 1926, WINKHAUS 1928, SPACKELER 1928/31, WEISSNER 1932, HAACK 1928/34, HOFFMANN, ISSELHORST 1935, ULLRICH 1937 u. a.

Schlechten. Unter Schlechten versteht man ± senkrecht (70—90°) zur Schichtungsebene der Kohle (bzw. des Nebengesteins) stehende, innerhalb des gleichen Systems meist in geringen, ± regelmäßigen Abständen (etwa 0,01—0,10 m) gleichgerichtet zueinander auftretende Klüfte, die der Kohle (oder dem Gestein) eine Art „Schieferung" verleihen. Sie verlaufen unter anderem teils parallel zum Streichen, d. h. senkrecht zur Richtung des Faltungsdrucks, teils ± senkrecht zum Streichen bzw. diagonal dazu, d. h. parallel zur Richtung der karbonischen Querstörungen. Hierbei sind „Hauptschlechten" und „Nebenschlechten" zu unterscheiden. Jedenfalls wird die Kohle durch diese Klüfte in einigermaßen parallelepipedische Stücke zerlegt, wie aus Abb. 257 hervorgeht. In der Kohle zeigen die Schlechten teils glatte, teils rauhe Flächen mit Mattglanz, die, vielfach mit feinen, vertikalen, aber auch horizontalen Riefen und Rillen besetzt, auf Bewegungen längs dieser Flächen hinweisen. Sie wirken sich in den einzelnen Streifenarten (Glanz-, Matt- und Faserkohle) verschieden aus. Besonders gut heben sich die matten Schlechten in der glänzenden Anthrazitkohle ab. Nur stellenweise setzen die Schlechten aus der Kohle in das Nebengestein der Flöze hinein, und zwar unter Bildung kleinster Überschiebungen, so daß an der Grenzfläche bisweilen eine Art feiner Schuppenstruktur entsteht. Auch die Bergemittel werden örtlich von den Flözschlechten durchdrungen, während sie stellenweise an ihnen absetzen.

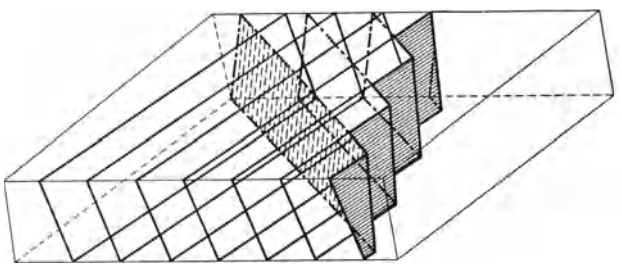


Abb. 257. Verlauf eines Abbaustoßes bei gemeinsamem Auftreten von Haupt- und Nebenschlechten. Aus ENDE: Glückauf 1929.

Sicherlich stellt die Mehrheit der reinen Schlechten Ablösungsflächen in der Kohle dar, die schon vor Beginn des Abbaus infolge gebirgsbildender Kräfte im Gestein entstanden, sich aber erst durch Wirkung des Abbaus (infolge der „Kämpferkraft" des Druckgewölbes) öffneten und dadurch sichtbar wurden. Diese Annahme wird durch die Tatsache bewiesen, daß sich Druckschlechten auch außerhalb jeder Abbauwirkungen zeigen.

Je nach ihrer Entstehung kann man die Schlechten nach der alten Bezeichnung von DAUBRÉ als „Diaklase" und „Paraklase" ansprechen. Hat man es in den ersteren mit „Schwundrissen" zu tun, die durch Volumenverminderung (infolge Wasserabgabe bei der Inkohlung, d. h. Umwandlung des Hydrogels in Gel) entstanden, so stellen die letzteren Druckschlechten dar, die durch Krustenbewegungen (also tektonisch) erzeugt sind. Bei letzteren lassen sich weiter unterscheiden die diagonal zum Druck verlaufenden und unter stumpfem Winkel sich schneidenden „MOHRschen Flächen", und die Schlechten mit einer in der Druckrichtung gelegenen und einer senkrecht dazu streichenden Ebene („CLOOSsche Flächen"). Insgesamt lassen sich acht Schlechtenrichtungen feststellen (OBERSTE-BRINK und HEINE 1934).

Da anzunehmen ist, daß zwischen den das Nebengestein durchsetzenden Klüften und den Schlechten in der Kohle ursächliche Zusammenhänge bestehen, werden die für die ersteren beobachteten Gesetzmäßigkeiten auch für die Schlechten der Kohle Gültigkeit haben. Demgemäß zeigen die mikroskopischen Bilder (s. Abb. 260) tektonisch beeinflußter Kohle sowohl in Westfalen (HOFFMANN 1935/36, RAUB 1937) wie in anderen Kohlengebieten (HÖHNE 1934), daß die mikroskopisch kleinen Kluft-, Spalt- und Verwerfungsrichtungen der Kohle mit den Richtungen der großtektonischen Verwerfungen im Nebengestein des Grubengebietes völlig übereinstimmen, also wohl auf die gleichen Kräfte zurückzuführen sind. Immerhin sind zwischen beiden Arten von Klüften doch noch gewisse Unterschiede sowohl der Ausbildung als auch der Richtung nach vorhanden (vgl. auch ENDE 1929).

Wegen ihrer großen Bedeutung für den Betrieb des Bergbaues wäre es richtig, die erkannten Druckschlechten der Flöze in die Grubenbilder aufzunehmen.

Abwegig ist aber die Ansicht, daß die Schlechten der Kohle völlig der bekannten „Schieferung" in den Gesteinen des alten Gebirges entsprächen.

Handelt es sich doch bei der ausgesprochenen Schieferung, wie BREDDIN zeigte, um Ausscheidung bzw. lagenweise Anordnung von Glimmerblättchen. In der Kohle kann es daher keine echte Schieferung geben.

Abgesehen von den vorerwähnten, auf Druckbeanspruchung zurückzuführenden Schlechten (Druckschlechten) wird die Kohle (aber auch das Nebengestein) von Rissen durchzogen, die nur durch Zerrung entstanden sein können, sog. Dehnungsschlechten. Es handelt sich in ihnen zumeist um diagonal zum Streichen (NW—SO) verlaufende, zu den Querstörungen des Karbons gleichgerichtete Risse, die in der Kohle mit Feinkohle und Staub, im Nebengestein dagegen mit Mineralausscheidungen (Kalkspat, Dolomit, Schwefelkies) ausgefüllt sind. Schon dadurch weisen sie auf ihre Wesensart, als durch Zugspannung entstanden, hin.

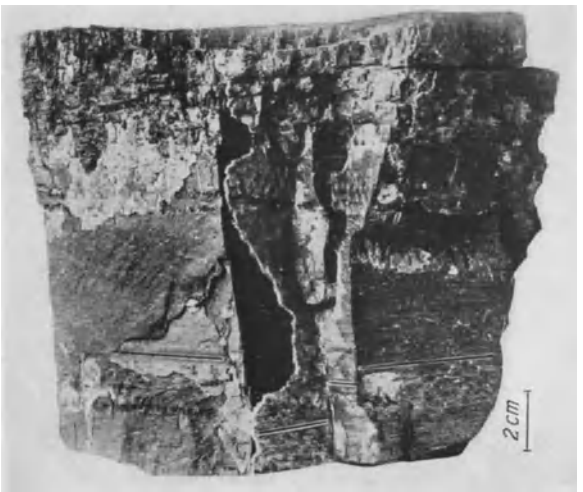


Abb. 258. Derbe, matte Flammkohle mit vier verschiedenen, durch Kalkspatausscheidungen gekennzeichneten Klüftungsrichtungen. S.W.B.

Besonders augenfällig zeigt die Mattkohle der jüngeren Horizonte derartige, mit Kalkspat ausgefüllte Klüfte. Abb. 258 läßt Klüftungen nach vier verschiedenen Richtungen erkennen.

Da die Dehnungsschlechten die gewünschte Ablösung der Kohle und damit ihre Hereingewinnung nicht fördern, werden sie vom Bergmann auch als „falsche Lagen" bezeichnet.

Risse. In diese Gruppe gehören die ziemlich gradlinig verlaufenden und auch das Nebengestein durchsetzenden, feinen Haarrisse und gröberen Klüfte, welch letztere als sog. „Kopflösen" der Ruhrbergleute bezeichnet werden. Von den gewöhnlichen Schlechten unterscheiden sie sich unter anderem durch ihren im allgemeinen größeren Abstand voneinander, der sich etwa zwischen 0,40 und 1 m bewegt.



Abb. 259. Drucklagenbildung im Flöz 2 der Zeche Gneisenau. Aufn. Bergbau-Verein Essen.

Lösen. Von den vorgenannten Kluftbildungen sind noch die sog. „Lösen", d. h. die meist parallel zum Hangenden und Liegenden den natürlichen Schichtflächen der Kohle folgenden Ablösungsflächen zu unterscheiden. Sie haben ihre Ursache in primären Ablagerungsvorgängen (wie Absatzunterbrechungen).

Drucklagen. Von den Schlechten völlig unabhängige Kluftbildungen sind die Drucklagen, sog. „Druckflächen" oder „Kämpferdruckrisse" (WEISSNER 1936). Sie dürfen nicht mit den sog. Lagen oder Kohlenlagen, d. h. von Schlechten oder Klüften begrenzten, plattenförmigen Kohlenkörpern, verwechselt werden, die durch Wirkung des Abbaus

entstanden sind (NEHRENHEIM 1936). Die stellenweise mit fingerdickem Abrieb zermahlener Kohle erfüllten Ablösungsflächen der Drucklagen verlaufen stets ± parallel zum Abbaustoß und fallen mit etwa 50—70° zum Flöz bzw. zum Versatz ein, wobei sie sowohl die Schichtflächen als auch die Schlechten der Kohle durchsetzen (s. Abb. 259). Dabei gehen sie häufig nicht nur in das Hangende, sondern auch noch in das Liegende hinein. Eine besondere Art dürften die von ISSELHORST (1935) als „Böschungsbruchrisse" bezeichneten Böschungsdrucklagen darstellen.

Zweifellos handelt es sich in ihnen um Ablösungsflächen, die erst durch Druckwirkungen des Abbaus, und zwar infolge des durch die Kämpferkräfte über einem Abbauraum bewirkten plötzlichen Setzens des Hangenden entstehen. Sie sind deshalb auch als die jüngsten Rißbildungen anzusehen. Ihre Entstehung ist in gewisser Beziehung von der petrographischen Beschaffenheit der Kohle und des Nebengesteins abhängig.



Abb. 260. Mikrotektonisch gestörte Kohle aus Flöz Hugo der Zeche Hannibal. Vergr. etwa 90mal. Ölimmersion. Aufn. Petrogr. Forschungsstelle Bochum.



Abb. 261. „Silberstreifen" in Flöz Sonnenschein der Zeche Helene und Amalie. Aufn. der Zeche.

Durch die oben aufgeführten, verschiedenen Arten der Ablösungsflächen wird die Kohle der Flöze örtlich in eine Unzahl ± parallelepipedischer Stücke zerlegt.

Von den vorerwähnten Absonderungsformen abgesehen, ist noch einiger weiterer bemerkenswerter Struktur- und Verbandsverhältnisse der Kohle zu gedenken.

Störungskohle. An manchen Stellen finden sich in der Kohle gestörter Flöze Zonen von mulmiger Beschaffenheit, fehlendem Glanz und braunschwarzer Farbe mit ± ausgesprochener brekziöser Struktur.

Unter dem Mikroskop betrachtet, zeigt sich nach HOFFMANN (1936), daß die Kohle mikrotektonisch völlig gestört ist, d. h. daß die einzelnen Kohlenteilchen längs wiederverkitteter Risse Verschiebungen gegeneinander erlitten haben, wodurch Bilder entstehen, die großtektonischen Verwerfungsbildern aufs Haar gleichen (s. Abb. 260). Da an diesen Stellen das Flöz von Störungen verschiedenster Art (Sprünge oder Wechsel) durchsetzt wird, ist es offenbar, daß die Kleinzertrümmerung der Kohle in tektonischen Vorgängen zu sehen ist, die hier zur Auswirkung gekommen sind. Ähnliche Beobachtungen hat RAUB 1937 gemacht.

Knallstreifen. Der vorerwähnten Störungskohle äußerlich in etwa ähnlich sind die früher kaum beachteten und erst in den letzten Jahren näher untersuchten, von den Bergleuten als „Silberstreifen" oder wegen ihres Zusammenhanges mit Gebirgsschlägen auch als „Knallstreifen" bezeichneten Vorkommen eigenartiger Vertikalstreifen in der Kohle (KÖPLITZ 1935, HOFFMANN 1936). Das äußere Bild zeigt bis zu mehreren Zentimetern breite, bald radialstrahlig von einem, bald von mehreren Punkten ausgehende, sich stellenweise kreuzende und zackig verlaufende Bänder in der Flözkohle, die vom Hangenden zum Liegenden des Flözes durchsetzen (s. Abb. 261). Je nach der Stellung des Beobachtenden sehen sie beim Schein des Grubengeleuchts entweder „silberweiß" (gegenüber der dunklen umgebenden Kohle) (s. Abb. 262) oder „dunkel" (im Verhältnis zum hellen

Gesamtflöz) aus. Die im Stoß feste Kohle dieser Streifen zeigt bei der Ausgewinnung vielfach eine mürbe und bröcklige Beschaffenheit.

Einige dieser Vorkommen konnte ich in Flöz Marie und Flöz Karl der Zeche Friedrich der Große näher untersuchen. Sie sind mir aber auch von anderen Stellen, wie aus Flöz Karl der Zeche Mont Cenis, aus Flöz 10 der Zeche Constantin d. Gr., aus Flöz Sonnenschein der Zeche Helene und Amalie und einer Herner Zeche, sowie aus einem Fettkohlenflöz der Zeche Bergmannsglück bekannt geworden.

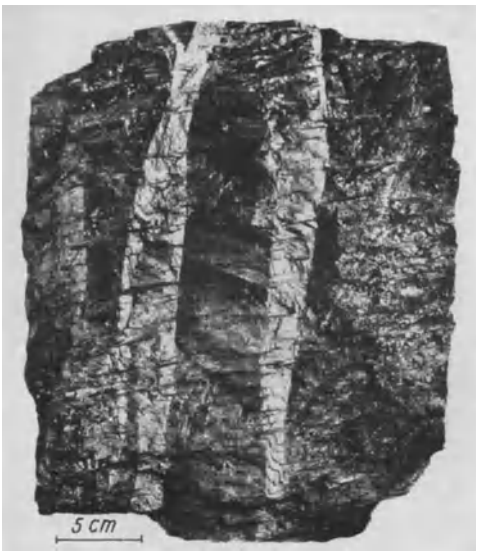


Abb. 262. Kohle mit „Silberstreifen" aus Flöz 10 der Zeche Constantin d. Gr. S.W.B.



Abb. 263. Mylonit-Kohle aus einem Knallstreifen des Fettkohlenflözes Karl. Vergr. etwa 90mal. Ölimmersion. Aufn. Petrogr. Forschungsstelle Bochum.

Nach meinen Feststellungen an Ort und Stelle fallen die merkwürdigen Streifen jedesmal mit einem das Hangende durchsetzenden Riß zusammen, der auf der Sohlfläche des Hangendgesteins einen deutlichen, bis mehrere Zentimeter starken Verwurf hervorruft.

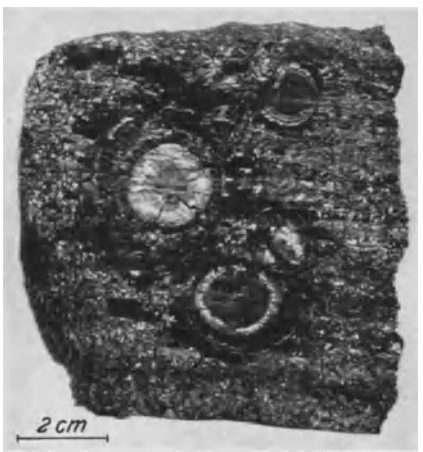


Abb. 264. Augenkohle. Flöz Gustav. S.W.B.

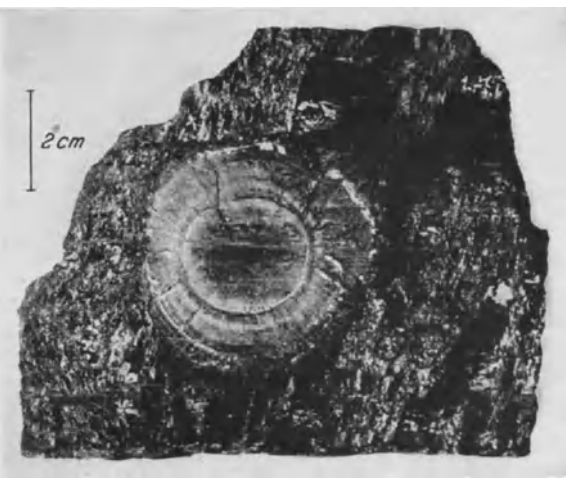


Abb. 265. Augenkohle mit deutlichen konzentrischen Ringen und radialen Streifen. Zeche Zollverein. S.W.B.

Unter dem Mikroskop sieht man ein gegenüber der umgebenden, gesunden Kohle mylonisiertes Gefüge (s. Abb. 263) mit einer Unzahl feiner „gerichteter" Risse, wodurch die Kohle ein gelockertes Gefüge angenommen hat. Dieses ist nach Bode (1933) auf Austritt von Gas zurückzuführen. In Übereinstimmung damit steht die Tatsache, daß diese Streifen auch einen geringeren Gasgehalt als die einschließende Kohle aufweisen. So hat die Kohle der Knallstreifen des Flözes Karl der Zeche Mont Cenis 26,50% flüchtige Bestandteile, die normale Kohle aber 27,80%; der Unterschied beträgt also 1,3% (Hoffmann 1936). Offenbar handelt es sich in diesen Streifen, die zweifellos sehr jungen Alters sind, um Begleiterscheinungen von Gebirgsschlägen infolge Auslösung des Gebirgsdruckes auf Scherflächen, die mit einer Ausgasung der mit Gas erfüllten, feinsten Risse dieser Streifen verbunden waren.

Nach Mitteilung von Hoffmann (1937) hat man ganz gleiche Erscheinungen auch im Saarbrücker Bezirk, und zwar im Flöz Blücher der Zeche Hirschbach beobachtet.

Augenkohle. In der Flözkohle aller Horizonte werden nicht selten kreisrunde bis elliptische Flächen beobachtet (s. Abb. 264), die als sog. „Blumen", „Kreise" oder „Augen" (yeux de perdrix) bezeichnet zu werden pflegen. Die sehr verschiedene Größe (0,005 bis 0,10 m Durchmesser) besitzenden Augen lassen vielfach noch einen zentralen Punkt erkennen, um den sich dann konzentrisch mehrere, nicht immer in derselben Ebene gelegene Wülste oder Ringe herumziehen. Bisweilen wird auch eine radiale Streifung auf den Flächen sichtbar (s. Abb. 265). Aber auch andere Formen werden, wenn auch seltener, festgestellt. Ähnliche Erscheinungen sind manchen homogenen Schiefertonen eigen. Alle Augen aber sind „gerichtet", d. h. ihre Ebenen verlaufen parallel zueinander, und zwar ± senkrecht zur Schichtung der Kohle. Die ± glatten Flächen reflektieren das Licht wie ein Spiegel. Fast durchweg sieht man die Flächen von einer dünnen Mineralausscheidung (Kalkspat oder Schwefelkies) überzogen. Soweit ich beobachten konnte, sind die Augenkohlen nur an glanzkohlenreiche Packen oder Vitritlagen der Flöze (nie an reine Mattkohlenpacken!) gebunden und hier auf ± tektonisch beanspruchte Teile der Flöze beschränkt.



Abb. 266. Pyramidenförmige Absonderung in der Magerkohle. Flöz Wasserbank. Zeche Alter Hellweg. S.W.B.

Die älteren Autoren, wie Roth, Gümbel und Weiss, betrachteten sie als bei der Verfestigung der Kohlenmasse durch Schrumpfung entstandene Absonderungsflächen. Hoffmann (1909) führte sie auf Druck zurück. R. Potonié (1924), Stutzer (1923/33) und Duparque (1933) sehen in den Augen den Schlechten verwandte Erscheinungen (Sonderausbildungen der Schieferung), die durch faltenden Druck entstanden sind. Auch Stach (1935) hält sie für Schlechtenbildungen, nimmt jedoch weiter an, daß auf diesen Klüften kolloidale Humuslösungen mit Gasblasen eindrangen, deren Blasenräume später mit Mineralsubstanz ausgefüllt wurden. Diese bildeten die „Augen".

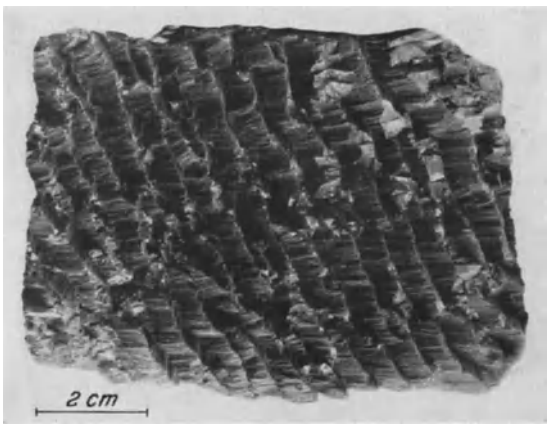


Abb. 267. Reihenweise angeordnete Leisten von Pyramidenkohle. Magerkohle. S.W.B.

Pyramidenkohle. Wesentlich anderer Natur ist die sog. „Pyramidenkohle". Nicht selten sieht man in der Flözkohle, besonders in tektonisch beanspruchten Teilen von Magerkohlenflözen, eine sehr auffallende, an „Tutenmergel" erinnernde Struktur, die sich durch konisch ineinander stehende, ± pyramidenartig ausgebildete und verschieden große Kohlenkörper kennzeichnet. Sie wird als „Pyramidenstruktur" („cone in cone"-Struktur bei Duparque 1933) bezeichnet. Auf ihren blanken Flächen zeigen sich auffällige, nach der Pyramidenspitze zu sich schneidende, radialstrahlig verlaufende Riefen (s. Abb. 266). Durch mechanischen Druck lassen sich diese Kohlenkörper in immer kleinere Pyramiden auflösen. Nicht selten sind derartige Pyramiden reihenweise angeordnet (s. Abb. 267).

Mit Duparque (1933) möchte ich sie auf tektonischen Druck während der Diagenese zurückführen, durch welchen ± senkrecht zur Schichtung stehende, sich unter verschiedenen Winkeln schneidende Kluftflächen entstanden, auf denen sich dann weitere kleine Bewegungsvorgänge unter Druck abspielten. Die diesen eigentümlichen Bildungen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten scheinen mir jedoch noch nicht in allen Einzelheiten mit Sicherheit erkannt zu sein.

Der Auffassung von R. Potonié (1925), der in ihnen durch osmotisches Wachstum erzeugte Oberflächenstrukturen sieht, vermag ich nicht beizupflichten.

7. Festigkeit und Härte der Kohle.

Bekanntlich ist unter Festigkeit der Widerstand des Gesamtkörpers gegen Formänderung, und unter Härte der Widerstand gegen das Eindringen eines anderen Körpers zu verstehen. Bei diesen beiden Eigenschaften der Kohle ist noch zwischen dem Verhalten des Flözes und der Kohle selbst zu unterscheiden. Beide sind bei den Flözen der verschiedenen Kohlengruppen sehr voneinander abweichend entwickelt. Ganz allgemein gesagt, ist im übrigen die Kohle in Muldengebieten meist härter und fester als auf den Sätteln.

Über die Druckfestigkeit der Ruhrkohle liegen bislang nur wenige genaue, zahlenmäßige Angaben vor (SCHABERG 1930, SPACKELER 1931, KÜHNE 1932, BODE 1933, KÜHLWEIN 1935/36, STÖCKE, HERRMANN und UDLUFT 1936). Letztere geben als Durchschnitt für westfälische Kohle 45 kg/cm² an.

Da die Kohle im allgemeinen aus zahlreichen Lagen sehr verschieden fester Bestandteile, wie spröder und zerbrechlicher Glanzkohle (Vitrit bzw. Clarit), zäher und harter Mattkohle (Durit) und leicht zerreiblicher Faserkohle (Fusit) besteht, ist die Festigkeit der Kohle eines Flözes im allgemeinen eine Funktion ihrer petrographischen Zusammensetzung (LEHMANN und STACH 1930, HOFFMANN 1930, KÜHLWEIN 1935/36). Die Festigkeit einer Kohle nimmt daher durchschnittlich mit wachsendem Mattkohlengehalt zu, während sie um so geringer wird, je größer der Anteil der Kohle an Glanzkohle (Vitrit) und Faserkohle (Fusit) ist. Aus diesem Grunde hat eine rein duritische Kohle, besonders aber eine Kennelkohle, normalerweise die größte Festigkeit bzw. Härte.

So wird die Festigkeit des Flammkohlenvitrits mit 270 kg/cm², des Vitrits der Fettkohle aber nur mit 26 kg/cm² angegeben, während die Festigkeit des Durits zwischen 250 (Fettkohle) und 900 kg/cm² (Flammkohle) schwankt.

Demgemäß müßte naturgemäß — entsprechend der Zunahme der Inkohlung — die Kohle der mattkohlenreichen Flamm-, Gasflamm- und Gaskohlen härter als die der glanzkohlenreichen Fett- und Eßkohlen sein. Tatsächlich nimmt die Druckfestigkeit von der Flammkohle bis zur Fettkohle ab, um in den höheren Inkohlungsstadien bis zur reifen Magerkohle wieder zuzunehmen und im Anthrazit den größten Wert zu erreichen. Der Unterschied ist so groß, daß sich beispielsweise die Gaskohle mit einer groben Säge nicht durchsägen läßt, Fettkohle wohl. Aus diesen Unterschieden in der Festigkeit ergeben sich auch sehr enge Beziehungen zwischen der Festigkeit der anstehenden Kohle eines Flözes und der Menge bzw. Art ihrer Feinkohle. Nach KÜHLWEIN (1935) wächst der Feinkohlenanfall bei der Gasflamm- und Gaskohle von der Wäsche bis zum Versand um 5—10 %, bei der Fettkohle dagegen um 15—20 % an.

Die Festigkeit der Kohle ist weiter von dem auf sie ausgeübten Druck bzw. ihrer Auflockerung abhängig, und zwar sowohl vom tektonischen Druck, der Drucklagen in der Kohle zur Folge hatte, als vom Abbaudruck, der das gleiche bewirkte. Beispielsweise kann die Flözkohle längs Überschiebungen oder Verwerfungsklüften (so z. B. längs des Sutans) auf viele Meter entspannt und zermürbt sein oder keinen Gang zeigen. Andererseits vermag die Kohle aber auch infolge von Abbaudruck eine ungewöhnliche Festigkeit zu erlangen, was besonders bei stark duritischen Kohlen und bei Einlagerung in hartes Hangend- und Liegendgestein beobachtet wird.

Zur Messung der Härte der Kohle bedient man sich heute des sog. „Duroskops" (s. MATTHES 1934). Mittels dieses Instrumentes lassen sich von den Flözen Härteprofile herstellen, die für betriebliche Zwecke gut verwendbar sind.

8. Gasführung der Ruhrkohle.

Der in der Kohle enthaltenen Gase, die ihre Bildung zweifellos in erster Linie den geochemischen Vorgängen bei der Inkohlung verdanken, sind viele. In dem hauptsächlich aus Methan (CH_4) bestehenden Gase sind überdies noch Kohlendioxyd (CO_2), Kohlenmonoxyd (CO), Sauerstoff (O_2), Wasserstoff (H_2), Stickstoff (N_2) und Äthan (C_2H_6) vertreten. Dagegen muß es fraglich bleiben, ob auch noch höhere Kohlenwasserstoffe in der Kohle vorhanden sind, wenn auch die Anwesenheit von Propan (C_3H_8), Azetylen (C_2H_2) und Äthylen (C_2H_4) in Grubenwettern festgestellt worden ist. Wahrscheinlich kann man aber nur das Methan und vielleicht auch noch das Äthan als

Vertreter der Gase aus frischer Kohle ansehen, während die höheren Homologen sich aus verwitterter bzw. erhitzter Kohle gebildet haben dürften (WINTER 1930). Das gelegentlich im Grubengas festgestellte Helium entstammt wohl der Kohle selbst, vorwiegend scheint es jedoch ein kennzeichnender Bestandteil des Erdöls (bzw. der Petrolgase) zu sein und kommt vielleicht aus größerer Tiefe.

Der wichtigen Frage nach der Natur der verschiedenen, in der Ruhrkohle auftretenden freien Gase (sog. „Flözgas") in chemisch ungebundener Form (nicht zu verwechseln mit den bei der trockenen Destillation der Kohle künstlich neugebildeten flüchtigen Bestandteilen) ist man erst in den letzten Jahren nähergekommen. Lange Zeit waren die Zusammenhänge zwischen der Gasführung der Kohle, ihrem Inkohlungsgrade, den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Kohle sowie bestimmten sekundären Ursachen ± unbekannt (vgl. u. a. WEBER 1916, PETRASCHECK 1924, PATTEISKY 1926, HEISE-HERBST 1930, STACH 1930, GÄRTNER 1931, FISCHER, PETERS und WARNECKE 1932/33, HOFFMANN 1935/36 und RÜLAND 1936).

In Verfolg dieser Frage möchte ich zunächst auf einige unbestrittene Tatsachen hinweisen. So ist es allgemein bekannt, daß die Entwicklung des Grubengases erst mit einer bestimmten Teufe einsetzt, daß die Gasausströmung im Abbau und in der Ausrichtung wesentlich durch das Nebengestein beeinflußt wird, und daß die Entwicklung ihren Höchstwert durch Wirkungen des Abbaus auf bestimmte Hangendschichten erreicht. Im übrigen wird die Grubengasentwicklung nicht durch das Kohlenflöz, sondern durch das Nebengestein beherrscht, in welches das Gas infolge sekundärer Einflüsse, d. h. Ausgasung der Steinkohle im Vakuum nach der Ansicht WEBERs (1916), übergetreten ist (RÜLAND 1936).

Aus den Untersuchungen von PETERS und WARNECKE (Kaiser Wilhelm-Institut für Kohlenforschung) scheint weiter hervorzugehen, daß der Flözgasgehalt im allgemeinen mit zunehmendem geologischem Alter bzw. dem immer dichter werdenden Gefüge der Kohlen, d. h. von den Gasflammkohlen über Gas-, Fett- und Magerkohlen zum Anthrazit, also mit dem Inkohlungsgrade, anwächst (im Gegensatz zu der in derselben Richtung stattfindenden, allmählichen Abnahme des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen bei der Verkokung). Dabei soll die Abgabe des Flözgases aus der normalen Kohle (sog. „Ausgasung") um so langsamer vor sich gehen, je mehr Flözgas die Kohle enthält, d. h. im Anthrazit ist das Gas viel fester an die Kohle gebunden als in den jüngeren Kohlen. Eine flözgasreiche Kohle (Anthrazit) kann daher bei der Kohlengewinnung arm an freiem Flözgas sein, da es aus der Kohle nicht entweichen kann, und umgekehrt.

Bei der Erörterung dieser Verhältnisse sei davon ausgegangen, daß die Ausgasung der Flöze, und zwar die Methanabgabe aus der Kohle, in den einzelnen Kohlengruppen des Ruhrbezirkes eine sehr verschiedene ist, wenn auch nicht vergessen werden darf, daß die größte Menge des Grubengases sich im Nebengestein, und zwar vorwiegend im Sandstein, befindet. Die Beobachtung lehrt nun, daß die an flüchtigen Bestandteilen mittelreichen Gas- oder oberen Fettkohlenschichten viel Grubengas (CH_4) führen, daß dagegen die an ersteren armen Magerkohlen sehr wenig oder kein Flözgas, und die an flüchtigen Bestandteilen sehr reichen Gasflammkohlen- und Flammkohlenflöze wieder mehr Flözgas besitzen. Bei den letzteren handelt es sich aber vorwiegend um Kohlensäure und nicht um Grubengas. Dabei nimmt im allgemeinen sowohl die Grubengasführung als auch der Gasdruck mit der Teufe zu (HEISE 1936). Aus den vorerwähnten Beziehungen ergibt sich jedenfalls, daß der Grubengasgehalt der Flöze nur in mittelbarer Beziehung zur Inkohlungsstufe der Kohle steht, daß aber auch die chemische Gesamtzusammensetzung der Kohle kein unmittelbarer Ausdruck für die Ausgasungsmenge der Kohle ist.

Bekanntlich sind die Ansichten über die Bildung der CH_4-Gase und die Art und Weise ihres Gebundenseins an die Kohle in der Literatur noch widersprechender Natur, wie aus den Anschauungen von WEBER (1916), v. BUBNOFF (1926), RUFF (1928), HEISE-HERBST (1930), GÄRTNER (1930), FISCHER, PETERS-WARNECKE (1932/33), POTONIÉ (1933) hervorgeht. Zur Lösung dieser Frage lieferten die jüngsten Arbeiten von HOFFMANN (1935/36) und RÜLAND (1936) wertvolle Beiträge.

Nach allem scheint der CH_4-Gehalt der Flöze in erster Linie eine Funktion geologischer Faktoren (wie petrographischer Aufbau der Kohle, Inkohlungsgrad und tektonischer Druck) zu sein. Man kann daher geradezu von einer „Geologie der Schlagwetter" reden, wie das PETRASCHECK (1926) und PATTEISKY (1926) schon früher getan haben. Dabei verschlägt es wenig, daß die in Frage kommenden Vorgänge noch nicht in allen Einzelheiten erkannt sind.

Nach den älteren Ausführungen von WEBER soll das Auftreten von Grubengas in erster Linie eine Funktion des Gebirgsdruckes infolge Wirkungen des Abbaus sein, derart, daß sich der härtere Gebirgskörper ± in den weicheren Gebirgskörper hineindrückt. Dementsprechend ist der Einfluß des meist weichen Schiefertons der Gaskohle auf die harten Flöze dieser Gruppe bzw. auf ihren Gasaustritt nur gering, wogegen die harten Gesteinsbänke der unteren Fettkohle zermalmend und gasfreimachend auf die weiche Kohle der Fettkohlenflöze einwirken. In den Gasflamm- und Magerkohlenschichten stehen harten Nebengesteinen auch harte Flöze gegenüber, so daß hier keine besonders starke Gasentwicklung entstehen kann.

Primär sind die Gase jedenfalls aus der Kohle entstanden und irgendwie physikalisch oder chemisch an sie gebunden, während sie im Nebengestein, insbesondere in den porenweiten Sandsteinen, sowie in den durch tektonische Vorgänge erzeugten, offenen Gebirgsklüften, Aufblätterungszonen und Dehnungsrissen in Form freier Gase auf sekundärer Lagerstätte als Folge der Ausgasung der Steinkohle im Vakuumraum (WEBER 1916) aufgespeichert sind.

HOFFMANN (1936) betrachtet bei seinen Untersuchungen die Ausgasung der Kohle vom Standpunkte des Inkohlungsgrades, von der petrographischen Gefügezusammensetzung und vom Druck aus und gelangt dabei zu folgenden Schlüssen: Im Hinblick auf den Inkohlungsgrad ergibt si h, daß die Ausgasung weder von den durch die Inkohlung erzeugten Gasen, noch von der Dichte der Kohle, noch von der Kohlenfestigkeit abhängig ist. Bezüglich der Abhängigkeit der Ausgasung von der Gefügezusammensetzung verweist er auf die Ergebnisse eingehender Untersuchungen von STEINBRINK, NIEDERBÄUMER und SCHABERG (1935), deren Feststellungen ergeben haben, daß in den Gas- und oberen Fettkohlenschichten die mattkohlenreichen Flöze jeweils die schlagwettergefährlichsten sein werden, bei der Magerkohlengruppe dagegen jeweils die glanzkohlenreichsten Flöze. Hinsichtlich des Zusammenhangs der Ausgasung mit dem Gebirgs- und Abbaudruck wird festgestellt, daß die durch hohen, zusätzlichen Gebirgs- und Abbaudruck beeinflußte Kohle besonders viel Gas abgeben kann.

M. a. W.: Die Ursache des Freiwerdens der ± großen Gasmengen in der Kohle ist der durch Wirkungen des Abbaus erzeugte Druck auf die Kohle in Verbindung mit den in der Kohle und im Nebengestein auftretenden Drucklagen und Schlechtenbildungen, insbesondere bei plötzlichen Druckentlastungen (wie bei Gebirgsschlägen), falls die Spannung der erzeugten Gase die Eigenfestigkeit der Kohle übersteigt. Diesen Feststellungen entsprechend, scheint es nach HOFFMANN (1935/36) unwahrscheinlich zu sein, daß das Gas bei seiner Bildung primär ungebunden in Poren oder Hohlräumen unverritzter Kohle vorhanden ist, zumal sich mikroskopisch — selbst bei stärkster Vergrößerung — derartige Poren nicht haben feststellen lassen. HOFFMANN schließt sich vielmehr der schon von PETERS und WARNECKE vertretenen Auffassung an, daß das Grubengas weder von der Kohle absorbiert noch in fester Lösung ist, da das Gas sonst bei dem ständig herrschenden Belastungsdruck wieder frei werden würde, sondern daß das Gas in einer „pseudochemischen" Bindung vorliegt. Nach ihrer Ansicht sind die Gasmoleküle an Kräfte gebunden, die zu wirken aufhören, wenn das Gefüge der Kohle gestört wird.

Mag man die heutige Gasführung der Kohle und damit auch des unmittelbaren Nebengesteins innerhalb des in Bau stehenden Teiles des Steinkohlengebirges vorwiegend auf unmittelbare Einwirkung des Abbaus zurückführen, so ist noch die Frage zu erörtern, woher das außerhalb jedes Abbaus im Steinkohlengebirge (insbesondere im Nebengestein) vorhandene und unter Überdruck stehende Gas stammt. Meines Erachtens hängt das Auftreten dieser CH_4-Mengen mit jüngeren, gebirgsbildenden Vorgängen nach der Zeit der allgemeinen Hauptfaltung des Karbons zusammen, die die Flöze einer erneuten, wenn auch schwächeren Inkohlung unterwarf, wobei Gas frei wurde, das sich in dem durch tektonische Vorgänge (Zerrung, Aufblätterung usw.) klüftig gewordenen Steinkohlengebirge mit seinen durchlässigen Sandsteinen nach dem Gesetz der Ausgasung in dem Vakuumhohlraum ansammeln konnte.

Sicherlich hatten die als Folge der alten variszischen Gebirgsbewegungen bei den ersten Inkohlungsvorgängen entstandenen, ungeheueren Gasmengen inzwischen Zeit gehabt, zu entweichen, zumal der größere Teil des Ruhrbezirkes erst sehr spät durch die Transgression der Kreide eine gasabschließende Bedeckung erhielt.

Ich möchte daher PATTEISKY (1926) recht geben, wenn er auf den ursächlichen Zusammenhang der Grubengasführung des rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges mit der saxonischen Gebirgsbildung hinweist.

Kann also die Hauptinkohlung der Flöze des Ruhrbezirkes vorwiegend als eine Funktion der älteren, asturischen Faltungsphase der variszischen Orogenese angesehen werden, so dürfte die heutige Grubengasführung des Steinkohlengebirges außerhalb des Abbaubereiches im allgemeinen auf die jüngere, saxonische Faltung zurückzuführen sein.

C. Die Störungen und Unregelmäßigkeiten der regelrechten Flözablagerung.

Nicht selten wird das gleichmäßige Bild der Flözablagerung durch Störungen der Lage, der Form und des Inhalts der Flöze ± stark beeinträchtigt. Derartige Veränderungen können auf drei verschiedene Hauptursachen zurückgeführt werden. Entweder handelt es sich um Erscheinungen gebirgsbildender Vorgänge (tektonische Störungen), um Wirkungen des Gebirgsdruckes im Gefolge des Abbaus oder, und zwar nicht zum wenigsten, um Erscheinungen, die mit der Bildungsgeschichte der Flöze selbst zusammenhängen (Flözunregelmäßigkeiten atektonischer Natur). Letztere sind teils epigenetischer, teils syngenetischer Natur.



Abb. 268. Gefaltete Kohle aus einer Hakenschlagbildung. S.W.B.

1. Tektonische Störungen der Flöze.

Im Gegensatz zu den weit stärker tektonisch durchbewegten Kohlenlagerstätten anderer Bezirke sind die Flöze des Ruhrbezirkes durch Äußerungen tektonischer Vorgänge,



Abb. 269. Gefaltete Kennelkohle aus einer Störungszone der Zeche Königsgrube. S.W.B.

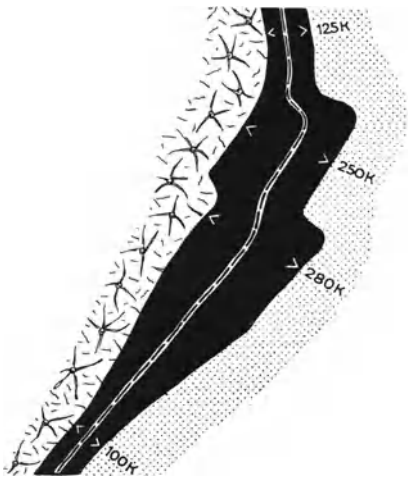


Abb. 270. Verdickung des überkippten Flözes Bertha-Unterbank der Zeche Viktor durch Stauchung (Profil).

wie Überschiebungen, Verschiebungen und Verwerfungen, im allgemeinen nicht übermäßig stark beeinflußt worden. Immerhin ist die Bedeutung der dadurch entstandenen überschobenen, verschobenen und verworfenen Flözteile für den Betrieb des Bergbaues wichtig genug. Ihre Erscheinungsbilder sind jedoch so bekannt, daß sie hier nicht behandelt zu werden brauchen, zumal auf ihren Mechanismus im Abschnitt X näher

eingegangen werden soll. Es sei daher nur einiger seltenerer Formen tektonischer Druck- oder Zugbeanspruchung gedacht.

Kennzeichnend für den Ruhrbezirk ist, daß die aus dem Aachener Revier und den belgischen Bezirken so bekannten Zickzackfaltungen nur auf wenigen Gruben des Ruhrbezirkes, und auch hier nur ausnahmsweise, beobachtet werden.

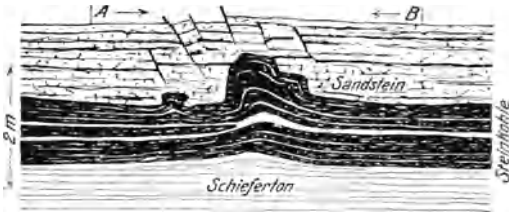


Abb. 271. Wanderung von Kohle in tektonische Hohlräume. Nach SEIDL.

Manche Flöze zeigen bei Annäherung an größere Überschiebungen oder Verwerfungen sehr verschiedenartige Erscheinungen, wie Hakenschläge der Kohle (s. Abb. 268), ± stark ausgeprägte Fältelungen (s. Abb. 269) oder Stauchungen. Nicht selten sind hierdurch erhebliche Anschwellungen der Flözmächtigkeit infolge Stoffwanderung der mobilen, ± plastischen Kohle erfolgt, wobei auch Überkippungen eingetreten sind (s. Abb. 270).

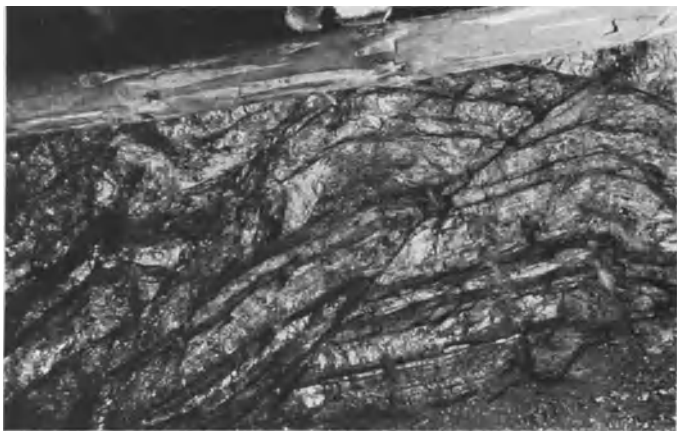


Abb. 272. Überschiebungen mit Faltungserscheinungen in einem Flöz der Fettkohlengruppe.

SEIDL (1925) zeigte, wie die Kohle infolge ihrer starken Verformbarkeit unter hohem Druck in die durch tektonische Gebirgsbewegungen entstandenen Hohlräume ausweichen kann (s. Abb. 271).

Interesse verdienen auch die innerhalb der Flözkohle auftretenden, kleintektonischen Bewegungsbilder. Sie kommen in Form schwächerer oder stärkerer Verwerfungen, Faltungen und Überschiebungen lediglich in der Kohle und besonders deutlich in den Bergemitteln zum Ausdruck, beeinflussen aber im allgemeinen das Hangende und Liegende nicht (s. Abb. 272 u. 273).

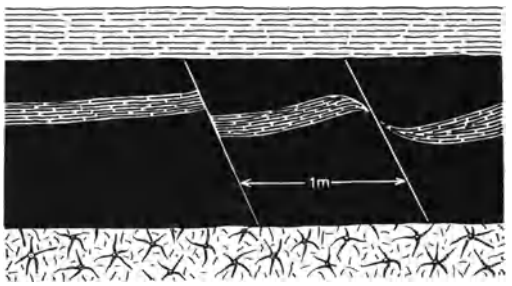


Abb. 273. Verworfenes Bergemittel in Flöz Dreckbank der Zeche Eintracht Tiefbau.

Zu den häufigsten Störungen des Flözbildes gehören — wie in allen Kohlenbezirken — die Verdrückungen der Kohlenflöze. Sie weisen, wie schon das Wort besagt, auf ± gerichtete tektonische Druckbeanspruchung hin, wenn schon gelegentlich gewisse Arten der Verdrückungen durch „Zerrungsvorgänge“ entstanden sein können. Gehen doch auch die in der Flözkohle oft beobachteten und durch Mineralsubstanz wieder verheilten Spalten auf Zugspannungen



Abb. 274. Einlagerung von sandigem Schieferton in Flöz Sonnenschein vom Hangenden aus. Zeche Helene und Amalie. Aufn. der Zeche.

zurück. Durch derartige tektonische Störungen kann bald das Hangende, bald das Liegende, mitunter auch das ganze Flöz in Mitleidenschaft gezogen werden, so daß dann Aufblätterungen der Kohlenlagen, verbunden mit dem Eindringen bildsamen Nebengesteins in den Flözkörper, keine seltenen Erscheinungen sind (s. Abb. 274). Dementsprechend zeigen die gestauchten Teile der Flözkohle u. d. M. eine starke Zertrümmerung und Durchbewegung bzw. eine Brekzienstruktur.

2. Flözstörungen durch Gebirgsdruck als Folge des Abbaus.

Im allgemeinen ist wenig bekannt, daß auch durch die Wirkungen des Abbaudruckes sowohl das Nebengestein der Flöze, als auch die Kohle selbst erhebliche Formveränderungen erleiden kann, die den durch gebirgsbildende Vorgänge erzeugten Erscheinungen recht ähnlich sehen. Mit der Einwirkung des Abbaus auf den Flözkörper haben sich unter anderem Weber (1916/29), Bärtling (1929) und Spackeler (1929) eingehend beschäftigt. Ersterer zeigt, wie sehr der Abbaudruck als Folge dynamischer Belastung bei der Übertragung örtlich gesteigerter Gebirgsspannungen auf ein in Bau befindliches Flöz die Ursache vieler

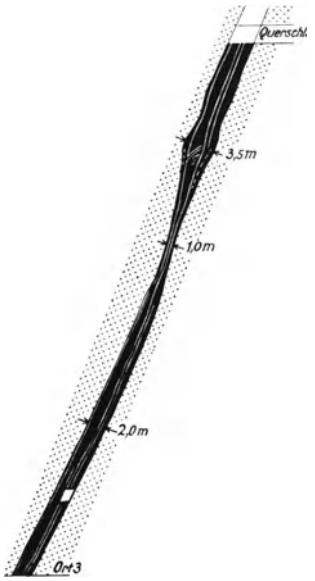


Abb. 275. Durch Abbauwirkung entstandene starke Veränderungen in der Mächtigkeit des Flözes Präsident der Zeche Kurl. Nach Weber.

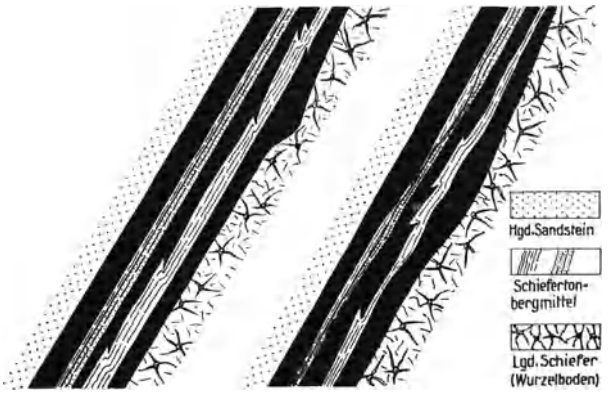


Abb. 276. Einfluß von Abbauwirkungen auf Flöz Sonnenschein der Zeche Preußen (nach Weber 1929). Zwischen den beiden Aufnahmen des Abbaustoßes eines Strebpfeilers liegt ein Zeitraum von 3 Wochen.

Arten von Flözstörungen, wie Verdrückungen und Anschwellungen des Flözkörpers (s. Abb. 275), Verschiebungen innerhalb des Flözes (s. Abb. 276), verschiedenartiger Ausbildung des Nachfalls, Anbrennen der Kohle usw. sein kann.

Die Profile der Abb. 276 lassen sowohl die Beständigkeit des starren Sandsteinhangenden, als auch die Mächtigkeitsveränderungen des unteren Flözkörpers und seines Liegenden, sowie die Ansätze von Überschiebungen der mittleren Kohlenbank in das untere, weichere Bergemittel deutlich erkennen.

Derartige Veränderungen des natürlichen Ablagerungsbildes treten um so stärker in Erscheinung, je größer die Festigkeit und Elastizität der hangenden und liegenden Schichten gegenüber der Plastizität der weichen Kohle einschließlich ihrer Bergemittel ist.

Haben Kohle und einschließende Schichten die gleiche Härte, so kann der Flözkörper durch Wirkung des Abbaudruckes so stark in Spannung geraten, daß die Kohle sich mechanisch nicht gewinnen läßt. Hierbei können nach Weber die durch Druck auf die Kohle des Flözes entstandenen, stengeligen Einzelkörper der Kohle sich mit ihren Spitzen in das überlagernde, weichere Hangendgestein hineinpressen, so daß hier die ebenso bekannten wie noch wenig verstandenen „angebrannten“ Kohlen entstehen.

3. Flözunregelmäßigkeiten nichttektonischer Natur.

Hinsichtlich ihrer Bildungsgeschichte erst teilweise genauer erkannt, weil am wenigsten planmäßig untersucht, sind die Flözunregelmäßigkeiten nichttektonischer Art,

die, ungeachtet ihres verhältnismäßig häufigen Vorkommens und ihrer allgemeinen Verbreitung in allen Flözhorizonten (vgl. die Abhandlungen von EVERDING 1902, CREMER-MENTZEL 1903, HEISE-HERBST 1930, HONERMANN 1928, KUKUK 1924 und OBERSTE-BRINK 1931), früher nicht die gebührende Beachtung gefunden haben. Ausführlichere Angaben bringen die Arbeiten von STUTZER (1923) und besonders die von BRUNE (1930) und KUKUK (1936).

Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß die dem praktischen Bergmann sehr wenig erwünschten Beeinträchtigungen der regelrechten Flözausbildung nicht nur wissenschaftlich, z. B. als Kennzeichen wichtiger paläogeographischer Vorgänge während der Bildungszeit der Flöze, belangreich sind, sondern auch für den Bergbaubetrieb Bedeutung haben. Bei der Erörterung dieser Erscheinungen wird sich herausstellen, daß sich die scheinbar so mannigfaltigen Vorkommen in der Tat auf wenige Grundformen zurückführen lassen. Auch heute ist es noch nicht möglich, für jede Einzelerscheinung dieser Art eine völlig befriedigende, genetische Erklärung zu geben, zumal da es vorläufig noch an erschöpfenden Beobachtungsgrundlagen fehlt.

Die Bildungsgeschichte dieser Flözunregelmäßigkeiten ist mehr oder weniger eng mit der Entstehung der Flöze als inkohlte Erzeugnisse ehemaliger Niederungs- oder Flachmoore verknüpft. Ich gliedere die nichttektonischen Flözunregelmäßigkeiten in solche, die gleichzeitig mit der Bildung des Flözes, d. h. vor erfolgter Inkohlung oder Ablagerung des Hangendgesteins, entstanden, also syngenetisch sind, und in solche, die nach der Bildung des mehr oder weniger verfestigten und zum Teil schon inkohlten Flözes, also nach der Ablagerung der unmittelbaren Hangendschichten, eingetreten, also epigenetisch sind (KUKUK 1924). Eine durchaus scharfe Unterscheidung läßt sich allerdings nicht immer durchführen.

Zu den syngenetischen Beeinträchtigungen der normalen Ablagerung gehören unter anderem Bergemittel, Flözversteinungen oder -vertaubungen, Vorkommen von Torfdolomiten und anderen Mineralausscheidungen, Flözscharungen, schlauch- oder scheibenförmige Einlagerungen von Gesteinszonen in der Kohle, Ausfüllungen von Auswaschungsrinnen im Flöz, Auftreten von Tonflözen und Flözversandungserscheinungen, Vorkommen des sog. Wilden Steins, gewisse Faltungserscheinungen in der Kohle, bestimmte Unregelmäßigkeiten des Liegenden usw. Zu den epigenetischen Erscheinungen rechne ich unter anderem die nach der vollendeten Flözbildung oder der diagenetischen Umwandlung des Urtorfs zu Kohle oder nach der Ablagerung der unmittelbaren Hangendschichten entstandenen Veränderungen der Flöze, wie Erosionsrinnen, die sich durch das unmittelbare Flözhangende einschneiden, und andere Erscheinungen.

a) Syngenetische Erscheinungen.

Zu den bekanntesten Erscheinungen dieser Art gehören die mehr oder weniger mächtigen Bergemittel (Abb. 277), d. h. die vorwiegend aus Schieferton, Brandschiefer und Sandschiefer, seltener aus Ton- oder Kohleneisenstein, feuerfestem Ton (KUKUK 1920) oder Konglomerat bestehenden, linsenförmigen Einlagerungen in der Flözkohle. Je nach ihrer Zahl, petrographischen Beschaffenheit und Mächtigkeit sowie nach ihrem Aushalten können sie das Flöz bis zur Unbauwürdigkeit beeinträchtigen.

Diese ein- oder mehrmalig eingetretenen, örtlichen Unterbrechungen des Torfbildungsvorganges können entweder als Ergebnisse lang dauernder Vorgänge, als Bildungen örtlicher Moorseen infolge ungleichmäßiger Senkung des Moores, wie bei Stigmarien führenden Schiefertonbergemitteln, oder als Überflutungserscheinungen kurzfristiger Natur, wie bei Sandstein- oder Konglomeratmitteln, angesprochen werden.

Genetisch den Bergemitteln verwandt sind die nicht seltenen Flözversteinungen oder -vertaubungen. Es handelt sich hier meist um ganz allmählich durch auskeilende Wechsellagerung erfolgte Faziesänderungen eines Flözes infolge des Überganges einzelner Gefügestreifen der Kohle, besonders aber der Mattkohlenstreifen, in einen immer bergereicheren Kohlenkörper und schließlich völlig in Brandschiefer, Schieferton, Eisenstein oder ein anderes Gestein (Abb. 278).

Der allmähliche Übergang des Flözes in den versteinten Zustand erweckt den Eindruck, daß während der Flözbildung an der Stelle der Vertaubung ein Wasserlauf (Moorbach) das Torfmoor durchfloß, der bald Schlamm absetzte, bald durch die Wachstumsfortschritte des Torfmoores an der Ablagerung des Sediments

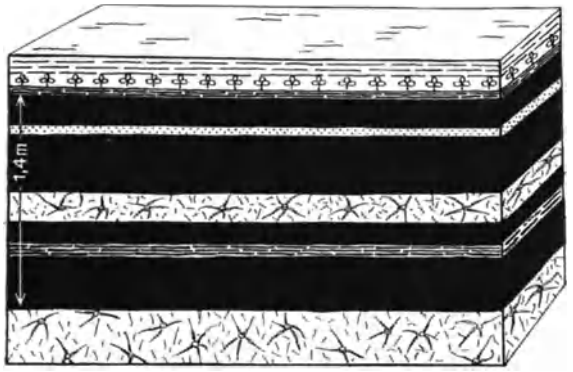


Abb. 277. Einlagerung von Bergemitteln in einem Flöz (schematisch). Aus KUKUK: Glückauf 1936.

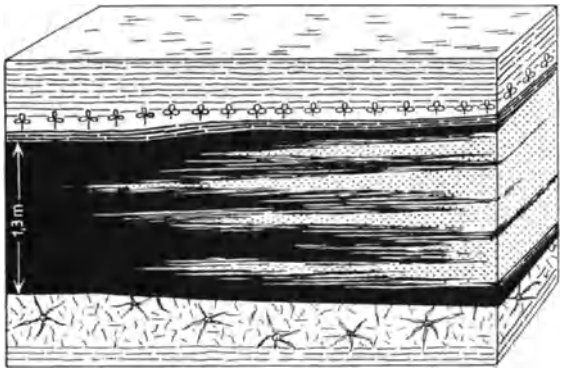


Abb. 278. Versteinung (Vertaubung) eines Flözes der oberen Fettkohlenschichten. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

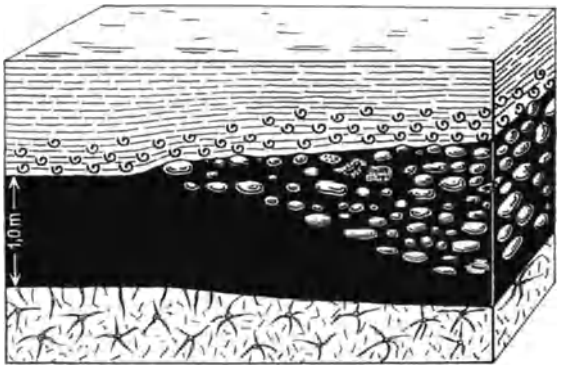


Abb. 279. Einlagerung von Torfdolomiten in Flöz Katharina unter Zunahme der Gesamtmächtigkeit des Flözes. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

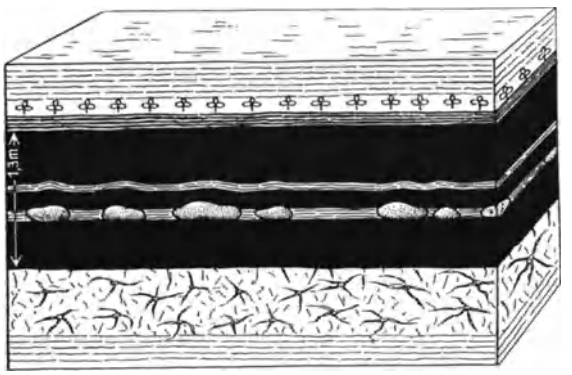


Abb. 280. Einlagerung von Spateisensteinkonkretionen in Flöz Wilhelm der Zeche Fröhliche Morgensonne. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

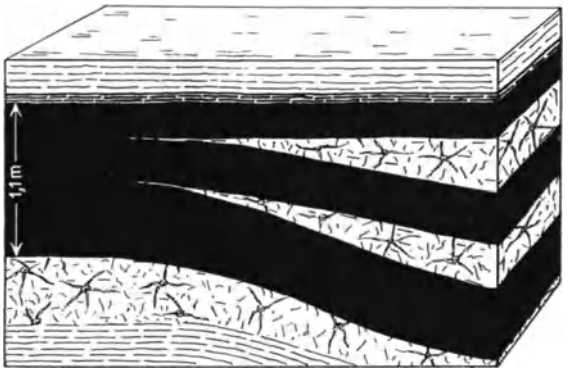


Abb. 281. Schema des Scharens von Flözbänken. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

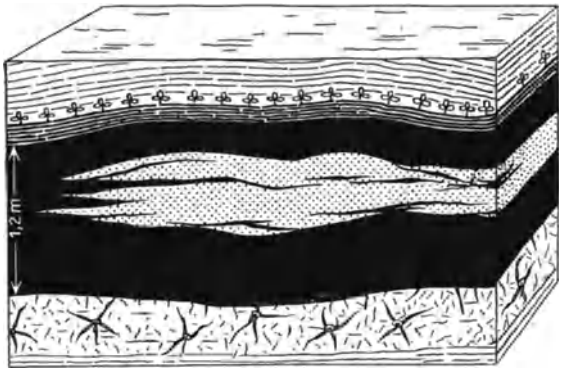


Abb. 282. Sandsteineinlagerung in Flöz Geitling der Zeche Alstaden. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

gehindert wurde. Stellenweise hat man aber in den vertaubten Teilen der Flöze auch Infiltrations- oder Mineralisationszonen der Flöze zu erblicken.

Ähnliche Beeinflussungen der gewöhnlichen Flözausbildung, noch vor völlig erfolgter Inkohlung des Urtorfs, sind in der Dolomitisierung bestimmter Flözpacken und der Einlagerung von Torfdolomiten, d. h. von Dolomitkonkretionen mit Struktur zeigenden Pflanzenresten, zu sehen (KUKUK 1909). Als Beispiel verweise ich auf Dolomiti-

sierungserscheinungen im Flöz Katharina (Schachtanlage Karl des Hoesch-Köln-Neuessener Bergwerksvereins), die sich örtlich fast auf die ganze Flözmächtigkeit erstrecken (Abb. 249). Bei den Torfdolomiten handelt es sich um die auf die Flöze Katharina und Finefrau-Nebenbank beschränkten Vorkommen zahlreicher Einzelkonkretionen aus Dolomit von Nuß- bis Kopfgröße, die tief in die Kohle der Flöze eingelagert sind, so daß sie ganze Teile dieser Flöze unbauwürdig machen können (Abbildung 279).

Auch Einlagerungen von Spateisensteinknollen (Abb. 280) und Dolomitausscheidungen anderer Art, oder von Tonmergeln und ähnlichen karbonatischen Gesteinen vermögen die regelrechte Flözausbildung zu beeinträchtigen.

Als bemerkenswerte Beeinträchtigung der regelrechten Ablagerung stellt sich auch das Scharen von Flözbänken von einem Flöze aus dar (Brune 1930, Oberste-Brink 1933, Schweppe 1936).

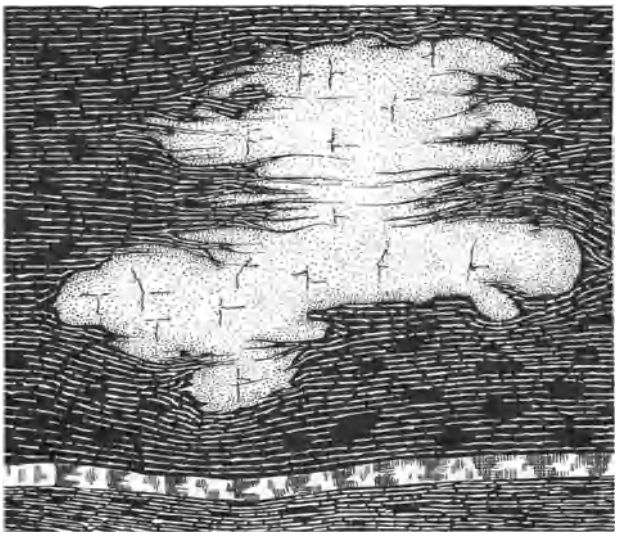


Abb. 283. Sandsteineinlagerung in Flöz 2 der Zeche Wehofen. Aus Kukuk: Glückauf 1920.

Diese Erscheinung steht in engstem Zusammenhang mit ungleichmäßigen Senkungsvorgängen (Verbiegungen) im Ablagerungsgebiet der Flöze in der variszischen Saumtiefe. Bewegte sich während der Bildungszeit eines Flözes ein Teil schneller abwärts als das Ganze, so konnte das über dem abgesunkenen Flöz entstandene Tief (Moorsee) bald wieder mit Sediment ausgefüllt werden, bis nach dem Ausgleich des

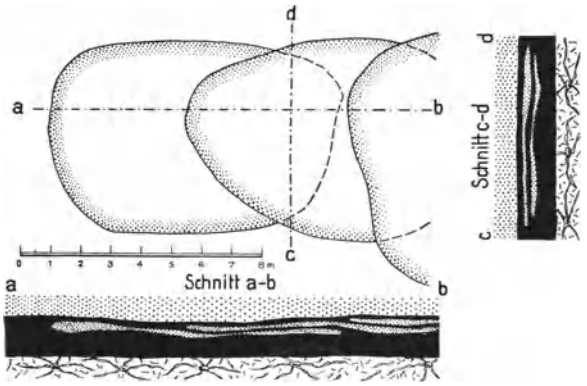


Abb. 284. Sandsteineinlagerungen in Flöz 10 der Zeche Fürst Leopold-Baldur. Nach Schulte. Aus Kukuk: Glückauf 1936.

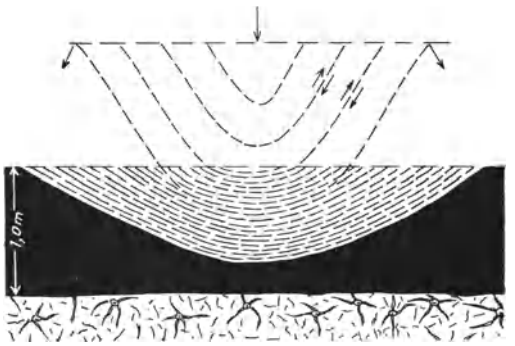


Abb. 285. Ausgefüllte Erosionsrinne im Flöz Luise, primär schärfer ausgeprägt, heute aber durch Druck und Setzung der Kohle verbreitert. Nach Brune.

Höhenunterschiedes ein Weiterwachsen des die spätere Oberbank bildenden Moores über dieses Zwischensediment erfolgte (Abb. 281).

Bemerkenswerterweise treten die Flözscharungen am häufigsten in den Flamm- und Gasflammkohlenschichten auf. Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß das oberste Westfälische als eine Zeit besonders starker Bodenunruhen anzusehen ist. Im übrigen nimmt das Auftreten von Flözscharungen in der Richtung vom Hangenden zum Liegenden der gesamten Karbonablagerung etwas ab.

Sehr bekannte Erscheinungen unregelmäßiger Ablagerung sind auch die mehr oder weniger flachröhren- oder scheibenförmig gestalteten Sandstein- und Sandschiefereinlagerungen, die sich, völlig von Kohle umschlossen, bei fast ungestört durchlaufendem Hangenden und Liegenden bis auf viele Hunderte von Metern Längserstreckung bei wenigen Metern Durchmesser in Flözen fast aller Horizonte feststellen

lassen (Abb. 282—284). Offenbar liegen hier Absätze alter Moorbäche vor, die das Urmoor während seines Wachstums durchflossen und infolge Aufstaus oder des langsamen Fließens mineralische Sinkstoffe niedergeschlagen haben.



Abb. 286. Verschiedenalterige, wieder ausgefüllte Erosionsrinnen im Sandschiefer (*SaS*) der Fettkohlenschichten der Zeche Kurl. „*S*" mit Schiefer erfüllte ältere, *Sa* mit Sandstein ausgefüllte jüngere Rinne. Aus KUKUK: Glückauf 1936. Aufn. BRUNE.

Wichtig sind auch die vom westfälischen Bergmann ganz allgemein als „Verdrückung" angesprochenen Erscheinungen, d. h. alle in einer Verminderung der Flözmächtigkeit bestehenden Bildungen gleichgültig welcher Art. Meines Erachtens sollte der Begriff „Verdrückung" auf solche Flözstörungen beschränkt bleiben, die tatsächlich durch Wirkung des Druckes, also durch tektonische Beeinflussung oder Wirkungen des Abbaus, eine Mächtigkeitsverringerung herbeigeführt haben. Zahlreiche dieser sog. Verdrückungen sind aber zweifellos nicht auf Druckbeanspruchungen, sondern auf Auswaschungsvorgänge zurückzuführen.

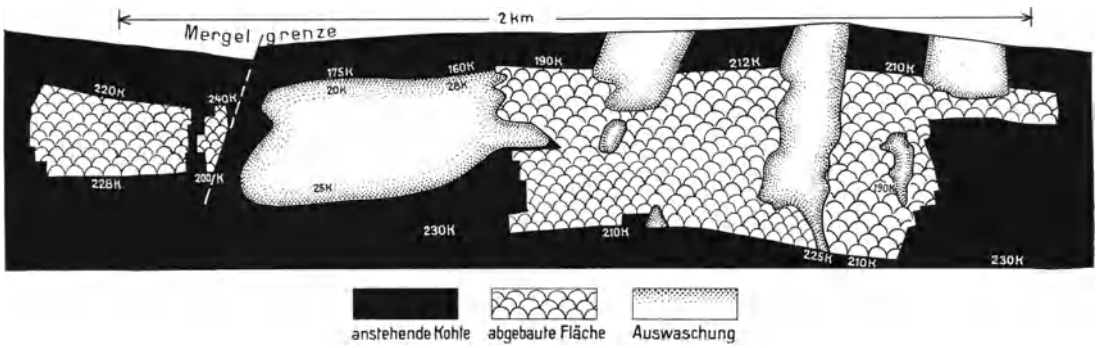


Abb. 287. Auswaschungen in einem Flöz der Zeche Victoria. Umgez. nach BRUNE.

Die rinnenförmigen Gesteinsablagerungen stellen den einfachsten Fall derartiger Unregelmäßigkeiten in den Flözen dar (s. Abb. 285). Diesen Vorkommen entsprechende Erscheinungen finden sich aber auch nicht selten in dem die Flöze unmittelbar begleitenden Nebengestein, wie aus Abb. 286 hervorgeht. Die in ihren Ausmaßen sehr verschiedenen Beeinträchtigungen der Kohle sind Ausfüllungen teils wenige Meter langer und sehr schmaler, teils etwa 5—20 m und mehr breiter und viele Hunderte von Metern ausgedehnter Zonen von vielfach sehr unregelmäßigen Formen (s. Abb. 287). Ihrer Bildungsgeschichte entsprechend, beschränken sie sich auf keine stratigraphische Zone, sondern treten in Flözen aller Horizonte des westfälischen Karbons auf.

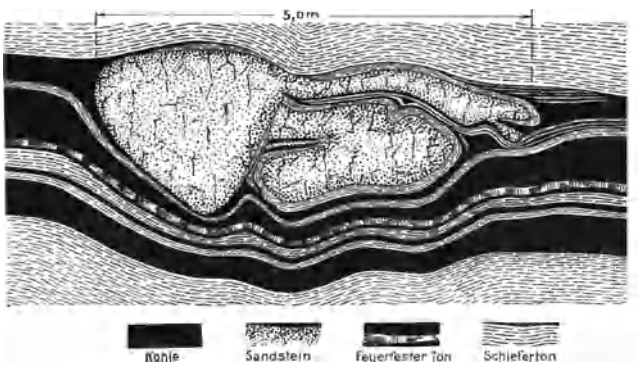


Abb. 288. Sandsteineinlagerung in Flöz 2 der Zeche Wehofen. Aus KUKUK: Glückauf 1920.

Der Befund dieser Erscheinungen deutet auf frühzeitig erfolgte Erosionsvorgänge oder auf Auskolkungen hin, die durch Wildwasser mit ± verzweigtem Flußnetz auf der Oberfläche des schon mehr oder weniger verfestigten ehemaligen Moores in Küstengebieten hervorgerufen worden sind. Einige dieser Vorkommen aus dem Ruhrbezirk sind schon früher von BRUNE (1930) und von mir (KUKUK 1920) beschrieben worden (s. Abb. 288).

Ich kenne sie weiter aus der Fettkohle von Flöz Anna der Zeche Adolf von Hansemann und aus mehreren Fettkohlenflözen der Zeche Victoria-Lünen, ferner aus zahlreichen Flözen der Magerkohlen-, Gasflamm- und Flammkohlenschichten. Stellenweise habe ich eine mehrfache Verästelung dieser Erosionsrinnen im Flöz festgestellt. Das Gebilde ähnelte dann im Grundriß einem Flußlauf mit Nebenbächen (Abb. 290). Gelegentlich konnte man sogar schon aus dem Verlauf der Gerinne im Grundriß auf die ehemalige Richtung des Gefälles der Moorfläche schließen.



Abb. 289. Mit Muschelresten erfüllte Prielrinne im Wattenschlick von Cuxhaven. Aus KUKUK: Glückauf 1936. Aufn. KUKUK.

Dort, wo nur die Ränder breiter und tiefgehender Auswaschungserscheinungen eines Flözes in der Grube aufgeschlossen sind, erweckt der beim Abbau der Kohle in die Augen fallende, ansteigende Teil der Erosionsfläche im Flöz oft den Eindruck einer Bewegungsfläche längs einer tektonischen Störung (Verwerfung oder Überschiebung). Der Bergmann ist in solchen Fällen geneigt, die Erscheinung ihrem Wesen nach falsch zu beurteilen und infolgedessen unter Umständen unrichtige Maßnahmen für die Ausrichtung zu treffen.

Kennzeichnend für die Natur der bald sehr flachen, bald tief und scharf eingeschnittenen Rinnenausfüllungen ist in erster Linie die Fazies des auf Schlammabsatz hinweisenden Gesteins.

Andererseits sprechen eingeflößte Pflanzenstengel, abgerollte Gesteinsbrocken und die meist sandige, an der Basis oft konglomeratische Beschaffenheit der die Rille ausfüllenden Gesteinsmassen sowie die ungleichmäßige Lage der verschiedenen Kohlengefügestreifen des Flözes zur Ebene der Erosionsrinnen für ihre Natur als Sedimentablagerungen schnell fließender Flüsse im eigenen Bett. Daß derartige Auswaschungserscheinungen auch auf andere Weise, z. B. als Strömungsrinnen am Grunde von Seebecken, entstanden sein können, liegt auf der Hand.



Abb. 290. Prielrinne im Wattengebiet von Wangerooge. Nach einer Luftbildaufnahme. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

BRUNE betrachtete derartige Rillenausfüllungen in den Flözen, die sich, wie erwähnt, in ganz ähnlichen Formen auch im Nebengestein beobachten lassen, als „prielartige" Rinnen eines ehemaligen Wattenmeergebietes. Manche der in den Flözen beobachteten Rinnen sehen den durch die Wirkungen der Gezeiten beim

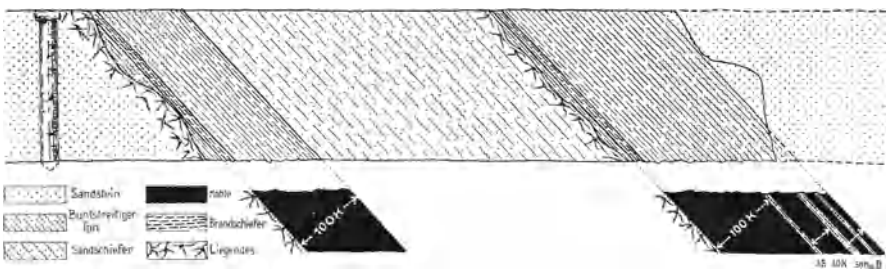


Abb. 291. Querschlägig durchfahrene Tonbänke (an Stelle der Kohle in den Flözen 1 und 2) der Zeche Baldur. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Zurückfluten des Wassers erzeugten und beim Vordringen der Flut wieder ausgefüllten Prielrinnen an den Flachküsten der Meere sehr ähnlich, wie ich mich durch eigene Beobachtungen im Wattenmeer an der Nordseeküste überzeugt habe (Abb. 290). Da aber gleichartige Erosionsrinnen in Flözen aller stratigraphischen Horizonte, und zwar gerade in den in zweifellos terrestrische Sedimente eingebetteten, nachgewiesen worden sind, würde die Annahme BRUNES voraussetzen müssen, daß ganz allgemein der Bildungsraum aller Flöze im Einwirkungsgebiet der Gezeiten gelegen hat. Für diese Annahme liegen aber meines Erachtens keine Beweise vor. Abgesehen davon, daß ich in den von zweifellos marinen Schichten überlagerten Flözen niemals derartige Auswaschungsrillen habe feststellen können, sind in dem hier zur Ablagerung gekommenen und wieder

verfestigten Schlamm noch in keinem Falle marine Fossilien nachgewiesen worden, wie sie die Prielrinnen (Abb. 289) kennzeichnen. Auch sonstige Anzeichen für eine Wattenmeerbildung haben sich in den Rillenfüllungen nicht feststellen lassen. Mag auch manche Erscheinung vermuten lassen, daß die Bildungsgebiete unserer karbonischen Gesteine ästuarine Wattengebiete eines Gezeitenmeeres gewesen sind, so reichen die äußeren Übereinstimmungen der Rillenausfüllungen mit den heutigen Prielen (Abb. 290) doch nicht dazu aus, das Auftreten der Erosionsrinnen in der Kohle zu begründen.

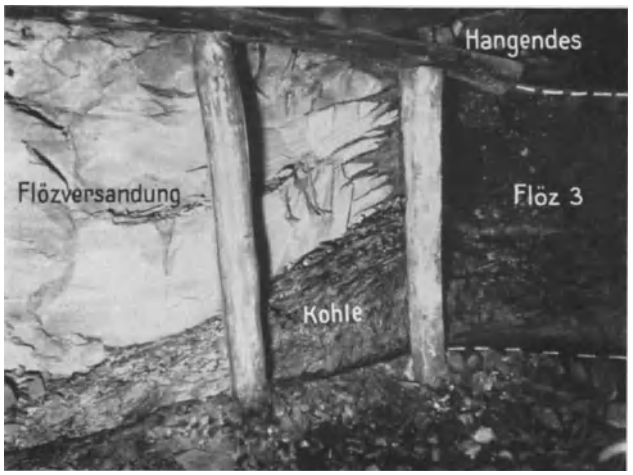


Abb. 292. Versandung in einem Flöz der Zeche Fürst Leopold. Zechenaufnahme.

Den äußeren Erscheinungen nach ganz abweichende, aber ihrer Natur nach ähnliche Vorkommen sind die schon von CREMER (1903) angeführten und von BRUNE (1930) näher beschriebenen, bunt gefärbten, eigenartigen Tonflöze der Zeche Kurl. Hier finden sich an bestimmten Stellen sonst normal entwickelter Flöze farbige Schiefertoneinlagerungen, welche die Kohle der Flöze auf größere Erstreckung völlig ersetzt haben. Fast die gleichen Erscheinungen habe ich in den Flözen 1 und 2 auf der 1. Sohle der Zeche Baldur beobachtet (Abb. 291). Es läßt sich nachweisen, daß hier nicht nur die Kohle, sondern stellenweise auch der sonst vorhandene Wurzelboden unterhalb der Flöze ausgeräumt und durch das später abgelagerte Tongestein ersetzt worden ist.

Außer den vorstehend behandelten „Auswaschungen" treten in vielen Flözen Erscheinungen auf, die ihnen äußerlich ähnlich sehen, ihrer Natur nach aber sehr verschieden von ihnen sind. Diese Vorkommen werden dadurch gekennzeichnet, daß sich die Kohle der Flöze ohne vorherige besondere Anzeichen plötzlich gabelartig oder fischschwanzförmig zerschlägt, um dann auf eine Entfernung von 1 m und mehr völlig durch einen Sandsteinkörper ersetzt zu werden (s. Abb. 292).

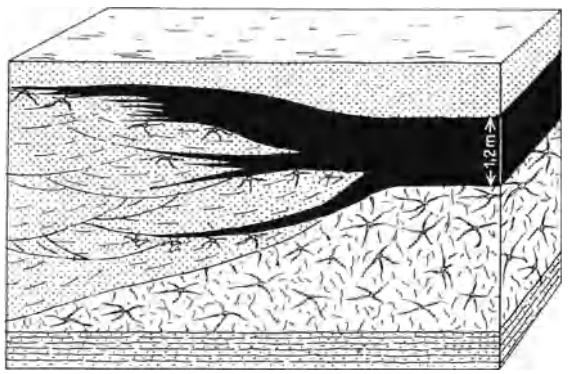


Abb. 293. Fischschwanzförmiges Zerschlagen des Flözes 3 der Zeche Wehofen infolge von Versandung. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Genauere Untersuchungen haben mir gezeigt, daß in diesen Vorkommen die Kohle des Flözes teils mehr oder weniger wellenförmig, teils zackig oder in einer Art auskeilender Wechsellagerung gegen den Sandstein abstößt, während der obere und der untere, länger aushaltende Kohlenpacken des Flözes den linsenförmigen Sandsteinkörper gewissermaßen zangenförmig umfassen. Gleichzeitig hebt sich der auskeilende obere Flözschwanz, wogegen sich der sich verjüngende liegende Flözpacken senkt. Von derartigen Bildungen gibt Abb. 293 eine gute Vorstellung.

Offenbar handelt es sich hier weder um mehr oder weniger tiefgreifende Ausräumungsvorgänge (Auswaschungserscheinungen) noch um unregelmäßige Auskolkungen von Teilen des Flözkörpers, wie man früher angenommen hat. Vielmehr dürften in ihnen bestimmte Zonen innerhalb der ehemaligen Waldsumpfmoore zu erblicken sein, die zur Zeit der Bildung des Torfmoores von stellenweise sehr breiten Wasserläufen durchflossen wurden. Statt des Torfes setzten sich Sand und Schlamm (der heutige Gesteinkörper) bei ständiger Erhöhung des Bettes ab, während an den Rändern dieser Flußläufe bald die Torfbildung, bald der Absatz sandigen Gesteinsmaterials in auskeilender Wechsellagerung überwog. Das überraschende Auskeilen der Flözenden nach oben und unten findet seine natürliche Erklärung, wie mir scheint, darin, daß sich der ungestörte Teil des Urmoores bei der Inkohlung stark zusammenzog, während die auskeilenden Flözpacken, die den Gesteinskörper umschließen, bei dessen geringer Zusammendrückbarkeit ihre Lage zum schrumpfenden Flöze hin ändern mußten.

Diese als Versandung bezeichneten Vorgänge sind, wie erwähnt, nicht so ungewöhnlich, wie man früher angenommen hat. Ich kenne sie aus den verschiedensten Flözgruppen, und zwar z. B. von Flöz Dickebank auf den Zechen Graf Moltke und Scholven, von Flöz 14 der Zeche Sachsen (Abb. 294), von den Flözen 8 und 19 der Zeche Baldur, 3 (s. Abb. 295) und 10 der Zeche Fürst Leopold und von manchen anderen.

Da durch die häufig viele Hunderte von Quadratmetern umfassende

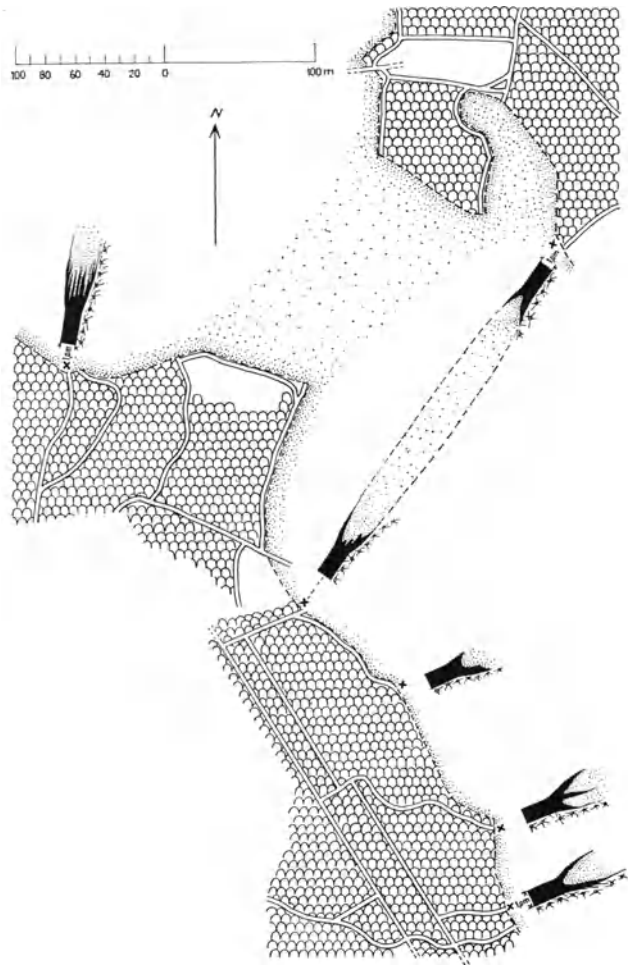


Abb. 294. Versandung in Flöz 14 der Zeche Sachsen. Nach Unterlagen von NEUMANN und eigenen Beobachtungen. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

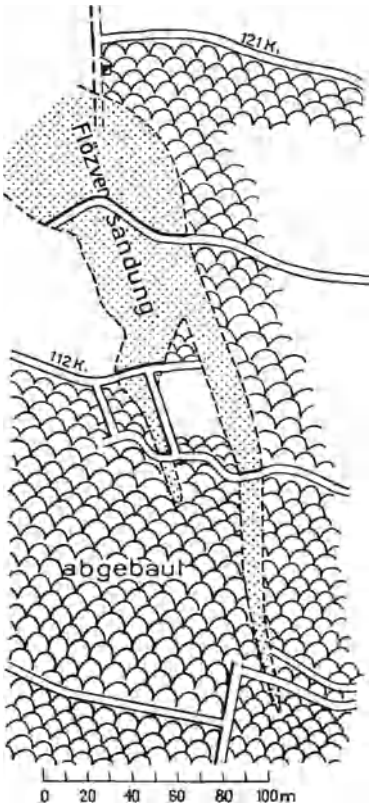


Abb. 295. Flözversandung in Flöz 3 der Zeche Fürst Leopold.

Ausdehnung dieser Gesteinsablagerungen der Kohleninhalt der betroffenen Flöze nicht selten eine so starke Verringerung erfahren kann, daß die Wirtschaftlichkeit ganzer Betriebsabteilungen in Frage gestellt wird, ist die richtige Erkenntnis der Bildungsgeschichte dieser Erscheinung für den Bergbaubetrieb von erheblicher Bedeutung.

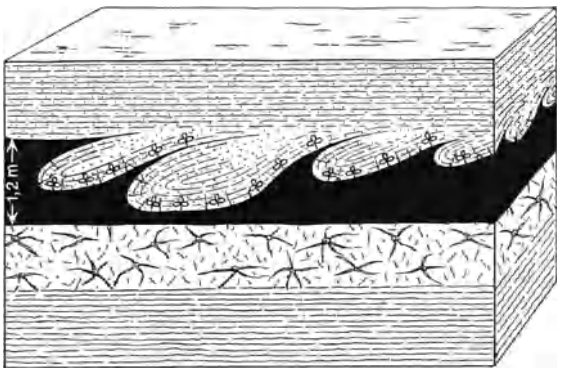


Abb. 296. Wilder Stein in Flöz Geitling der Zeche Rosenblumendelle. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Eine zwar den erwähnten äußerlich ähnliche, aber im Grunde nicht unwesentlich davon verschiedene Erscheinung wird vom westfälischen Bergmann als Wilder Stein bezeichnet. Das bemerkenswerterweise fast ausschließlich auf die Flöze der Magerkohlenschichten beschränkte Vorkommen ist durch das Hineinragen von Gruppen wulstiger Gesteinskörper aus dem unmittelbaren Hangenden in das Flöz hinein gekennzeichnet (Abb. 296). Dabei sind die sack- und dachziegelartig übereinander liegenden Wülste fast allseitig von einem kohligen Besteg, dem Rappen, umgeben. Gleichzeitig zeigen die Wülste einer bestimmten, meist noch von radial verlaufenden und

mit einem weißen, kaolinartigen Mineral gefüllten Klüften durchzogenen Gruppe anscheinend jedesmal die gleiche Einschiebungsrichtung.

Mangels vergleichbarer Erscheinungen aus rezenten Torfmooren ist die genetische Deutung dieser Flözunregelmäßigkeiten schwierig. Der ganzen Ausbildung nach dürfte es sich um zeitlich verschiedenaltrige



Abb. 297. Wellenberge gefalteter Kohle in Flöz 3 der Zeche Wehofen (1 : 4). Aus KUKUK: Glückauf 1920.

Wiederausfüllungen von Auskolkungslöchern handeln, die von Wildwassern auf der Oberfläche der ehemaligen Urmoore erzeugt wurden. Sicherlich sind aber auch andere Erklärungen möglich. Besonders kennzeichnend ist diese Störungsart im Flöz Geitling im SW der Essener Mulde ausgebildet, und zwar auf den Zechen Humboldt, Wiesche, Rosenblumendelle und Katharina. Sie ist mir aber auch aus anderen Flözen bekannt, so aus Flöz Sonnenschein (Zeche Mansfeld), Flöz Präsident (Zeche Rheinpreußen IV), Flöz Finefrau (Zeche Christian Levin), Flöz Desiderius (Zeche Carolinenglück) und Flöz 6 (Zeche Westhausen).

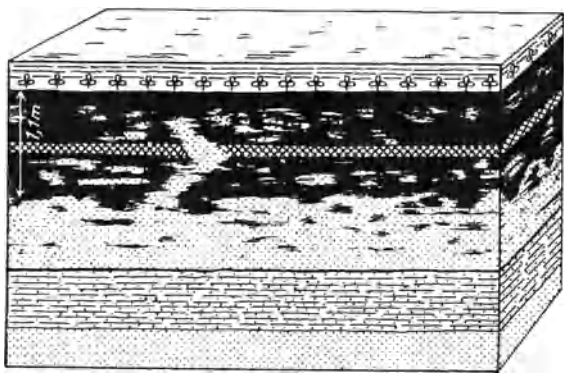


Abb. 298. Versandung des Flözes 4 der Zeche Baldur. Nach HONERMANN.

Bemerkenswert sind auch die gelegentlich beobachteten Faltungserscheinungen in der Kohle sonst völlig normal gelagerter Flöze. So habe ich im Flöz 3 der Zeche Wehofen eine merkwürdige Faltung der Kohle in der Oberbank festgestellt (KUKUK 1920). Die Oberfläche dieses Flözes zeigte auf erheblicher Flächenerstreckung ziemlich regelmäßige und fast parallel gerichtete Flözbuckel (Wellenberge gefalteter Kohle), deren Achsen diagonal zum Streichen des Flözes verliefen. Die Faltung beschränkte sich auf das oberste Drittel der Gesamtmächtigkeit des Flözes, während die Unterbank völlig ungestört war. Ebenso wie die Flözkohle zeigte auch das unmittelbare Sandsteinhangende des Flözes eine wellenförmige Ablagerung und ragte in die Wellentäler der Kohle hinein, ohne aber irgendwelche Störungen aufzuweisen (s. Abb. 297). Auf diese Weise entstehen Bilder, die, rein äußerlich betrachtet, den bekannten, durch Eisschub hervorgerufenen, hier aber natürlich nicht in Frage kommenden Faltungserscheinungen von Braun- und Steinkohlenflözen stark ähneln.

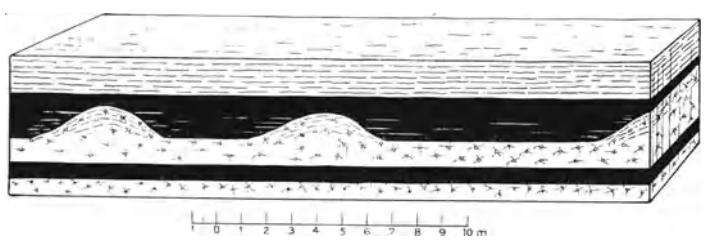


Abb. 299. Aufwölbungen des Liegenden im Flöz Zollverein 2 der Zeche Heinrich. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Für diese eigenartige Faltung der obersten Kohlenlagen vermag ich einstweilen keine völlig befriedigende Erklärung zu finden. Möglicherweise handelt es sich bei diesen Wülsten, die in anderen Kohlenbezirken weniger

selten zu sein scheinen, um das Ergebnis dynamischer Vorgänge vor der erfolgten Verfestigung der Kohle durch ungleichmäßige Belastung des ehemaligen, in seinen oberen Schichten noch weichen Torfmoores, z. B. infolge von Überschüttungen durch größere Schlammassen. Man könnte auch an Unterwassergleitungsvorgänge, sog. subaquatische Rutschungen oder Subsolifluktionen denken.

Wenn auch im allgemeinen nur das Hangende der Ruhrkohlenflöze stärkere Unregelmäßigkeiten aufweist, kann man sie auch am Liegenden beobachten (Abb. 298). Ich habe in manchen Flözen mehr oder weniger wulstartig aus dem Liegenden in die Kohle aufragende Gesteinskörper festgestellt, die stellenweise fast bis zur Oberfläche des sonst völlig ungestört abgelagerten Flözes reichten, während das Hangende ohne irgendwelche Beeinflussung durchsetzte. Offenbar liegen in ihnen schon vor der Urtorfbildung vorhanden gewesene Unregelmäßigkeiten des Untergrundes (Verbiegungen) vor, wie sie in Torfmoorgebieten auch heute noch häufig beobachtet werden. Eine besonders auffallende Aufwölbung des Liegenden konnte ich im Flöz Zollverein 2 der Zeche Heinrich untersuchen (Abb. 299). Hierbei ließ sich die Gesetzmäßigkeit des Auftretens derartiger parallel verlaufender Wülste und ihres Aufbaues nachweisen.

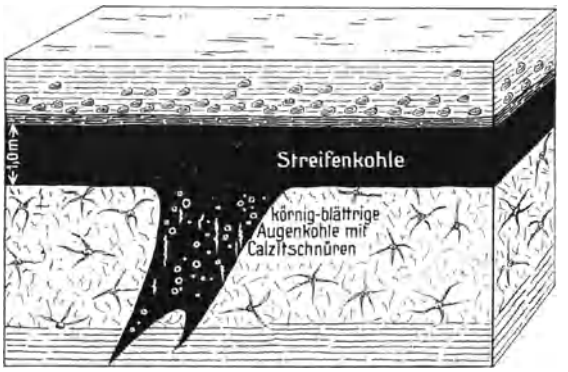


Abb. 300. Keilförmige Kohlentasche im Liegenden eines Fettkohlenflözes. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Danach dürfte es sich hier mit höchster Wahrscheinlichkeit um subaquatische Rutschungswülste des Flözliegenden bei flacher Neigung vor seiner diagenetischen Verfestigung handeln, die von den erst später einsetzenden Torfbildungen diskordant überlagert worden sind.

Eigenartige Erscheinungen sind auch die bisweilen beobachteten, von Kohle erfüllten, taschenartigen Vertiefungen in der Sohle der Flöze. Die sich teils auf kurze Erstreckung, teils auf mehrere Hunderte von Metern hinziehenden Bildungen weisen auf primäre Erosionsrinnen im Liegenden vor der Ablagerung des Urtorfes hin.

Eine derartige „Flöztasche", deren Querprofil in Abb. 300 wiedergegeben ist, habe ich in einem dünnen Flöz über dem Flöz Anna der Zeche Dahlbusch II/V untersucht.

b) Epigenetische Erscheinungen.

Nichttektonische Flözunregelmäßigkeiten rein epigenetischer Natur, d. h. solche, die erst nach der Ablagerung der Hangendschichten eines Flözes oder nach erfolgter Inkohlung eingetreten sind, gehören zu den selteneren Vorkommen. Nicht selten haben diese Auswaschungsvorgänge nicht nur das Flöz, sondern auch noch sein Liegendes in Mitleidenschaft gezogen (Abb. 301). Die ersten derartigen Beobachtungen stammen von Everding aus dem Jahre 1920. Er wies auf der Zeche von der Heydt mehrere mit konglomeratischem Sandstein erfüllte Rinnen nach, die sich durch die aus Schieferton und sandigem Schiefer bestehenden Hangendschichten bis in das Flöz Präsident eingeschnitten hatten (Abb. 302).

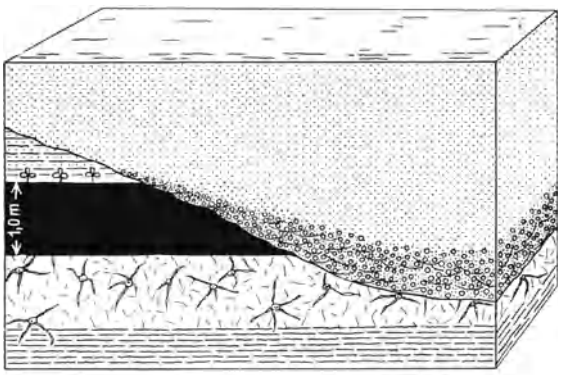


Abb. 301. Wiederausfüllung einer bis ins Flözliegende greifenden Erosionsrinne. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Nach seiner Annahme handelte es sich bei den wannenförmigen Rinnen im Hangenden des Flözes um wieder ausgefüllte Flußerosionsrillen, auf deren Grund sich das vom Flusse mitgeführte Material (Geröll, Sand und eingeflößte Pflanzenreste) abgesetzt hatte.

Auch auf vielen anderen Zechen des Bezirkes, besonders in den Flammkohlenschichten, sind ähnliche Beobachtungen gemacht worden. Ich verweise auf die von HONERMANN (1928) auf der Zeche Baldur

(s. Abb. 303) festgestellten Ausfüllungen von Erosionsrillen. Örtlich haben die Auswaschungen 20 und mehr m Tiefe und reichen bis zum nächstliegenden Flöz (Abb. 304).

Sehr häufig ist die vielfach aus kurzgeschichtetem Sandstein bestehende Ausfüllung der Rinnen an der Basis konglomeratisch entwickelt und führt neben Tonflatschen, Eisensteinknollen und eingeflößten Pflanzen-

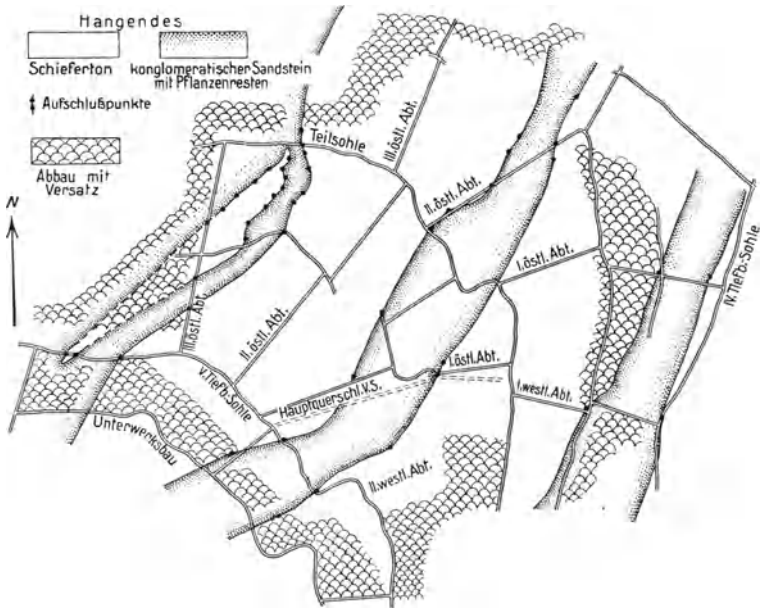


Abb. 302. Auswaschungsrinnen in Flöz Präsident der Zeche von der Heydt. Umgez. nach EVERDING. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

resten auch noch abgerundete oder scharfkantige „Kohlengerölle" aus dem erodierten Flözkörper. Über ähnliche Beobachtungen wird von KELLER (1934) aus den Magerkohlenschichten berichtet, während BRUNE (1930) Beispiele epigenetischer Vorgänge aus Flözen der Bochumer Mulde mitgeteilt hat.

Auch gewisse Sondererscheinungen des Wilden Steins sowie Faltungen in der Kohle könnten epigenetischer Natur sein.



Abb. 303. Erosionserscheinungen im versandenden Flöz 8 der Zeche Baldur. Umgez. nach HONERMANN.



Abb. 304. Schnitt durch die Schichtenfolge von Flöz 15 bis Flöz 24 der Zeche Baldur. Umgez. nach HONERMANN. Aus KUKUK: Glückauf 1936.

Die Bedeutung, welche die Erkenntnis des Wesens aller dieser nichttektonischen Flözunregelmäßigkeiten, im besonderen der Auswaschungs- und Versandungserscheinungen, für den Betrieb des Bergbaues haben kann, liegt auf der Hand. So ist jeder Ausrichtungsversuch zur Wiederauffindung eines verschwundenen Flözteiles, der bei nichttektonischen Unregelmäßigkeiten der Flöze von der Vorstellung eines Verwurfes längs einer vermuteten Bewegungsfläche ausgeht, von vornherein zum Scheitern verurteilt. Darüber hinaus ist die genaue Kenntnis der Bildungsgeschichte und der Besonderheiten derartiger Unregelmäßigkeiten von Wert für alle mit der Gewinnung der Kohle in Zusammenhang stehenden bergmännischen Maßnahmen.

VII. Abschnitt.

Die chemischen und petrographischen Verhältnisse der Ruhrkohle.

A. Chemie der Ruhrkohle.

Von Chemiker Dr. Heinrich Winter-Bochum.

Auf die unsinnigen Vorstellungen, die man sich früher über die Entstehung der Kohle gemacht hat, kann hier nicht eingegangen werden; man weiß heute, daß alle natürlichen Brennstoffe im wesentlichen aus in früheren Zeiten entstandenen Landpflanzen, und zwar an Ort und Stelle ihres Wachstums hervorgegangen sind. Von den natürlichen Zersetzungsvorgängen der Verwesung, Vermoderung, Vertorfung und Fäulnis kommen für die Kohlebildung (H. Potonié 1910) nur die drei letztgenannten in Frage, da die Verwesung eine langsame Verbrennung ist, bei der im allgemeinen nichts als die Asche übrig bleibt.

Ganz ähnlich der Entstehung des Humus, der sich in den Torfmooren auch heute noch bildet, denkt man sich die Bildung der Glanzkohle (Flözkohle) durch Inkohlung hauptsächlich von holzreichen Landpflanzen. Bestand dagegen das organische Material vorwiegend aus abgestorbenen fett- und eiweißreichen Wasserpflanzen und Tieren, dann überwog die Fäulnis (Bituminierung). Über die Einzelheiten dieser Vorgänge kann man natürlich nicht allzuviel sagen, aber man kennt ihre Zersetzungsprodukte, die bei den Landpflanzen neben Humus Kohlensäure, Wasser und ferner auch Methan sind. Bei der zum Faulschlamm führenden Fäulnis von Wasserpflanzen und Tieren bildete sich mehr Kohlensäure und weniger Wasser und Methan als bei der Humusbildung, so daß der Wasserstoffgehalt dem Rückstand weitgehend erhalten geblieben ist. Solche Fäulnisvorgänge beobachtet man noch heute bei der Verlandung stehender Gewässer, die auf dem Boden den Faulschlamm abscheiden; ähnlich sind früher einmal als Abart der Braunkohle z. B. der Gagat und als Abart der Steinkohle die Kennel- und Bogheadkohle entstanden.

Die schon früher vertretene Annahme, daß Bakterien an der Einleitung der genannten Vorgänge beteiligt waren, gilt auch noch heute. So vermuten Fr. Fischer und Schrader (1921/22) auf Grund ihrer „Lignintheorie“ eine weitgehende Bakterientätigkeit, die durch das Auffinden lebender Bakterien in der Kohle bestätigt worden ist. Nach Untersuchungen von Lieske und Hoffmann (1928) kann man in fast allen Braunkohlenflözen *Bacterium fluorescens* finden, das in der Kohle zu wachsen vermag. An der Mikroflora der Steinkohlen sind vor allem Vertreter der Gruppen „*subtilis*“ und „*mesentericus*“ beteiligt; in Teufen von 400—750 m ließen sich in der Kohle lebende Bakterien nachweisen. Die Möglichkeit eines Fortlebens von Bakterien der Steinkohlenzeit an sich kann wohl nicht bestritten werden, doch scheint die Frage, ob tatsächlich diese Bakterienarten aus dem Karbon bis auf unsere Tage sich erhalten bzw. fortgepflanzt haben, noch nicht genügend aufgeklärt zu sein. Aber die neueren Arbeiten über die Entstehung der Steinkohlen haben zweifellos ergeben, daß bei ihrer Bildung auch Bakterien tätig waren. Je länger nun der Inkohlungsprozeß gedauert hat, desto stärker muß der Kohlenstoffgehalt in den zurückbleibenden Stoffen angereichert sein. Damit steht auch die Erfahrung in Einklang, daß mit dem geologischen Alter der Brennstoffe der Gehalt der Kohle an Kohlenstoff zu- und der Gehalt an Sauerstoff und Wasserstoff abnimmt. Hiermit ist ferner verständlich, daß der Gehalt an chemisch gebundenem Wasser bei der jüngeren Braunkohle viel größer als bei der älteren Steinkohle ist und daß die in den Braunkohlen eingeschlossenen Gase vornehmlich Kohlensäure, bei der Steinkohle dagegen Methan enthalten.

Nach einer zuerst von v. Beroldingen angegebenen, später von H. Potonié (1910) weiter entwickelten „Umwandlungstheorie“ sollen Torf, Braunkohle und Steinkohle

eine „genetische Reihe" bilden, was von einer Reihe namhafter Forscher bestritten wurde. Heute stimmen sogar Gegner dieser Theorie, wie DONATH und LISSNER (1922) derselben insoweit zu, als darunter die Umwandlung des Ausgangsmateriales durch wesensgleiche Prozesse in immer ähnlichere, aber nie vollständig gleich werdende Produkte verstanden wird. Wenn auch unsere heutige Steinkohle früher einmal einen Zustand durchgemacht hat, in welchem sie eine Art Braunkohle war, so muß man doch daran denken, daß beide von ganz verschiedenen Ausgangsstoffen abstammen und daß auch die Feinheiten eines Unterschiedes, z. B. zwischen Farnwedel und Eichenblatt in etwa bestehen blieben. Nichts steht ferner im Wege, solche feinen Unterschiede auch in der bakteriellen Tätigkeit anzunehmen, da doch die dafür in Frage kommenden Kleinlebewesen in Aufbau und Wirksamkeit besonders dem Wechsel der Zeiten anpassungsfähig sind.

Aber nicht nur das verschiedene Alter und das verschiedenartige Ausgangsmaterial sind für die sehr wechselnde chemische Zusammensetzung der Kohlen verantwortlich, sondern auch die Art ihrer Bedeckung und die Veränderung ihrer ursprünglichen Lagerung. Die um Jahrmillionen später entstandene, erst in viel höheren Schichten abgelagerte Braunkohle bleibt von den Folgen des Druckes weitgehend verschont und konnte daher ihren heutigen Charakter bewahren. KUKUK (1924) betont, daß man für den Inkohlungsgrad einer Kohle vor allem den Gebirgsdruck, d. h. den Faltungsdruck in Verein mit dem Überlagerungsdruck, sowie die bei zunehmender Teufe wirksamer werdende Erdwärme ansprechen müsse. LEHMANN und E. HOFFMANN (1932) erblicken in dem tektonischen Druck ebenfalls die Hauptursache für den Inkohlungsvorgang. KUKUK gelangt aus geologischen Gründen zu der Ansicht, daß die verschiedenen Arten der Kohlengesteine, insbesondere Braunkohle und Steinkohle, keine völlig verschiedenen Kohlen sind, sondern Glieder ein und derselben Entwicklungsreihe.

Über die chemische Konstitution der die Kohle aufbauenden Verbindungen ist man nur mangelhaft unterrichtet, da es bis jetzt nicht gelang, die Kohle mit irgendeinem Mittel ohne tiefgreifende Veränderung in Lösung zu bringen. Mit Recht bemerkt TROPSCH (1927), es sei zweifelhaft, ob mit den Methoden der klassischen organischen Chemie überhaupt eine restlose Konstitutionsaufklärung der Kohle möglich sei. Immerhin sind die Forscher sich darüber einig, daß wichtige Beziehungen zwischen den „Huminsäuren" und der Kohle bestehen. Aber während z. B. MARCUSSON (1918) die Huminsäuren als karboxylierte, aus den Harzen, Fetten sowie der Zellulose des Urmaterials stammende Furanderivate auffaßt, gelangen FR. FISCHER und SCHRADER (1922) auf Grund experimenteller Tatsachen zu der Überzeugung, daß im wesentlichen nicht die Zellulose, sondern das Lignin die Muttersubstanz der Huminsäuren und der Kohle sei, während die Zellulose durch die Bakterientätigkeit fast vollständig zerstört worden sei. Das Lignin sei allmählich durch Vorgänge der Abspaltung und Kondensation über die Huminsäuren in alkaliunlösliche Huminstoffe übergegangen, die schließlich unter Verlust von Wasser, Kohlensäure und Methan die eigentliche Humuskohle ergeben. Nebenher gehen auch die Wachse und Harze zunächst in Bitumen, eine an Wasserstoff reichere Substanz als die Kohle und dann ebenfalls in Kohle über. Diese Lignintheorie hat eine Reihe von Widersprüchen erfahren, die zum großen Teil widerlegt worden sind, und außerordentlich anregend gewirkt. Eine Reihe von namhaften Forschern hat sich näher mit Zellulose und Lignin, z. B. der Veränderung dieser beiden Stoffe durch bakterielle Zersetzung versuchsmäßig befaßt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten bieten zum Teil eine Bestätigung der Lignintheorie, zeigen aber auch zum Teil, daß die Zellulose an der Kohlenbildung teilgenommen hat, was übrigens von FR. FISCHER und SCHRADER nie geleugnet worden ist.

Bei seinen Versuchen über die künstliche Herstellung der Steinkohle gelangte BERGIUS (1913) zu folgendem wichtigem Ergebnis: Bei der Kohlenbildung muß man den freiwillig unter starker Wärmeentwicklung und Abgabe von Kohlendioxyd und Wasser verlaufenden Zerfall der Zellulose (Bildung von Kohlen mit niedrigem Kohlenstoffgehalt) und deren durch sehr hohen Druck erzwungene Zersetzung unterscheiden, die zur Kohlenstoffanreicherung (Magerkohle, Anthrazit) führt. Freilich hat BERGIUS den Beweis niemals angetreten, daß es sich bei diesen schwarzen Umsetzungserzeugnissen der Zellulose auch wirklich um Steinkohle handelt. Ferner haben FUCHS (1928) und BERL und

Mitarbeiter (1928) Kohlehydrate humifiziert und letztere auch Zellulose, Lignin und Fichtenholz nach dem Vorgange von BERGIUS in Gegenwart von Wasser, Natronlauge u. dgl. unter hohem Druck auf Temperaturen bis 350° erhitzt. Dabei erhielt BERL aus Zellulose und Holz steinkohlenartige, verkokbare Körper, dagegen aus Lignin zusammenhängende, spröde und nicht verkokbare Gebilde. Aber diese künstlichen Kohlen neigen nach chemischen und petrographischen Untersuchungen mehr zur Braunkohle und haben zur Steinkohle kaum irgendwelche Beziehung. Besonders interessant sind die Versuche von TERRES und STECK (1930) über die Nachahmung der natürlichen Vorgänge bei der Bildung der Steinkohle, da sie sowohl den zuerst verlaufenden biologischen Prozeß der Pflanzengärung als auch die später einsetzenden physikalisch-chemischen Vorgänge (Druck, Temperatur) berücksichtigen. Dabei erhielten sie aus Moos zunächst torfartige und weiterhin durch Erhitzen unter Druck braunkohlenartige Produkte; die künstliche Bituminierung von Eiweißstoffen ergab künstlichen Faulschlamm bzw. öl- und steinkohlenartige Gebilde, die bei der Verkokung einen gut backenden Koks hinterließen, während die Inkohlungsprodukte aus reinem Lignin keine Backfähigkeit zeigten. TERRES nimmt auf Grund seiner Versuche an, daß der Bitumengehalt der Steinkohle den eiweißhaltigen Stoffen des Ausgangsmateriales entstamme und daß jede Steinkohle mehr oder minder Faulschlammcharakter habe. Bemerkenswert ist, daß auch STADNIKOFF (1931) den Vitrit, den am besten verkokenden Gefügebestandteil der Streifenkohle, als Mischung von Humus- und Sapropelkohle auffaßt, aber mit dem Unterschiede, daß nicht die Eiweißverbindungen, sondern die Fette und Öle der Ausgangsstoffe die Faulschlammnatur der Kohle bewirken. Dieser Forscher hat zur Aufklärung der Steinkohlenbildung auch kolloidchemische Vorstellungen herangezogen. Nach Bedeckung eines Torflagers mit mineralischen Sedimenten und starker Entwässerung begannen nach STADNIKOFF innerhalb dieses Lagers Vorgänge, die, zumal unter Druck, zur Trennung in Schichten („Syneräsis") führten und durch die Unbeständigkeit der das Torflager bildenden kolloiden Systeme bedingt waren. Die einen unter diesen bildeten Lösungen von Wachsen und Harzen in Polymerisationsprodukten ungesättigter Fettsäuren; in diesen Lösungen befanden sich in dispergiertem Zustande auch die Huminsubstanzen-Anfangsstadium der Glanzkohle. Andere Schichten bestanden aus grobkörniger Humussubstanz, zu der in geringer Menge das von ihr nicht vollständig abgetrennte Material der ersten Schicht beigemischt war — Anfangsstadium der Mattkohle. Das lignin- und zellulosehaltige Material verteilte sich hauptsächlich zwischen diesen Schichten und auch in ihrer Masse — Anfangsstadium der Faserkohle. Wenn STADNIKOFF auch solche Schichtungsvorgänge versuchsmäßig nachgeahmt hat, so erscheint doch die Entstehung der Gefügebestandteile auf diesem Wege als recht gezwungen. In dieser Beziehung sei weiter daran erinnert, daß manche Forscher (STUTZER 1929 u. a.) die primäre Bildung der Faserkohle durch Waldbrand annehmen, während andere dafür eine besondere Art der Inkohlung verantwortlich machen. LIESKE (1929) begründet seine „Gasraumtheorie" auf der Tatsache, daß die Faserkohle sich recht häufig als Einlagerung von Glanzkohle und Mattkohle in kennzeichnend linsenförmigen mit Gas erfüllten Hohlräumen vorfindet. Die Gasräume bedingen nach LIESKE einen anderen Verlauf des Inkohlungsprozesses des ihnen anliegenden oder des von ihnen eingeschlossenen Pflanzenmaterials, da hier die Wirkung des unmittelbaren Druckes sowie der Infiltration nicht in gleicher Weise stattfinden kann wie in der Flözgrundmasse. Die neueren kohlenpetrographischen Untersuchungen haben ergeben, daß sich die bekannte Ansicht von H. POTONIÉ über die Bildung der Streifenkohle nicht mehr in vollem Umfange halten läßt. So entsprechen nach THIESSEN (1926) zwar die glänzenden Streifen den größeren Holzeinlagerungen, die matten Lagen aber stellen die Grundmasse dar, in die die größeren holzigen Teile eingelagert sind. Wie beim Torf ist auch die Grundmasse in den matten Lagen der Steinkohle aus weitgehend zerkleinerten, pflanzlichen Teilen von Blättern, kleinen Zweigen usw. zusammengesetzt, die durch Humusniederschläge miteinander verkittet sind. Ganz ähnlich drückt DUPARQUE sich aus. Schließlich sei noch erwähnt, daß MCKENZIE TAYLOR (1926/27/28) die Bildung der Kohle auf völlig anderem Wege vor sich gehen läßt. Er ging von seiner Beobachtung aus, daß das Hangende der Flöze in den meisten Fällen alkalisch ist und

viel austauschbares Natrium enthält. Während oder nach der Ablagerung müßte demnach das Hangende dem Basenaustausch mit dem Pflanzenmaterial unterlegen sein, der seinen Einfluß auf die Entstehung der Kohle ausgeübt hat. Nach TAYLOR ist die Bildung der Kohle ein wesentlich bakteriologisches Problem, sie entstehe wahrscheinlich durch zwei Typen von bakterieller Zersetzung. Die erste führt zur Bildung von Torf während der Ablagerung des Pflanzenbettes; dieselbe ist nicht eigentlich anaerob und wird unterbrochen, sobald sich sauere Zersetzungsstoffe anhäufen. Die zweite Art verläuft unter alkalisch-anaeroben Bedingungen unterhalb einer alkalischen Tonschicht, die sich durch Basenaustausch zwischen Ton und Chlornatriumlösung bildete. Unter diesen Bedingungen ist das Zersetzungsprodukt von Torf ein Reduktionsprodukt, das nach dem Forscher mit der Kohle identisch ist. Die anregenden Ausführungen TAYLORs lassen aber jedes Eingehen auf geologisch-physikalische Fragen vollständig vermissen. In diesem Zusammenhang möge auch noch erwähnt werden, daß der Geologe WALTHER (1919) die Farne, Schachtelhalme, Bärlappe und Kordaiten nicht für die Hauptkohlenbildner hält, sondern ihnen eine untergeordnete Rolle zuweist. Die Masse der dichten Steinkohle sei von Wasserpflanzen gebildet worden, die, unter dem Wasserspiegel in dichtem Rasen wachsend, durch ihre rasche Vermehrung und ihren raschen Zerfall so ungeheuere Massen von Pflanzenmoder bildeten. GOTHAN (1923) ist an Hand eingehender paläobotanischer Untersuchungen zu dem Ergebnis gelangt, daß diese Ansicht WALTHERs abzulehnen sei. Man darf also mit Recht annehmen, daß die Glanzkohle vornehmlich Landpflanzen und die Mattkohlen im wesentlichen Wasserpflanzen ihre Entstehung verdanken.

Dieselben Elemente, die die lebende Pflanzenzelle aufbauen, nämlich: C, O, H, N, S und P, findet man natürlich in der Kohle wieder, wenngleich ihre Mengenverteilung eine andere geworden ist und die Molekülverbände, d. h. die chemischen Verbindungen andere geworden sind als in den ursprünglichen Pflanzen. Außer diesen Elementen sind hier und da auch andere, zum Teil seltene Elemente vertreten und immer Wasser, Asche und eingeschlossene Gase. Nach FR. FISCHER, PETERS und WARNECKE (1932) können in 100 g Kohle 100—900 cm^3 Gas eingeschlossen sein. Das Gas enthält stets CO_2, CO, H_2, CH_4, C_2H_6 und N_2; die Wealdenkohle auch höhere Kohlenwasserstoffe als C_2H_6.

Die im Jahre 1913 von WINTER (1913) auf Grund petrographischer Untersuchungen ausgesprochene Ansicht, die Kohle sei als festes Kolloid aufzufassen, wird heute von vielen Forschern auch aus weiteren Gründen gebilligt; darauf kann hier nicht näher eingegangen werden.

1. Einteilung der Steinkohle.

a) Nach dem Aussehen.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Steinkohle schon äußerlich zu erkennen gibt, daß sie kein homogenes Mineral, sondern ein Gefüge verschiedener Bestandteile ist, nämlich der Glanz-, Matt- und Faserkohle. Während man nun die Kohle bislang als Einzelmineral untersucht und beschrieben hatte, ging MARIE C. STOPES (1919) im Jahre 1919 dazu über, die Eigenschaften eines jeden der sichtbaren Bestandteile chemisch und petrographisch zu erforschen. Nach STOPES besteht die eigentliche Glanzkohle aus zwei verschiedenen sichtbaren Gebilden und somit die bituminöse Streifenkohle aus vier verschiedenen sichtbaren Gebilden; diese heißen nach der von R. POTONIÉ umgeänderten Benennung:

1. Fusit, mother of coal, damit wird die mineralische Holzkohle, die deutsche Faser- oder Rußkohle, gemeint,
2. Durit, dull hard coal, entspricht unserer Mattkohle,
3. Clarit, bright or glance coal, im Deutschen Glanzkohle,
4. Vitrit, eine Kohle von glänzendem Aussehen und muscheligem Bruch.

Der Fusit kommt hauptsächlich in Plättchen oder keilförmig vor, bisweilen parallel zur Lagerung und oft mit rechtwinkelig geschnittenen Enden; er besteht aus pulverigen, leicht zerteilbaren, manchmal faserigen Strähnen. Von der übrigen Kohle kann Fusit leicht durch vorsichtiges Schaben mit einem stumpfen Messer getrennt werden.

Der Durit ist hart und von dichtem, festem Gefüge und erscheint sogar dem unbewaffneten Auge ziemlich körnig. Seine Bruchfläche ist nie wirklich glatt, sondern hat ein klumpiges oder steiniges Aussehen.

Der Clarit kommt gewöhnlich in Streifen von sehr verschiedener Stärke vor, betrachtet man diese in Schnitten rechtwinklig zur Lagerung, so erscheinen sie parallel dazu.

Der Vitrit kommt in abgegrenzten, ziemlich schmalen Bändern vor, die oft über größere Strecken gleich dick und gewöhnlich 2 mm oder 3—4 oder 6—8 mm stark sind. Die Grenzschicht zwischen Vitrit und dem anliegenden Clarit ist meist scharf gekennzeichnet. Der dichte, gläserne Streifen zerspringt unter den Fingern leicht zu würfelförmigen Stückchen; wird der Vitrit mit dem Federmesser abgesprengt, so zeigen die gekrümmten, unregelmäßigen Stücke gut gekennzeichneten muscheligen Bruch.

Diese Gefügebestandteile bestehen nun in wechselnden Mengen aus Kohlenwasserstoffen, Harzen, Huminverbindungen und strukturierten Pflanzenresten. Im Ruhrgebiet nimmt der Gehalt der Flöze an Durit vom Hangenden zum Liegenden nach E. Stach ab (1930), da das Bild des Durits durch den Inkohlungsprozeß immer stärker verwischt werde. Neuere, nach exakteren Verfahren angestellte Untersuchungen von Lehmann und E. Hoffmann (1932), sowie von Kühlwein und E. Hoffmann (1934), haben aber gezeigt, daß der Mattkohlengehalt der Flöze sehr ungleich ist. Die vier Bestandteile unterscheiden sich durch die Kraft ihrer unmittelbaren Einwirkung auf photographische Platten und im Verhalten gegen chemische Reagentien voneinander. Vitrit und Clarit besitzen den höchsten Gehalt an hygroskopischem Wasser, den niedrigsten Aschengehalt und die beste Verkokungsfähigkeit. Daß der Durit eine niedrigere Koksausbeute, einen höheren Aschengehalt als die erstgenannten hat, ferner keine Verkokungseigenschaften aufweist, entspricht der Regel. Der Fusit hat den größten Aschengehalt und hinterläßt wie der Durit beim Verkoken einen pulverigen Rückstand; er vergrößert zwar die Koksausbeute, vermindert aber die Güte des Kokses ganz erheblich. Ferner enthält der Vitrit als Asche hauptsächlich die den ursprünglichen Pflanzen des Steinkohlenlagers entstammenden unverbrennlichen Stoffe, während die Duritasche im wesentlichen aus Aluminiumsilikat besteht. Der Fusit ist häufig durch Infiltrationen inkrustiert bzw. verkiest. Was über die Verkokungsfähigkeit der vier Gefügebestandteile gesagt wurde, gilt im allgemeinen auch für die Verflüssigung (Hydrierung) der Kohle. Stopes und Wheeler (1923) haben die Kohlen nach dem Verhalten gegenüber Pyridin und Chloroform in α-, β- und γ-Bestandteile eingeteilt. Die α-Bestandteile (Humine, Pflanzenreste) sind in siedendem Pyridin unlöslich, die β-Bestandteile unlöslich in Chloroform und löslich in Pyridin, während sich die γ-Bestandteile in beiden Mitteln lösen; auch können die γ-Bestandteile durch weitere Lösungsmittel in Kohlenwasserstoffe, Harze und harzähnliche Körper getrennt werden. Nach Francis (1932) setzen sich die Gefügebestandteile englischer bituminöser Kohlen folgendermaßen zusammen:

1. Vitrite; vornehmlich aus Huminen, in denen bis zu 8% amorphe Bestandteile, zumal Harze und Kohlenwasserstoffe, verstreut sind.

2. Clarite enthalten dazu bis etwa 5% widerstandsfähige Pflanzenreste, wie Sporenhäute und Kutikulen.

3. Durite enthalten 30—70% wirkliche Humine, 10—50% huminähnliche Stoffe („opaque matter" Thiessens und „residuum" Hicklings), 10—20% widerstandsfähige erkennbare Pflanzenreste, 3—6% Harze und Kohlenwasserstoffe und 0—3% Fusitbruchstücke.

4. Fusite bestehen im wesentlichen aus hochkohlenstoffhaltigen Bruchstücken von Holzzellen der ursprünglichen Pflanzen, in denen gewöhnlich weniger als 30% verhältnismäßig kleine Anteile von Huminen verstreut sind.

Die mikroskopische Untersuchung von Schliffen der Kohle ergibt für Fusit die noch erkennbare Holzstruktur mit schwarzen und undurchsichtigen Zellwänden. Durit zeigt körnigen Aufbau aus meist schwärzlichen und durchscheinenden Bruchstücken, unter denen auch zahlreiche gold- bis orangegefärbte Sporen vertreten sind. Clarit ist für Dünnschliffe am geeignetsten und läßt kleine Zweige, Sporen usw. erkennen. Der bei schwacher Vergrößerung strukturlos erscheinende Vitrit verrät nach geeigneter Vorbereitung bzw. Vergrößerung fast immer Holzstrukturen (Seyler 1925). Die chemisch-

petrographischen Arbeiten deutscher Forscher haben ergeben, daß unsere Kohlen den englischen in Hinblick auf Gefügeaufbau usw. ziemlich gleichen (WINTER 1927/28). Bei einer größeren Reihe von Ruhrkohlen (Glanz-, Matt- und Faserkohlen) haben WINTER, MÖNNIG und FREE (1935) eine Zerlegung nach den englischen Vorschriften in Kohlenwasserstoffe und Harze, Huminverbindungen und Pflanzenreste mit Gefüge vorgenommen. Nach dem Ergebnis der Versuche sind die Ruhrkohlen auch in dieser Beziehung ähnlich wie die englischen Kohlen aufgebaut.

b) Nach dem chemischen Verhalten.

Am besten hat sich die Einteilung der Steinkohlen nach dem Verhalten beim Erhitzen unter Luftabschluß (Koksprobe) eingebürgert. Verkokt man Steinkohle, d. h. unterwirft man sie der trockenen Destillation, so gibt dieselbe Gase und Dämpfe, aus welchen sich beim Abkühlen Teer und Ammoniakwasser niederschlagen, ab und hinterläßt als Rückstand Koks. Die erhaltene Koksmenge (Koksausbeute), ferner die Koksform und die Flammerscheinung beim Verkoken sind bei den einzelnen Kohlen so kennzeichnend, daß damit eine vernünftige Einteilung der Kohlen möglich ist. Zur Vornahme einer solchen Probe erhitzt man z. B. nach der Methode der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum 1 g der feingepulverten, lufttrockenen Kohle in einem gewogenen, bedeckten Platintiegel zunächst im Trockenschrank $^1/_2$ h bei 105°, dann nach dem Erkalten im Exsikkator und Wägen über dem Brenner einer nicht leuchtenden Bunsenflamme so lange, bis aus der Deckelöffnung keine flüchtigen Bestandteile mehr herausbrennen, läßt den Tiegel erkalten und wägt ihn. Schließlich glüht man den Tiegel bei Luftzutritt so lange, bis zwei Wägungen des erkalteten Tiegels keinen Unterschied mehr aufweisen und erhält so den Gehalt der Kohle an Asche, während man vorher die Werte für das hygroskopische Wasser, den Rohkoks und die flüchtigen Bestandteile gewonnen hatte. Durch Umrechnung der für die Rohkohle erhaltenen Werte auf die asche- und wasserfreie Reinkohle erhält man Zahlen, die für den Vergleich der verschiedenen Kohlengattungen sich als praktisch brauchbar erwiesen haben.

Der bei dieser Probe (Immediatanalyse) erhaltene Koks bildet entweder ein lockeres schwarzes Pulver oder einen zusammenhängenden „Kokskuchen", der wiederum aus einer gesinterten oder aus einer zusammenhängenden Masse bestehen kann. Der darin enthaltene Kohlenstoff wird im Gegensatz zu dem flüchtigen als „fixer Kohlenstoff" bezeichnet. Nach dem Koksaussehen unterscheidet MUCK folgende Typen westfälischer Kohlen:

Kohlengattung	Koksaussehen
1. Sandkohle	Pulverig, wie das angewandte Kohlenpulver aussehend
2. Gesinterte Sandkohle .	Etwas gesintert, d. h. zum Teil noch pulverig
3. Sinterkohle	Gesintert, aber nicht aufgebläht, einem nicht aufgegangenen Kuchen gleichend
4. Backende Sinterkohle .	Gesintert und etwas aufgebläht, einem wohlgeratenen Brotlaib gleichend
5. Backkohle	Vollkommen geschmolzen und stark aufgebläht, einer Kartoffel ähnlich gestaltet

Auf Grund der Schmelzbarkeit, Koksausbeute und Flammenerscheinung teilt man heute gemeiniglich die westfälischen Steinkohlen nach der folgenden Tabelle 21 ein; die Zahlen entsprechen der mittleren Zusammensetzung:

Tabelle 21.

Kohlengattung	Flüchtige Stoffe %	Koks %	Beschaffenheit	
			des Kokses	der Flamme
Gasflammkohle . .	40	60	Pulver oder schlecht gebacken, rissig	Sehr lang, stark rußend
Gaskohle	35	65	Gebacken, weich, rissig	Lang, stark rußend
Kokskohle	26	74	Gebacken, fest, silberhell	Mäßig lang, rußend
Eßkohle	18	82	Schlecht gebacken, dunkel	Mäßig lang, wenig rußend
Magerkohle	12	88	Pulver oder gesintert	Klein, nicht rußend
Anthrazit	4	96	Pulver	Sehr klein

Beistehende Bilder (s. Abb. 305) veranschaulichen nach MUCK, HINRICHSEN und TACZACK (1916) die Form der Verkokungsrückstände der westfälischen Kohlen. Die schraffierten Figuren geben das Aussehen der Tiegelkokse nach der MUCKschen Probe wieder, während die punktierten Umrisse der Größe nach der Bochumer Methode entsprechen.

Scharfe Grenzen zwischen diesen Kohlengattungen gibt es nicht, sie gehen vielmehr unmerklich ineinander über. Weitere Mängel dieser Einteilung liegen darin, daß dieselbe sich nicht für alle Kohlenvorkommen eignet und daß die Koksausbeute auch bei gleicher Beschaffenheit des Kokses in weiten Grenzen schwankt. Der große Vorteil liegt aber darin, daß diese Einteilung dem geologischen Alter der Kohle entspricht, so daß man auf Grund der Koksprobe ein Bild der Flözgruppe, der das Flöz angehört, erhält. Bei vielen westfälischen Flözen hat sich gezeigt, daß die Menge der flüchtigen Bestandteile von dem Hangenden nach dem Liegenden und von O nach W abnimmt und daß die Koksausbeute entsprechend zunimmt. So liefert z. B. die Reinkohle des Leitflözes Katharina bei Hamm etwa 38,5% flüchtige Stoffe und 61,5% Koksausbeute, während sie bei Neumühl nur 28% flüchtige Stoffe, aber 72% Koks bei der Tiegelprobe erbringt.

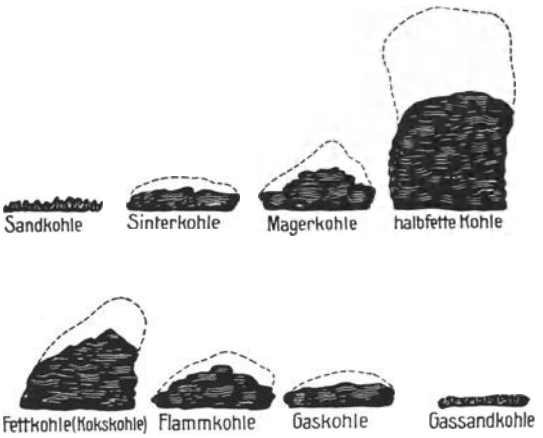


Abb. 305. Verkokungsproben der verschiedenen Kohlenarten. Nach MUCK.

Zur Erweiterung der Vergleichsmöglichkeit diene Tabelle 22, die nicht nur die jüngeren festen Brennstoffe berücksichtigt, sondern auch ihre Heizwerte, spezifischen Gewichte usw.

Tabelle 22.

Brennstoff	Zusammensetzung C %	H %	O + N %	Spez. Gewicht	Heizwert (theor.) kcal	Hygroskop. Wasser %	Koksausbeute %	Beschaffenheit des Kokses
Holz	50	6	44	1,15	4500	15	15	Struktur
Torf	55—60	6	39—35	0,21—1,05	5000—5700	30	30—35	Pulver
Braunkohle .	65—78	5	30—17	1,20	6000—7400	25—8	40—55	Pulver oder gesintert
Flammkohle .	78—80	5,5—4,5	19—15	1,25	7600	6—5	60	Gesintert
Gaskohle . .	80—85	5,8—5	14—10	—	7800—8000	4—2	63—65	Gebacken
Kokskohle . .	86—88	5,5—4,5	9—4,5	1,30	8300—8500	2—1	70—75	Gebacken
Magerkohle .	90—92	4,5—3	4,5—3	1,35	8800—8700	1	80—85	Gesintert
Anthrazit . .	94—98	3 —1	3—1	1,4—1,6	8500—8200	1—0,5	90—98	Pulver
Graphit . . .	100	—	—	2,25	8100	—	100	Pulver

Es sei noch erwähnt, daß die Tiegelprobe in allen Ländern zur schnellen Beurteilung der Steinkohlen zumal auch im geologischen Sinne benutzt wird, obwohl sie über den erreichten Inkohlungsgrad derselben nur wenig aussagt. Nach E. HOFFMANN und A. JENKNER (1932) läßt sich die Inkohlung der Steinkohle im Mikrobild erkennen, da sich die Anisotropieerscheinungen im polarisierten Licht sowie das Reflexionsvermögen der Kohlenschliffe mit zunehmender Inkohlung verstärken. In dieser Beziehung sei auch auf die kürzlich gemachten Vorschläge von KREULEN (1934) hingewiesen, der den Inkohlungsgrad des Huminanteiles mit Hilfe der Reaktionsgeschwindigkeit der Kohle mißt und den daraus ermittelten „Huminsäurefaktor" zur Einordnung der Kohlen, und zwar gleichzeitig nach ihren backenden Eigenschaften benutzt.

Geht man beim Studium der Kohlen von ihren Elementaranalysen aus, so ist zweifellos die Anwendung von dreilinigen Koordinaten, wie GROUT (1907) sie schon vor 30 Jahren vorgeschlagen und RALSTON (1915) später benutzt hat, das vernünftigste Schema. Zu diesem Zweck müssen die Elementaranalysen auf drei Variable (z. B. C, H, O) zurückgeführt werden, die immer insgesamt eine beständige Summe (100) bilden; man rechnet demnach die Analysenwerte auf Reinkohle, d. h. die frei von Wasser, Asche, Schwefel

und Stickstoff gedachte Kohle um, so daß die Summe von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff immer 100% ausmacht. Trägt man die Elementaranalysen fester Brennstoffe in ein dreiachsiges Koordinatensystem ein, so fallen die Werte von Holz, Torf und allen Kohlen von der Braunkohle bis zum Anthrazit (mit Ausnahme der Kennel- und Algenkohlen) mit einem bemerkenswert schmalem Band in eine Ecke des Dreiecks. Die Abb. 306 zeigt nach RALSTON einen Teil eines solchen Bandes, auf welchem die Stellung der verschiedenen Kohlen nach ihrem Rang angegeben ist.

2. Chemisches und physikalisches Verhalten der Ruhrkohle.

Von den vielen Merkmalen, die DONATH (1924) für die „Unterscheidung, Einteilung und Charakteristik der Mineralkohlen" angibt, seien folgende besonders genannt:

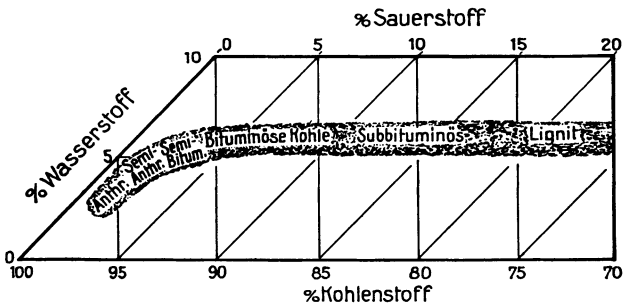


Abb. 306. Elementaranalysen von Kohlen, dargestellt im Dreiachsendiagramm. Nach RALSTON.

1. Die Steinkohlen besitzen einen niedrigeren Gehalt an „Hygroskopischem Wasser" als die Braunkohlen (vgl. Tabelle 22).

2. Beim Erwärmen mit n-Kalilauge geben die gepulverten Braunkohlen — aber nicht die Steinkohlen — tiefbraune Lösungen.

3. Beim Erwärmen mit verdünnter Salpetersäure (1 : 9) geben kleine Proben gepulverter Braunkohlen gelbe bis gelbrote Lösungen, während dieses Lösungsmittel bei der Steinkohle farblos bleibt.

4. Bei der trockenen Destillation geben die Steinkohlen meist ein ammoniakalisches Destillat; Braunkohlen dagegen liefern entweder ein neutral oder sauer reagierendes wässeriges Destillat und einen Teer, der besonders Paraffin enthält.

5. Nur die Steinkohle gibt bei der Verkokung einen mehr oder weniger zusammenhängenden Koks, während die Braunkohle im allgemeinen keine Backfähigkeit besitzt.

Mit der Backfähigkeit ist die Blähfähigkeit der Kohle verwandt, von der man dann spricht, wenn der Koks bei der Tiegelprobe als sehr locker und unverhältnismäßig groß aufgetrieben erscheint. Auf die älteren Ansichten über die Frage, worauf Back- und Blähfähigkeit der Kohle beruhen, kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei aber erwähnt, daß man heute auf Grund experimenteller Tatsachen als bewiesen annimmt: Die Eigenschaft gewisser Kohlen, einen gut gebackenen und festen Koks zu liefern, ist von der Gegenwart genügender Mengen eines bestimmten Körpers abhängig, der sich beim schnellen Erhitzen erst nach dem Schmelzen der Kohlensubstanz zersetzt und einen nicht schmelzenden, aber die einzelnen Koksteile verkittenden Körper hinterläßt. Ferner wurde die Gegenwart eines zweiten Bestandteiles nachgewiesen, der sich beim Erhitzen unter Gasentwicklung zersetzt, wodurch die schmelzflüssige Kohle mehr oder minder aufgetrieben wird (FR. FISCHER und Mitarbeiter 1924/25). Entzieht man der Kohle diese Körper durch Lösungsmittel, so gehen das Back- und das Blähvermögen der Kohle verloren und werden wieder gewonnen, wenn die Extrakte den extrahierten Kohlen wieder zugesetzt werden. Auf Grund einer neuen Prüfung bestätigen BROCHE und SCHMITZ (1932) diesen Befund mit der Erweiterung, daß für die backenden Eigenschaften auch die Eigenschaften der „Restkohle" — d. h. der nach der Extraktion zurückbleibenden — in Frage kommen. Diese Restkohle liefere um so eher einen geflossenen Koks, je leichter sie durch einen bestimmten Bitumenzusatz zum Erweichen zu bringen sei.

An der Luft liegende Kohle erleidet „Lagerverlust", sie verwittert durch Aufnahme von Sauerstoff. Das geschieht bei einzelnen Kohlensorten so schnell, daß sie sich dabei erwärmen und schließlich entzünden. Durch die Vorgänge der Verwitterung zerfällt die Kohle allmählich, ihre Heizkraft vermindert sich und ihre Koksausbeute wird zwar bisweilen größer, der Koks selbst aber erheblich verschlechtert. Zweifellos handelt es sich

bei den mit Sauerstoffaufnahme der Kohle verknüpften Prozessen um Oxydationswirkungen, bei denen außer Wasserdampf, Kohlendioxyd, Kohlenoxyd und anderen Stoffen auch Huminsäuren entstehen. Danach unterliegt der Vitrit am leichtesten der Selbstentzündung wegen seines verhältnismäßig hohen Gehaltes an Huminstoffen (KREULEN 1927).

Die noch bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich des genauen Wertes der spezifischen Wärme der Kohle hat COLES (1926) auf versuchsmäßigem Wege beseitigt; nach ihm schwankte die spezifische Wärme der Steinkohle zwischen 0,2 und 0,4, während die für Braunkohle den Wert 0,25 ergab. Mit steigendem Wassergehalt nimmt auch die spezifische Wärme der Kohle zu, was auch bei wachsendem Gehalt an flüchtigen Stoffen der Fall ist; dagegen nimmt sie mit zunehmenden Verhältnis C : H ab.

Im allgemeinen setzt die Kohle dem Durchgang des elektrischen Stromes großen Widerstand entgegen, während der Schungit und andere natürliche Glieder zwischen Graphit und Anthrazit nach WINTER (1924) den elektrischen Strom gut leiten. Nach FR. FISCHER (1919) erlangen die Brennstoffe die Leitfähigkeit durch den Verkokungsvorgang über 500°, während die durch Basaltkontakt veredelten Kohlen wegen ihres Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen die elektrische Leitfähigkeit meist ebensowenig erworben haben wie der Halbkoks.

Heizwert der Kohle. Die Wärmemenge, die 1 kg Kohle bei vollständiger Verbrennung entwickelt, heißt ihr Heizwert. Man bestimmt ihn durch:

1. Verbrennen von 1 g Kohle in einem Kalorimeter (Stahlbombe) mit reinem Sauerstoff; die dadurch verursachte Erwärmung von z. B. 2 kg Wasser, welches das Kalorimeter umgibt, dient zur Berechnung des Heizwertes. Zur genauen Ablesung der Temperaturerhöhung verwendet man ein langes BECKMANNsches Thermometer, das in Ganze und $^1/_{100}°$ geteilt ist. Durch einen auf- und abgehenden Rührer sorgt man für gründliche Durchmischung des Wassers, in welchem die Bombe steht. Durch eine Reihe von Vorversuchen hat man den „Wasserwert" des Kalorimeters festgestellt, d. h. die Anzahl von Wärmeeinheiten für 1° Temperaturerhöhung beim Verbrennen von z. B. 1 g reinem Kohlenstoff.

Man erhält die Verbrennungswärme oder den oberen Heizwert der Kohle, wenn man die Temperaturerhöhung bei ihrer Verbrennung mit dem Wasserwert des Kalorimeters multipliziert. Die so gefundene Zahl enthält also auch die Wärmemenge, die durch die Verdichtung des bei der Verbrennung der Kohle entstehenden Wasserdampfes frei geworden ist. Dadurch, daß man die dem Wasser — das zum Teil schon als Feuchtigkeit vorhanden war, zum Teil erst durch die Verbrennung der wasserstoffhaltigen Kohle entstanden ist — entsprechende Verdampfungswärme von der Verbrennungswärme abzieht, erhält man den unteren Heizwert, der für die Feuerung allein in Betracht kommt. In der folgenden Tabelle nach WINTER (1922) sind die Elementaranalysen und Verbrennungswärmen einer Reihe von deutschen Kohlen zusammengestellt worden.

2. Berechnung aus der Elementaranalyse, indem man die Werte für Kohlenstoff, Wasserstoff, Schwefel und Wasser in die Verbandsformel einsetzt:

$$\text{theoretischer Heizwert} = 81\,\text{C} + 290\left(\text{H} - \frac{\text{O}}{8}\right) + 25\,\text{S} - 6\,\text{H}_2\text{O}.$$

Die in dieser Formel enthaltenen Zahlen für C, H und S stellen die Heizwerte der reinen Elemente dar. Der in der Kohle enthaltene Sauerstoff verbrennt einen Teil des Wasserstoffes, der für den Heizwert verloren geht. $\left(\text{H} - \frac{\text{O}}{8}\right)$ gibt die Menge des für die Verbrennungswärme übrigbleibenden (disponiblen) Wasserstoffes an. Der Ausdruck $6\,\text{H}_2\text{O}$ berücksichtigt den Wärmeverlust, der durch die Verdampfung des in der Kohle enthaltenen Wassers entsteht.

Um zu ermitteln, wieviel kg Dampf von 100° aus Wasser von 0° beim Verbrennen von 1 kg Kohle entstehen, muß man die Zahl der ermittelten Kalorien durch 637 dividieren; man erhält so den theoretischen Verdampfungswert. In der Praxis treten nun zahlreiche Verluste an Wärme auf, die im wesentlichen auf unvollkommener Verbrennung der Kohle, hoher Temperatur der Rauchgase, Aschenfall, sowie auf Strahlung und Leitung beruhen. Der praktische Verdampfungswert beträgt nur etwa 0,65 des theoretischen Verdampfungswertes.

Tabelle 23. Elementaranalysen und Verbrennungswärme einiger deutscher Kohlen.

Name und Herkunft der Steinkohle	100 Teile Rohkohle enthalten								100 Teile Reinkohle enthalten				100 Teile Reinkohle ergeben		Verbrennungswärme von 1 kg Reinkohle kcal	Analytiker
	Wasser Teile	Asche Teile	Reinkohle Teile	Kohlenstoff Teile	Wasserstoff Teile	Sauerstoff und Stickstoff Teile	Schwefel Teile	Heizwert von 1 kg Rohkohle kcal	Kohlenstoff Teile	Wasserstoff Teile	Sauerstoff und Stickstoff Teile	Schwefel Teile	Koks-Kohlenstoff Teile	Flüchtige brennbare Bestandteile		
Gneisenau, Ruhrgebiet . . .	2,1	5,2	92,7	83,6	4,6	3,2	1,3	7808	90,1	5,0	3,5	1,4	77,5	22,5	8711	Mohr
Ibbenbüren	0,9	18,7	80,4	69,7	3,7	3,4	3,6	6796	86,7	4,6	4,2	4,5	81,9	18,1	8709	Mohr
Schlägel & Eisen, Ruhrgebiet	3,6	8,9	87,5	75,5	4,7	6,3	1,0	7247	86,3	5,3	7,2	1,2	68,1	31,9	8591	Techn. Hochschule in Karlsruhe
Hugo, Ruhrgebiet	2,2	5,1	92,7	78,7	5,1	8,2	0,7	7522	84,9	5,5	8,8	0,8	67,2	32,8	8422	Techn. Hochschule in Karlsruhe
Concordia, Oberschlesien . .	2,7	5,3	92,0	77,7	4,5	9,4	0,4	7309	84,5	4,9	10,2	0,4	66,7	33,3	8229	Techn. Hochschule in Karlsruhe
Heinitz, Oberschlesien . . .	5,7	4,2	90,1	72,8	4,7	11,9	0,7	6807	80,7	5,2	13,2	0,9	64,4	35,6	7869	Techn. Hochschule in Karlsruhe
Ruben, Niederschlesien . . .	1,1	16,7	82,2	71,1	3,5	6,0	1,6	6719	86,4	4,3	7,3	2,0	75,2	24,8	8409	Mohr
Camphausen, Saar	2,0	9,5	88,5	75,3	4,6	7,4	1,2	7177	85,2	5,2	8,3	1,3	66,9	33,1	8407	Techn. Hochschule in Karlsruhe
Klein Rosseln, Saar	4,1	5,4	90,5	75,1	5,0	9,8	0,6	7141	83,0	5,5	10,9	0,6	62,2	37,8	8214	Techn. Hochschule in Karlsruhe
Louisenthal, Saar	4,5	8,0	87,5	69,6	4,9	12,0	1,0	6550	79,5	5,7	13,7	1,1	59,4	40,6	7822	Mohr
Zauckerode, Sachsen	6,9	12,9	80,2	66,8	4,4	7,5	1,5	6412	83,3	5,5	9,3	1,9	66,0	34,0	8355	Techn. Hochschule in Karlsruhe
Obernkirchen, Deister . . .	6,6	15,3	78,1	66,4	3,6	6,9	1,2	6161	85,0	4,6	8,8	1,6	78,2	21,8	8187	Aufhäuser
Barsinghausen, Deister . . .	3,5	19,8	76,7	63,2	4,3	6,8	2,4	6093	82,4	5,6	8,9	3,1	62,7	37,3	8277	Aufhäuser

Aus den Versuchen von NIEDERSTRASSER (1926) ergibt sich, daß gleiche Mengen Asche und gleiche Mengen Wasser gleiche Heizwertverminderung verursachen. Damit ist die alte Anschauung widerlegt worden, wonach ein gleiches Mehr an Wasser einen größeren Verlust an Heizwert als ein gleiches Mehr an Asche hervorruft. STUMPER (1927) hat den Einfluß des Aschegehaltes einer Kohle auf den errechneten Heizwert der Reinkohlen mit dem Ergebnis untersucht, daß der errechnete Heizwert der Reinkohlen mit steigendem Aschengehalt abnimmt.

3. Die chemische Veredelung der Steinkohle.

Schon seit langem weiß man, daß die übliche Verbrennung der Kohle auf dem Rost zur Erzeugung von Dampf und Kraft recht unwirtschaftlich ist, da ja auf diese Weise nur ein kleiner Teil der in dem Brennstoff ruhenden Energien ausgenutzt wird. Außerdem wird mit der Verbrennung der Kohle die Möglichkeit der „Nebenproduktengewinnung" zerstört, deren Erzeugnisse, wie z. B. gewisse Medikamente, der Menschheit außerordentlich wertvolle Dienste leisten. Sie sind nun nicht fertig gebildet in der Kohle vorhanden, sondern entstehen erst durch die chemische Veredelung der Kohle, z. B. ihre Entgasung.

Beim Erhitzen unter Luftabschluß beginnt das „Konglomerat" Kohle bei Temperaturen von 180° an sich zu zersetzen und die Wirkung dieses Abbaues tritt mit steigender Temperatur immer mehr hervor. Stellen wir uns diesen Vorgang vom Standpunkte des Chemikers vor, so heißt das etwa, die die Kohle zusammensetzenden Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel werden durch den Abbau des verwickelten Moleküls Kohle frei, wobei sie „in statu nascendi" die außerordentlich feine Form eines Spaltstückes oder gar eines Atoms mit großer chemischer Verbindungskraft besitzen. Und so kommt es, daß sich bei der Verkokung, wie sie in den Gaswerken und Kokereien bei höherer Temperatur, und neuerdings auch in den Steinkohlenschwelereien bei niedriger Temperatur (GLUUD 1921, THAU 1927) ausgeübt wird, die genannten fünf Elemente zu einer großen Zahl verschiedener Verbindungen zusammenfinden. Je nach den Bedingungen der Verkokung, ob sie z. B. bei hoher oder niedriger Temperatur erfolgt, sind auch die anfallenden Verbindungen verschieden. So erhält man bei der Hochtemperaturverkokung die ringförmig gebauten Benzolverbindungen als kennzeichnende Kohlenwasserstoffe, bei der Tieftemperaturverkokung dagegen neben Phenolen die dem Erdöl nahe stehenden Benzine mit dem Aufbau aus Ketten von zum Teil recht vielen Gliedern.

Auch die Vergasung der Kohle, d. h. ihre unvollkommene Verbrennung in Generatoren zu Generator-, Wasser- und Mischgas stellt eine Veredelung des Brennstoffes dar. Durch Einbau eines Schwelschachtes in den Generator kann man außer den genannten Gasen auch das hochwertige Schwelgas und den „Urteer" gewinnen. Die deutschen Tieftemperaturanlagen der Steinkohlenverkokung waren wegen der Ungunst der wirtschaftlichen Verhältnisse stillgelegt worden, doch hat die Steinkohlenschwelung in Großanlagen mit der Freigabe von 500000 t Schwelkoks, der sich auch vorteilhaft als Vergasungstreibstoff von Großkraftwagen verwenden läßt, seitens des Kohlensyndikats zu Essen einen neuen kräftigen Anstoß erhalten. Auch in England und Amerika erfreut sich diese neue Entgasung der Kohle einer stetig wachsenden Bedeutung, hofft man doch dadurch dem gewaltigen Bedarf an Ölen für die Kraftverkehrswirtschaft abhelfen zu können. Dazu dienen aber auch die Verfahren der Verflüssigung der Kohle durch Hydrierung und Synthese.

Die Schwierigkeiten, die in der Verflüssigung der Kohle durch Hydrierung, d. h. Wasserstoffanlagerung nach BERGIUS entgegenstanden, sind jetzt zwar zum großen Teile behoben worden, bestehen aber noch darin, daß die Kohle nicht restlos in Öle umgewandelt wird. Die synthetischen Verfahren nach FR. FISCHER und seinen Mitarbeitern ermöglichen das besser, indem sie die Kohle zunächst restlos in Gase verwandeln, und diese nach den Gesetzen der physikalischen Chemie unter wechselnden Bedingungen von Temperatur und Druck, sowie der Katalysatoren, aufeinander einwirken lassen. Es ist ohne weiteres verständlich, daß es sich dabei um Umsetzungen und Gleichgewichtszustände der die Kohle aufbauenden Elemente C, H, O, N und S handelt. Auf alle diese Möglich-

keiten kann hier bei dem knappen zur Verfügung stehenden Raum nicht eingegangen werden. Es sei aber z. B. daran erinnert, daß man aus dem Kokereigase in den Stickstoffwerken fabrikmäßig synthetisches Ammoniak gemäß der Gleichung $N_2 + 3\,H_2 = 2\,NH_3$ erzeugt und daß die Behandlung des Koksgases mit Elektrizität die Umwandlung des zu 25—30% darin enthaltenen Methans in Azetylen und rein thermisch in Benzol gestattet. Schließlich sei noch erwähnt, daß auch biologische Eigenschaften der Kohle nutzbar gemacht werden. So weiß man heute, daß die Steinkohle das Wachstum vieler Pflanzen fördert, und daß man das Leuchtgas mit Hilfe von Bakterien auch praktisch entgiften kann.

Daß die „Veredelung der Kohle" berufen ist, im Dienste des „Vierjahresplans" eine große Aufgabe zu erfüllen, ist ohne weiteres verständlich. Im Zeitalter der Motorisierung bedarf Deutschland der Treibstoffe, die das an Erdöl, an Devisen und Gold arme Land nicht aus dem Petroleum des Auslandes, sondern nur aus heimischer Kohle in erster Linie durch die „Benzinsynthese" nach Fischer und Tropsch und durch das „Hydrierverfahren" nach Bergius gewinnen kann und wird. Diese Verfahren ermöglichen aber auch die Herstellung der für die Maschinen nötigen Schmiermittel, während die aus Schwelung und Verkokung der Kohle gewonnenen „Phenole" dem deutschen Kunststoffmarkt zugute kommen.

Nach vorsichtiger Schätzung reichen unsere Kohlenvorräte nach Maßgabe der heutigen Förderung noch viele hundert Jahre; nur etwa 4% der Kohlenförderung würde bei dem heutigen Verbrauch zur Deckung des gesamten Bedarfs an Treibstoffen von rd. 4 Mill. t ausreichen. Da uns nun aus der Verarbeitung deutschen Erdöls und fernerhin aus der Gewinnung des Benzols bei der Entgasung der Kohle in den Kokereien bereits etwa 10% des deutschen Verbrauchs an Treibstoffen zur Verfügung stehen, so müssen durch die genannten Verfahren noch etwa 3600000 t Treibstoffe aus deutschen Ausgangsstoffen hergestellt werden, was etwa in Jahresfrist erreicht werden wird.

B. Petrographie der Steinkohlen des Ruhrbezirkes.

Von Bergassessor Dr.-Ing. Friedrich Ludwig Kühlwein-Bochum und Dr.-Ing. Edwin Hoffmann-Saarbrücken.

Man unterscheidet nach H. Potonié (1920) bei den Kohlen ganz allgemein Humusgesteine (Humite), Faulschlammgesteine (Sapropelite) und wachsartige Bildungen (Liptobiolithe). Diese drei Kohlentypen sind aus ihren Ursprungssubstanzen durch biochemische und geochemische Umwandlungen entstanden. Bei den Steinkohlen sind die Humite von weitaus größter Bedeutung, während die Liptobiolithe praktisch keine Rolle spielen. Zu den Humiten gehören sämtliche Streifenkohlen; der typische Vertreter der Sapropelite ist die Bogheadkohle. Hierzu sind nach Ansicht der meisten Forscher ebenfalls die Boghead-Kennelkohlen und die reinen Kennelkohlen zu rechnen (Bode 1931 und 1932).

1. Kennzeichnung der Steinkohlen.

a) Bezeichnungsweise der Streifenkohlen.

Die Streifenkohlen führen diesen Namen wegen ihrer meist makroskopisch schon erkennbaren Streifigkeit, die durch den Aufbau aus verschiedenartigen Bestandteilen zustande kommt. Im Bergbau führen diese Komponenten für das Grobgefüge alte Bezeichnungen, die bei der ähnlichen Ausbildung der Streifenkohlenflöze in vielen Ländern gut miteinander übereinstimmen. So werden in Deutschland seit langem Glanz-, Matt- und Faserkohle auseinandergehalten, denen die anglo-amerikanischen Ausdrücke: bright coal, dull coal und splint coal, mineral charcoal und fibrous coal, ebenso wie die französisch-belgischen houille (charbon) brillante, semibrillante und matte sowie fusain gut entsprechen.

Nachdem Jeffrey und Thiessen unter Zuhilfenahme des Mikroskopes Zusammensetzung und Ausgangsstoffe der einzelnen Streifenarten näher untersucht hatten, wobei

sie neue, vornehmlich die Ausgangsstoffe kennzeichnende Benennungen einführten, belegte M. Stopes (1919) vier makroskopisch erkennbare Kohlenbestandteile mit den Namen vitrain, clarain, durain und fusain. Da diese Bezeichnungen als auch für die mikroskopische Betrachtung gültig angesehen wurden und in anderen Ländern zum Teil abweichende Ergebnisse erzielt wurden, kam es zu einer großen Verwirrung in der Namengebung. Die letzten Vorschläge stammen von der Forschungsstelle für angewandte Kohlenpetrographie, Bochum (Kühlwein, Hoffmann, Krüpe 1934), Jongmans-Koopmans (1934), Stopes (1935) und Stach (1935), die ebenfalls mehr oder weniger voneinander abweichen. Die hierdurch verursachten Schwierigkeiten der gegenseitigen Verständigung gaben den Anlaß zu einer im Rahmen des zweiten Heerlener Kongresses für Karbonstratigraphie stattfindenden Aussprache maßgeblicher Fachleute mit dem Ziele, eine einheitliche international brauchbare Bezeichnungsweise für die Gefügebestandteile zu schaffen (Kühlwein 1935). Nach den auf diesem Kongreß in Anlehnung an Stopes gefaßten Beschlüssen ist heute neben einer für allgemeine Untersuchungen bestimmten Einteilung in Streifenarten (rock types) eine solche für Sonderuntersuchungen gedachte Einteilung in Gefügebestandteile (Gemengteile, macerals) zu unterscheiden (Abb. 307 u. 308). Gemäß Abb. 307 werden als Gefügebestandteile die einheitlichen, durch die Endung init gekennzeichneten Gemengteile: Fusinit, Semifusinit, Vitrinit (unterteilt in strukturzeigenden Telinit und strukturlosen Kollinit), Resinit, Exinit und Mikrinit unterschieden. Die Abbildung zeigt ferner den Aufbau der durch die Endung it gekennzeichneten, als Gesteine aufzufassenden Streifenarten aus den Gefügebestandteilen. Danach besteht der Fusit überwiegend aus Fusinit und Semifusinit (Halbfusit), der Vitrit überwiegend aus Vitrinit, wozu harzige Bestandteile (Resinit), Fusinit und Semifusinit treten können. An Mattkohlen werden Clarit und Durit auseinandergehalten, deren Grundmasse beim Clarit überwiegend aus Vitrinit (humose Grundmasse), beim Durit aus Mikrinit (opake Grundmasse) besteht, worauf sich auch die Stachschen Begriffe Humodurit und Opakdurit stützen. Hauptbestandteil von Clarit und Durit ist weiterhin Exinit, bei dem nach Bedarf Sporonit und Cutinit unterschieden werden können. Die übrigen Bestandteile können mehr oder weniger häufig vertreten sein. Zwischenstufen können durch Wortbildungen wie Clarodurit, Vitrofusit usw. gekennzeichnet werden, wobei jeweils das zweite Wort den Hauptbestandteil andeutet.

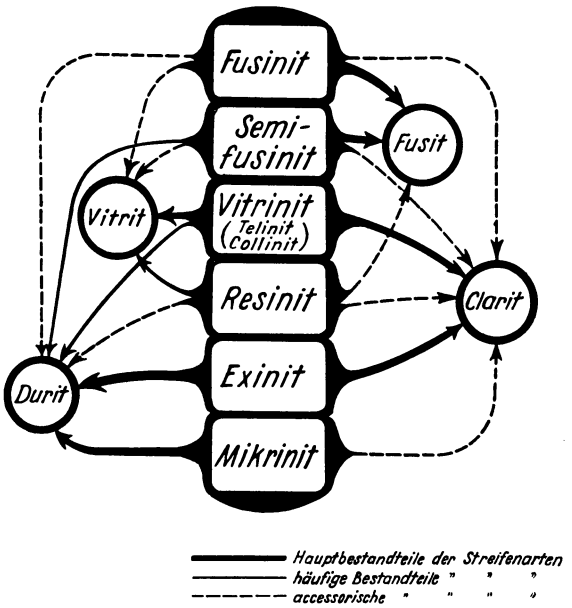


Abb. 307. Herleitung der Streifenarten aus den Gefügebestandteilen.

Bergmännische Bezeichnung	Streifenarten (Heerlen 1935) nach Stopes-Potonié	Forschungsstelle Bochum	Vorschlag Stach (Lehrbuch 1935)		Thiessen U. S. A.	
Faserkohle	Fusit	Fusit	Fusit		mineral charcoal	
		Halbfusit				
Glanzkohle	Vitrit	Übergangsstufen Provitrit	Pro-	Vitrit	bright-coal	anthraxylon
		Vitrit mit Gefüge				
		Vitrit ohne Gefüge	Eu-			
	Clarit	Clarit	Humo-	Durit		translucent attritus
Mattkohle			Eu-		semi-splint	
	Durit	Durit	Opak-		splint	opaque attritus

Abb. 308. Bezeichnungsweise in der Kohlenpetrographie.

In Abb. 308 sind die Streifenarten der Heerlener Nomenklatur der alten bergmännischen Bezeichnungsweise sowie den Vorschlägen der Forschungsstelle, von Stach und der Nomenklatur von Thiessen gegenübergestellt. Wie der Vergleich der beiden

Abbildungen zeigt, wird von den Übergangsstufen der Forschungsstelle der Halbfusit als Semifusinit zum Fusit, der Provitrit als Telinit zum Vitrit gerechnet. STACH (Lehrbuch 1935) nimmt bei der Mattkohle statt der Einteilung in Clarit und Durit auf Grund der verschiedenen Grundmasse eine Unterteilung nach Maßgabe des Mengenverhältnisses zwischen Exinit und Mikrinit einerseits und Vitrinit andererseits vor, wobei er sich von genetischen Überlegungen leiten läßt.

Bei der bergmännisch makroskopischen Unterscheidung der drei Bestandteile Glanz-, Matt- und Faserkohle wird in Deutschland die weitere Kennzeichnung nach Vorschlägen von LANGE (1928), KUKUK (1934), HOFFMANN (1933) durch bestimmte Zusätze wie mattstreifig u. dgl. vorgenommen, was auch für die als Gesteine anzusehenden Streifenarten der Heerlener Nomenklatur ohne weiteres möglich ist. Auf diesen Vorschlägen aufbauend hat die Forschungsstelle gemeinsam mit dem Ausschuß für die Normung des bergmännischen Rißwesens die in Abb. 325 veranschaulichte Darstellungsweise vorgeschlagen. Die graphische Darstellung für den Streifenaufbau der Flöze ergibt sich aus der makroskopischen und mikroskopischen Betrachtung, und zwar sind die Flözstreifen um so schwärzer dargestellt, je mattkohlenreicher sie sind. Mit Hilfe der verschieden gerichteten Schraffuren wird der bei der mikroskopischen Profilauszählung ermittelte Flözaufbau für je 5 cm wiedergegeben. Man muß sich bei der Gegenüberstellung der makroskopischen und mikroskopischen Bezeichnungen darüber im klaren sein, daß der mikroskopisch ausgehaltene eindeutig erfaßbare Clarit je nach Aufbau, Streifigkeit und Glanz bald zur Glanzkohle, bald zur Mattkohle zu rechnen sein wird. Ähnliches gilt auch hinsichtlich der Zuteilung zu Vitrit oder Fusit für die Übergangsstufen, so daß man lediglich mit der makroskopischen Betrachtung nicht weiterkommt. Einen wichtigen Einfluß übt hierbei der Inkohlungsgrad der Kohlen aus, der überhaupt neben dem petrographischen Aufbau größte Beachtung verdient. Grundsätzlich nehmen Glanzkohle und Mattkohle aller Flöze mit zunehmender Inkohlung einen immer höheren Glanz an, der schließlich nahezu metallisch wird. Faserkohle, fusitische Übergangsstufen und Verunreinigungen behalten dagegen makroskopisch bei der Inkohlung ihr mattes Aussehen bei.

b) Die makroskopische Erscheinungsform.

α) Streifenkohlen.

Streifenarten. Faserkohle (Fusit) ist im allgemeinen am geringsten in den Flözen vertreten; nur in den seltensten Fällen, wie z. B. bei den Zwickauer Rußkohlenflözen, bildet Fusit einen wesentlichen Bestandteil (STUTZER 1932). Bei den meisten Flözen findet er sich nur in Linsen- oder Streifenform zwischen bzw. in Glanz- oder Mattkohlenlagen eingelagert. Die Linsen sind zumeist nur $^1/_2$ bis wenige mm dick. Auf größere Erstreckung durchgehende, einheitliche bis mehrere cm starke Fusitstreifen finden sich nicht sehr häufig. Bisweilen handelt es sich dann nur um bestimmte Flözlagen, in denen die Fusitpartien zwar überwiegen, die aber immer wieder durch Streifen anderer Bestandteile, meist Glanzkohle, voneinander getrennt sind. Werden Kohlenblöcke nach den Fusiteinlagerungen getrennt, was meist sehr leicht möglich ist und sich beim Abbau oft ereignet, so findet man die Linsen aus durcheinanderliegenden unregelmäßig gestalteten Fusitstückchen bestehend, die dicht an die übrigen Bestandteile anschließen.

Mit der makroskopischen Erscheinungsform des Fusits haben sich in Deutschland R. POTONIÉ (1928/29), PATTEISKY und PERJATEL (1928), PETRASCHECK (1921), LANGE (1928/29), BODE (1927 u. a. o.), STACH (1927 u. a. o.), STUTZER (1929), KÜHLWEIN (1929), LIESKE (1929) u. a. beschäftigt. Danach ist schon makroskopisch ein aschenarmer, schwarz oder grauschwarz und rußig aussehender Fusit von einer aschenreichen, meist helleren Art zu unterscheiden. Es ist leicht erklärlich, daß der Fusit wegen seiner Holzzellstruktur sehr oft von Mineralien ausgefüllt worden ist. In diesem Falle kann der Fusit sehr fest sein (Hartfusit), sonst ist er sehr spröde, zerreiblich und abfärbend (Weichfusit); letzterer findet sich dieser Eigenschaft wegen oft in allerfeinster Nadelform stark angereichert im Kohlenstaub.

Der mengenmäßig häufigste Bestandteil in den meisten Flözen ist die Glanzkohle, aus Vitrit und zum Teil Clarit bestehend. Nach den obigen Ausführungen hat die Glanzkohle in der Flammkohle das stumpfste, im Anthrazit das glänzendste Aussehen. Der makroskopisch erkennbare reine Vitrit findet sich überwiegend nur in sehr feinen Streifen, die sehr selten eine Breite von einem oder mehreren cm annehmen. Allgemein zeichnen sich die Glanzkohlenstreifen dadurch aus, daß sie am stärksten von Schlechten und Lösen durchzogen sind. Hierdurch ist die „Glanzkohlenschieferung" entstanden (Stach 1925). Diese Klüfte setzen sich zumeist nicht in die ausgesprochenen Mattkohlenlagen fort, oder sie schließen sich bei Übergang in die festere Mattkohle zusammen. Weiterhin ist die Glanzkohle wesentlich spröder und zerbrechlicher als die Mattkohle, ein Umstand, der für den Kornfall und die besondere Aufbereitung nach kohlenpetrographischen Gesichtspunkten von Bedeutung ist (Hoffmann 1930 und Lehmann 1931). Während der Fusit das feinste Korn bildet und die Mattkohle gröber bleibt, gerät die Glanzkohle vornehmlich in die mittleren Kornklassen. Sie bricht würfelig; vielfach ist muscheliger Bruch besonders bei schwächer inkohlten Kohlen zu beobachten. Auf den zahlreichen die Glanzkohle durchsetzenden Klüften haben sich häufig Schwefelkies und Späte abgesetzt. Bei manchen Flözen findet sich Schwefelkies, Spateisenstein u. dgl. auch in feinst verteilter Form innerhalb der Glanzkohlensubstanz selbst.

Die Mattkohlenbestandteile Durit und Clarit treten sowohl in dicken Bänken als auch in sehr feinen Streifen auf. Bei den Ruhrkohlenflözen ist erstere Ausbildung allerdings nicht zu häufig zu beobachten. Je nach der nur mikroskopisch erkennbaren Zusammensetzung und dem Inkohlungsgrad sieht die Mattkohle makroskopisch recht verschieden aus. Ein dichter Durit aus der Flamm- bis Gaskohle besitzt keinen Glanz, sondern ein grauschwarzes Aussehen. Handelt es sich um eine claritische Kohle oder um einen Durit mit feinsten Glanzkohlenstreifen, so hat die betreffende Mattkohle einen fettartigen Glanz. Mit zunehmender Inkohlung wird auch der Durit glänzender, bis er bei den stärkst inkohlten Kohlen makroskopisch nicht mehr erkennbar ist, wenn er nicht in größerem Ausmaße Einlagerungen von Fusinit, Semifusinit, Telinit u. dgl. enthält. Der Bruch ist namentlich beim Durit matt, teils eben, teils unregelmäßig und vielfach körnig ausgebildet, während Kennel- und Bogheadkohlen ausgesprochen muschelig und schalig brechen. Während der Fusit zumeist nur in linsenförmigen Einlagerungen zu finden ist und auch der einzelne Glanzkohlenstreifen nach kurzer Zeit auskeilt, halten die Mattkohlenlagen im allgemeinen auf längere Erstreckung hin aus, wenn sie auch hierbei Mächtigkeitsschwankungen unterworfen sind oder Einschlüsse anderer Bestandteile enthalten. Selbst die dichtesten Mattkohlenlagen der Streifenkohlen weisen eine deutliche Schichtung auf.

Brandschiefer. Ein großer Teil der Ruhrkohlenflöze ist reich an Brandschiefer (Stutzer 1923, Hock-Kühlwein 1930, Bode 1931, Schulze 1931, Stach 1935, Winter 1927). Dieser sieht je nach Aschengehalt und Gefüge dunkel bis heller schwarzgrau aus, vielfach hat er einen braunen Schimmer. Bei dichter Ausbildung kann er makroskopisch leicht mit Durit verwechselt werden; einen genauen Einblick in die Aschenverteilung gibt erst das Mikrobild. Zweckmäßig bezeichnet man die Partien als Brandschiefer, bei denen gemäß dem mikroskopischen Bild eine aufbereitungstechnische Trennung von Kohle und Aschenträger nicht mehr durchführbar ist, so daß sich bei noch so weitgehender Zerkleinerung der Aschengehalt der auf 15—20% herabgehen kann, kaum ändert. Die Kohlensubstanz kann hierbei sowohl Vitrit-Clarit aber auch Durit und fusitisches Material sein. Der Brandschiefer zeigt im unzerdrückten Zustand meist gute Schichtung. Da die Brandschieferlagen jedoch bei vielen Flözen die Partien sind, auf denen bei der Auffaltung die Bewegung stattgefunden hat, so sind sie oft zerdrückt und verruschelt. Die Festigkeitseigenschaften hängen weiterhin von Ausbildung und Zusammensetzung ab; es gibt ebensogut sehr feste wie auch besonders leicht zerfallende Brandschiefer.

Harzeinlagerungen. An weiteren makroskopisch erkennbaren Bestandteilen organischen Ursprungs weisen manche Ruhrkohlenflöze Harzeinlagerungen auf, und zwar in Linsen und Streifen bis 1 cm Stärke (Hoffmann-Kirchberg 1930, Winter 1929).

In der letzten Zeit wurden häufiger harzführende Flöze in der Flamm- bis Gaskohle aufgefunden. Die Harzeinlagerungen sind an ihrer dunkelbraunen Färbung, besonders übertage, leicht festzustellen. Sie sind spröde und leicht zerreiblich. Hierbei entsteht ein gelbbraunes Pulver. Beim Anbrennen mit einem Streichholz schmilzt das Harz leicht und gibt einen weihrauchartigen Geruch ab.

β) Faulschlammkohlen.

Ebenfalls zu den Mattkohlen muß man Kennel- (Sporen), Kennel-Boghead und Boghead-(Algen-) Kohle rechnen. Von diesen treten besonders die Kennelkohlen im Ruhrgebiet selbständig flözbildend auf. An Bogheadkohlen ist vor allem ein Flöz auf Brassert und Auguste Victoria bekannt geworden (Stach-Hoffmann 1931), während als Kennel-Bogheadkohlen zu bezeichnende Flöze öfters aufzutreten scheinen (Bode 1931). Ein ausgeprägtes derartiges Flöz findet sich ebenfalls auf der Zeche Brassert. Beachtlich sind auch die Boghead-Kohlenfunde in der erzgebirgischen Steinkohle (Stutzer 1934). Es ist bemerkenswert, daß diese Sapropelflöze im Streichen wenig aushalten. Eine makroskopische Unterscheidung der drei Flöztypen ist kaum möglich, sie besitzen vielmehr je nach ihrer Zusammensetzung und ihrem Aschengehalt, der oft recht hoch ist, wenn sich Übergänge zum Kennelschiefer einstellen, schwarz- bis braungraues Aussehen mit bisweilen mattem Fettglanz. Sie sind außerordentlich fest, zähe und zeigen — abgesehen von bankiger Ausbildung — im allgemeinen keine ausgesprochene makroskopisch erkennbare Schichtung. Im Laufe der Inkohlung werden Kennel- und Bogheadkohlen glänzender und spröder. Es ist jedoch abwegig, diesen Kohlen im vorgerückten Inkohlungsstadium besondere Namen beizulegen. Ebensowenig ist der Ausdruck Pseudo-Kennelkohlen für die darunter meist verstandenen äußerst feinstreifigen Brandschiefer am Platze.

2. Genetischer Überblick.

a) Flözbildungsvorgänge.

Nach Arbeiten von H. Potonié (1920), Gothan (1923), Kukuk (1924), Lehmann (1919/20), Böttcher (1925 und 1921) sind die Steinkohlenflöze des Ruhrbezirkes in Sumpfflachmooren eines absinkenden Troges gebildet worden. Sie sind zumeist von einem tonigen oder sandig-tonigen Wurzelboden unterlagert. Die Flözbildung im einzelnen ist nach H. Potonié durch Verlandung offener Wasserstellen zustande gekommen, deren erste Stufe durch Faulschlammbildung gekennzeichnet ist, worauf sich das eigentliche Moor bilden konnte. Diese Auffassung läßt sich mit den Ergebnissen der Flözuntersuchung von Hoffmann nicht in Einklang bringen, die durch zahlreiche Untersuchungen der Forschungsstelle für angewandte Kohlenpetrographie bestätigt werden konnten. Nach diesen Arbeiten besitzen die Flöze im allgemeinen keine Faulschlammbildungen im Liegenden. Treten Kennel- oder Bogheadkohlenpacken auf, so finden diese sich zumeist am Hangenden. Der liegendste Teil ist zumeist glanzkohlenreich, während sich die wohl ausgeprägten duritischen Mattkohlenlagen in den meisten Fällen in den oberen oder mittleren Flözteilen vorfinden. Diese Feststellung geht auch schon aus Arbeiten von Thiessen (1924), und weiterhin von Lange (1928), Rittmeister (1928) und Krüpe (1931) hervor. Man muß hiernach annehmen, daß bestehende Landpflanzenwälder bei erneutem Absinken des Troges zu Sumpfflachmooren wurden, die nach verhältnismäßig kurzer Zeit versanken, womit die eigentliche Flözbildung abgeschlossen war. Der Landpflanzenwald bildete die liegenden glanzkohlenreichen Partien, zum Teil durch Vermoderung. Während in diesem ersten „Trockenstadium" der Flözbildung die Sporen, Kutikulen usw. zum großen Teil aerob zersetzt wurden, blieben sie im „Sumpfstadium" beim schärferen Absinken des Troges erhalten; sie konnten sich dann stärker an der Kohlenbildung beteiligen, wodurch die Ausbildung der duritischen Mattkohlenlagen zustande kam. Brandschiefer findet sich besonders häufig am Hangenden. Diese Feststellungen führen zu einem im Ruhrgebiet immer wiederkehrenden Flöztypus, der in Abb. 309 dargestellt ist (Hoffmann 1933).

Es ist versucht worden, die Abhängigkeit der Flözbildung von einer durch die intrakarbonische Faltung hervorgerufenen Schwellen- und Senkenbildung festzustellen. LEHMANN-STACH (1930), HOFFMANN (1933), KRÜPE (1931) (vgl. auch PETRASCHECK und KODERHOLD 1930) glauben eine Abhängigkeit von der Primärfaltung dahingehend festgestellt zu haben, daß in den Senken eine stärkere Mattkohlenbildung stattgefunden hat; entsprechend ist auch in den Schwellen ein höherer Glanzkohlengehalt gefunden worden. BRUNE (1932) gelangt bei stratigraphischen Untersuchungen zu entsprechenden Ergebnissen. OBERSTE-BRINK (1929/33), KELLER (1931/32/33) u. a. haben sich jedoch auf Grund ihrer besonders bei der Untersuchung von Flözscharungen gewonnenen Erkenntnisse dieser Auffassung nicht anschließen können. OBERSTE-BRINK hat keine Abhängigkeit in der Ausbildung der Nebengesteinsschichten von der Primärfaltung feststellen können. Das gleiche gilt von KELLER, der weiterhin Pflanzenhorizonte verfolgt hat.

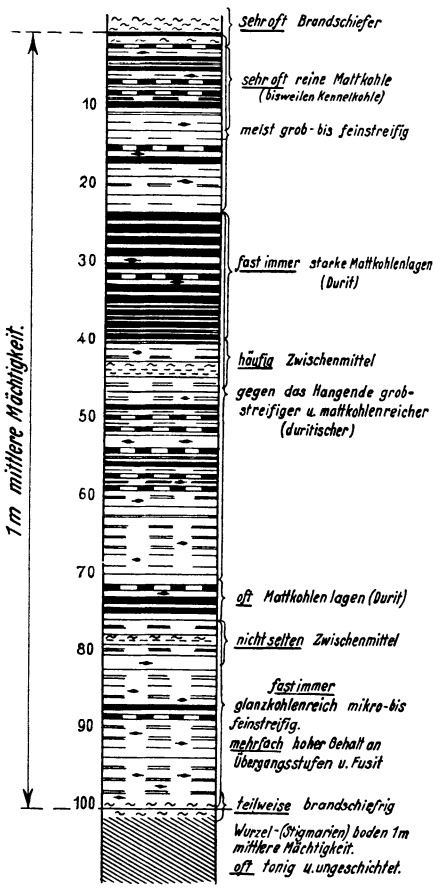


Abb. 309. Flöztypus des rheinisch-westfälischen Kohlenbezirkes. Nach E. HOFFMANN.

b) Bildung der einzelnen Gefügebestandteile.

α) Fusit.

Über die Bildung des Fusits bestehen noch immer Meinungsverschiedenheiten. Während die „Syngenetiker" GRUND (1928), R. POTONIÉ (1928/29), PETRASCHECK (1921/26), GOTHAN, BODE (1927, 30/32) zum Teil auch STUTZER (1929) u. a. den Fusit für fossile Holzkohle halten, also eine Entstehung durch Waldbrand annehmen, haben die „Epigenetiker" wie GRAND' EURY (1882), WHITE (1908), STACH (1927), PATTEISKY-PERJATEL (1928), LANGE (1928/29), BÜCHLER (1929), LIESKE (1929), JURASKY (1929) u. a. auf andere Weise versucht, die Bildung der Faserkohle zu erklären. Zurückgehend auf die Austrocknungstheorie von GRAND' EURY glauben viele dieser Forscher die Bildung des Fusits in der Weise vor sich gegangen, daß die Ausgangssubstanz besonderen Vorgängen der Austrocknung, Vermoderung oder einem Überzug durch Humuskolloide unterworfen gewesen ist. MCKENZIE TAYLOR (1928) glaubt eine besondere Bakterientätigkeit annehmen zu müssen, während LIESKE eine „Gasraumtheorie" entwickelt hat, wonach sich der Fusit in gaserfüllten Hohlräumen gebildet hat, die bei der Gärung im Torflager entstanden. Allen diesen Theorien ist vorgeworfen worden, daß es nicht gelingt, die tatsächliche Bildung des Fusits auf diesen Wegen versuchsmäßig nachzuweisen. Schon hierdurch hat die Waldbrandtheorie einen bedeutenden Vorsprung, weil ja beim Brand Holzkohle entstehen und diese naturgemäß auch in die Torfsubstanz hineingelangen kann. Man kann deshalb wohl annehmen, daß der echte Fusit durch Waldbrand entstanden ist, ohne jedoch andere Bildungsmöglichkeiten grundsätzlich abzulehnen.

Mikroskopisch ist der Fusit derjenige Bestandteil, der am sichersten an seinen Holzzellstrukturen erkennbar ist, die in mehr oder weniger gutem Erhaltungszustande vorliegen, hauptsächlich sind also holzige Bestandteile in Fusit umgewandelt worden. Ob Fusit auch aus krautigem Material gebildet worden ist, wie WHITE und LANGE gemeint haben, ist noch unentschieden, aber nicht ausgeschlossen. R. POTONIÉ und BODE führen ebenso wie JURASKY aus, daß die Fusitbildung in erster Linie auf koniferoide Gewächse zurückzuführen ist, doch sind auch pteridophytische Gewächse beteiligt. Nach BODE 1930/32) vermag die Waldbrandtheorie auch alle Besonderheiten der Fusitausbildung,

so die Art der Verteilung im Flöz, die zu beobachtende Fältelung und Stauchung, das Auftreten von verkohlten Harzkörpern usw. zu erklären, die an und für sich gegen die Waldbrandtheorie zu sprechen scheinen. Dies soll nicht weniger auch für die Bildung von Semifusinit (Halbfusit von STUTZER, Xylain von DUPARQUE) gelten.

β) Übergangsstufen.

Die von der Bochumer Forschungsstelle als Übergangsstufen bezeichneten Gebilde wie Semifusinit und Telinit weisen in allen Fällen Zellgefüge auf, das jedoch durchweg stärker zersetzt ist als beim Fusit. Je nach Zellausbildung, Farbe, Relief usw. werden Telinit (Provitrit) zum Vitrit, Semifusinit (Halbfusit) zum Fusit gerechnet. Ein allmähliches Übergehen nach Vitrinit und Fusinit ist sehr häufig zu beobachten. Es spricht jedoch nichts dafür, daß Übergangsstufen im Laufe der Inkohlung in Vitrit oder Fusit umgewandelt werden können. Wenn — wie gesagt — die Bildung des echten Fusits durch Waldbrand zu keinen Bedenken Anlaß gibt, so wird man auf Grund der mikroskopischen Erscheinungsform der Übergangsstufen auch andere Entstehungsbedingungen in Betracht ziehen können. Die in Anlehnung an bestehende Theorien geäußerte Ansicht, nach der die Bildung der Übergangsstufen auf Austrocknungsvorgänge zurückzuführen ist (HOCK-KÜHLWEIN 1931, LEHMANN-HOFFMANN 1932), worauf eine Überführung der ausgetrockneten (Holz)-Bestandteile in Vitrit nicht mehr möglich gewesen ist, hat viel Wahrscheinlichkeit für sich. Die ausgetrockneten Bruchstücke gelangten in ähnlicher Weise wie der Fusit in die Torfmasse. Leicht erklärlich ist auch, warum sie besonders häufig in den Duritlagen auftreten.

γ) Vitrit.

Die mikroskopische Erkennung des Vitrits bereitet im allgemeinen keinerlei Schwierigkeiten. Gewisse unterschiedliche Auffassungen sind darüber entstanden, inwieweit der Vitrit als homogen — also als Kollinit — zu bezeichnen ist und wie man sich seine Bildung vorstellen muß.

Ohne Zweifel ist der Vitrit in der Hauptsache aus Holz und Periderm entstanden, daneben dürfte jedoch auch krautiges Material beteiligt gewesen sein. Der Nachweis, daß es sich bei den Vitritlagen nahezu ausnahmslos um holzige Überreste handelt, ist besonders von amerikanischen und englischen Forschern wie THIESSEN, JEFFREY, EVANS-SLATER-WHEELER (1929), weiter von DUPARQUE und R. POTONIÉ geführt worden. In Deutschland ist man vielfach geneigt gewesen, einen größeren Anteil des Vitrits auf kolloidale Humuslösungen, also doppleritische Bildungen, zurückzuführen. Daß der ganz überwiegende Teil des Vitrits noch Zellstrukturen aufweist, also Telinit darstellt, läßt sich — abgesehen von Dünnschliffen — auch an Anschliffen sehr leicht nachweisen, wenn diese mit Chromsäure oder ähnlichen Chemikalien geätzt werden. Vielfach gibt auch die Anwendung von Ölimmersion und polarisiertem Licht hinreichenden Aufschluß. Neuerdings hat STACH (1933) berichtet, daß es mit Hilfe infraroter Strahlen und Verwendung der Spiererlinse beim Dünnschliff möglich sein soll, in jedem Vitrit und auch in der Grundmasse der Mattkohle Zellstrukturen nachzuweisen. Die dahingehenden Untersuchungen dürften jedoch noch nicht so umfangreich sein, daß man jegliche doppleritische Bildung bestreiten kann. Zweifellos muß ein Teil der Holzsubstanz bis zur Bildung kolloidaler Humuslösungen zersetzt worden sein, welche die noch figuriert erhaltenen Holzreste (außer fusitischen Bildungen) durchtränkt haben, wie auch wahrscheinlich ist, daß die Opaksubstanz wenigstens zum Teil kolloidal vorhanden gewesen sein muß (HOFFMANN-STACH 1931).

Allgemein hat die zu Vitrit gewordene Torfsubstanz einen Gallertezustand durchgemacht, worauf Sprödigkeit und zum Teil muscheliger Bruch hinweisen. Überlegungen über die Auffassung der Kohle als Kolloid haben besonders WINTER (1914/27), STACH (1928), STADNIKOFF (1930) u. a. angestellt. Die Meinung STADNIKOFFS, wonach die Glanzkohle als Sapropel zu bezeichnen ist, wird von vielen anderen Forschern, z. B. BODE (1932) nicht geteilt. Es ist jedoch keineswegs ausgeschlossen, daß es auch Vitrit mit Sapropelcharakter gibt. Stärkere derartige Flözbildungen mögen bei den von STADNI-

KOFF beschriebenen sibirischen Vorkommen vorliegen. In die Humuslösungen sind naturgemäß auch die Derivate der Fette, Eiweißstoffe usw. gelangt, worauf nicht zuletzt die Back- und Verkokungseigenschaften des Vitrits zurückzuführen sind.

δ) Clarit.

Clarit ist die Streifenart, die die in einer vitrinitischen oder humosen Grundmasse figurierten Pflanzenreste, sog. Exinit in Form von Makro- und Mikrosporen, Blattoberhäuten (Kutikulen) enthält. Diese Pflanzenreste werden nach R. POTONIÉ als Stabilprotobitumina bezeichnet; ZETSCHE und KÄLIN (1932) schlagen die Bezeichnung Polymerbitumen vor. Neben Mischtypen gibt es reine Sporenclarite, ebenso wie Kutikulenclarite. Die Protobituminapackung kann recht verschieden sein; zumeist ist sie im Clarit weniger dicht als im Durit, es gibt jedoch auch Clarite mit ungewöhnlich dichter Packung. Vielfach sind auch die Pflanzenreste im Clarit weniger gut als im Durit erhalten. Neben Exinit sind Fusinit, Semifusinit, Splitter und Flocken von Mikrinit (Opaksubstanz), Resinit (Harz), untergeordnet auch Sklerotien (SCHULZE 1933, STACH 1934/35) vertreten. Je nach der Dichte und Art der Einlagerungen weicht der Clarit in seinem makroskopischen Aussehen vom Vitrit ab, er wird matter und nimmt einen fettartigen Glanz an, ebenso werden der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und die weiteren Eigenschaften entsprechend beeinflußt (RITTMEISTER 1928, KÜHLWEIN 1931). Die humose Grundmasse des Clarites ist mikroskopisch einwandfrei Vitrinit, erscheint allerdings gewöhnlich etwas dunkler. In ihren chemischen Eigenschaften weicht sie nicht sehr vom Vitrit ab. Ihre Bildung aus Humuslösungen bzw. stark zersetzter Torfgallerte darf als sicher angenommen werden.

ε) Durit.

Im Gegensatz zum Clarit führt der Durit überwiegend Mikrinit als Grundmasse, die flockig, schlierig oder brekziös ausgebildet sein kann. Hiervon zu trennen sind feine Splitter von Fusinit, Semifusinit und Sklerotien, die auch in größeren Stückchen sehr häufig eingelagert sind. An Bitumenkörpern sind in gleicher Weise wie beim Clarit Exinit (Makro- und Mikrosporen, Kutikulen) und Resinit vertreten; bisweilen sollen auch Algen auftreten. Mit der näheren Untersuchung der in den Ruhrkohlen auftretenden Sporen und Kutikulenformen haben sich STACH und ZERNDT (1931), sowie R. POTONIÉ (1932) mit seinen Schülern WICHER (1934), LOOSE (1934), IBRAHIM (1932) u. a. beschäftigt. Man hat hierbei versucht, bestimmte Leitformen festzustellen. Ähnliche Untersuchungen haben LANGE (1927) in Oberschlesien, THIESSEN in Amerika (1922) und G. E. EDDY in Verbindung mit SLATER, EVANS und WRAY (1930/31) sowie RAISTRICK (1935, S. 1275) in England angestellt.

Beim Durit hängen der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und die übrigen Eigenschaften weitgehend von der Protobituminapackung und dem Mikrinitanteil, der Opaksubstanz, ab. Durch letztere wird beispielsweise der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen beträchtlich herabgesetzt, durch erstere stark erhöht (HOFFMANN 1930, KÜHLWEIN 1931/35). Neben Mikrinit ist in den meisten Fällen auch Vitrinit in der Grundmasse vertreten, wie naturgemäß zwischen Clarit und Durit Mischtypen (Zwischenstufen) häufig sind. Die Eigenart der Opaksubstanz hat Anlaß zu einer eingehenden Untersuchung gegeben, wobei jedoch bis jetzt noch keine einheitliche Auffassung zustande gekommen ist. HOFFMANN und STACH (1931) haben Fällungsvorgänge herangezogen und eine genetische Beziehung zwischen Mikrosporen und Opaksubstanz angenommen. Dieser Auffassung sind HOCK-KÜHLWEIN (1931) und BODE (1932) entgegengetreten, von denen der letztere auf Gedankengänge von MCKENZIE TAYLOR zurückgreift.

3. Durchführung der mikroskopischen Kohlenuntersuchung.

a) Die Hilfsmittel der Diagnose.

Während in den angelsächsischen Ländern besonders durch THIESSEN (1920), JEFFREY (1924) und LOMAX (1922) die Dünnschliff- und Dünnschnittuntersuchung zu

hoher Vollkommenheit entwickelt worden ist, ist man in Deutschland nach dem Vorgehen von WINTER (1913) mehr und mehr zur Untersuchung von Anschliffen übergegangen. Der Dünnschliff ist zeitraubender als der Anschliff und weder für die Anfertigung von Staubanschliffen noch von Präparaten stärker inkohlter Kohlen geeignet. Besondere Bedeutung hat der Reliefschliff erlangt, der unter Verwendung der SCHNEIDERHÖHN-schen Mischung nach STACH-KÜHLWEIN (1928) auch die Herstellung von Staubpräparaten ermöglicht. Die Präparate werden hierbei mit Karborundum und Schmirgel vorgeschliffen und auf einer rotierenden Tuchscheibe mit feingeschlämmter Tonerde auf Relief poliert. Daneben hat unter anderen STACH (1934) Carnaubawachs für Guß-, Tränk- und Preßschliffe erfolgreich benutzt. Bakelit ist von KREMSER (1934) und H. KOOPMANS (1935) herangezogen worden, eignet sich aber in erster Linie für harte Materialien, wie z. B. Koks. Die vorzügliche Eignung des Anschliffes tritt erst dann besonders in Erscheinung, wenn zusätzliche Hilfsmittel zur Anwendung kommen. So hat neuerdings besonders KÜHLWEIN (1931) die Notwendigkeit der Anwendung von Ölimmersion in den Vordergrund gestellt, während HOFFMANN (1932) und JENKNER (1932) zeigten, für welche Zwecke sich polarisiertes Licht empfiehlt, dessen Anwendung vielfach das zeitraubende Ätzen der Präparate überflüssig macht. Bei wenig inkohlten Kohlen gewähren Schräglicht bzw. Dunkelfeld tiefere Einblicke (STUTZER 1931, HOCK-FISCHER 1930). Makrosporen erscheinen in ihrer natürlichen Farbe. Im ultravioletten Licht (Lumineszenz) treten Algen und Harzkörperchen besonders scharf hervor. Recht aufschlußreich sind in vielen Fällen, vornehmlich bei stark inkohlten Kohlen, die bekannten Ätzverfahren STACH (1928), TURNER (1929). JONGMANS und KOOPMANS (1931) haben diese in letzter Zeit mit gutem Erfolg an Gipspräparaten zur Anwendung gebracht. Bei Einzeluntersuchungen, z. B. Sporenuntersuchungen, bringt oft erst die Mazeration hinreichende Aufklärung.

b) Die mikroskopische Erscheinungsweise der Kohlengefügebestandteile.

Die mikroskopische Erscheinungsform der einzelnen Gefügebestandteile soll durch eine Anzahl Abbildungen erläutert werden, dabei wird auch auf die jeweils zweckmäßigsten Untersuchungsmethoden hingewiesen.

Abb. 310 zeigt die Makroaufnahme eines Stückschliffes, worin die einzelnen



Abb. 310. Stückanschliff einer Streifenkohle. 4/5 nat. Größe.



Abb. 311. Dichter Durit mit viel Übergangsstufen. Dunkel: Protobitumina (Exinit); hell: Vitritsubstanz, Übergangsstufen und Opaksubstanz, die erst bei stärkerer Vergrößerung auseinander gehalten werden können. Milar. Vergr. 10mal.

glänzenden und matten Streifen sehr gut zu erkennen sind. Der in Abb. 311 bei schwacher Vergrößerung wiedergegebene dichte Durit wird von zahlreichen Einlagerungen wie Telinit

und Semifusinit unterbrochen. Die matten Streifen in Abb. 312 sind claritisch ausgebildet, einzelne Makrosporen treten gut hervor. Da es sich um eine wenig inkohlte Kohle handelt, sehen die Protobitumina recht dunkel aus. Die Vitritstreifen zeigen schwach angedeutete Zellstruktur. Zwischen Matt- und Glanzkohlenstreifen sind die Reliefunterschiede gut zu erkennen. Die Art der Streifung macht man wie hier am besten bei schwacher Vergrößerung unter Verwendung

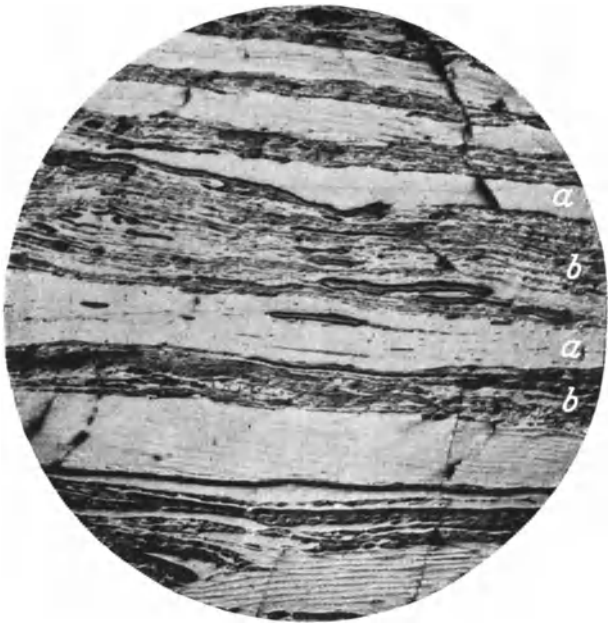


Abb. 312. Claritische Streifenkohle. *a* Vitritstreifen, zum Teil mit Holzzellstruktur; *b* Claritstreifen mit Mikro- und Makrosporen. Milar. Vergr. 10mal.



Abb. 313. Schnitt durch eine Fusitlinse. Hell: Zellwände; dunkel: Zellräume, vereinzelt mit sehr hell erscheinender Pyritausfüllung, trocken. Vergr. 81mal.

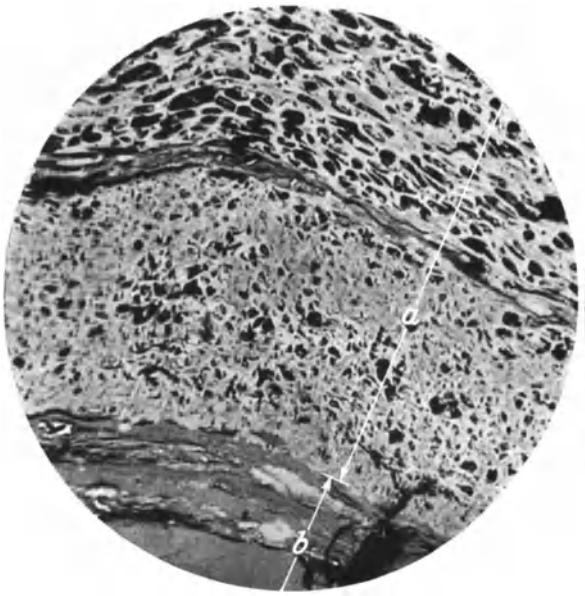


Abb. 314. *a* Übergangsstufen mit gut erhaltenem Zellgefüge (Semifusinit); *b* streifige Mattkohle. Ölimmersion. Vergr. 100mal.

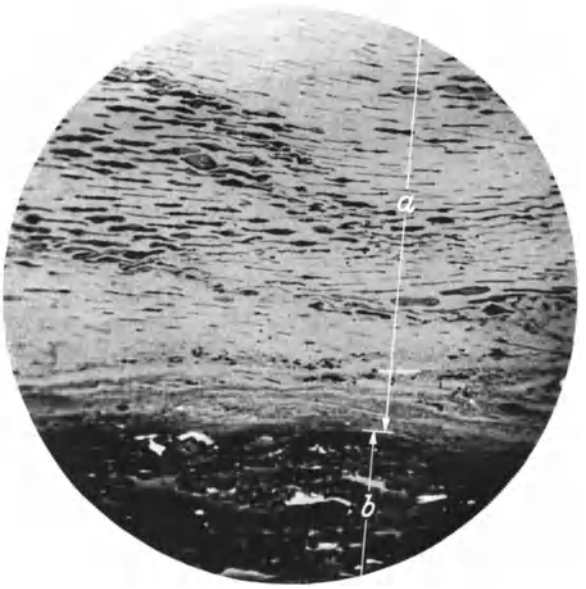


Abb. 315. *a* Vitrit einer Flammkohle mit sehr gut erkennbarem Zellgefüge, das zum Teil provitritisch ausgebildet ist. Zellen teils leer, teils harzerfüllt (Abart: Telinit). *b* Dichter Durit mit sehr dunklen Protobitumina. Ölimmersion. Vergr. 140mal.

von langbrennweitigen Objektiven ersichtlich. Abb. 313 zeigt die unregelmäßigen Trümmer einer Fusitlinse; das Zellgefüge ist ausgezeichnet erhalten, vereinzelt ist feinster Schwefelkies in Zellen eingelagert. Im Mikroskop erscheint der Fusit gelblichweiß. Das noch gut erhaltene Zellgefüge von Semifusinit ist in Abb. 314 infolge

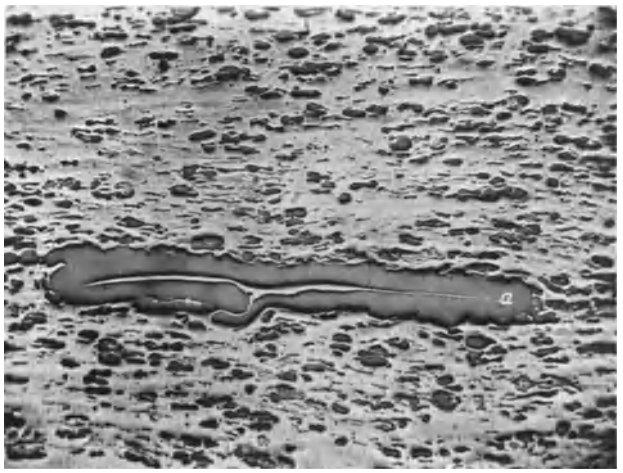


Abb. 316. Reiner Sporenclarit. Hell: humose Substanz (Vitrinit); dunkel: Sporen (Sporonit); bei *a* Makrospore, trocken. Vergr. 105mal.

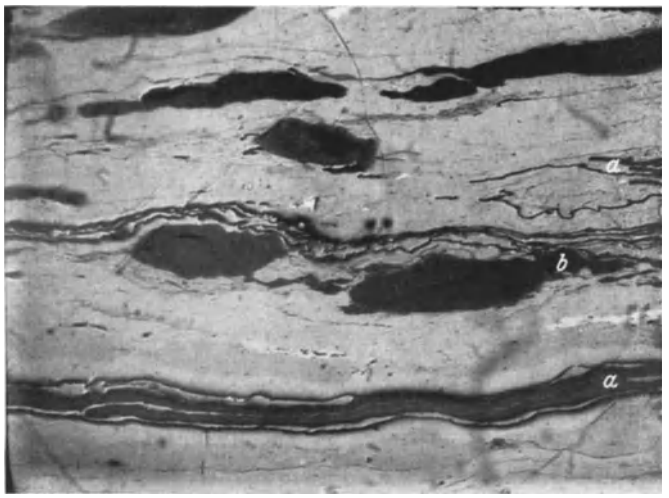


Abb. 317. Kutikulenclarit mit Harzkörpern. Hell: humose Substanz; dunkel: Kutikulen *a* und Harzkörper *b*. Ölimmersion. Vergr. 171mal.

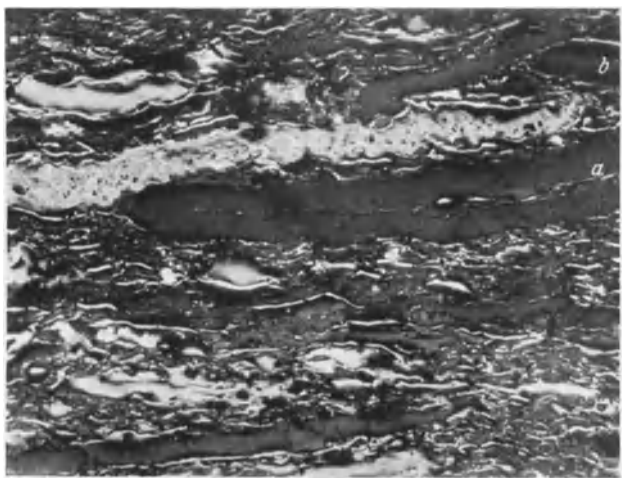


Abb. 318. Dichter Durit einer Flammkohle. Weiß: Opaksubstanz (Mikrinit); dunkel: Mikrosporen und bei *a* Makrospore (Exinit); bei *b* Übergangsstufen (Semifusinit). Ölimmersion. Vergr. 273mal. Das Kennzeichen *b* gilt für den durchgehenden weißen Semifusinitstreifen mit Zellstruktur, der im Bild zwischen *a* und *b* ausläuft.

der Beobachtung unter Ölimmersion gut zu erkennen. Die Übergangsstufen können alle Farbtönungen vom Grau des Vitrits bis zum Weißgelb des Fusits aufweisen. Abb. 315 zeigt einen Vitrit aus Gasflammkohle unter Ölimmersion, bei dem das Zellgefüge noch gut zu erkennen ist. Nicht selten sind diese Zellen durch die dunkler erscheinende Harzsubstanz ausgefüllt (verkient).

Die Abb. 316 und 317 zeigen schwach inkohlte Clarite. In der vitritähnlichen Grundmasse liegen bei Abb. 316 Mikrosporen, sowie eine Makrospore, bei der deutlich zu erkennen ist, wieweit das ursprünglich kugelige Gebilde zusammengedrückt ist. In Abb. 317 wird die Grundmasse bänderartig von Kutikulen durchzogen; daneben finden sich spindelförmige Harzkörper, die besonders oft im Clarit auftreten. Die Bitumenkörper erscheinen hier unter Ölimmersion besonders dunkel. Der Vergleich der Abb. 318 mit den Abb. 316 und 317 offenbart den grundlegenden Unterschied zwischen Clarit und Durit. Während der Clarit eine graue humose Grundmasse „Vitrinit" besitzt, kennzeichnet den Durit die opake Grundmasse „Mikrinit", die unter Ölimmersion weiß erscheint. In der Grundmasse liegen sehr dicht gepackt die Protobitumina, darunter besonders auffallend Makrosporen. Zum Vergleich sind zwei Dünnschliffaufnahmen THIESSENs eines Ruhrkohlenclarits und -durits in Abb. 319 wiedergegeben. Hierbei ist die Opaksubstanz schwarz, die Protobitumina erscheinen als helle Körper.

Bei Abb. 320 sind in einer opaken Grundmasse stark deformierte Sporen und eine Reihe von dunklen ovalen Körpern zu erkennen, bei denen es sich um Algen bzw. um Algenkolonien handelt. Die Kohle ist demzufolge eine Kennel-Boghead-kohle.

Abb. 321 zeigt die Wechsellagerung von Kohlenstreifen und Ton-

einlagerungen, also einen Brandschiefer. Der Aschenträger erscheint schwarz, die Kohlensubstanz ist fast ausschließlich vitritisch, daneben ist Schwefelkies geringfügig vertreten. Abb. 322 zeigt neben schwacher Tonschieferführung einen höheren Anteil an Schwefelkies. Die Kieskörnchen treten im Relief scharf hervor, sie sind im Mikrobild an ihrer speisgelben Farbe gut zu erkennen.

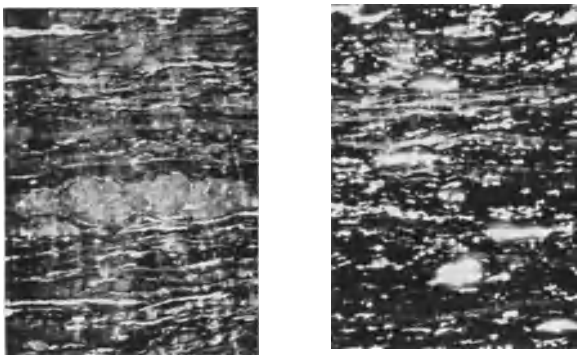


Abb. 319. Clarit und Durit einer Ruhrflammkohle. Weiß: Protobitumina (Exinit); grau: Vitrinit; schwarz: Opaksubstanz (Mikrinit). Dünnschliffbilder. Vergr. 95mal.

Bei den Körnerpräparaten liegen die einzelnen Kohlenstückchen, durch die Einbettungsmasse getrennt, nebeneinander. Ob es sich bei den einzelnen Körnern um reine Gefügebestandteile oder um „verwachsene" Stücke handelt, hängt von dem Grad der Zerkleinerung und der Streifigkeit der betreffenden Kohle ab. Abb. 323 zeigt ein solches Präparat, das aus einer Gasflammkohle in der Körnung 1—2 mm hergestellt wurde. Neben reinen strukturlosen Vitritstückchen sind zahlreiche Körner mit Gefüge zu erkennen, die aus Durit, Clarit und Brandschiefer bestehen, was allerdings erst bei stärkerer Vergrößerung und Ölimmersion entschieden werden kann. Abb. 324 vergegenwärtigt in einem Kohlenstaub

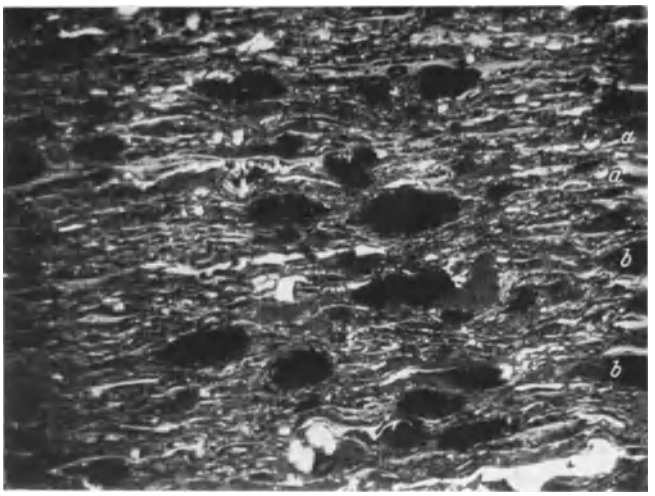


Abb. 320. Kennel-Bogheadkohle. Weiß: Opaksubstanz (Mikrinit); dunkel: stark deformierte Sporen *a*, Algenkörper *b*. Ölimmersion. Vergr. 273mal.



Abb. 321. Brandschiefer. Hell: Vitritsubstanz; dunkel: Toneinlagerungen; weiße Pünktchen: Schwefelkies. Ölimmersion. Vergr. 170mal.



Abb. 322. Brandschiefer mit Pyriteinsprengung. Grau: Vitritsubstanz; schwarz: Tonsubstanz; helle Pünktchen mit starkem Relief: Schwefelkies. Ölimmersion. Vergr. 110mal.

neben strukturlosem Vitrit feinste Fusitsplitterchen, die beim gänzlichen Zerbrechen des Zellgefüges entstanden sind. Der Fusit fällt durch Farbe, Kornform und scharfes Relief stark ins Auge.



Abb. 323. Körneranschliff. Grau: Harzeinbettungsmasse; weiß, strukturlos: Vitrit; strukturiert: Mattkohle und Brandschiefer; trocken. Milar. Vergr. 10mal.

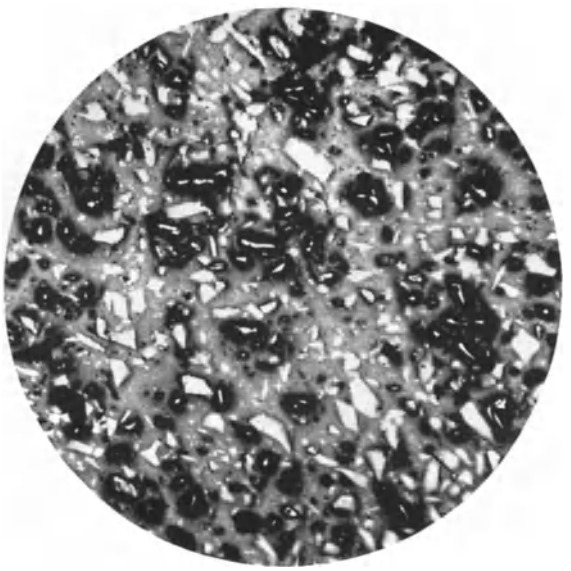


Abb. 324. Fusitreicher Staub im Körneranschliff. Grau: Harzeinbettungsmasse; weiße Körner mit schwachem Relief: Vitrit; helle Punkte und Nadeln mit starkem Reliefschatten: Fusit. Trocken. Vergr. 68mal.

c) Quantitative Analysenverfahren.

An Hand der Staubschliffpräparate ist zunächst von Stach (1930/31) ein quantitatives Analysenverfahren entwickelt worden. Hierbei wurden bei 170facher Vergrößerung Mattkohle, Faserkohle, Berge und FeS_2 im Hellfeld ausgezählt und die Glanzkohle als Differenz gegen 100 angenommen. Neuerdings werden nach Kühlwein (1931) und Hock (1931) Vitrit, Clarit, Durit, Übergangsstufen, Fusit und Brandschiefer unter Ölimmersion unter Zuhilfenahme des Integrationstisches (Stutzer 1932) ausgezählt, wobei die Berge vorher in einer Schwerelösung bei s = 1,9 abzutrennen sind. Durch die Verwendung von Ölimmersion und die feinere Unterteilung der Gefügebestandteile wird ein sicheres Erkennen und ein für die praktischen Erfordernisse genügender Einblick in die petrographische Zusammensetzung gewonnen. Ergänzend ist hierzu noch die Feingefügeausmessung bei etwa 500facher Vergrößerung unter Ölimmersion getreten, wobei mittels eines Objektmikrometers das Feingefüge von Duriten nach den einzelnen Gefügebestandteilen erfaßt werden kann (Hoffmann-Kühlwein 1935).

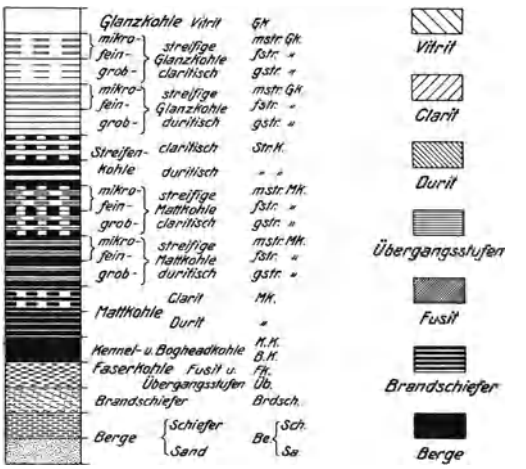
Bei höheren Fusitgehalten wird die Integrationstischanalyse sehr zeitraubend und ungenau. Es empfiehlt sich in diesem Falle aus Korn unter 10000 Maschen/cm² hergestellte Körnerpräparate mit Hilfe von Normenschliffen im Vergleichsmikroskop oder durch Anwendung von Vergleichsdiapositiven auf den Fusitgehalt auszuschätzen (Kühlwein-Hoffmann-Krüpe 1934).

Während bis jetzt nur makroskopische Flözausmessungen von Kukuk für den Ruhrbezirk vorlagen, ist die Forschungsstelle für angewandte Kohlenpetrographie dazu übergegangen, ganze Flözprofile unter Ölimmersion auszumessen und bildlich wiederzugeben (Kühlwein-Hoffmann-Krüpe 1934). In Abb. 325 ist ein Fettkohlenflöz an mehreren Stellen eines Grubenfeldes nach dieser Methode untersucht worden. Hierbei hat sich ergeben, daß der Streifenbau des Flözes im großen und ganzen gleichgeblieben ist; jeweils 40 cm unter dem Hangenden treten mächtige Mattkohlenlagen auf, während der liegende Flözteil sehr glanzkohlenreich ist.

Eine Untersuchung zahlreicher Flöze des Ruhrbezirkes an Hand von Schlitzproben von Lehmann-Stach (1930/32) lieferte beachtenswerte Ergebnisse, die sich aber heute wegen der damals noch unvollkommenen Untersuchungsverfahren nicht mehr in vollem Umfange vertreten lassen. So haben die neueren Untersuchungen gezeigt, daß die seinerzeit festgestellte stetige Abnahme des Mattkohlengehaltes von der Gasflamm- zur Magerkohle tatsächlich nicht vorhanden ist. Aus Tabelle 24 ist zu entnehmen, daß beispielsweise Fettkohlenflöze recht hohe Duritanteile aufweisen können; auch der Mattkohlengehalt der Magerkohlenflöze ist wesentlich höher, als damals angenommen wurde.

4. Mikroskopische Erkennung der Inkohlung.

Es wurde schon gesagt, daß sich bei einzelnen Gefügebestandteilen die Gefügeunterschiede durch die Inkohlung makroskopisch und mikroskopisch verwischen, eine Folge



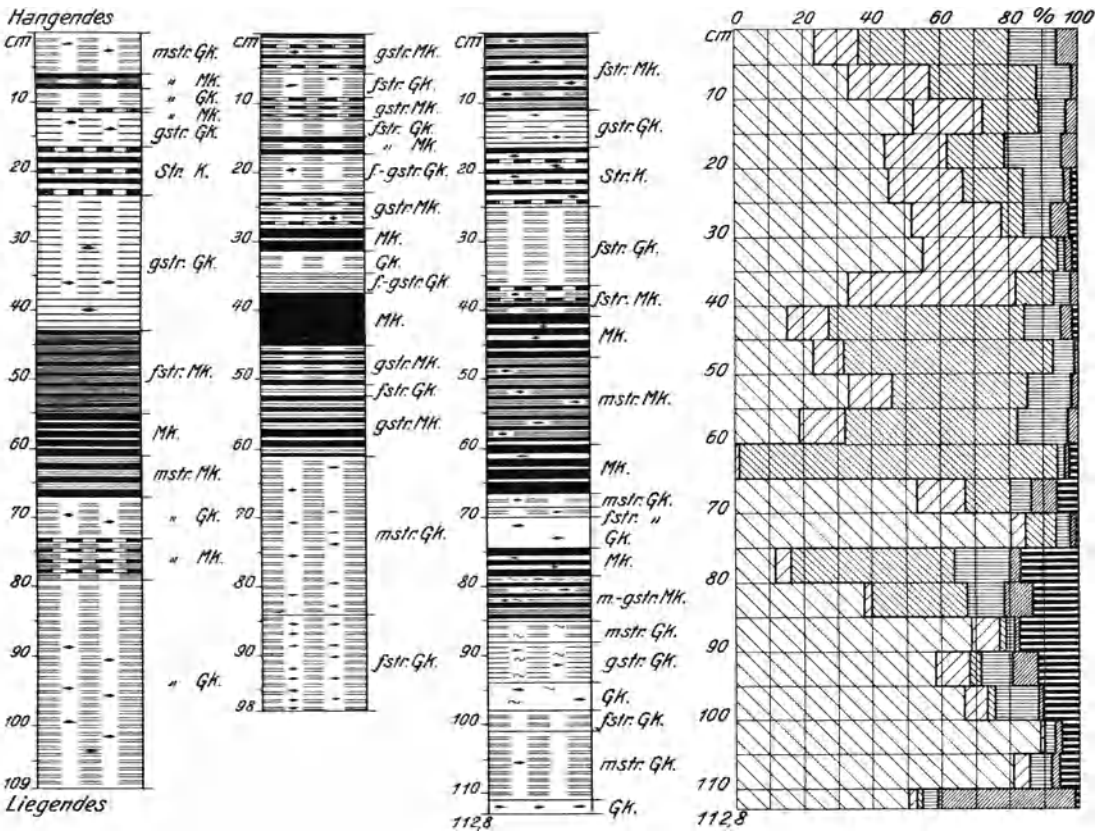


Abb. 325. Zeichengebung für die bildliche Darstellung von Flözprofilen und Beispiel einer mikroskopischen und makroskopischen Flözausmessung eines Fettkohlenflözes.

der Beeinflussung durch die Inkohlungsfaktoren: Druck, Temperatur und Zeit, von denen für den Ruhrbezirk der Druck als ausschlaggebend angesehen wird (Stach 1930, Hoffmann 1932, Lehmann 1932), der wenig inkohlte Kohlen in stark inkohlte anthrazitische und in anderen Revieren bei höchster Einwirkungsmöglichkeit in nahezu homogenen Graphit übergeführt hat. Die Änderung der mikroskopischen Erscheinungsform der Gefügebestandteile, besonders des Vitrits und der Protobitumina der Mattkohlen durch

die Inkohlung, ist dabei so kennzeichnend, daß sich hierdurch der Inkohlungsgrad einer Kohle mikroskopisch feststellen läßt.

a) An Mattkohlen.

Wird eine Flamm- bis Gasflammkohle im Mikroskop unter Ölimmersion betrachtet, so zeigen besonders die Makrosporen schwache braune Farben. Wird die Untersuchung im Dunkelfeld oder polarisierten Licht vorgenommen, so treten lebhafte braune bis braungelbe Farben auf. Die Makrosporen erscheinen, ähnlich wie im Dünnschliff, in natürlichen Farben, deren Intensität mit zunehmender Inkohlung abnimmt. Mit zunehmender Inkohlung, besonders nach dem Inkohlungssprung (Gaskohle-Fettkohle) sind Farberscheinungen nicht mehr zu beobachten. Die Protobitumina werden immer blasser und verlieren auch ihr Relief. Bei stärker inkohlten Fettkohlen sind sie ohne Ölimmersion nicht mehr wahrzunehmen; sie weisen jetzt sogar ein negatives Relief auf (Jongmans und Koopmans 1931). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß zwischen Verblassung der Protobitumina infolge fortschreitender Inkohlung und der Methanbildung und damit auch der Schlagwetterführung der Flöze gewisse Beziehungen bestehen (Hoffmann 1935).

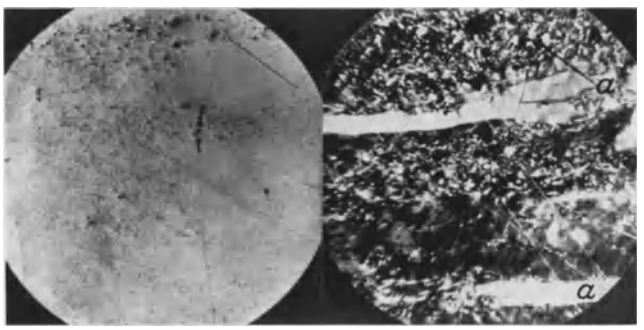


Abb. 326. Mattkohle aus Aachener Anthrazit. Links Hellfeld, trocken; rechts Ölimmersion, Nic. +. Bei *a* Makrosporen. Vergr. 100mal.

Im Bereiche der Eß- und Magerkohlen sind die Protobitumina auch bei Verwendung von Ölimmersion nicht mehr festzustellen. Hier hilft neben der Ätzung, die umständlich durchzuführen und bei feinkörnigen Präparaten nicht anzuwenden ist, nur die Heranziehung von polarisiertem Licht (Hoffmann - Jenkner 1932, Kühlwein-Hoffmann-Krüpe 1934, Hsieh 1930). Abb. 326 zeigt links das Hellfeldbild eines Aachener Anthrazites von vitrischem Aussehen. Wird der Schliff dagegen bei gekreuzten Nikols und unter Ölimmersion betrachtet (rechtes Bild), so offenbart sich das duritische Gefüge. Aus der im polarisierten Licht körnig erscheinenden opaken Grundmasse treten deutlich Makrosporen hervor, an denen auch noch die feinsten Anhängsel zu erkennen sind.



Abb. 327. Körneranschliff verschieden inkohlter Kohlen. Schwarz: Harzeinbettungsmasse. *a* Gasflammkohle; *b* untere Fettkohle; *c* Anthrazit. Ölimmersion. Vergr. 176mal.

b) An Glanzkohlen.

Mit steigender Inkohlung nimmt das Reflexionsvermögen des Vitrits zu. Diese Eigenschaft ist hervorragend zur Altersbestimmung der Kohle geeignet. Werden verschieden inkohlte Kohlen (Stach 1932, Kühlwein-Hoffmann-Krüpe 1934) unter Ölimmersion betrachtet, so läßt sich an Farbe und Glanz der einzelnen Vitritstückchen die jeweilige Kohlenart feststellen. Das Anthrazitkorn in Abb. 327 ist bei weitem am hellsten, die Gasflammkohle am dunkelsten, das weiterhin sichtbare Korn aus unterer Fettkohle nimmt eine Mittelstellung ein. Hierdurch ist natürlich nur eine qualitative Bestimmung des Inkohlungsgrades möglich.

Eine quantitative Bestimmung gestattet das Spaltmikrophotometer von Leitz (HOFFMANN-JENKNER 1932). Nach den hiermit durchgeführten Messungen besitzen die Flammkohlen des Ruhrbezirkes ein Reflexionsvermögen von etwa 7%, das ziemlich stetig auf etwa 14% bei den Anthraziten steigt. Nach neueren unveröffentlichten Untersuchungen dürfte die Reflexionsmessung auch für eine einwandfreie Unterscheidung und Einteilung von Braun-, Glanzbraun- und Steinkohlen geeignet sein, wobei alle Kohlen mit einem Reflexionsvermögen über 7% zu den Steinkohlen zu rechnen sind. Hierdurch wären in einfachster Weise sämtliche Schwierigkeiten behoben, die immer wieder bei der Klassifizierung der Kohlen auf chemischer Grundlage auftreten.

Tabelle 24. Ergebnisse der Flözprofilauszählung einzelner Flöze.

Flöz	Vitrit	Clarit	Durit	Übergänge	Fusit	Brandschiefer	Berge
		Attritus					
	%	%	%	%	%	%	%
Glücksburg . . .	54,6	26,5		8,3	6,1	3,5	1,0
bergefrei . .	55,2	26,7		8,4	6,2	3,5	—
Reden	61,6	10,0		6,4	8,2	3,5	10,3
bergefrei . .	68,6	11,2		7,1	9,2	3,9	—
Hagen	40,5	34,5	13,0	3,5	7,8	0,7	—
Zollverein 6 . .	36,5	25,0	15,0	3,0	4,5	4,0	12,0
bergefrei . .	41,5	28,5	17,5	3,0	5,0	4,5	—
Anna	37,5	37,5	13,0	4,0	3,5	3,0	1,5
bergefrei . .	37,0	37,0	12,8	3,9	3,4	2,9	—
Mathilde	23,3	28,4	8,9	4,7	4,8	20,5	9,4
bergefrei . .	25,8	31,3	9,8	5,2	5,3	22,6	—
Hugo	29,8	18,8	34,3	7,3	9,2	0,6	—
Albert	51,6	20,4	5,8	2,4	7,7	12,1	—
Röttgersbank . .	37,0	9,5	22,0	9,5	9,0	13,0	—
Wilhelm	42,5	14,0	26,0	8,5	4,0	5,0	—
Geitling	56,1	19,7		5,9	9,1	9,2	—
Kreftenscheer 2 .	48,9	27,8		5,0	4,8	13,5	—
Mausegatt . . .	69,5	11,0	8,9	4,6	3,1	2,5	0,4
bergefrei . .	69,1	10,9	8,9	4,6	3,1	2,5	—
Sarnsbank . . .	40,3	28,4		5,0	8,9	12,4	5,0
bergefrei . .	42,5	29,9		5,2	9,4	13,0	—
Hauptflöz . . .	58,5	10,5	9,5	4,0	5,0	7,7	4,8
bergefrei . .	61,5	11,0	10,0	4,2	5,2	8,1	—

Während an Sporen weniger inkohlter Kohlen im durchfallenden polarisierten Licht nach REICHENBACH (1929) schwache undulöse Auslöschung festzustellen ist, zeigen die Vitrite der Flammkohlen im Anschliff praktisch keine Anisotropie. Mit zunehmender Inkohlung jedoch ist eine immer stärkere Anisotropie zu beobachten (HOFFMANN-JENKNER

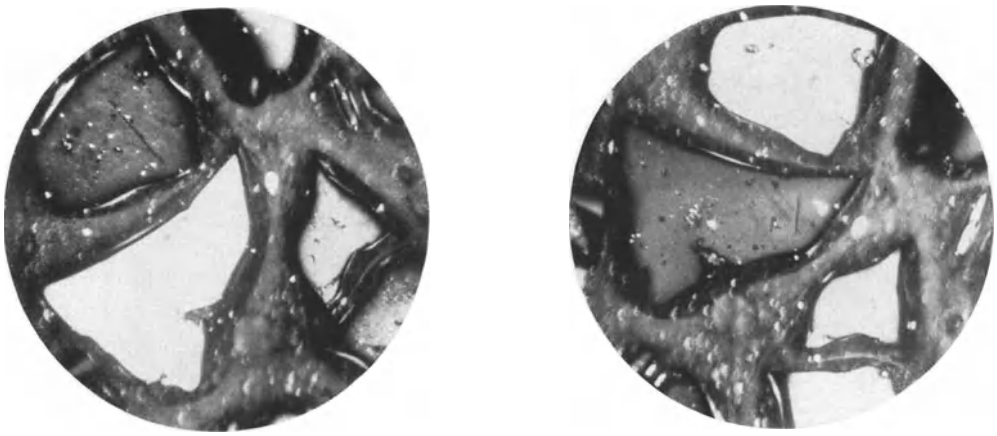


Abb. 328. Anisotropieeffekte im Körneranschliff eines stark inkohlten Anthrazits. Das rechte Bild ist gegen das linke um 45° gedreht; trocken, Nic. + Vergr. 51mal.

1932). Man muß annehmen, daß beim Abbau der komplizierten Kohlenwasserstoffe im Laufe der Inkohlung durch gerichtete Druckkräfte mehr und mehr ein Kristallgitter gebildet wird, das in der zunehmenden Anisotropie zum Ausdruck kommt. Durch Anwendung von polarisiertem Licht, vorteilhaft unter Verwendung von Gips- und Glimmerplättchen, die verschiedene Färbungen, Farbintensitäten und Farbumschläge auftreten lassen, kann also der Grad der Anisotropie und damit der Inkohlungsgrad der betreffenden Kohle festgestellt werden.

Abb. 328, bei der das rechte Bild um 45° gegen das linke gedreht ist, zeigt einen Körnerschliff von Anthrazit unter gekreuzten Nikols. Die Helligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Körnern sind deutlich wahrzunehmen; bei der Drehung um 360° tritt viermaliges Aufhellen und Abdunkeln ein. Wesentlich geringere Effekte zeigen die Fettkohlen, während gasreiche Kohlen unter diesen Bedingungen fast gleichbleibende Helligkeit aufweisen.

5. Technisch-wirtschaftliche Bedeutung der Kohlenpetrographie.

Die Kohlenpetrographie hat sich schnell zu einer angewandten Wissenschaft entwickelt, weil in Verbindung mit ihr auch die chemischen Erkenntnisse vom Aufbau der Kohle vertieft werden konnten. Vor allem zieht aber die Berücksichtigung des Kohlengefüges weitgehende Auswirkungen auf alle Zweige der Gewinnung, Veredlung und Aufbereitung der Kohle nach sich, weil man erst bei eingehender Beherrschung der Rohstoffgrundlage die Kohle in zweckmäßiger Weise verwerten kann.

Ausschlaggebend für die Bedeutung des Einflusses der Kohlengefügebestandteile in allen diesen Fragen ist die genaue Kenntnis ihrer physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften, worüber zahlreiche Beobachtungen im Schrifttum niedergelegt sind, die Stach in Kapiteln seines Lehrbuches über die technische Eignung nach den einzelnen Streifenarten, wenn auch nicht erschöpfend und genügend klar, wiedergegeben hat (1935). Diese Darlegung stellt eine wesentliche Verbesserung der früheren Anschauungen dar (Stach 1931). Besonders eingehend haben Stutzer und Mitarbeiter (1929) diese Verhältnisse für den Fusit behandelt. Bei betrieblichen Schlußfolgerungen muß aber stets beachtet werden, wie sich Mischungen der Gefügebestandteile verhalten, wie ihre Korngrößenzusammensetzung ist und in welchem Inkohlungszustand sie vorliegen. Mit allgemeinen Angaben, daß sich ein bestimmter Gefügebestandteil für einen besonderen Zweck gut eignet, ist wenig gedient, wenn man nicht die näheren Umstände kennt. Diese Außerachtlassung hat schon oft zu ganz falscher Beurteilung geführt.

Die grundlegende Anwendung findet die Kohlenpetrographie zunächst in einer umfassenden Lagerstättenforschung, wie sie in Amerika und England großzügig betrieben wird (vgl. die zahlreichen Technical Papers des U.S.A.-Bureau of Mines und die englischen Fuel Research Papers) und im Ruhrgebiet seit einigen Jahren planmäßig eingesetzt hat. Außer wichtigen geologischen Unterlagen für die Bildungsweise der Flöze, die Beurteilung von Flözscharungen, Klärung tektonischer Fragen durch Heranziehen mikrotektonischer Erscheinungen und die Flözidentifizierung auf Grund übereinstimmenden Flözaufbaues, kennzeichnender Flözbänke oder des Sporeninhaltes der Flöze liefern derartige Arbeiten eine Vergleichsmöglichkeit für alle Flöze des Grubenfeldes. Der Bergmann ist dann in der Lage, unter Berücksichtigung der jeweiligen Absatzerfordernisse und der flözweisen Verschiedenheiten den Abbauplan der gegebenen Rohstoffgrundlage besser anzupassen. Deshalb wird angestrebt, in Flözkarteien alle hierfür erforderlichen Daten zu sammeln. Diese müssen sich erstrecken auf Einzelheiten des kohlenpetrographischen Gefüges für Gesamtflöz und Anreicherung in Flözbänken, auf das Festigkeitsverhalten der Gefügebestandteile, auf die Aschenführung, -verteilung und -zusammensetzung, weil primäre und sekundär-syngenetische und epigenetische Mineralstoffe mit den Gefügebestandteilen wechseln, auf Verwachsungsgrad und Aufbereitbarkeit. Auf Schadstoffgehalte wie S (Lamek 1933) und P (Lehmkühler 1934, S. 381), Fe—Si—Ca ist besonders zu achten je nach dem Verwendungszweck. Aschenschmelzverhalten und Heizwerte sind zu erfassen. Die Frage der Eignung zur chemischen Nutzbarmachung erfordert ausgedehnte Untersuchungen in Form von Elementar- und Kurzanalysen, Destillationsversuchen bei Tief- und Hochtemperatur, Backvermögen, Erweichungsverhalten, Entgasungsverlauf, Bitumenextraktion u. dgl. Alle diese Werte sind nicht lediglich für die gesamte Flözkohle zu erfassen, sondern für die betrieblich in Betracht kommenden Körnungen nach Maßgabe des Sortenfalles, dessen Gestaltung weitgehend vom Aufbau des Flözes nach kohlenpetrographisch verschiedenen Bänken abhängig ist.

Von großer wirtschaftlicher Tragweite ist der Kohlenzerfall. Die innere Festigkeit der Kohlenbestandteile und die Flözstreifigkeit beeinflussen weitgehend den Sortenfall und die Haltbarkeit der Sorten, damit aber auch den Erlös. Bei ungünstigem Flözgefüge sind besondere Maßnahmen zur Schonung der Kohle nicht lohnend. Die Druckfestigkeit ist beim Vitrit in der unteren Fettkohle mit unter 50 kg/cm² am geringsten, in der Flammkohle mit über 200 kg/cm² am höchsten, während Fettkohlendurite auch schon solche Festigkeit aufweisen, die sich in Duriten der Flammkohle noch wesentlich steigert. Welche Werte zwischen 400 und 900 kg/cm² sich hier einstellen, hängt namentlich von der Protobituminapackung ab. Für Sturz- und Abriebsfestigkeiten ergibt sich dieselbe Reihenfolge. Die Veränderungen mit wechselndem Abbaudruck geben wichtige Hinweise für die Sortenfallverschiebung bei entsprechender Betriebsweise. Durch diese Studien wird angestrebt, den endgültigen Sortenfall dem natürlichen Kornfall möglichst weitgehend zu nähern. In vielen Fällen konnte durch Flözprofilaufnahmen und Zerfallstudien schon nachgewiesen werden, welche Flözbänke vorwiegend in die einzelnen Sorten geraten, deren Beschaffenheit dem jeweiligen Kohlengefüge entsprechend beeinflussend. Nach diesen Ergebnissen geraten duritisch-claritische Mattkohle vorwiegend in Stücke und Grobnüsse, weniger dicht gestreifter Clarit in Feinnüsse und Feinkohle, zermürbter Vitrit und spröder Fusit in das Feinstkorn.

In der Kohlenveredlung haben die kohlenpetrographischen Erkenntnisse besonders die Verbesserung der Koks- und Brikettbeschaffenheit gefördert, ferner der Verwendung der Kohle bei der Treibstoffversorgung und für Sonderzwecke den Weg bereitet. Bei der Verkokung kommt es vor allem auf die richtige Mischung backender und inerter Bestandteile an, von denen letztere durchaus nicht gasärmere Fremdkohle zu sein braucht, sondern in der Regel als Matt- und Faserkohle durch Anreicherung in bestimmten Sorten aus dem eigenen Vorkommen bereitgestellt werden können. Bei geeigneter Auswahl und Mischung der Kokskohlen läßt sich selbst noch aus sehr gasreichen Kohlen ein hochwertiger Koks erzeugen, vorausgesetzt, daß der Vitrit nicht zu gering inkohlt ist. Festigkeit, Rissigkeit, Gefüge, Verbrennlichkeit des Kokses lassen sich in der Weise weitgehend beeinflussen, so daß man bestimmte metallurgische Kokse herzustellen vermag, die man durch besondere Aufbereitung der Kokskohle für Sonderzwecke auch arm an P und S halten kann (KÜHLWEIN 1935). Zur Koksverfestigung muß das inerte Material besonders fein verteilt, also weit genug gemahlen sein.

Bei der Schwelung werden im Gegensatz zur Verkokung oft gute Schwelkokse erzielt, wenn die nicht schmelzenden Kohlenbestandteile gröber vorliegen, weil bei zu feinem Korn eine größere Oberfläche abzubinden ist, wofür bei der geringeren Schweltemperatur nicht ausreichendes Kohlenbitumen beim Erweichen verfügbar ist. Im übrigen erfordert hohe Ausbeute an Nebenprodukten — namentlich Teer — beim Schwelen sorgfältige Kohlenauswahl, wobei zu bedenken ist, daß bei den in Betracht kommenden gasreichen Kohlen Vitrit reicher an Sauerstoff, Mikrinit, Semifusinit und Fusinit reicher an Kohlenstoff, und Exinit (Protobitumina) reicher an Wasserstoff sind (KÜHLWEIN 1935).

Schwelkoks kann gewissermaßen als „fester Treibstoff" für Fahrzeuggeneratoren und Dampftriebwagen angesehen werden.

Für die Hydrierung dürften sich ebenfalls die schwelwürdigsten Kohlen am besten eignen, so daß fusitische Bestandteile tunlichst abzuscheiden sind. Ebenso wird das Fließkohlenproblem nur in enger Verbindung mit der Kohlenpetrographie zu lösen sein.

Dies leitet über zu allen Verwendungsgebieten aschenarmer Kohle, wobei in den einzelnen Fällen wechselnde Anforderungen gestellt werden, die sich von Hydrierkohle über Treibkohle zur Elektrodenkohle steigern je nach der Natur der Asche. Aschengehalte von unter 1% lassen sich selbst bei besten Aufbereitungsverfahren nicht erzielen, wenn nicht von entsprechend reiner Kohle ausgegangen wird, so daß hier bei den engen genetischen Beziehungen zwischen Asche und Gefügezusammensetzung nur unter Zuhilfenahme des Mikroskopes erfolgreich gearbeitet werden kann. Dann lassen sich bei 50—70% Ausbringen Aschengehalte von 0,7% erreichen (KÜHLWEIN 1934).

In der Brikettierung war die Einstellung auf ein optimales Korngemisch und die Ausscheidung fusitreichen Feinstaubes von einer Steigerung der Brikettgüte und

Verbilligung der Selbstkosten durch Pechersparnis begleitet. Bei der neu aufkommenden bindemittellosen Verpressung ist das Kohlengefüge noch wichtiger, weil hiervon Höhe des Preßdruckes, Verformbarkeit, Dichte und Festigkeit der Preßlinge sehr stark abhängen.

Wesentlich sind in grubensicherheitlicher Hinsicht auch die über Flözausgasungen angestellten Beobachtungen, deren Ausmaß vom Flözgefüge und Erhaltungszustand bedingt ist. Oberhalb des Inkohlungssprunges gast die Mattkohle stärker als die Glanzkohle aus; unterhalb kehren sich diese Verhältnisse um (HOFFMANN 1935).

Zur Bereitstellung jeweils für einen bestimmten Veredlungsvorgang geeigneter Ausgangskohle sind Umstellungen und andere Verfahren in der Kohlenaufbereitung in Betracht zu ziehen.

Hierher gehören:

Mischung oder Getrennthalten der verschiedenen Flöze unter Tage bzw. in der Separation und Wäsche.

Einrichtung mehrerer Wäscheabteilungen.

Unterteilung der Feinkohlenaufbereitung in:

Trockenaufbereitung der gröberen, vorwiegend inerten Feinkohle,

Naßwäsche der feineren vitritreichen Feinkohle,

Ausbau der Feinstkornaufbereitung für Staub und Schlamm.

Die Staubabscheidung ermöglicht bei stufenweiser Anordnung Aushalten eines fusitreichen Feinststaubes, während beim Schlamm durch Selektivflotation ein Fusitkonzentrat abgetrennt werden kann, was auch bei Ausdehnung der Schlamm-Siebaufbereitung auf 60—90 Mikron zu ermöglichen ist. Aus gröberem Korn lassen sich Glanz- und Mattkohlenanreicherungen durch elastische Zerkleinerung und anschließende Siebzerlegung gewinnen, so daß man also schon von einer kohlenpetrographischen Aufbereitung sprechen kann (LEHMANN-HOFFMANN 1931), die in dem Maße wie seitens der Kohlenveredlung Anforderungen gestellt werden, an Bedeutung gewinnen wird. Die Erkenntnis, daß die in der uneinheitlichen Kohlensubstanz liegenden stofflichen Möglichkeiten weitgehend ausgenutzt werden müssen in enger Zusammenarbeit zwischen Petrographie, Chemie und Aufbereitung, hat sich überall durchgesetzt.

VIII. Abschnitt.

Überblick über Bildungsraum und Bildungsgeschichte der flözführenden Ablagerungen.

A. Der Bildungsraum des Ruhroberkarbons.

Über den Bildungsraum der Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung herrschen recht verschiedenartige Vorstellungen (vgl. insbesondere LEHMANN 1919/20, BORN 1921/27, BÖTTCHER 1925/27/31, STILLE 1926/29, BÄRTLING 1927, KOSSMAT 1927, OBERSTE-BRINK 1929/33, HAARMANN 1930, SCHOLTZ 1930, v. BUBNOFF 1930/32, STACH 1932, HAHNE 1933, KELLER 1933/34, CLOOS 1936, QUIRING 1936 und KELLER 1937). Im Hinblick auf die grundlegende Bedeutung der Anschauungen STILLEs und seiner Schüler sei von diesen ausgegangen. Ihre Vorstellung gipfelt darin, daß die Ablagerungen des Ruhrkarbons eng an die subvariszische („subrhenidische") Vortiefe geknüpft sind, die nach der in der sudetischen Phase der variszischen Orogenese erfolgten Faltung der inneren Gebiete des variszisch-armorikanischen Bogens an ihrem Außensaume infolge epirogenetischer Bewegungen als langgestreckte schmale Randzone in die Tiefe gesunken ist.

Fragen wir nach den Grenzen dieses Gebietes, so läßt sich zunächst über den Nordrand der variszischen Vortiefe noch nichts mit Bestimmtheit aussagen. Bringen doch die uns heute bekannten nördlichsten Aufschlüsse des Karbons nur den Stand unserer heutigen Kenntnis zum Ausdruck. Ganz allgemein ist als nördliche Begrenzung der Südrand Paläoeuropas anzusehen, des flachen, kaledonisch gefalteten Gebietes im N, über das das Meer transgredierte. Höchstwahrscheinlich liegt die im Laufe der Oberkarbonzeit immer mehr nach N vorrückende Grenze noch sehr weit nördlich (KELLER 1932), was schon aus der Tatsache hervorgeht, daß

allein das Osnabrücker Karbon noch rd. 2500 m Mächtigkeit umfaßt, selbst wenn dort nur mehr die höchsten Stufen des Westfälischen (C und D) entwickelt sein sollten. Da außerdem hier die Schichten des Karbons höchstens noch ganz schwach variszisch gefaltet sind, befinden wir uns nach STILLE (1929) bei Osnabrück zwar noch innerhalb der subvariszischen Vortiefe, aber schon ziemlich außerhalb des Einwirkungsbereiches der variszischen Faltung. Unsere Kenntnis von der Nordgrenze der Saumtiefe beschränkt sich daher mangels von Aufschlüssen vorläufig auf den tiefsten Teil der Saumtiefenfüllung zur Zeit des oberen Namurs (KELLER 1937 Abb. 1 und 2).

Ebensowenig kann der Südrand der Saumtiefe scharf erfaßt werden. Er wird zwar ganz allgemein im S durch das gefaltete und langsam aufsteigende variszische Gebirge gebildet, doch dürfte aus der im Ruhrbezirk von NW nach SO zunehmenden Schichtenmächtigkeit des Westfals hervorgehen, daß die größte Tiefe der Sammelmulde früher weiter im S gelegen hat, d. h., daß Schichten des Oberkarbons noch ausgedehnte

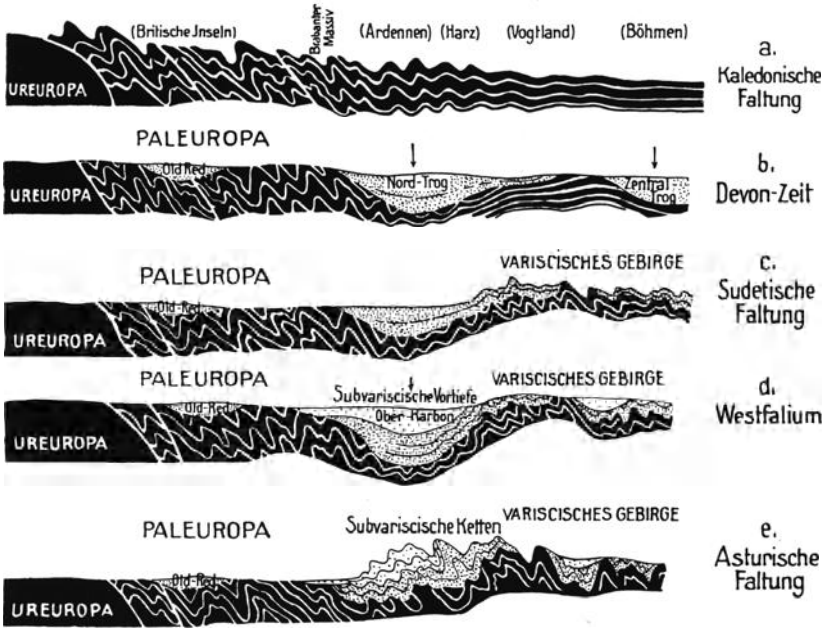


Abb. 329. Paläozoische Faltungs- und Sedimentationsphasen der deutschen Gebirge. Nach H. STILLE.

Gebiete des Nordrandes des heutigen Rheinischen Schiefergebirges überlagert haben, die heute wieder abgetragen sind. Möglicherweise war noch das Gebiet der Lüdenscheider Mulde bis an den Rand des Ebbesattels mit oberkarbonischen Schichten erfüllt. STILLE (1927) und KELLER (1937) verlegen das Südufer der Saumtiefe sogar bis in die Gegend von Siegen.

Versuchen wir nun, von der Bildungsgeschichte der zur Zeit des oberen Namurs nach KELLER ungefähr 100 km breiten subvariszischen Saumtiefe und ihrer Sedimentfüllung ein Bild zu gewinnen. Nach völliger Abtragung und Einebnung der von den britischen Inseln über die Ardennen, Harz und Vogtland bis Böhmen reichenden, alten, kaledonischen Falten treten zur Devonzeit drei verschiedene Ablagerungsräume (s. Abb. 329) in Erscheinung: der „Old Redtrog", der schon zu silurischer Zeit bestehende „Nordtrog" und der von ihm durch das kristalline Innenvariszikum getrennte südeuropäische „Zentraltrog" (s. Abb. 329, b). In dem schnell sinkenden und sich verbreiternden „Nordtrog" kommen von den insgesamt weit über 7 km mächtigen, vorwiegend marinen Sedimenten der Trogfüllung zunächst die Schichten des Devons sowie später — bei Verlangsamung der Abwärtsbewegung — die Schichten des Unterkarbons (Dinant) zur Ablagerung. Zur Zeit der sudetischen Faltungsphase wird der südliche Teil der Trogsedimente zu dem zum variszischen Bogen (bzw. dem Subrhenidikum) gehörenden Rheinischen Schiefergebirge gefaltet, während sein nördlicher Teil von der nach N wandernden Faltung noch nicht erfaßt wird. In unmittelbarem Anschluß an die Faltung setzt sich an der Stelle des zwischen dem variszischen Gebirge und dem Vorlande (Paläoeuropa) gelegenen alten Nordtroges als Folge epirogenetischer Bewegungsvorgänge die Senkung energisch fort. Hierbei entsteht neu die „subvariszische Vortiefe", die als unmittelbare Nachfolgerin des alten Nordtroges in ihrer Eigenschaft als säkular sinkender Raum mit ihm eine genetische Einheit bildet, also besondern Gesetzen, wie sie LEHMANN (1919) fordert,

nicht unterliegt. Sie wird zur Zeit des unteren und mittleren Oberkarbons durch die gewaltigen Schuttmengen, die während des Namurs und Westfals vom Gebirge durch breite, zunächst nordwärts (s. Abb. 1 und 2 bei KELLER 1937) und dann südlich strömende Flüsse in die Saumtiefe hineingeführt werden, ausgefüllt. Hierbei legen sich die Ablagerungen des flözführenden Oberkarbons nach N immer weiter transgredierend auf den Südabfall des langsam sinkenden Vorlandes (Paläoeuropa) (s. Abb. 329, d). Die gesamten flözführenden Schichten bilden den heutigen paralischen nordwesteuropäischen Kohlengürtel.

In dieser Saumtiefe steht in der Zeit des unteren Namurs über dem nach S absinkenden Untergrund noch das Meer, und zwar als Teil des Mittel- und Westeuropa bedeckenden Ozeans. Daher sind die Gesteinsablagerungen dieser Zeit noch vorwiegend mariner Natur. Erst im weiteren Verlauf des oberen Namurischen, d. h. zur Zeit des Flözleeren, zieht sich das Meer nach wiederholten Oszillationen allmählich aus der Vortiefe zurück, und das Wasser wird durch die vom alten Gebirge im S herabkommenden Flüsse ausgesüßt.

Auf dem vom Meere befreiten und nun schnell sinkenden, ± gegliederten Untergrund dieser im Verhältnis zu ihrer Längenerstreckung schmalen Vortiefe lagert sich — in gewisser Beziehung der „alpinen Molasse", wenn auch mit weit feinerer Körnung als die grobe Molasse, vergleichbar (STILLE 1933, KELLER 1936) —, der Schutt der älteren Randgebirge in konkordanter Folge in Form von klastischem Material (Schiefertone, Sandsteine, Konglomerate) ab. Seine bis rd. 4000 m (Flözleeres + westfälisches Karbon) [bzw. bis rd. 6500 m (Flözleeres + westfälisches Karbon + Osnabrücker Karbon)] betragende Schichtenmächtigkeit legt von der Tiefe der Abwärtsbewegung dieses Troges Zeugnis ab, die der Gesamthöhe der Abtragung der ± allmählich aufsteigenden Gebirge entsprechen dürfte.

Nur gelegentlich und in immer größer werdenden Zeitabschnitten stößt das Meer bei stärkeren Senkungen wieder vor und schlägt geringmächtige Sedimente nieder, wie die Cephalopoden und andere marine Reste führenden marinen Zwischenschichten des Namurs und Westfals beweisen, bis Auffüllungen und langsame Hebungen infolge allmählichen Aufsteigens des sich im S aufwölbenden Gebirges das Meer zum Rückzuge zwingen und die Vorbedingungen für limnisch-terrestrische Verhältnisse schaffen. Nur noch einmal, im oberen Westfal, zur Zeit der Bildung des Ägirhorizonts — wahrscheinlich zum letztenmal — überschreitet das Meer das Gebiet. Dabei müssen wir uns von der Vorstellung frei machen, daß es sich hier um katastrophale Ereignisse gehandelt hätte. Vielmehr müssen die marinen Vorstöße verhältnismäßig ruhig verlaufen sein. Lassen sich doch meines Wissens an keiner Stelle, insbesondere nicht an den von marinen Schichten überlagerten Flözen, ausgeprägte Erosionserscheinungen nachweisen.

Ist zu Beginn des Oberkarbons, d. h. während der Zeit des Flözleeren, die Senkung des Troges eine ständige gewesen, so setzt mit der Ablagerung der flözführenden Schichten eine von relativen Ruhepausen unterbrochene Senkung ein, die von einer rhythmischen Sedimentation begleitet ist. In Zeiten der Ruhe siedelt sich auf dem vom Wasser fast freien, aber keineswegs durchweg ebenen Untergrunde der ausgedehnten Niederungen üppig wachsende Vegetation an, die auf langsam sinkendem Saumtiefenboden zu von Seen und Wasserläufen durchzogenen Niederungsmooren, den Urmooren der Flöze, führt (s. Titelbild). Sie wachsen solange, als sich Pflanzenwachstum und Senkung des Troguntergrundes die Waage halten. Geht die Abwärtsbewegung in ein so schnelles Tempo über, daß das Wachstum der Moore mit der Senkung nicht mitkommt, so stirbt ihre Pflanzenwelt infolge Hochsteigens des Grundwassers, gelegentlich auch infolge Überflutung durch das Meer sowie durch Überschüttung mit den von den randlichen Hochgebieten zugeführten Sedimenten über der Wasserlinie ab. Erst nach Auffüllung des durch ruckweise Absenkung entstandenen Tiefs ist bei wieder eintretender Verlangsamung der Senkung die Möglichkeit einer neuen, ausgedehnten Moorbildung gegeben, deren Abschluß wieder zu einem neuen Sedimentationszyklus Anlaß gibt. Dieser in seinen tieferen Ursachen noch nicht eindeutig geklärte Senkungsrhythmus mit seinen zahlreichen ruckweisen Abwärtsbewegungen macht die bekannte, weit über 100mal wiederkehrende regelmäßige Wechsellagerung verhältnismäßig dünner Kohlenflöze mit weit mächtigeren terrestrischen Zwischensedimenten verständlich.

Für das Werden des Flözkörpers sind die Ergebnisse neuerer Untersuchungen von Bedeutung. Wie aus den Arbeiten von HOFFMANN (1933) hervorgeht, wird die Mehrzahl der Flöze (rd. 75%) vom Liegenden zum Hangenden mattkohlenreicher, aber glanzkohlenärmer. Dabei ist besonders bemerkenswert, daß das Flözprofil in rd. 50% der untersuchten Fälle zu unterst mit einer ± mächtigen Glanzkohlenlage (im weitesten Sinne) einsetzt. Jedenfalls sind reine Faulschlammbildungen am Liegenden verhältnismäßig selten. Sapropelartige Duritlagen beginnen meist erst etwas höher und finden stärkste Entwicklung in der Mitte bzw. nach dem Hangenden der Flöze zu, wo sie örtlich durch Kennelkohlenlagen vertreten sind. Stellenweise wird das unmittelbare Hangende des Flözes wieder glanzkohlenreicher bzw. besteht aus Brandschiefer. Man kann daher HOFFMANN zustimmen, wenn er auf Grund des Fehlens der Faulschlammbildungen und des Auftretens von Humusbildungen am Liegenden der Flöze zum Ergebnis kommt, daß die Urmoore der Steinkohlenzeit im allgemeinen nicht durch Verlandung offener Wasserflächen entstanden sind, wie man früher in Anlehnung an die Ansichten von H. POTONIÉ annahm. Man wird sich vielmehr vorstellen müssen, daß die Moorbildung vorwiegend auf ± trockenem, grundwassernahem Untergrunde mit einer Landpflanzenbesiedlung eingesetzt hat, deren Material infolge starker Niederschläge im Bildungsraum zu einem Flachmoor wurde. Infolge später eingetretener beschleunigter Senkung ging das Flachmoor in ein Flachsumpfmoor über (s. Titelbild), bis zum Schluß infolge noch schnelleren Sinkens das ganze Moor völlig unter Wasser geriet.

Demgemäß stellen die Flöze zwar die relativen Stillstandslagen in der rhythmischen Sedimentationsfolge der variszischen Vortiefe dar, kennzeichnen aber, absolut genommen, den Zeitpunkt des Beginns einer etwas schnelleren Absenkung des Troguntergrundes, der durch eine noch schnellere Senkung nach Abschluß der Flözbildung abgelöst wurde.

Erst nach Ablagerung der gesamten Schichten des Oberkarbons (einschließlich der Flammkohlenschichten) greift die variszische Faltung während der sog. „asturischen Phase" der variszischen Orogenese auch auf das Gebiet der subvariszischen Vortiefe über und faltet die hier entstandenen Ablagerungen gewissermaßen untermeerisch, d. h. ohne daß sich ein morphologisches Gebirge herausbildet. Der in dem letzten Teilbilde (e. „Asturische Faltung") der Abb. 329 zum Ausdruck gekommenen Auffassung STILLEs von den hoch herausragenden subvariszischen Ketten möchte ich mich daher nicht anschließen. Mit Eintritt dieses Ereignisses müssen die Senkungsvorgänge der Vortiefe ihr Ende gefunden haben, denn es fehlen in diesem Gebiete völlig die aus anderen Kohlenbezirken, wie z. B. Saarbrücken und Niederschlesien, bekannten Ablagerungen des obersten Oberkarbons, des Stefans. Anscheinend ist infolge der asturischen Faltung dem Boden die weitere Faltungsfähigkeit genommen, da sich die späteren Phasen der variszischen Gebirgsbildung (die „saalische" und die „pfälzische") lediglich in der Zerlegung der entstandenen Faltenstränge durch Brüche auszuwirken scheinen.

Über die bei der Bildung des Ruhrkarbons in der subvariszischen Vortiefe sich abspielenden Einzelvorgänge, insbesondere aber über die dem Aufbau der verschiedenen Schichtenstufen zugrunde liegenden Ablagerungsverhältnisse, wie sie z. B. HAHNE (1933) für die kleine Indemulde dargestellt hat, stehen wir angesichts des Umfanges des Untersuchungsgebietes erst im Anfange der Erkenntnis. Wir verdanken Beiträge dazu unter anderem KELLER, der 1930 stratigraphisch-fazielle Untersuchungen der Magerkohle in der Gegend von Essen und Witten anstellte und sich 1934/37 mit den stratigraphisch-paläogeographischen Verhältnissen an der Grenze Namur-Westfal beschäftigte. Aus diesen Arbeiten ergibt sich zunächst (s. KELLER 1934 Abb. 2 und 3), daß während der Ablagerung der Schichten des Oberkarbons die Achse der subvariszischen Saumtiefe parallel zum Streichen als Folge großtektonischer Verbiegungen immer weiter nach N gewandert ist. Dadurch befinden sich die höheren Stufen des Westfals, die das ältere Vorland transgredierend überlagern (wenn auch Diskordanzen nicht nachweisbar sind) schon außerhalb des eigentlichen subvariszischen Faltungsfeldes. Bemerkenswert ist unter anderem auch, daß der Übergang des Flözleeren (unteres Namur) zur Magerkohle (oberes Namur) durch den Wechsel von feinkörnigem zu mehr grobkörnigem, klastischem Material gekennzeichnet wird, eine Erscheinung, die wohl auf Änderung der Gefälleverhältnisse bzw. auf epirogene Bewegungen der das Material liefernden Hochgebiete zurückzuführen ist.

Nähere Untersuchungen über die Bildungs- und Ablagerungsverhältnisse der höheren Zonen des Oberkarbons liegen — mit Ausnahme der von OBERSTE-BRINK bearbeiteten unteren Fettkohlenschichten — noch nicht vor. Seine Feststellungen, die sich im allgemeinen mit meinen Beobachtungen decken, lassen vorläufig nur die Hauptlinien der Sedimentationsvorgänge erkennen, die während der verschiedenen Zeiten der Trogfüllung unregelmäßig erfolgt zu sein scheinen. Während die Senkung des Untergrundes

zur Zeit der Ablagerung der oberen Magerkohlenschichten noch fast durchweg gleichmäßig verläuft, zeigen sich schon zur Zeit der Eßkohlenschichten Verschiedenheiten im Senkungsausmaß sowohl innerhalb einzelner Teile als im Raume des gesamten Troggebietes. Sie äußern sich darin, daß die Gesamtschichtenmächtigkeit in Richtung von W nach O von rd. 500 m auf rd. 400 m abnimmt. Demgegenüber ist in der Fettkohlenzeit — abgesehen von einer Reihe von Sondererscheinungen, die auf einen Zusammenhang der Senkungsvorgänge mit großen querschlägigen Störungen, und zwar insbesondere des Quartus, hinzuweisen scheinen (Oberste-Brink 1933) — eine deutliche Zunahme der Senkung des Beckenbodens in der Richtung von NW nach SO zu beobachten, die in einem Anschwellen der Fettkohlenschichten (Flöz Sonnenschein bis Flöz Katharina) von rd. 450 m an der Lippe auf rd. 650 m bei Langendreer-Dortmund in Erscheinung tritt. Auch während der Gas- und Gasflammkohlenzeit bleibt in der Hauptsache die Zunahme der Senkung in Richtung von NW—SO bestehen. Sie ergibt sich aus der Tatsache, daß die Schichtenmächtigkeit zwischen Flöz Katharina und Flöz Ägir sich von der Linie Dinslaken-Dorsten bis zur Linie Duisburg-Gladbeck-Recklinghausen um 100 m, d. h. von 750 auf 850 m erhöht.

In Verbindung mit der auffallenden Änderung der Fazies der Gesteine in den unteren Fettkohlenschichten, die von sehr sandsteinreichen Gesteinen im NW in immer schiefertonreichere im SO übergehen (s. Abb. 58), gelangte Oberste-Brink zu der Auffassung, daß das Sammelbecken des rheinisch-westfälischen Oberkarbons, dessen Tiefstes auf dem Nordrand des variszischen Gebirges gelegen, seine Gesteinskomponenten — zumindestens während des Westfals — aus dem NW erhalten habe.

B. Sedimentation und Faltung.

Nur wenige Fragen aus dem großen Arbeitsgebiet der tektonischen Geologie haben im letzten Jahrzehnt Geologen und Bergleute so bewegt, wie die Frage, ob das gefaltete Ruhrkarbon der subvariszischen Saumtiefe das Ergebnis einer einmaligen Druckbeanspruchung nach Ablagerung der gesamten Schichten des Karbons, oder eines während der ganzen Dauer des Schichtenabsatzes wirksam gewesenen Faltungsvorganges ist; mit anderen Worten, ob Faltung und Sedimentation gleichzeitige Vorgänge sind. Der große Umfang dieses auch heute noch im Vordergrunde des Interesses stehenden Problems (vgl. unter anderem Lehmann 1919/20, Böttcher 1925/27/31, Bärtling 1927, Keller 1928/29/30/31/33, Haarmann 1927/30, Stach 1932, Oberste-Brink 1929/30/33) erlaubt es mir nur, mich mit den wesentlichsten Gründen und Gegengründen der Hauptvertreter der gegeneinander stehenden Anschauungen auseinanderzusetzen.

Bekanntlich hat Lehmann in seiner 1919 im „Glückauf" erschienenen aufschlußreichen Arbeit über „das Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlengebirge als das Ergebnis tektonischer Vorgänge in geologischen Trögen" versucht, das Faltungsproblem neu zu deuten. Ausgehend von den bei der Pingenbildung über unterirdischen bergbaulichen Hohlräumen in der Trogmitte beobachteten Pressungen als Ausgleichserscheinungen gegenüber den an den Trogrändern festgestellten Zerrungserscheinungen, vertrat er die Ansicht, daß sich auch die in der subvariszischen Saumtiefe abgelagerten Sedimentschichten nebst den zwischengelagerten Flözen als Folge eingetretener Senkung ständig weiter gefaltet hätten. Mit anderen Worten: Faltung und Sedimentation sind nach ihm gleichzeitige Vorgänge. Zu ganz ähnlichen Vorstellungen gelangte später Böttcher (1925) bei seinen Untersuchungen der Tektonik der Bochumer Mulde. Er stellte wohl als erster fest, daß die Intensität der Faltung des Ruhrkarbons mit der Teufe zunimmt, derart, daß die flachen Karbonmulden höherer Horizonte nach der Tiefe in immer schärfer ausgeprägte Falten übergehen (sog. primäre Diskordanz) und folgerte weiter, daß sie — sich nach der Teufe immer weiter verstärkend — auch den archäischen Untergrund erfassen. Gleichzeitig stellte er fest, daß sehr häufig gleiche Schichtenfolgen auf den Sätteln nicht nur geringere Mächtigkeiten als in den Mulden besitzen, sondern daß ihre Schichtenmächtigkeiten im Muldentiefsten stellenweise sogar so stark anschwellen können, daß sie z. B. in den Magerkohlenschichten um rd. 1 m auf 16 m anwachsen (sog. Faltungstiefenstufe).

Überdies glaubte er annehmen zu können, daß das Ausmaß der während der Faltung als Auswirkung der Druckerhöhungen entstandenen Überschiebungen nach dem Hangenden zu geringer wird. In diesen Feststellungen sah er den Beweis für seine Anschauung, daß Ablagerung und Faltung in der subvariszischen Saumtiefe Rheinland-Westfalens gleichzeitig erfolgt sind, d. h., daß sich die abgelagerten Karbonschichten schon während der Sedimentation des Karbons im Troge falteten. Dabei stellte er sich weiter vor, daß die heute vorhandenen Hauptsättel und -mulden sich schon bei den ersten Faltungsvorgängen zu Beginn der Magerkohlenzeit im Troge gebildet hätten und bis zur Gesamtausfüllung der Sammelmulde nach Richtung und Lage bestehen blieben, derart, daß sich in den Mulden ständig mehr Sediment als auf den Sätteln abgelagert habe, daß sich also im Anschluß an die nach der Bildung eines jeden Flözes einsetzende, schwache Faltung der sedimentierten Schichten infolge Pressung im Troge immer wieder dieselben Sättel und Mulden herausgebildet hätten. Das auf Grund seiner Vorstellungen von ihm entworfene Profil der Falten des Ruhrkarbons (s. Glückauf 1925, S. 1192) gipfelt darin, daß jede Hauptmulde nach der Teufe in eine tiefausgezogene Spitzmulde ausläuft, die in der Emscher-Mulde schon eine Tiefe von über 9000 m erreichen würde.

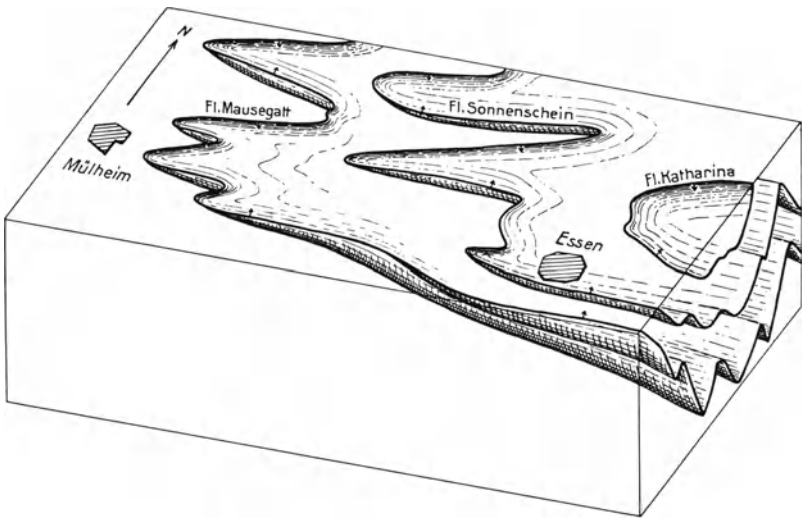


Abb. 330. Raumbild des westlichen Teiles der Essener Hauptmulde, das die Zunahme der Faltung nach der Tiefe zeigt. Umgez. nach BÄRTLING 1927.

Wenn auch die Richtigkeit der noch an vielen anderen Stellen des Ruhrbezirkes — wenn auch durchaus nicht überall — zu bestätigenden Beobachtungen BÖTTCHERs bezüglich der Zunahme der Faltungsstärke nach der Tiefe und der Feststellung einer — allerdings sehr verschieden starken — Zunahme der Schichtenmächtigkeit in den einzelnen Mulden gegenüber den Sattelflanken nicht zu bezweifeln ist, so haben die für diese Erscheinungen gegebenen Begründungen BÖTTCHERs doch starke Widersprüche hervorgerufen (s. unter anderem WUNSTORF 1927, KELLER 1928/32, OBERSTE-BRINK 1929/33 und v. BUBNOFF 1931). Von bekannten deutschen Geologen hat sich seiner Auffassung vorbehaltlos keiner angeschlossen, während unter anderen BÄRTLING (1927), HAARMANN (1930) und STACH (1932) seiner Ansicht wenigstens teilweise beigetreten sind.

BÄRTLING sah — unter Hinweis auf die aus den grundrißlichen Verhältnissen der Grenzfläche des flözführenden und flözleeren Karbons im Ausgehenden der westlichen Muldenschlüsse nicht zu bestreitenden starken Faltung des Untergrundes — die Hauptursache der Gleichzeitigkeit von Ablagerung und Faltung der Schichten in dem stärkeren Sinken der Saumtiefe in den Mulden als auf den Sattelgebieten (s. Abb. 330). Aber auch BÄRTLING gelangte aus der Betrachtung des gesamttektonischen Bildes, insbesondere der stark gefalteten, bekannten Hauptüberschiebungen, zu der Anschauung, daß die Entstehung des gesamten Faltenbildes nicht lediglich durch den Senkungsvorgang im Troge gedeutet werden kann, sondern daß gleichzeitig auch einem seitlichen Druck maßgebender Einfluß zugebilligt werden muß.

Ich möchte dazu noch darauf hinweisen, daß man von einer strengen Gesetzmäßigkeit der Faltungszunahme, wie sie eine kontinuierliche Faltung im Troge erfordern würde, nicht gut reden kann. Sie ist nämlich tatsächlich nicht überall vorhanden. So macht KELLER (1932) mit Recht darauf aufmerksam, daß ausweislich der bergbaulichen Aufschlüsse der Faltungsgrad von der verschieden großen Faltbarkeit der Schichten abhängig ist,

und daß gerade die starren Gesteinsbänke der unteren Magerkohlenschichten, wie z. B. der Sengsbankzone, in den Mulden des Ausgehenden des Flözführenden zwischen Herdecke und Schwerte, im Gegensatz zu den nach der Böttcherschen Theorie geforderten steilen und spitzen Duten, vielfach eine sehr flache Faltung zeigen. Dabei darf nicht vergessen werden, daß die bei der angeblichen Gleichzeitigkeit von Ablagerung und Faltung entstandenen intrakarbonischen bzw. intrawestfälischen Faltungen im Troge auch zu ± starken Winkeldiskordanzen (nicht den gewöhnlichen Erosionsdiskordanzen) geführt haben müßten, Erscheinungen, wie sie z. B. durch v. Bubnoff (1931) für das niederschlesische Revier als Folge schwacher Faltungen während der Sedimentation unter Tage nachgewiesen worden sind. Derartige Diskordanzen habe ich aber bislang noch an keiner Stelle über oder unter Tage feststellen können. Sie sind aber auch von keinem anderen Beobachter, auch nicht durch Böttcher, bekannt geworden. Meines Erachtens können die nachgewiesenen, örtlich vorhandenen Mächtigkeitsunterschiede gleicher Schichtengruppen auf Sätteln und Mulden nicht als Beweis für Faltungsvorgänge verschiedenen Alters angesehen werden. Besteht doch, wie schon Haarmann (1927) ausgeführt hat, kein Zweifel darüber, daß eine Folge von Schichten von so verschiedenartiger Festigkeit und Mobilität, wie sie die rhythmische Wechselfolge verhältnismäßig fester Gesteine (Sandsteine und Sandschiefer) und plastischer Zonen (Kohlenlagen und Schiefertone) in so ausgesprochenem Maße bietet, sich auf Druck hin sehr verschiedenartig verhält, derart, daß das mobilere Gesteinsmaterial dem tektonischen Drucke nach der Richtung des schwächeren Druckes ausweicht, wobei eine Abwanderung des beweglichen Gesteins von den Flanken in die Mulden- bzw. Sattelbiegungen stattfindet. Auch Nehm (1930) spricht von Massenwanderungen nach den Mulden- und Sattelwendungen als Folge der durch Druck eingetretenen Fließfähigkeit des Materials. Fast jedes Profil einer Kleinfalte aus dem Karbon läßt die Tatsache der Zunahme der Gesteinsmächtigkeit in den Mulden- und Sattelwendungen und der Abnahme auf den Flanken erkennen (vgl. dazu z. B. Abb. 48 und 334).

Zur Prüfung der Behauptungen Böttchers haben sich besonders Keller und Oberste-Brink sehr eingehend mit den durch die Böttcherschen Auffassungen geforderten Lagerungsverhältnissen beschäftigt. Keller (1930/31/32) ging bei seinen faziell-stratigraphischen Untersuchungen von den für derartige Unregelmäßigkeiten des Untergrundes besonders empfindlichen Flözen als „Synchronen", d. h. als Niveaus gleicher Bildungszeit aus, während Oberste-Brink (1929/33) u. a. die durch Bergemittel herbeigeführten Flözspaltungen mit der heutigen Tektonik verglich.

Durch Konstruktion der Isopachysen der Zwischenmittel als Linien gleicher Mächtigkeit sowie der Makro- und Mikropachysen der Gesteinsablagerungen zwischen zwei Flözen konnte ersterer nachweisen, daß weder der Verlauf noch die Lage dieser Linien von der heutigen Erstreckung der Sattel- und Muldenlinien abhängig ist, daß sich vielmehr diese Linien mit den tektonischen Achsen fast durchweg überschneiden und nicht selten sogar querschlägig zum Streichen dieser Sattel- und Muldenlinien verlaufen. Einige Ausnahmen von dieser Regel können an dieser Gesetzmäßigkeit nichts ändern. Das gleiche Ergebnis hatten die Untersuchungen von Oberste-Brink, der nachwies, daß auch die Scharungslinien sich spaltender Flöze nicht mal einigermaßen mit dem Streichen der Sattelachsen zusammenfallen und daher in keiner Beziehung zur Tektonik stehen (s. Abb. 346—350).

Würde tatsächlich das gesamte Faltenbild von Beginn der Saumtiefenfüllung ab im großen und ganzen schon das gleiche wie nach beendeter Sedimentation gewesen sein, so würde man unter anderem auch erwarten müssen, daß sich diese Verhältnisse ganz besonders deutlich in der Fazies der Flözzwischenmittel, einerseits auf den damaligen und heutigen Sattelkuppen, als ehemaligen Schwellen bzw. Stellen des seichten Wassers, und andererseits in den Mulden als Gebieten der tieferen Wasserbedeckung, widerspiegeln (Keller 1928/31/32). Die tatsächlich zu beobachtende Fazies der Ablagerungen auf den Sätteln (vorwiegend tonig) bzw. in den Mulden (vorwiegend sandig), die sich auf den Schwellen (Sätteln) durch das Überwiegen von Sandsteinen und in den Mulden durch das Vorherrschen toniger Gesteine auszeichnen müßte, spricht aber keineswegs für

die Annahme Böttchers. Fallen doch auch die räumlich begrenzten Ablagerungsgebiete von Süßwassermuschelhorizonten bzw. von Kennel- oder Bogheadkohlenflözen als Bildungen schwacher Tiefgebiete nicht mit den heutigen tektonischen Mulden zusammen, wenn auch die Ausführungen von Lehmann und Stach (1930) für diese Anschauung zu sprechen scheinen. Das gleiche ergibt sich bezüglich der Konglomeratvorkommen des Karbons (Brune 1932), deren Verlauf auch nur scheinbar dem der Muldenachsen entspricht.

Aus den Ergebnissen der vorerwähnten Untersuchungen scheint mir daher hervorzugehen, daß primäre Zusammenhänge zwischen Faltung und Sedimentation im Ruhrkarbon nicht bestanden haben. Die behauptete Gleichzeitigkeit beider Vorgänge muß also für das Ruhrkarbon mindestens als sehr unwahrscheinlich erscheinen. Dabei soll eine ständig vorhandene, sowohl örtlich wie regional verteilte, als auch im Ausmaß unterschiedliche Senkung einzelner Teile der Trogfläche während des Absenkungsvorganges infolge von epirogenen Sonderundationen trotz der im übrigen im großen und ganzen verhältnismäßig großen morphologischen Gleichmäßigkeit des Saumtiefenbodens bei der Absenkung der gesamten Trogfläche nicht bestritten werden. Sprechen doch die an zahlreichen Stellen festzustellenden, ± starken Mächtigkeitsunterschiede der Gesteinsmittel zwischen den Einzelflözen, die nach verschiedenen Richtungen verlaufenden Änderungen in der Gesamtmächtigkeit der einzelnen Flözzonen infolge ungleichmäßiger Aufschüttung durch stellenweise erhöhte Sedimentzufuhr, sowie die von mir (Kukuk 1920 und 1936) nachgewiesenen starken Erosionserscheinungen nichttektonischer Natur in Flözen und Zwischenmitteln, die zahlreich zu beobachtenden Flözspaltungen und anderes für eine Unstetigkeit in der Entwicklung der Schichtenfolge. Sie bewirkte, daß sich nicht alle Teile der ausgedehnten Urmoore gleichzeitig und gleichmäßig mit dem Saumtiefenboden langsam abwärts bewegten, sondern örtlich nach allen Richtungen — auch im Streichen — verschieden schnell sanken. Dazu kommt, daß insbesondere in Richtung von SO nach NW, also mit zunehmendem Abstand vom Schüttungsbereich, die Gesamtschichtenmächtigkeit von der unteren Grenze der Fettkohlenschichten nach dem Hangenden zu ziemlich gleichmäßig abnimmt (Oberste-Brink 1929/30).

Meines Erachtens lassen sich alle bis jetzt beobachteten Faltungserscheinungen und Zwischenmitteländerungen als disharmonische Faltungen im Gefolge einer orogenetischen Faltungsphase, und zwar der asturischen Phase im Sinne Stilles, deuten. Hierbei darf der Begriff der Phase, wie auch v. Bubnoff (1930) ausführte, nicht zu enge gefaßt werden, weil sich diese, in mehrere Bewegungsvorgänge zerfallend, auf eine längere Zeit verteilt. Überdies nimmt ja mit der Zunahme des statischen Belastungsdruckes bei wachsender Teufe sicherlich auch die Faltbarkeit der sehr verschieden plastischen Schichten des Ruhrkarbons in der gleichen Richtung zu, wobei ein Ausweichen der am leichtesten beweglichen Gesteinszonen in den „Druckschatten", d. h. von den Flanken in die Mulden- bzw. in die Sattelumbiegungsstellen stattfinden kann. Von der starken Faltung der Schichten auf den Sätteln ist allerdings heute nicht mehr viel zu sehen, da die Sättel schon vor Ablagerung des Zechsteins bzw. der Kreide abgetragen wurden und nur mehr als Luftsättel wiederherzustellen sind (vgl. dazu das Profil 358 bei Oberste-Brink im Abschnitt X). Die als Folge derartiger Bewegungen auf den planparallelen Schichtflächen des Karbons, und zwar besonders bei solchen verschieden starker Faltungsfähigkeit, eingetretenen und gut ausgeprägten Spiegel- und Harnischflächen zeigen sich daher auch auf den Sohl- und Dachflächen fast eines jeden gefalteten Flözes.

Wenn also auch die bis heute vorliegenden Beobachtungen über die Art der Ablagerungen in der subvariszischen Saumtiefe meines Erachtens nicht für die Richtigkeit der von Lehmann und Böttcher geforderten Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung sprechen, so ist das letzte Wort in dieser Frage noch nicht gefallen. Zur endgültigen Lösung dieses Problems dürften noch die Ergebnisse eingehender sedimentpetrographischer und paläogeographischer Einzeluntersuchungen unter Berücksichtigung der Großzyklen der Sedimentationsvorgänge des Flözführenden (Fiege 1937) erforderlich sein. Stehen wir doch erst im Anfang unserer Erkenntnis von Sonderfaltungen in Vortiefenräumen, in

denen immer häufiger ein Zusammenhang fazieller Sondererscheinungen gefalteter Sedimente mit der Tektonik, wie z. B. in der Schwellen- und Beckenfazies des Sauerlandes (PAECKELMANN 1930), nachgewiesen wird. Auch in bestimmten anderen Gebieten einsinkender Trogräume, wie in Ungarn (KRAUSS 1930) und manchen Ölfeldern (STUTZER 1933), ist eine Zunahme der Faltung nach der Teufe zu festgestellt worden, die zwar als Folgeerscheinung der Allgemeinsenkung gedeutet worden ist, ohne daß die Mitwirkung orogener Phasen geleugnet wird, die aber nur beschleunigend wirkten und kräftig fortsetzten, was säkular schon im Werden war (KRAUSS 1930).

C. Zur Bildungsgeschichte der Gesteine des Ruhrkarbons.

Es bedarf kaum besonderer Hervorhebung, daß die Bedingungen, unter denen sich die Gesteine des Ruhrkarbons bildeten, im engsten Zusammenhang mit den paläogeographischen Verhältnissen des gesamten nordwesteuropäischen Karbons stehen. Bei der Betrachtung der Entstehungsgeschichte der Gesteine ist daher die Lage ihres Ablagerungsraumes zu dem in Frage kommenden Abtragungsgebiet bzw. zum Liefergebiete zugrunde zu legen.

Für die Frage nach der Heimat des klastischen Materials, das als Abtragungsschutt alter Randgebiete durch breite Ströme in die subvariszische Sammelmulde hineingetragen wurde, sind die neueren Beobachtungen sehr aufschlußreich. Sie lehren unter anderem, daß manche der durchgehenden Sandsteinbänke in den tiefsten Horizonten des Oberkarbons in der Richtung nach NW allmählich auskeilen und daß die Gerölle bestimmter Konglomerate des tieferen Oberkarbons (wie besonders des Sengsbank- und des Wasserbank-Konglomerats) an Größe von SO nach NW deutlich abnehmen (KELLER 1934/37). Diese Feststellungen stützen die alte Ansicht, daß das im S gelegene, aus Gesteinen unterkarbonisch-devonisch-silurischen Alters bestehende variszische Gebirge (Rheinisches Schiefergebirge) — wenigstens für die Zeit des Namurs und unteren Westfals — das Hauptliefergebiet der Gesteinsbestandteile des weiter im N gelegenen rheinisch-westfälischen Oberkarbons darstellt. Diese Anschauung wird auch schon durch die nahe Lage des Gebirges zur karbonischen Sammelmulde sowie durch die große Übereinstimmung vieler Gesteinskomponenten der Konglomerate und Sandsteine (Quarzite, helle und dunkle Lydite, Schiefertone, Kalksteine) mit denen des alten Gebirges wahrscheinlich gemacht. Damit soll nicht zum Ausdruck gebracht werden, daß das variszische Gebirge ein ausgesprochenes Hochgebirge gewesen ist (RICHTER 1936), da anzunehmen ist, daß das im S im Aufsteigen begriffene Gebirge während der ganzen Dauer der Zuschüttung der subvariszischen Saumtiefe etwa in dem Maße abgetragen wurde, wie es aufstieg.

Wichtig in dieser Beziehung sind unter anderem Beobachtungen über das Vorkommen der sonst sehr seltenen Gerölle aus Dolomit, Kalk und Schieferton, Gesteine, die einen längeren Transport nicht erlitten haben können, also nicht von weither, d. h. aus dem N, sondern höchstwahrscheinlich aus dem nahen S stammen werden. Derartige Funde sind jedenfalls von BÄRTLING im Konglomerat unter Flöz Wasserbank (in Höhe der Zeche Victoria), aber auch von mir — wenn auch selten — gemacht worden.

Im übrigen kann das im allgemeinen fast völlige Fehlen der Kalke und Dolomite unter den Geröllen der Karbonsedimente nicht gegen die Herkunft der Gesteinskomponenten aus dem S angeführt werden. Ist es doch durchaus möglich, daß zur Zeit der Abtragung des aufsteigenden variszischen Gebirges seine kalkführenden Gebiete im allgemeinen noch nicht soweit entblößt waren, um kalkiges Material zu schütten. Andererseits darf angenommen werden, daß etwaige Kalkgerölle des Gebirgsschuttes schon in geringer Entfernung von ihrem Heimatgebiet zertrümmert, zerrieben und aufgelöst worden sind, wie das die Gerölle der heutigen Flüsse aus Kalkgebieten, wie z. B. der Hönne, beweisen.

Von Bedeutung für diese Frage ist weiter die Feststellung, daß an dem Aufbau der Gesteine der subvariszischen Vortiefe auch zahlreiche „kristalline" Komponenten beteiligt sind; Mineralien, deren Heimat im nördlichen Faltenbogen des variszischen Gebirges kaum gesucht werden kann.

Auf derartige kristalline Bestandteile hat erstmalig BÄRTLING (1923) hingewiesen, der im Sandstein des Sengsbank-Konglomerats bei Wengern ein „Gneisgeröll" nachwies. Auch von KUKUK wurde 1924 auf das häufigere Vorkommen von Resten eruptiven Materials in den Karbonkonglomeraten aufmerksam gemacht. 1927 kam BORN auf Grund der Feststellung großer Plagioklasleisten in einigen Konglomeraten zu der Auffassung, daß die kristallinen Bestandteile des Ruhrkarbons dem südlichen Hinterlande (variszisches Gebirge)

nicht entstammen könnten, daß sie vielmehr von einem im N gelegenen (heute im Untergrunde vorhandenen) Vorlande des variszischen Gebirges herrühren müßten.

Kristalline Einschlüsse sind später in den verschiedensten Konglomeraten des Namurs und unteren Westfals in großer Menge gefunden worden (LEGGEWIE 1933). Neue Beobachtungen brachte KELLER (1936) bei, der in dem schon obenerwähnten Aufschluß bei Wengern auf einer Sandsteinfläche des Sengsbank-Konglomerats zahlreiche größere, bis 5 kg schwere kristalline, metamorphe und quarzitische Gerölle (Granite, Gneise, Glimmerschiefer, metamorphe Schiefer, Diabase und Quarzite) beobachtete.

KUKUK (1936) sammelte auch aus der Kohle (Flöz Dreckherrnbank der Zeche Helene) ein Eruptivgesteinsgeröll, und zwar aus Porphyr, dessen Urheimat nicht zu ermitteln war. Bei einer auf seine Veranlassung erfolgten petrographischen Untersuchung aller in der Sammlung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse vorhandenen Gerölle aus der Kohle wies PFEIFFER (1936) noch je ein weiteres Geröll aus Porphyr sowie aus kontaktmetamorphem Cordieritschiefer nach.

Da die Heimat dieser Gesteinsbestandteile im nördlichen Randgebiete des variszischen Gebirges kaum zu suchen ist, erscheint die Annahme naheliegend, daß ein Teil der während der Zeit des Namurs und Westfals in der subvariszischen Saumtiefe abgelagerten kristallinen Gerölle möglicherweise auf Durchragungen kristalliner Massive in der Fortsetzung des Brabanter Massives zurückzuführen ist (KELLER 1937). Es erscheint mir aber auch nicht ausgeschlossen zu sein, daß derartige Gesteinskomponenten teils mittelbar, teils unmittelbar von der weiter im S gelegenen „kristallinen Zwischenschwelle" stammen, selbst wenn Gerölle, die unzweideutig auf diese als südliches Heimatgebiet hinweisen, noch nicht bekannt sind. Konnte doch die frühestens im mittleren Westfal entstandene Saar-Saale-Senke während des Namurs und unteren Westfals noch keine Behinderung für die Belieferung der subvariszischen Saumtiefe mit Sedimenten von der kristallinen Zwischenschwelle bilden, wie BORN (1927) anzunehmen geneigt war. Das hätte nur dann der Fall sein können, wenn die morphologischen Verhältnisse des variszischen Bogens den Transport des Gesteinsschuttes nach N unmöglich gemacht hätten, eine Anschauung, für die meines Erachtens kein zwingender Grund vorliegt.

Wenn BEYENBURG (1932) bei seinen Untersuchungen der Konglomerate des Osnabrücker Karbons (d. h. des jüngsten Westfals) zu dem Ergebnis gelangt, daß als Mutterland der dortigen Geröllkomponenten nördlich des Osnabrücker Karbons gelegene Massive in Betracht kommen (für deren Lage die magnetischen Messungen von KAYSER 1930 und REICH Unterlagen geschaffen haben), so kann das nicht gegen die vorerwähnte Vorstellung ins Feld geführt werden. Scheinen doch die Ablagerungen des Piesberges in einem besonderen Tiefgebiete nach Auswirkung der asturischen Faltungsphase auf das Ruhrkarbon entstanden zu sein. Ebensowenig spricht dagegen, daß JOCHMUS-STÖCKE (1928) als Heimat der vorwiegend aus Eruptivgesteinen und Quarzitgeröllen (die denen des Flözführenden ganz gleichartig sind) bestehenden groben, unterkarbonischen, polygenen Konglomerate des Kulms am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges ein zwischen seinem Ostrand und dem Harze gelegenes kristallines Hochgebiet ansieht. Möglicherweise hat man in den schon obenerwähnten Quarzitgeröllen in der Flözkohle des Ruhrkarbons umgelagerte Gerölle aus diesen Kulmkonglomeraten auf zweiter Lagerstätte zu sehen, oder die Gerölle stammen ebenfalls unmittelbar von diesen Massiven.

Festzustehen scheint jedenfalls, daß die subvariszische Vortiefe mindestens auf drei Seiten von sedimentliefernden Randgebieten umgeben war. Es fragt sich nun, ob und inwieweit auch das Vorland im N als Lieferant für die Gesteine des eigentlichen Ruhrkarbons in Frage kommt, wie das unter anderem BORN (1927) glaubt annehmen zu müssen. Für das Namur ist KELLER (1934) der Ansicht, daß das im N gelegene Vorland (Paläoeuropa), das zwar zur Devonzeit Gesteinsmaterial nach S lieferte, kaum noch Bringer der kristallinen Komponenten gewesen sein konnte, da aus dem weiten Übergreifen der höheren Schichten des Oberkarbons auf die Südabdachung des Vorlandes (Paläoeuropa) hervorgeht, daß dieses in langsamer Senkung begriffene Gebiet wahrscheinlich schon unter Wasser lag. Andererseits erscheint es mir im Hinblick auf die Untersuchungsergebnisse von BEYENBURG nicht ausgeschlossen zu sein, daß während der Bildung der höheren Zonen, der Fett-, Gas-, Gasflamm- und Flammkohlen, in steigendem Maße auch von den für das Osnabrücker Karbon im N in Betracht kommenden Massiven Material in die variszische Vortiefe verfrachtet wurde.

Von der Vorstellung ausgehend, daß — wenigstens während der Zeit des Namurs einschließlich des unteren Westfals — die Hauptmasse des Gesteinsmaterials von S geschüttet wurde, könnte man in den älteren Vortiefenablagerungen des Ruhrkarbons ganz allgemein ausgedehnte primäre Absätze von Schuttmassen des in der Abtragung begriffenen gefalteten Südrandes der subvariszischen Saumtiefe sehen, die in Form riesiger, vorgebauter Kegel, Delten bzw. Schwemmfächer durch breite Ströme und Wildbäche in die von Wasser erfüllte flache Vortiefe hineingeführt worden sind. Gegen eine derartige Annahme spricht jedoch die

Ausbildung dieser Gesteinskörper. Das Bild der Nebengesteinsschichten weist vielmehr darauf hin, daß die dem ursprünglichen Abtragungsgebiete im S nahegelegenen primären Schuttkegel schon zu oberkarbonischer Zeit wieder zerstört und umgelagert worden sind.

Wir kommen daher zu dem Ergebnis, daß in den Sedimenten des Ruhrkarbons vorwiegend limnisch-terrestrisches Gesteinsmaterial vorliegt, das wahrscheinlich erst an zweiter oder sogar dritter Stelle in einer wellenbewegten (ausgesüßten) Flachsee abgesetzt wurde (vgl. Abb. 331).

Überraschenderweise hat nun EHRENBERG (1928) in einer Reihe von Sandsteinbänken der Alsdorfer Gruppe des Aachener Karbons (Horizont der Flöze 2—14 der Grube Maria = obere Fettkohlenschichten) durch mikroskopische Untersuchungen „Foraminiferen, Globigerinen und zum Teil auch Bryozoen und Radiolarien" nachgewiesen, d. h. tierische Reste, die offenbar mariner Natur sind. Diese Feststellungen stehen allerdings in einem gewissen Gegensatz zu der Auffassung, welche die Sandsteinzonen im allgemeinen als rein limnische Bildung anspricht (s. auch GOTHAN-WUNSTORF 1925).



Abb. 331. Wellenfurchen (Ripplemarks) auf einer Sandschieferbank in den Magerkohlenschichten der Zeche Hasenwinkel. Aufn. KUKUK.

In Sandsteinen (Westfal) des Ruhroberkarbons konnte ich derartige marine Kleinlebewesen trotz eingehender Untersuchungen bis jetzt noch nirgendwo feststellen. Ich kenne unter den sandigen Gesteinen des flözführenden Ruhrkarbons zur Zeit nur einen Sandhorizont mit echt marinen Vertretern, und zwar den tonigen Sandstein über Flöz Ägir, der als zweifellos marine Schicht anzusehen ist.

Meines Erachtens könnte man diese scheinbaren Gegensätze in der Vorstellung der Bildungsgeschichte der Gesteine des Aachener Westfals so deuten, daß die marine Kleinlebewesen führenden Sandsteine ursprünglich in einer mit Meereswasser erfüllten Teilgeosynklinale zum Absatz kamen, die dann allmählich ausgesüßt wurde.

Selbstverständlich gibt es im Westfal des Ruhroberkarbons neben den rein limnischen Bildungen auch rein „marine" Gesteine, und zwar sicherlich in größerem Umfange, als früher angenommen wurde. Ihr Anteil wird durch jeden neuen Nachweis eines marinen Horizontes vermehrt. Immerhin darf dieser Betrag nicht zu hoch eingeschätzt werden.

Meiner Berechnung nach beträgt die gesamte Mächtigkeit aller sicher marinen Schichten des Ruhroberkarbons kaum mehr als rd. 120—150 m. Ihr Anteil dürfte also etwa 4—5% der rd. 2900 m ausmachenden Gesamtschichtenmächtigkeit des Oberkarbons nicht übersteigen.

Ob und inwieweit nun die Gesteinsbänke des Oberkarbons im einzelnen Süßwasser-, Brackwasser- oder Meeresbildungen darstellen, ist natürlich aus der petrographischen Beschaffenheit der Gesteine allein nicht zu erkennen. Jedenfalls haben als unzweifelhafte Süßwasserbildungen diejenigen Bänke zu gelten, welche durch Führung der besonders in den Fett-, Gas- und Gasflammkohlenschichten immer zahlreicher bekannt gewordenen Süßwassermuscheln, durch Häufung von Landpflanzenresten, Fährten von Landwirbeltieren sowie das Vorkommen von zahlreichen Insektenresten als solche ausgezeichnet sind. Zweifellos mariner Natur sind dagegen nur die zwar auf weite Entfernung aushaltenden, aber geringmächtigen und typische marine Reste führenden Schichten, wozu man aber auch die nur durch vereinzeltes Auftreten mariner Fossilien gekennzeichneten Schiefertone bzw. Sandschiefer zu rechnen hat.

Im übrigen deutet der häufig zu beobachtende scharfe Wechsel in der petrographischen Beschaffenheit der Sedimente in der Senkrechten auf ruckförmige Bewegungen des Tieflandes gegenüber den randlichen Hochgebieten hin, derart, daß jede neue Senkung des Tieflandes bzw. Hebung des Hochlandes eine neue Erosionsbasis für die Sedimentation schuf. Wie eine genaue Betrachtung mancher größerer und ge-

schlossener Gesteinsprofile (besonders bei langen Bohrkernen) deutlich ersehen läßt, ist sie durchaus nicht immer so gleichmäßig und ruhig verlaufen, wie früher allgemein angenommen wurde. Bemerkenswert bleibt jedenfalls der sich fast in jedem größeren Karbonprofil wiederholende rhythmische Wechsel (gerechnet vom Liegenden zum Hangenden) zwischen Wurzelböden, Kohlenflözen, marinen Schichten bzw. Schiefertonen, Sandsteinen, Konglomeraten und wieder Wurzelböden, Kohlenflözen usw. Jeder einzelne Sedimentationszyklus mit seinen verschiedenartigen Gesteinslagen deutet auf ganz verschiedene Senkungsgeschwindigkeiten des Troges hin, derart, daß die Kohlenflöze die Zeiten relativ langsamer und gleichmäßiger Senkung, also gewissermaßen die Ruhepausen des gesamten Senkungsvorganges darstellen, innerhalb dessen sich das Wachstum der Torfmoore dem Senkungsausmaß angepaßt hat, während die mächtigeren Ablagerungen des verschiedenartigen klastischen Materials die Zeiten schneller und unregelmäßiger Senkungen anzeigen. Übersteigen die Ablagerungen von Sandsteinen oder Konglomeraten den Betrag der Senkung, so kommt es allmählich wieder zur Vegetationsbildung und damit zur Flözentstehung. Hiermit ist dann wieder der Ablauf einer weiteren, sich rhythmisch wiederholenden Sedimentationsfolge gegeben. Diese verläuft nach Fiege (1928) umgekehrt wie die der Grünsandzyklen der Kreide. Während die Transgressionen des Oberkarbons mit feinkörnigen Tonen beginnen, die nach oben durch Aufnahme von Sand über Sandschiefer in ± grobe Sandsteine übergehen, setzt der Grünsandzyklus mit grobkörnigem Material ein und geht mit feinkörnigem Gestein zu Ende. Gerade die Verschiedenartigkeit der Korngrößenausbildung der Schichten des Nebengesteins spricht für ruckweise sich auslösende, teils schnellere, teils langsamere Senkungsvorgänge.

Zu den dem Abtragungsraum entstammenden Bestandteilen der Gesteine treten auch noch Bruchstücke der im Sedimentationsraume neugebildeten Gesteine des Steinkohlengebirges hinzu, wie die häufig zu beobachtenden „Kohlengerölle", „Schiefertonflatschen" und „Tongallen" beweisen.

Aus den abgelagerten, je nach ihrer Entfernung von der Küste der Körnigkeit nach sehr verschieden entwickelten Gesteinskomponenten sind infolge verfestigender Vorgänge der Diagenese die heutigen Konglomerate, Sandsteine, Sandschiefer, Schiefertone bzw. Tonschiefer entstanden. Dabei handelt es sich in den Konglomeraten nicht um eigentliche Transgressionskonglomerate, weil Spuren richtiger Landmarken unter ihnen nicht beobachtet worden sind. Sie entwickeln sich vielmehr in ununterbrochenem Absatz als Sandsteine mit streifenweise auftretenden, ± zusammenhängenden Lagen teils feiner, teils grober Gerölle.

Auch die Bildungsgeschichte der selteneren Gesteinsvorkommen, wie der durch Übergänge miteinander verbundenen Spateisensteine, Kohleneisensteine, Toneisensteine und der Brandschiefer des Ruhrkarbons bedarf noch einer kurzen Erörterung.

Spateisensteine. Hinsichtlich der älteren Anschauung von Beyschlag, Krusch und Vogt (1921), daß die Eisensteine marinen Horizonten ident zu sein scheinen, muß betont werden, daß für diese Anschauung keine Beweise vorhanden sind. Ganz abgesehen davon, daß marine Fossilien in ihnen nie beobachtet wurden, steht ihr enger genetischer Zusammenhang mit der Bildung der Flöze (wie unter anderem das Profil des Kenneleisenflözes Q 1 auf Zeche Lohberg zeigt) außer Frage. Demgemäß führen sie häufig Süßwassertier- und Pflanzenreste. Man hat daher in ihnen syngenetische, landnahe Bildungen in geringer Wassertiefe zu sehen, und zwar primäre Niederschläge von Eisenoxydulkarbonaten aus sauerstoffarmen Eisenhumatlösungen unter der reduzierenden Einwirkung organischer Substanzen. Nach Berg fällt das Eisen aus dem Humat bei Berührung mit Sauerstoff als Eisenhydroxydgel aus, das nach und nach in Ferrokarbonat übergeht.

Auch die Kohleneisensteine stellen zweifellos Bildungen des Süßwassers in Form der Absätze von Eisenhumatlösungen in geschlossenen Süßwasserseen oder -becken dar. Ein bemerkenswertes Licht auf die mögliche Entstehung der Kohleneisensteine haben die Untersuchungen von Krusch (1922) über das innerhalb von Torfmooren des Bourtanger Moores aufgefundene „Weißeisenerz" geworfen. Krusch sieht das Weißeisenerz gewissermaßen als rezenten Kohleneisenstein an. Seiner Ansicht nach verhält sich das Weißeisenerz zu dem Kohleneisenstein wie der Torf zur Kohle.

Toneisensteine. Trotz der stellenweise großen äußeren Ähnlichkeit der Toneisensteingebilde untereinander ist ihre Entstehungsweise im einzelnen eine recht verschiedene. Die lagenförmigen, zusammenhängenden Toneisensteinbänke (s. Abb. 92) stellen Niederschläge aus Eisenhumatlösungen dar, die sich gleichzeitig mit der Tontrübe abgesetzt haben. Die oft zu beobachtende Auflösung dieser Lagen in Einzelknollen dürfte mindestens zum Teil auf sekundäre Einflüsse, vermutlich auf Verwitterungsvorgänge an der ehemaligen Oberfläche, zurückzuführen sein.

Nach Berg sind in den sog. Nüssen sowie den ± konzentrisch-schalig aufgebauten, von Spalten durchzogenen und fossilfreien Septarien (s. Abb. 93) Ausscheidungen von kohlensaurem Eisenoxydul aus verdünnten, kolloidalen Eisenhumatlösungen zu sehen, die in dem noch unverfestigten, einheitlich zusammengesetzten Tonschlamm umliefen, wegen ihres Gehaltes an Schutzkolloiden aber erst spät aus dem Gelzustand in den kristallinen Zustand übergingen. Bei der eintretenden Austrocknung der Geoden entstanden dann innerhalb der Knollen infolge von Schrumpfungsvorgängen die erwähnten Risse und Klüfte, die später durch jüngere Mineralabsätze auf dem Diffusionswege wieder ausgekleidet wurden. Auf die Bildung der aus petrographisch verschiedenartigen Schalen bestehenden Geoden im einzelnen als einer auf verwickelte chemische Entmischungsvorgänge zurückzuführenden Erscheinung sei hier nicht weiter eingegangen.

Wieder anderer Entstehung sind die fossilführenden (spaltenlosen) marinen Geoden (Dachsphärosiderite). Sowohl die Lage der Fossilien in der Ebene der Schichtung als auch die oft zu beobachtende Schichtung innerhalb der Knollen und das Fehlen konzentrisch angeordneter Schalen verschiedener Mineral-

substanzen sprechen dafür, daß es sich bei diesen Sphäriten um den ursprünglichen, noch unverfestigten Schieferton handelt. In diesem sind durch Ausscheidung von kohlensaurem Eisenoxydul aus kolloidaler Eisenhumatlösung durch die verwesenden Fossilien Verkittungen gewisser Zonen mit knollenförmiger Begrenzung, die heutigen Toneisensteingeoden, entstanden. Daß die Bildung dieser Sphärite in einem verhältnismäßig frühen Stadium der Einbettung der Fossilien erfolgt ist, beweist die Erhaltung körperlich nicht verdrückter, eingeschlossener Fossilien.

Über die Entstehung des Brandschiefers hat sich kürzlich STACH (1935) geäußert. Nach ihm steht der Brandschiefer als sehr aschenreiche Kohle im engsten Zusammenhang mit der Bildung der Kohle, der während ihrer Bildungszeit große Mengen aschenbildender Mineralstoffe in Form von Tontrübe sowie von Mikro- und Makrosporen, Kutikulen, Vitrit- und Fusitteilen sowie Harzkörpern zugeführt wurden. Darüber, daß diese Stoffe durch Wasser eingeschwemmt worden sind, kann kein Zweifel bestehen. Dementsprechend müssen wir uns die Brandschiefer als Bildungen einer offenen Wasserfläche, und zwar in ausgedehnten Tümpeln und Seen, vorstellen. Abgesehen vom Wasser, hat aber auch der Wind organische und anorganische Bestandteile eingeführt. Man kann daher den Brandschiefer gewissermaßen als den Beginn oder das Ende der Kohlenbildung ansehen.

IX. Abschnitt.

Das tektonische Bild des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges.

A. Historischer Überblick.

Ein kurzer geschichtlicher Rückblick über die Entwicklung unserer Erkenntnis vom Aufbau unseres Steinkohlengebirges möge vorausgehen (s. Profile der Abb. 332).

Den ersten Versuch einer Darstellung der tektonischen Verhältnisse des Bezirkes verdanken wir v. HÖVEL (1806), der sich in überraschend klarer Weise über den Bau des alten Gebirges, die ihm gleichmäßig aufgelagerten steinkohlenführenden Schichten, ferner über die Diskordanz, mit der die jüngeren Formationen das Karbon überdecken, und die Fortsetzung des Steinkohlengebirges unter ihnen äußert (s. Abb. 332). Ein erheblicher Fortschritt kommt in der Auffassung KARSTENS (1826) zum Ausdruck, der schon drei Hauptmulden aufzählt, aber noch glaubt, daß diese Mulden sich unter dem Deckgebirge zu einer einzigen großen Mulde vereinigen. 30 Jahre später spricht LOTTNER bereits von vier nach NO an Tiefe und Kohlenreichtum zunehmenden Mulden, die durch drei Sättel getrennt werden, so daß RUNGE (1892) diese Auffassung nur in Einzelheiten auszugestalten vermag. Von Bedeutung erscheint dabei seine Ansicht, daß nördlich und östlich von Dortmund das kennzeichnende Bild der Hauptmulden und -sättel durch eine flache, wellenförmige Lagerung mit vereinzelt auftretenden flachen Spezialsätteln und Spezialmulden ersetzt werden soll. Unserer Auffassung näher kommen dann die Arbeiten von HUNDT (1901), WACHHOLDER (1901) und SCHULZ-BRIESEN (1902).

Die eine fortgeschrittenere Erkenntnis einleitenden Arbeiten von CREMER und MENTZEL (s. Bd. I des Sammelwerkes des Jahres 1903 und seine Tafeln), KRUSCH (1908) und KUKUK (1910) bringen eine Darstellung von dem aus fünf schmalen Sätteln und fünf breiten Mulden bestehenden Faltengebilde und seinen durchsetzenden Quer- und Längsstörungen, die der heutigen Auffassung in groben Zügen noch einigermaßen gerecht wird. Jedoch müssen die hier geäußerten Anschauungen in zahlreichen, stellenweisen sehr wichtigen Einzelheiten den durch die neuen Grubenaufschlüsse der letzten Jahrzehnte und durch weitere geologische Erforschung gewonnenen Erkenntnissen weichen. Sie sind unter anderem in den Arbeiten von QUIRING (1919), LEHMANN (1920) und BÖTTCHER (1925/27), ferner von STILLE (1926), KUKUK (1925), BÄRTLING (1927), NEHM (1930), HAARMANN (1930/32), BREDDIN (1931), KELLER (1931/33), STACH (1932), SEIDL (1933) und OBERSTE-BRINK (1933) zum Ausdruck gekommen (s. Abb. 333 und Tafel III, VI und VII).

B. Das allgemeine Faltenbild des Steinkohlengebirges.

Wie schon oben erwähnt, besteht der an das Rheinische Schiefergebirge sich anlehnende Steinkohlengebirgskörper aus einer Folge ± parallel verlaufender, von WSW nach ONO streichender Mulden und Sättel von verhältnismäßig einfacher Grundanlage (s. Tafel VI). Durch Längs- und Querstörungen mannigfachster Art sind diese Gebilde örtlich derart

beeinflußt worden, daß stellenweise recht verwickelte Tektogene entstanden sind. Insgesamt muß der bis zur Fastebene wieder abgetragene Gebirgskörper des Ruhrkarbons als ein „Faltenbruchrumpfgebirge" („Faltenbruchrumpf-Tektogen" im Sinne HAARMANNs) bezeichnet werden.

Hinsichtlich seines Faltenwurfes unterscheidet sich der Bauplan des Ruhrkarbons nicht unwesentlich von der Architektur des variszischen Gebirges im S. Eigen ist dem karbonischen Faltenbild einmal die ± große Gesetzmäßigkeit in der Aufeinanderfolge der zumeist schmalen, im Streichen durchgehenden und ± nach einer bestimmten Grundform, der Kofferform BÖTTCHERs (1927), gebauten Sättel, und der nach N immer breiter werdenden, in den höheren Horizonten im allgemeinen flach gebauten Mulden, in Verbindung mit zahlreichen Sonderfalten (s. Profile der Tafel VII). Für die Tiefenausbildung des Faltenbildes sind die an den Übergängen der Muldenflügel zu den Sattelflanken (sog. „Knickzonen") in Erscheinung tretenden und nach der Teufe zu schnell sich entwickelnden Spitzfalten besonders kennzeichnend.

Die Herausbildung der Zickzackfalten bzw. Spitzfalten dürfte mit der petrographischen Eigenart der karbonischen Schichten (Wechsel harter Sandsteine, weicher Flöze und mittelharter Schieferbänke) in Zusammenhang stehen, die der Knickfaltung nach der Tiefe zu im allgemeinen günstiger war als die der petrographisch gleichmäßigeren, weicheren Schichten des unterlagernden Devons, die dafür eine ausgeprägte „Schieferung" aufweisen.

Meist sind die Nordflügel der karbonischen Hauptsättel nicht nur steiler und bisweilen sogar bis zur Überkippung aufgerichtet, sondern auch stärker gefaltet als ihre Südflügel.

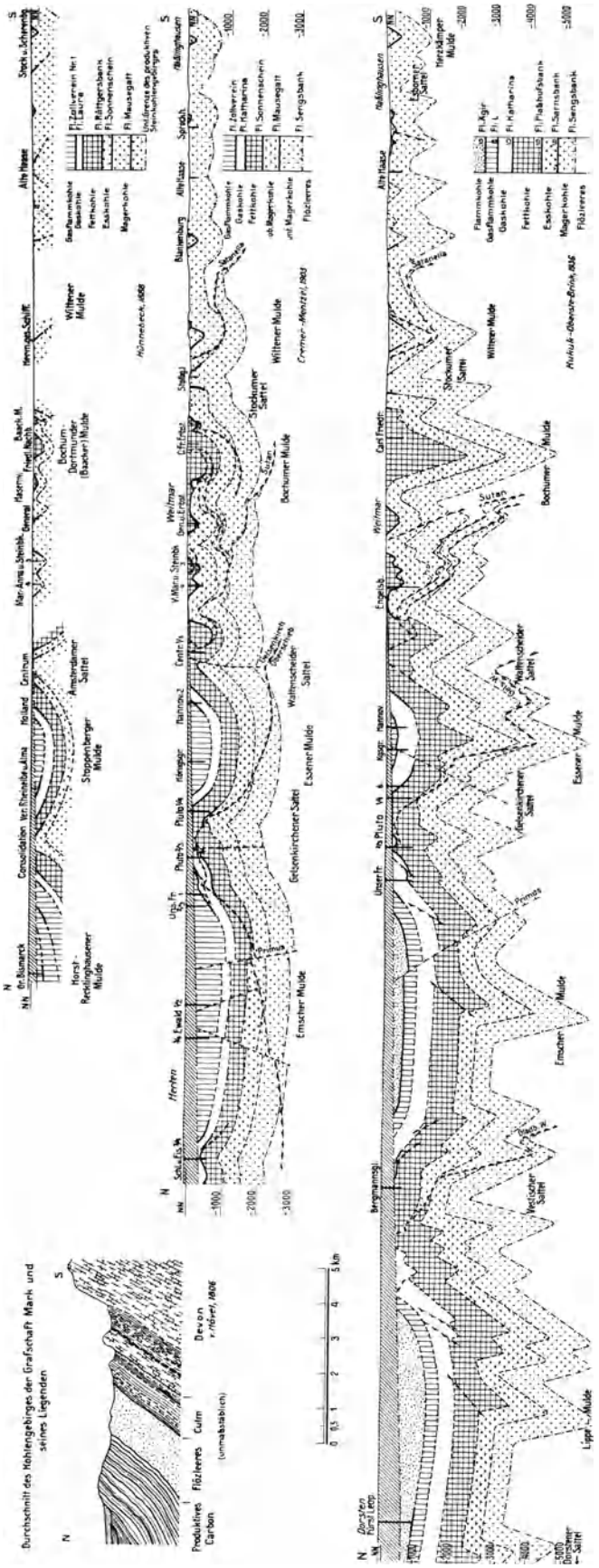


Abb. 332. Die Entwicklung unserer Erkenntnis vom Bau des Steinkohlengebirges an der Ruhr, dargestellt an vier Profilen aus den Jahren 1806 (v. HÖVEL), 1888 (HÜNNEBECK), CREMER-MENTZEL (1903) und KUKUK-OBERSTE-BRINK (1936).

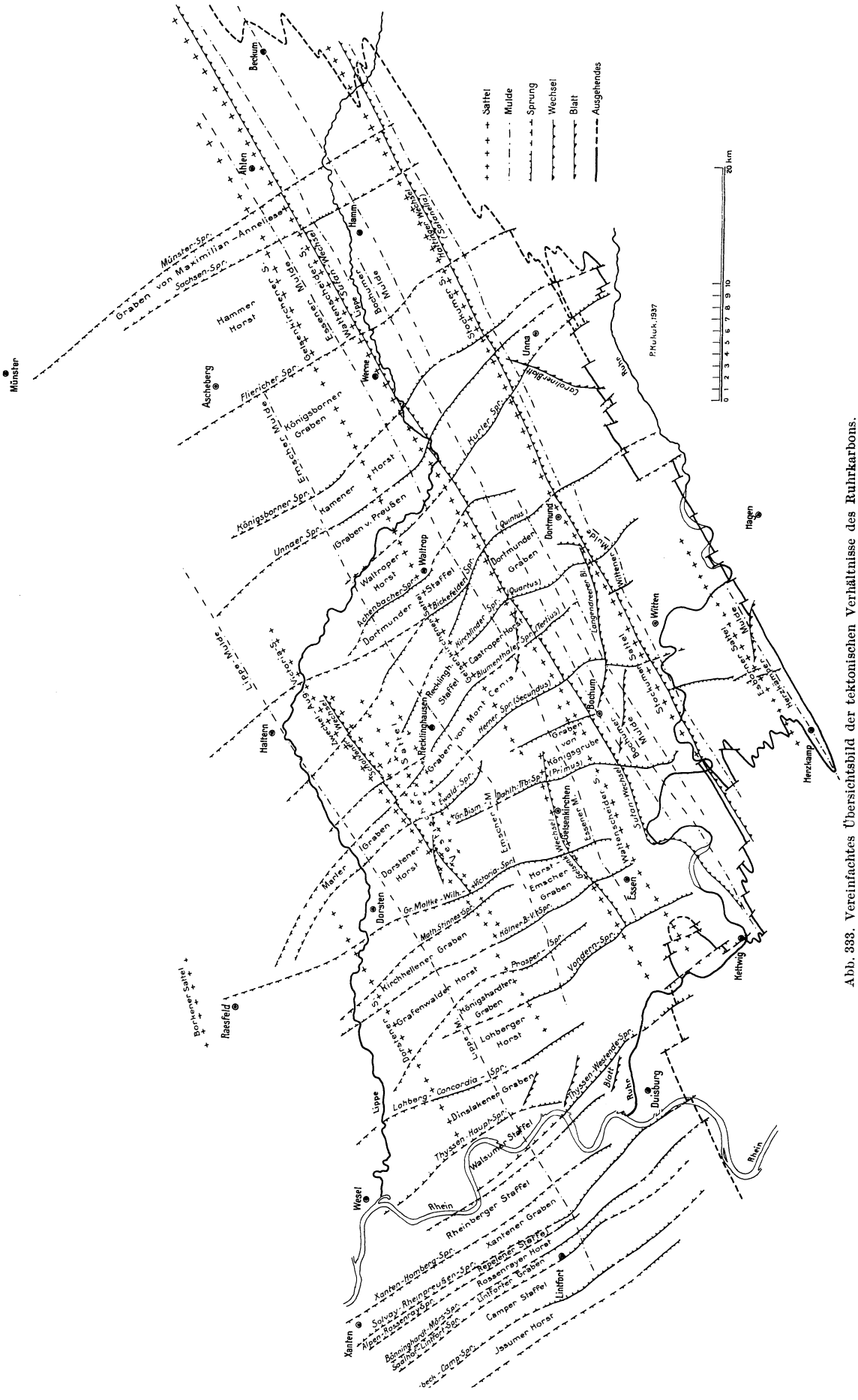


Abb. 333. Vereinfachtes Übersichtsbild der tektonischen Verhältnisse des Ruhrkarbons.

Gelegentlich zeigen die stets in der Form der „Normalfalten" erscheinenden Mulden und Sättel im Kern auch eine fast völlig symmetrische Ausbildung (s. Abb. 334).

Infolge der nach der Faltung des Steinkohlengebirges eingetretenen Kippung der gesamten Karbonablagerung nach N, die sich noch bis in die jüngste Zeit bemerkbar zu machen scheint (WEISSNER 1929), sinken die durch hoch herausgepreßte Sättel getrennten, bekannten Hauptmulden, die Wittener, Bochumer, Essener, Emscher- und Lippe-Mulde, bei zunehmendem Deckgebirge in Richtung von S nach N erst schneller, dann langsamer tiefer ein. Dabei werden die Mulden in dieser Richtung meist breiter und anfänglich auch kohlenreicher (s. Tafel III), obwohl im N manche Ausnahmeerscheinungen zu beobachten sind. Es verschwindet ferner in der Richtung von S nach N vom Liegenden zum Hangenden ein Flöz nach dem anderen, wie das in meinem Profil A der Tafel III zum Ausdruck gekommen ist. Als Folge davon steigt der Beginn der Flözführung in dieser Richtung in immer höhere Schichten hinauf, so daß z. B. unterhalb der Osnabrücker Schwelle in der Tiefe unterhalb der Osnabrücker Schichten nur mehr die Fettkohlenschichten anstehen, während die Magerkohlenschichten am Südrand des Ruhrbezirkes nur etwa rd. 25 km nach N, d. h. bis zum Vestischen Sattel, reichen dürften (vgl. dazu die Tafeln 1 und 3 der obenerwähnten Arbeit KELLERs, Abh. Preuß. Geol. Landesanst. 1934, N. F. 162).



Abb. 334. Symmetrische Ausbildung eines Sattelkerns im Steinkohlengebirge der Zeche Dahlhauser Tiefbau (sog. Sattel an der Tonnenbrücke). Nach dem Hangenden gehen die Schichten in eine Spitzfalte über.

Der früher allgemein üblichen Auffassung folgend, sollte die Faltungsstärke des Karbons vom Rande des Gebirges (d. h. von S) her nach N schnell abklingen. Nach den Verhältnissen des Karbons im N und der besonders durch die Anschauungen BÖTTCHERs (1925/31) geförderten Erkenntnis der Tiefenausbildung des Ruhrkarbons zu urteilen, kann diese früher gewissermaßen als Dogma vertretene Ansicht in dieser Form heute nicht mehr aufrechterhalten werden; stützte sie sich doch auf den nicht ohne weiteres zulässigen Vergleich der Magerkohlenaufschlüsse im S mit den unmittelbar unter dem Deckgebirge abstoßenden Flözen der jüngeren und höher gelegenen Schichten in den nördlichen Mulden. Streng genommen, sind aber nur Aufschlüsse der gleichen stratigraphischen Horizonte, d. h. derselben primären Tiefenstufe, vergleichbar, und diese zeigen, daß im N des Bezirkes, wie im Gebiete des Vestischen Sattels, in den Magerkohlenschichten eine gleich lebhafte Faltenbildung herrscht wie im S (s. Tafel VII). Selbst noch weiter im NW, im Gebiete von Winterswijk, scheint das Karbon ähnlich wie im Ruhrbezirk stark gefaltet zu sein (BÄRTLING 1927). Genauere Untersuchungen nach dieser Richtung haben ergeben, daß die Faltungsstärke der Ablagerungen innerhalb ein und derselben Kohlenstufe nur ganz allmählich von S nach N abklingt. Wie überdies aus dem N—S-Profil der linken Rheinseite (s. Abb. 598) hervorgeht, kommt auch in der nördlich gelegenen Emscher-Mulde — genau wie in den südlichen Mulden der rechten Rheinseite — nach der Tiefe zu eine ± ausgeprägte Faltenentwicklung zum Ausdruck. In Richtung nach NO, in der Osnabrücker Gegend, ist freilich von der „variszischen" Faltung kaum noch etwas zu bemerken.

Demgegenüber nimmt die Intensität der Faltung mit all ihren Nebenerscheinungen, worauf Böttcher (1925) zuerst aufmerksam gemacht hat, mit verhältnismäßig großer Regelmäßigkeit vom Hangenden zum Liegenden zu. Tatsächlich zeigen die bergbaulichen Profile (s. Tafel VII) entgegen der älteren Auffassung von der „Blattparallelfaltung" der gesamten Karbonschichten — nach der die Faltungsstärke nach der Tiefe sogar schwächer werden sollte —, daß die in den stratigraphisch jüngeren Horizonten der oberen Teufen meist nur eben angedeuteten, ± abgerundeten Sonderfalten nach der Tiefe zu in den älteren Horizonten zumeist — aber nicht immer — ausgeprägter und steiler (spitzer) werden (vgl. dazu das Raumbild Bärtlings S. 289). Man kann daher mit Böttcher (1925) innerhalb der stratigraphisch gleichaltrigen Horizonte gewissermaßen von „Faltungstiefenstufen" sprechen. Oberste-Brink wies 1934 auf die allgemeine Horizontbeständigkeit der einzelnen Faltentypen hin. Meines Erachtens dürfte die neuerkannte Eigenart der Faltungserscheinungen im Gegensatz zu der schon oben näher erörterten Auffassung von Böttcher als Folge tangentialen Druckes anzusehen sein, der sich in der Ausbildung „disharmonischer Falten" auswirkte. Diese dürften sich jedoch nach dem Liegenden zu in größerer Tiefe — etwa an der oberen Grenze des starren mitteldevonischen Massenkalks (wie auch Seidl annimmt) — wieder ausgleichen.

Es ist weiter beachtenswert, daß sämtliche Hauptmulden- und Sattellinien im Streichen im allgemeinen nicht horizontal verlaufen, sondern schwach wellenförmig auf- und niedersteigen (Prof. B, Tafel III), sich im übrigen aber teils nach W und anderenteils auch nach O herausheben. Wenn auch die Ursache des Aushebens dieser Linien im W auf nachträglicher Hebung im Rheintalgraben beruht, so ist der Grund der scheinbaren Querfaltung der gesamten Karbonablagerung noch nicht mit Sicherheit zu erkennen. Vielleicht handelt es sich hier um dieselben Vorgänge (örtliche Konsolidierung des Untergrundes u. a.), die den gleichen Erscheinungen im nordöstlichen Schiefergebirge zugrunde liegen (Paeckelmann 1933). Es kann sich aber auch um Äußerungen verschieden starken Faltungsdruckes handeln. Auch auf das gelegentlich zu beobachtende „Verspringen der Haupt- und Nebenfalten", das allem Anschein nach an etwa querschlägig gerichtete Linien gebunden zu sein scheint, sei hier hingewiesen.

Von großer Bedeutung für den Aufbau des Ruhrkarbons sind auch die mit der Faltung in ± engem Zusammenhange stehenden Wechsel (s. Tafel VI und VII). Hier lassen sich zwei Arten unterscheiden. Einmal sind es die vor der Hauptfaltung angelegten, bei der späteren Druckbeanspruchung mitgefalteten großen Wechsel, die meist, jedoch nicht immer, die Südflügel der Hauptsättel begleiten. Ihrer Entstehung nach wahrscheinlich unabhängig von der Lage der Sättel, finden sie sich auch auf ihrem Nordflügel und in dem Tiefsten der Mulden, die sie nach der Teufe zu durchsetzen, wie aus ihrem Verlauf im W bis tief ins Flözleere zu ersehen ist (Bärtling 1927). Zu diesen Hauptüberschiebungen gehören von S nach N die Satanella (am Stockumer Sattel), der Sutan (am Wattenscheider Sattel), der Gelsenkirchener Wechsel (am Gelsenkirchener Sattel) und wohl auch der Scholvener Wechsel (am Vestischen Sattel). Vom Scholvener Wechsel und der Satanella ist die Mitfaltung der Überschiebungsfläche durch bergbauliche Aufschlüsse allerdings noch nicht mit Sicherheit erwiesen. Außer diesen insgesamt nach S einfallenden Überschiebungen mit meist großen Schubweiten (bis 1200 m bei der Satanella, bis 2000 m beim Sutan und bis 700 m bei dem Gelsenkirchener Wechsel) kennen wir aber auch noch einige weniger bedeutende, gefaltete Wechsel, wie den nördlich einfallenden Hellenbänker Wechsel.

Einfluß auf die Lagerungsverhältnisse haben aber auch die örtlich recht ausgedehnten, den Sätteln und Sondersätteln fast parallel verlaufenden ungefalteten Wechsel (Wechsel der 2. Folge von Oberste-Brink), die, vorwiegend gleichgerichtet oder widersinnig, zumeist steil, aber auch flach einsinken. Sie haben eine ± starke Schuppung des Gebirges bewirkt, besitzen aber im allgemeinen ein weit geringeres Überschiebungsausmaß als die der 1. Folge. Diese als „Gleitflächen" dienenden Wechsel, zu denen auch die „Schaufelflächen" Lehmanns (1920) zu zählen sind, laufen stellenweise nach dem Hangenden zu in eine Schichtfuge aus, während sie nach dem Liegenden zu häufig in Sattel- oder Muldenachsen übergehen. Sie sind meist nur für eine bestimmte Faltungs-

tiefenstufe der Karbonschichten kennzeichnend. Zu diesen meist die Nordflanken der Hauptsättel begleitenden Wechseln gehören unter anderem der Kurler, Scharnhorster und der Colonia-Wechsel auf dem Nordflügel des Stockumer Sattels und der Hannibal-Wechsel auf dem Nordflügel des Wattenscheider Sattels (s. Tafel VII).

C. Die Bruchstruktur des Steinkohlengebirges.

Eine Reihe verschiedenartiger und -altriger Zerreißungserscheinungen verleiht dem oben geschilderten Faltenbilde auch noch ein ausgesprochenes Bruchgepräge. Abgesehen von den schon vorerwähnten Überschiebungen auf ± streichend verlaufenden Wechseln handelt es sich vorwiegend um Verwerfungen längs ± querschlägig gerichteter Sprünge, um Seitenverschiebungen längs querschlägiger und diagonaler Blätter und um die selteneren Horizontalverschiebungen auf fast nordsüdlich streichenden Deckelklüften. Unter den die gefalteten und stellenweise geschuppten Ablagerungen zerreißenden Störungen spielen die zumeist querschlägig (NW—SO), d. h. herzynisch gerichteten und auf Zerrung zurückzuführenden Sprünge die Hauptrolle. Sie streichen im großen und ganzen in einem nach W geöffneten Bogen. Ihre Längenerstreckung bewegt sich zwischen wenigen Metern bis zu vielen Kilometern. Aber auch N—S (rheinisch) verlaufende Sprünge sind vorhanden. Die Mehrzahl der verwerfenden Sprünge hat noch das Deckgebirge mitbetroffen (s. Tafel VIII).

Die meist von kleineren, entgegengesetzt einfallenden „Böschungssprüngen" begleiteten Sprünge zerlegen die nach der Annahme von Stille in der asturischen Phase der variszischen Orogenese entstandenen und einigermaßen parallel angeordneten Faltenstränge in eine Reihe quer zum Streichen gelegener, ± schmaler Schollen (Gräben, Horste und Staffeln). Die örtlich in sich wieder in Einzelschollen zerbrochenen Gräben und Horste wechseln nicht selten rhythmisch miteinander ab. Diese auf eine einheitlich gerichtete Krustenbewegung infolge von Zerrungsvorgängen während der sog. saalischen Phase (d. h. in postoberkarbonisch-rotliegender Zeit) zurückzuführenden Schollentektogene sind zunächst durch Vertikal- und später meist noch durch Horizontalbewegungen ± gegeneinander in der Höhen- bzw. Seitenlage verschoben und zeigen dann gelegentlich gegenüber den Nachbarschollen besondere Faltungsbilder. Auf diese Elemente wird weiter unten noch näher eingegangen werden. Bemerkenswert ist, daß, wie schon Lehmann (1920) nachwies, streichende Sprünge nicht vorhanden sind.

Neben den altbekannten Überschiebungen und Verwerfungen kommt den früher viel zu wenig beachteten Verschiebungen von Schollen (Quiring 1919) längs querschlägiger und diagonaler, meist steil stehender „Blätter" mit wechselndem Einfallen eine immer größere Bedeutung zu. Diese in den letzten Jahren von Böttcher, Nehm, Oberste-Brink und Kukuk in den Grubenaufschlüssen in großer Zahl festgestellten diagonalen Störungen, unter denen z. B. das Langendreerer, das Höntroper, das Schweriner, das Westender und das Gladbecker Blatt die bekanntesten sind, haben Seitenverschiebungen bis zu 100 m und weit mehr bewirkt (s. Tafel VI). Bemerkenswert ist die schon von Cremer (1903) mitgeteilte Beobachtung, daß die südlich der Blätter gelegenen Karbonteile nach W verschoben sind. Die Blätter scheinen teils während der Hauptfaltung, teils nach Abschluß der Faltung entstanden zu sein.

Bezüglich aller weiteren Einzelheiten des Faltenbruchbildes, insbesondere aber des Mechanismus der Bewegungsvorgänge, der sich bei ihrer Bildung abspielte, sei auf die Ausführungen von Oberste-Brink in Abschnitt X verwiesen.

Hand in Hand mit der Herausbildung der vorgeschilderten Großtektonik geht die in der Zerstückelung der Gebirgsschichten und vornehmlich der in ihnen eingebetteten Flöze sich ausprägende Kleintektonik, auf die an anderer Stelle eingegangen werden wird.

D. Das Faltenbild im einzelnen (Sättel und Mulden).

Im Interesse einer übersichtlichen Darstellung des tektonischen Baues und der Herausstellung der neueren Erkenntnisse seit Erscheinen des Sammelwerkes im Jahre

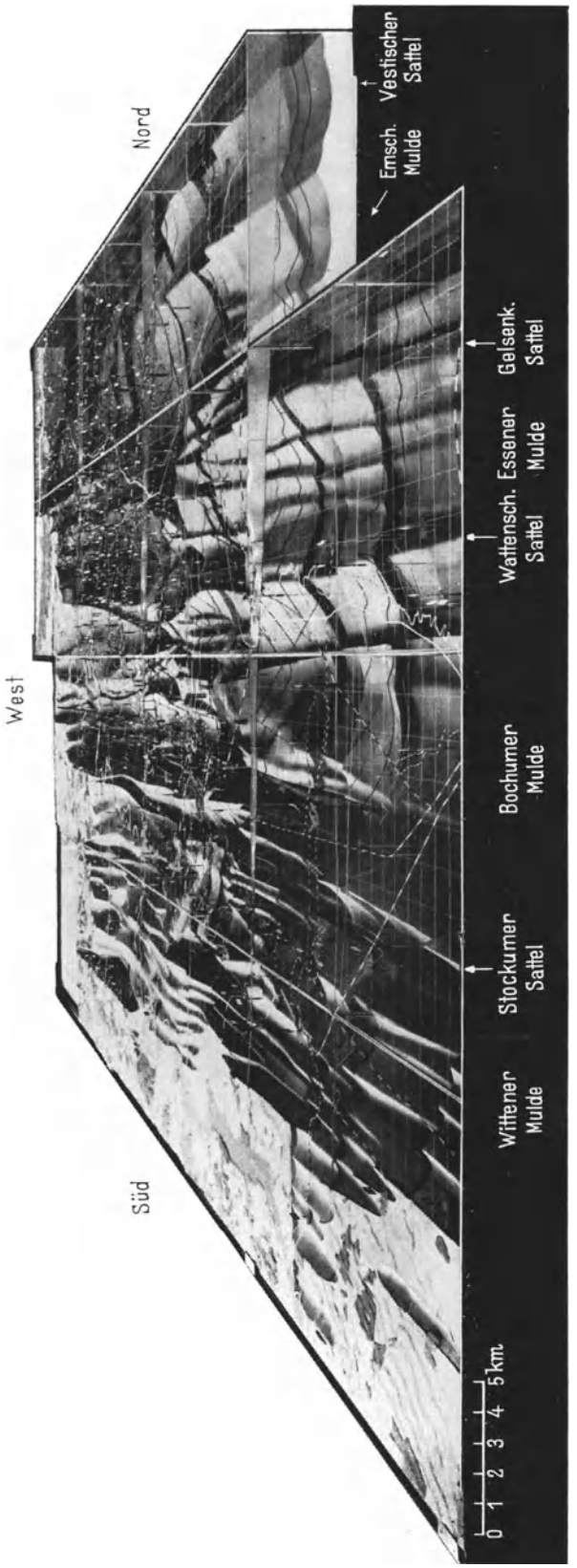


Abb. 335. Modell der Grenzfläche der flözführenden und flözleeren Schichten des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges. Nach MINTROP-SCHULTE. Markscheide-Institut der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum.

1903 scheint es mir richtig, von den Hauptelementen, den altbekannten Sätteln und Mulden, deren allgemeintektonische Ausbildung als bekannt vorausgesetzt werden darf, auszugehen. Dabei sei zur Gewinnung eines schnellen Überblickes über das Faltenbruchbild auf das von MINTROP und SCHULTE (1913/14/22) entworfene, anschauliche Reliefmodell der Steinkohlenablagerung des Ruhrbezirkes im Maßstab 1:10000 hingewiesen (s. Abb. 335), das allerdings in der Darstellung der Tiefenentwicklung der Mulden im N und O unserer heutigen Auffassung nicht mehr gerecht wird. Weiter verweise ich auf die neuentworfene tektonische Übersichtskarte im Maßstab 1:150000 (s. Tafel VI). Auf ihr sind die wichtigsten Aufschlüsse, insbesondere der Verlauf der Sattel- und Muldenlinien sowie aller Störungen — unter Berücksichtigung der neuen stratigraphischen Gliederung des Karbons in sechs Horizonte — auf eine nach N abfallende Ebene (etwa 50—100 m unterhalb der Mergelüberlagerungsfläche des Steinkohlengebirges) projiziert.

Bei der Darstellung der Sattel- und Muldenlinien habe ich im allgemeinen die Linien gewählt, die den Verlauf der ältesten Sattelkernschichten und der jüngsten Muldenschichten (projiziert auf die obengenannte Fläche) wiedergeben. Daß diese Linien nicht immer mit dem Verlauf der größten Tiefenerstreckung der Mulden zusammenfallen, braucht angesichts der geschilderten verwickelten Faltenausbildung nach der Teufe nicht besonders betont zu werden.

Gemäß dem in dieser Übersichtskarte zum Ausdruck gebrachten Ablagerungsbild wird sich auch die nachstehende Skizze der Tektonik des Ruhrkarbons vorwiegend auf die wichtigsten Elemente des durch den Bergbau klargestellten Bildes beschränken müssen, da selbst eine gedrängte Behandlung der weiter nach der Tiefe zu sich entwickelnden, stärkeren Sonderfalten im Hinblick auf den zur Verfügung stehenden Raum sich nicht durchführen läßt. Eine gute Vorstellung von den Lagerungsverhältnissen vermitteln die drei Profile der Tafel VII, auf die hier gleichfalls verwiesen wird.

Wie schon ausgeführt wurde, schließen sich die bekannten Hauptsättel und -mulden des Ruhrkarbons nach N an die Großfaltenelemente

des Rheinischen Schiefergebirges, wie den Remscheid-Altena-Arnsberger Sattel, Ostsauerländer Hauptsattel, Lüdenscheider Mulde, Ebbesattel, Siegerländer Hauptsattel u. a. an (s. Tafel III und Abb. 27), wenn sie auch im Streichen etwas nach N abweichen.

Wir unterscheiden im Ruhrgebiet von S nach N:

Herzkämper Mulde
Esborner Sattel
Wittener Mulde
Stockumer Sattel
Bochumer Mulde
Wattenscheider Sattel
Essener Mulde
Gelsenkirchener Sattel
Emscher-Mulde
Vestischer Sattel
Lippe-Mulde
Dorstener Sattel.

Südlichste Mulde des Ruhrkarbons ist die sog. **Herzkämper Mulde,** die immer als eine Sondermulde der Wittener Hauptmulde angesehen wurde (s. Tafel VI).

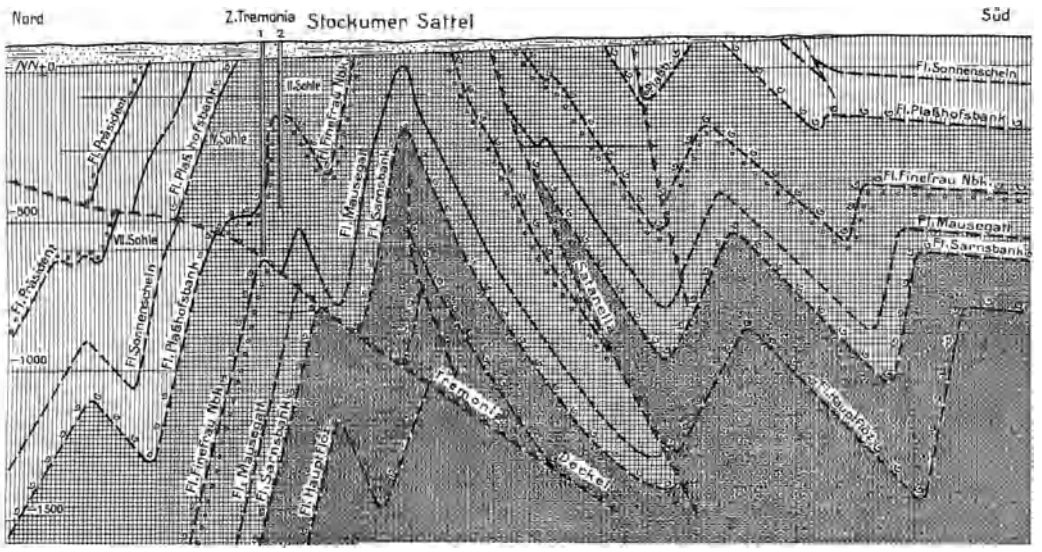


Abb. 336. Profil durch den Stockumer Sattel. Umgez. nach OBERSTE-BRINK.

BÄRTLING (1925) möchte sie wegen der hoch herausragenden, bis nach Kirchlinde verfolgbaren, sie nördlich begleitenden Aufwölbung des sog. **Esborner Sattels,** der noch stellenweise Flözleeres an die Oberfläche bringt, als selbständige Mulde von der Wittener Mulde abtrennen.

Die scharf ausgeprägte Faltenbildung des westlichen und mittleren Muldenabschnittes der **Wittener Mulde,** die einerseits nach dem Ausheben im W, andererseits nach der Tiefe zu besonders stark in Erscheinung tritt, geht im Felde der früheren Zeche Massen III/IV in eine tiefer eingesenkte Hauptmulde über, die allerdings im Horst von Kamen etwas verwischt, östlich des Königsborner Hauptsprunges im Grubenfelde von Königsborn III/IV jedoch wieder gut aufgeschlossen ist. Weiter gegen O sinkt die Hauptmuldenlinie bis zu dem gegen W einfallenden Fliericher Sprung ein, wobei ein stärkeres Abschwenken des Südflügels nach SO unter beginnender Sonderfaltung erfolgt. In dieser Mulde dürften bis zum Deckgebirge noch die gesamten Fettkohlen- und vielleicht noch etwas von den untersten Gaskohlenschichten entwickelt sein. Trotz aller meiner Bemühungen ist es mir jedoch noch nicht gelungen, hier das Leitflöz Katharina zu erkennen. Nach den Aufschlüssen der Versuchsschachtanlage Bramey sind östlich des Fliericher Sprunges wieder Eß- und Magerkohlen vertreten. Die in der Wittener Mulde, insbesondere südlich des Stockumer Sattels und am Südrande der Hauptmulde, noch in Erscheinung tretenden Sondermulden werden nach der Tiefe zu immer steiler und spitzer. Stellenweise läßt sich das schon in Aufschlüssen über Tage beobachten.

Im O des Flierichter Sprunges kann der Faltenbau dieser Mulde mangels weiterer Grubenaufschlüsse und infolge Überdeckung des flözführenden Karbons durch die Schichten der Kreide nur noch an der Hand von Bohrungen verfolgt werden, die aber in vielen Fällen nur mit Vorsicht verwertet werden dürfen. Es ist daher auch nicht möglich, die südliche bzw. südöstliche Grenze des flözführenden Karbons gegen das Flözleere mit absoluter Sicherheit anzugeben. Im Abschnitt „Ausdehnung des Karbons" ist der Weiterverlauf des Ausgehenden der Wittener Mulde im einzelnen verfolgt worden.

Die Wittener Mulde wird nach N durch den seit altersher bekannten, sehr schmalen und steilaufgerichteten **Stockumer Sattel,** den südlichen Hauptsattel von KRUSCH, abgeschlossen (s. Abb. 336). Infolge der satteldachartigen, starken Zusammenstauchung seiner Schichten ist sein Kern so hoch herausgepreßt worden, daß etwa östlich von der Unnaer Störung die tiefsten Ablagerungen der Magerkohle unter der Kreide abstoßen. Wegen des im W und vermutlich auch im O sich vollziehenden zungenförmigen Eingreifens älterer, flözleerer Sattelkernschichten in das flözführende Karbon hinein hat dieser Sattel die kleinste streichende Längenausdehnung aller westfälischen Karbonsättel. Im westlichen und mittleren Teile durch Grubenbaue und Tagesaufschlüsse (s. Abb. 337) klar erkannt, läßt sich sein Verlauf (s. Tafel VI) auch in dem durch Bergbau noch nicht erschlossenen östlichen Teile des Bezirkes ziemlich gut in der alten Streichrichtung über Rhynern und Norddinker bis über die Lippe hinaus und weiter durch den meist geringen Gasgehalt der erbohrten Flöze sowie das durchweg steile Einfallen der Schichten verfolgen. Auf seinem Südflügel verläuft fast parallel zu ihm der südlich einfallende Satanella-Wechsel (s. Abb. 336), dessen Überschiebungsausmaß bis etwa 1200 m beträgt. Es steht durch Grubenaufschlüsse noch nicht mit Sicherheit fest, ob auch er gefaltet ist, wie vielfach angenommen wird. Nach W ist die Satanella noch ziemlich weit im Flözleeren nördlich von Nierenhof zu verfolgen, wo sie nach BÄRTLING (1927) Flözleeres gegen Flözführendes verwerfen sollte. Nach KELLER (1934) ist hier nur noch ein Schubmaß von rd. 250 m vorhanden (s. Tafel VI). Auf seiner Nordseite wird der Stockumer Sattel von einer aus den steil nach N einfallenden Scharnhorster bzw. Kurler Wechseln bestehenden Überschiebungszone begleitet, die sich im W in der Colonia-Überschiebung (mit einer Schubweite von rd. 400 m) wiedererkennen läßt. In Höhe der Zeche Tremonia wird der Sattel von dem nach S einfallenden „Tremonia-Deckel" durchsetzt (vgl. Abb. 376).

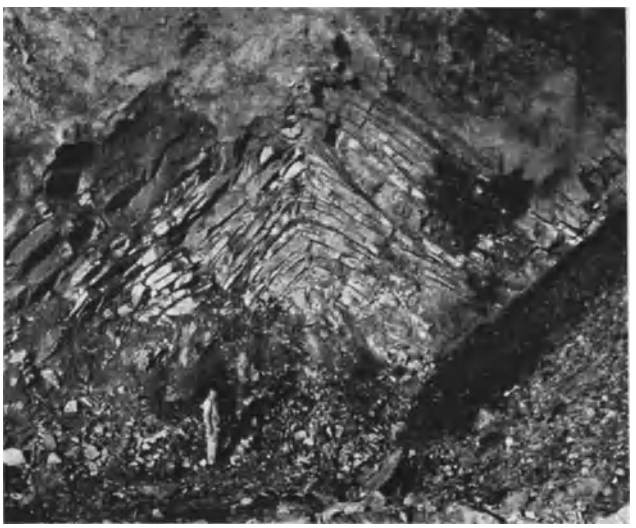


Abb. 337. Stockumer Sattel, aufgeschlossen im Steinbruch der Zeche Klosterbusch bei Herbede. Aufn. der Zeche.

Die an den Stockumer Sattel nach N sich anlegende **Bochumer Mulde** greift im Grundriß weit über die Wittener Mulde nach NW hinüber, ebenso wie die nächstfolgende Essener Mulde über die Bochumer Mulde nach NW vorstößt.

In diesem staffelförmigen Vorspringen der einzelnen Muldengebiete nach NW handelt es sich offenbar nicht um Erscheinungen, die auf primäre paläogeographische Vorgänge zurückzuführen sind. Vielmehr dürfen hier Wirkungen eines noch vor der Ablagerung des Zechsteins erfolgten Aufwölbung des Gebietes der Niederrheinischen Bucht vorliegen, das, in Schollen zerbrochen, später der Abtragung unterlag (WUNSTORF 1927).

Gleich der Wittener Mulde ist auch die Bochumer Mulde im W, wie sich besonders an ihrem westlichen Muldenschluß beobachten läßt, durch wiederholte Ausbildung von Sondermulden und -sätteln reich gegliedert (s. Abb. 338). Nach der Mitte des Reviers zu wird dieser Faltenbau des W noch lebhafter und zeigt hier bis etwa 25 ± gut bergbaulich aufgeschlossene Einzelfalten, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden kann (s. Tafel VI). Aus den Untersuchungen Böttchers ergibt sich, daß die Sonderfalten dieser Mulden sich nach der Tiefe zu immer spitzeren Formen (Knickfalten) entwickeln (s. Tafel VII), wie das auch schon die örtlich ± gut aufgeschlossenen Faltenbilder der Gegend von Heisingen, Kupferdreh und Werden stellenweise erkennen lassen.

Östlich des tektonisch eigenartigen Schichtenbaues der Zeche Hansa wird die Faltenentwicklung der jüngsten Schichten der Bochumer Mulde unter dem Mergel wieder ruhiger und macht einer flachen Hauptmulde Platz, die sich vom Achenbacher bis zum Unnaer Sprung weiter nach O einsenkt. Dieser flachen Hauptmulde legen sich nun sowohl in Richtung auf den nördlich abschließenden Wattenscheider Sattel als auf den im S gelegenen Stockumer Sattel zu bald stärker, bald schwächer ausgebildete Falten an. Infolge eines weiter im O, im Felde der Zeche Grimberg, aus der Mulde auftauchenden und stellenweise von Störungen durchsetzten, flachen Muldensattels (der nach einem Profil in Richtung der Zechen de Wendel-Radbod noch in der Höhe von Hamm vorhanden zu sein scheint) bilden sich zwei selbständige, untiefe Sondermulden heraus, die sich nach der Tiefe wieder in zahlreiche, allmählich schärfer werdende Sonderfalten auflösen. In der nördlichen dieser Mulden steht die obere Fettkohle bauende Schachtanlage Radbod, während in der etwas tiefer eingesenkten südlichen Sondermulde (s. Abb. 339) die Schächte der Zeche de Wendel I/II eine sehr kleine Gaskohlenmulde aufgeschlossen haben. In Verbindung mit den vielen dort niedergebrachten Bohrungen auf Kohle ergibt sich, daß die Muldenlinie der nördlichen Bochumer Sondermulde über Heessen und weiter (südlich von Ahlen) über die Schächte der Zeche Westfalen bis etwa Neu-Beckum verläuft, während die Muldenlinie der südlichen Bochumer Mulde über Hamm hinaus keine große Bedeutung mehr zu besitzen scheint.

Auf die ziemlich regelmäßige Ausbildung dieser Sondermulde folgt weiter nach S wieder eine etwas lebhaftere Faltenbildung, die den stark ausgeprägten Falten im Felde der Zeche Grillo entsprechen dürfte. In einer dieser Sondermulden scheinen die Schächte der früheren Zeche Maximilian zu stehen, welche stark gefaltete Flöze der mittleren und unteren Fettkohlenschichten mit einem im allgemeinen südlichen Einfallen angetroffen haben. In der nördlichen Sondermulde baut die Zeche Sachsen, die im Ostfelde noch eine flache Gaskohlenmulde erschlossen hat. Noch weiter östlich, über die Zeche Westfalen hinaus, läßt sich die Tektonik dieses Muldenabschnittes nur noch aus den Bohrungen herauslesen. Im übrigen kann man aus der von W nach O stetig fortschreitenden Abnahme des Gasgehaltes der in zahlreichen Bohrungen erschlossenen Flöze in Verbindung mit der steiler werdenden Aufrichtung der Schichten auf ein

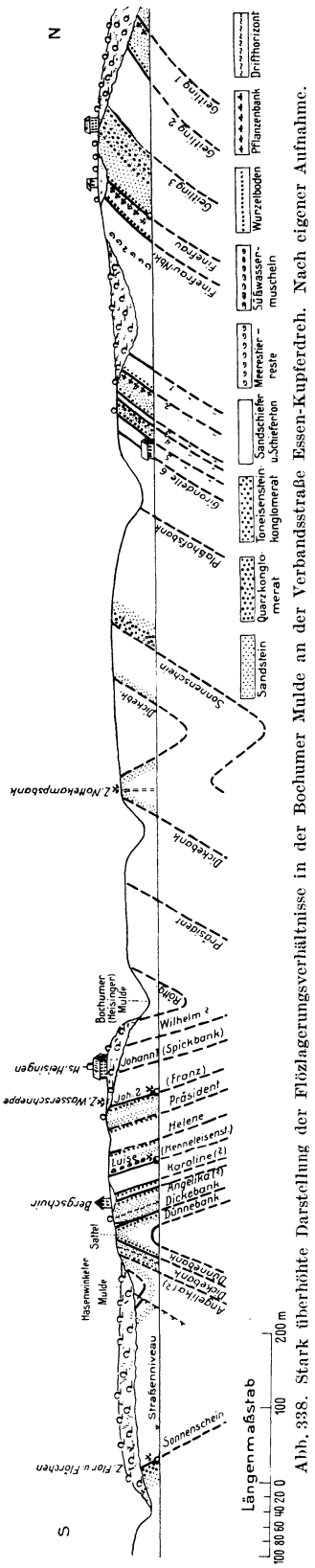


Abb. 338. Stark überhöhte Darstellung der Flözlagerungsverhältnisse in der Bochumer Mulde an der Verbandsstraße Essen-Kupferdreh. Nach eigener Aufnahme.

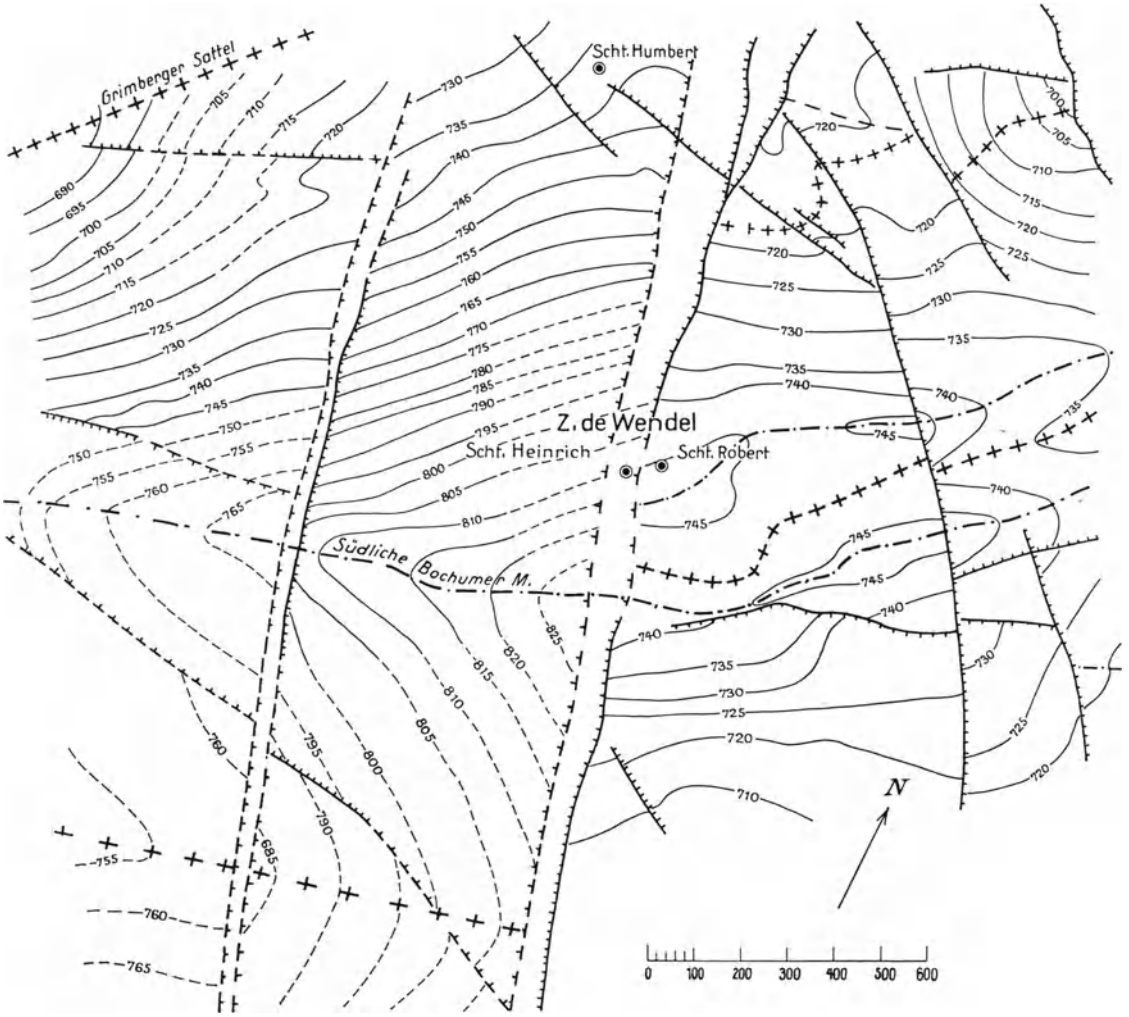


Abb. 339. Die Lagerungsverhältnisse im Felde der Zeche de Wendel, dargestellt durch Schichtenlinien und Sprünge in der Ebene des Flözes Ida (Robert). Nach FERRARI.

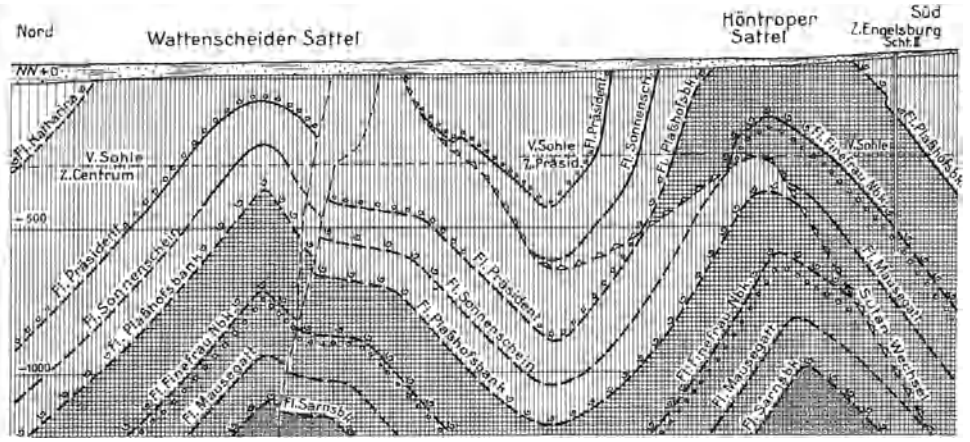


Abb. 340. Profil durch den Wattenscheider Sattel. Nach Grubenrissen entworfen.

allmähliches Ausheben des flözführenden Karbons in dieser Richtung schließen, zumal nach den Angaben MENTZELs (1906) östlich von Beckum in den Bohrungen Westfalen 12 und 16 kein flözführendes Karbon mehr, sondern höchstwahrscheinlich Flözleeres

(oder Kulm) erreicht worden ist. Dieses Ergebnis wird durch den Befund der Bohrung V. 93 bei Ölde erhärtet, welche im Jahre 1937 Flözleeres angetroffen hat. Den Ergebnissen der Bohrungen nach zu urteilen, wird sich das Ausheben der flözführenden Schichten der Bochumer Mulde nicht in Form einer einzigen flachen Mulde, sondern in mehreren Einzelfalten vollziehen.

Der die Bochumer Mulde nördlich begrenzende **Wattenscheider Sattel** ist nicht so einheitlich gebaut wie der Stockumer Sattel, sondern tritt stellenweise, wie im Felde der Zeche ver. Constantin, in der Form meist zweier, sich örtlich ablösender Einzelsättel in Erscheinung (s. Abb. 340). Trotz seiner im übrigen durch Querverwerfungen mehrfach beeinflußten Richtung behält er im großen und ganzen auch im Weiterverlauf nach O seine Geradlinigkeit bei. Hier ist er durch die Aufschlüsse der Zeche Victoria (Lünen) und Werne, deren Schächte auf dem Südflügel des Wattenscheider Sattels niedergekommen sind, in seiner Lage genau festgelegt. Wie beim Stockumer Sattel, fehlt auch am Wattenscheider Sattel eine gefaltete Überschiebung nicht. Es ist der Sutan, bekannt durch die klassisch gewordenen Untersuchungen L. Cremers (1894) über die Faltung dieser Überschiebungsfläche (s. Abb. 341).

Der mit etwa 65° einfallende Hauptwechsel ist, wie im SW, auch in der Mitte des Bezirkes meist von mehreren Nebenüberschiebungen begleitet. In seiner Weitererstreckung nach O kann dieser Wechsel, dessen flaches Ausmaß von etwa 400 m im W bei Werden (s. Tafel VI) bis auf rd. 2000 m im O auf Zeche Werne anwächst, in den Feldern der Zechen Werne, Radbod und Westfalen durch die steile Aufrichtung der Schichten und die nachweisbare Überlagerung jüngerer durch ältere Schichten erkannt werden. Die Aufwölbung zum Wattenscheider Sattel wird außerdem noch durch das Antreffen tieferer Karbonhorizonte im Sattelkern gegenüber den südlich und nördlich von dieser Sattellinie aufgeschlossenen, höheren Horizonten ersichtlich. Im W läßt sich der Sutan über Werden hinaus verfolgen, wo die Grauwackenzone des mittleren Flözleeren auf die Schichten unter Flöz Wasserbank aufgeschoben ist (Bärtling 1927). Im übrigen ähnelt der teilweise schwach nach N überkippte und trotz starker Zusammenpressung



Abb. 341. Aufschluß des „Sutans" auf dem Holzplatz der Zeche Karl Funke in Hüsingen. Mittlere Fettkohlenschichten auf obere Eßkohlenschichten überschoben. Abstand ⊥ rd. 300 m, flache Überschiebungshöhe rd. 1200 m.

meist etwas breitere — nur stellenweise kofferförmig entwickelte — Wattenscheider Sattel in seiner Ausbildung dem südlichen Hauptsattel.

Fast noch deutlicher als die Bochumer Mulde läßt die **Essener Mulde** in ihrem faltenreichen Muldenschluß (in Höhe von Mülheim) die sich nach der Tiefe immer reicher gestaltende Tiefenfaltung dieser Mulde erkennen. BÄRTLING hat sie in einem anschaulichen Blockdiagramm wiedergegeben (s. Abb. 330). Die Zunahme der Faltungsstärke nach der Tiefe kann auch weiter im O, so insbesondere im Profil der Zeche Holland, beobachtet werden, wo unterhalb der ruhig gelagerten Gaskohlenflöze des Muldensüdflügels sich eine immer schärfer in Erscheinung tretende Sonderfaltung herausbildet.

Wie die Übersichtskarte (Tafel VI) zeigt, verschwindet die unmittelbar unterhalb der Deckgebirgsunterfläche in den jüngeren Karbonhorizonten so modellartig ausgebildete und geschlossene Trogform der Essener Mulde östlich des Sekundus-Sprungs, um einem

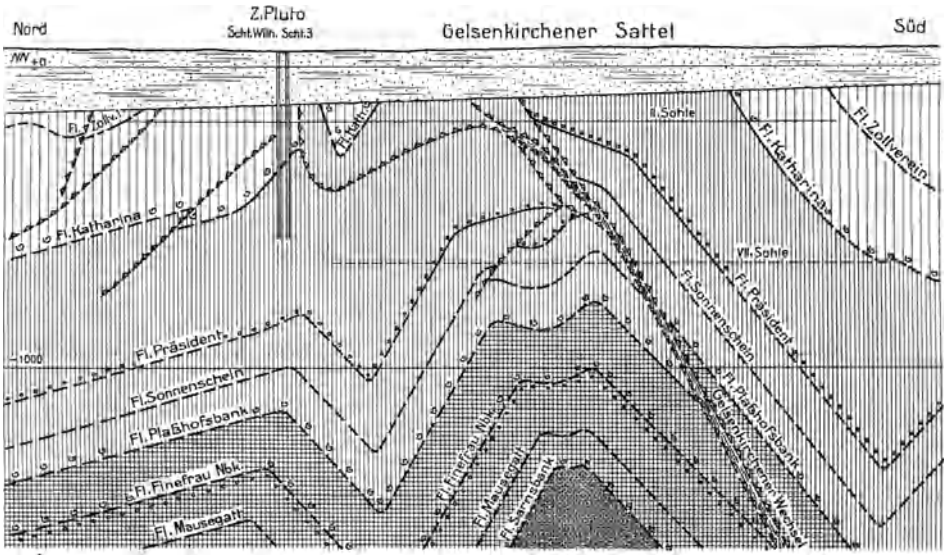


Abb. 342. Profil durch den Gelsenkirchener Sattel. Umgez. nach OBERSTE-BRINK.

Faltensystem Platz zu machen, in dem das Idealbild einer Hauptmulde nur noch stark verwischt zu erkennen ist. Gleichzeitig tritt auf Kosten der einheitlichen Muldenausbildung der bekannte, breite und mehrfach gefaltete Gelsenkirchener Sattelrücken unter anderem im Felde der Zeche König Ludwig in Erscheinung. Mit dem Auftreten dieses Tektogens wird auch ein schwaches Abschwenken der Muldenlinie der Essener Mulde nach S und der Emscher-Mulde nach N bemerkbar (s. Tafel VI). Zur Verschleierung des tektonischen Bildes tragen dann weiter die das Gebilde durchsetzenden Querverwerfungen sowie die den Wattenscheider Sattel auf seinem Nord- und Südrand begleitenden Überschiebungen nebst der Grabenversenkung in der südlichen Fortsetzung des Marler Grabens (s. Tafel VI) bei. Erst in den Feldern Ickern-A. v. Hansemann bildet sich die Essener Mulde wieder zu einer einheitlichen, breiten Mulde aus. Immerhin lassen die Aufschlüsse auf Zeche Waltrop erkennen, daß der Nordflügel der Essener Mulde hier noch von den aus dem Felde Victor bekannten Falten beherrscht wird. Über den Aufbau und die Fortsetzung dieser Mulde jenseits der Lippe läßt sich noch kein einwandfreies Bild gewinnen, da Grubenaufschlüsse nicht mehr vorhanden sind. Den Bohrergebnissen nach verläuft die Hauptmulde bis nördlich von Bockum. Noch weiter östlich wird das Faltenbild wieder bewegter und erlaubt die Erkennung einer Hauptmulde nicht mehr. Für ein Ausheben dieser Mulde nach NO liegen sichere Anhaltspunkte nicht vor.

Der die Essener Mulde nördlich begrenzende **Gelsenkirchener Sattel** unterscheidet sich durch seinen stark zusammengepreßten Aufbau im W nicht wesentlich von den beiden vorerwähnten südlichen Sätteln (s. Abb. 342). Östlich des Julia-Constantin-Sprunges nimmt er jedoch eine abweichende Gestalt an. Hier haben wir es in dem Gebiete zwischen

diesem und dem Quintus-Sprung mit einem sehr breiten, aus mehreren Sondersätteln bestehenden, hoch herausgepreßten Gebilde zu tun, dessen Hauptrichtung von der alten Streichrichtung abweicht. Die vornehmlich durch das Feld der Zeche König Ludwig sich hinziehende Hauptaufwölbung setzt sich weiter im O als Faltengebilde fort, auf dessen nördlicher Vorfalte die Schächte Emscher-Lippe, und weiter östlich auf einem Sondersattel die Schächte der früheren Zeche Hermann I/III stehen. Weiter nach ONO senkt sich das Massiv in den Feldern Hermann und Aachen anscheinend bis zum völligen Verschwinden ein. Das in seiner streichenden Fortsetzung in verschiedenen Bohrungen südlich Herbern und Mersch festgestellte flache Einfallen der Schichten läßt sogar auf das Tiefste einer Mulde schließen. Wie bei den beiden südlichen Hauptsätteln wird auch der leicht nach N überkippte Gelsenkirchener Sattel auf seiner Südseite von einer bedeutenden Überschiebungszone, dem gefalteten Gelsenkirchener Wechsel, begleitet (s. Abbildung 342), deren Breite bis zu 125 m (Zeche Alma) anschwellen kann. Sie ist von Mentzel (1903) zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gemacht und von Oberste-Brink weiter unten näher behandelt worden. Die Schubweite dieses Wechsels beträgt an den steilsten Stellen rd. 600—800 m. Wie die beiden südlicheren großen Überschiebungen ist auch der Gelsenkirchener Wechsel nach W bis ins Flözleere zu verfolgen. Nach Bärtling (1927) soll er sogar noch auf der linken Ruhrseite nachzuweisen sein. Auch diesem Sattel fehlen auf der Nordseite ungefaltete Wechsel nicht (s. Tafel VI).

Die im W deutlich ausgeformte **Emscher-Mulde** scheint im Gegensatz zur Essener Mulde auch noch weiter im O als Großmulde jüngerer Horizonte unterhalb des Deckgebirges vorhanden zu sein. Man gewinnt aus den Bohrergebnissen sogar den Eindruck, daß die aus den Feldern Schlägel und Eisen und General Blumenthal bekannte ideale Trogform trotz verschiedener Falten im Felde der Zeche Ewald-Fortsetzung etwa östlich von Datteln wieder ausgebildet ist und über Selm bis südlich von Ascheberg bestehen bleibt. Hier ist sie jedenfalls in zahlreichen Bohrungen mit flachem Einfallen der Schichten und höherem Gasgehalt der Kohle wieder zu erkennen. Noch weiter östlich scheint die Hauptmulde durch eine Sattelaufwölbung abgelöst zu werden, die in zahlreichen Drensteinfurt- und Herbern-Bohrungen bis über Drensteinfurt

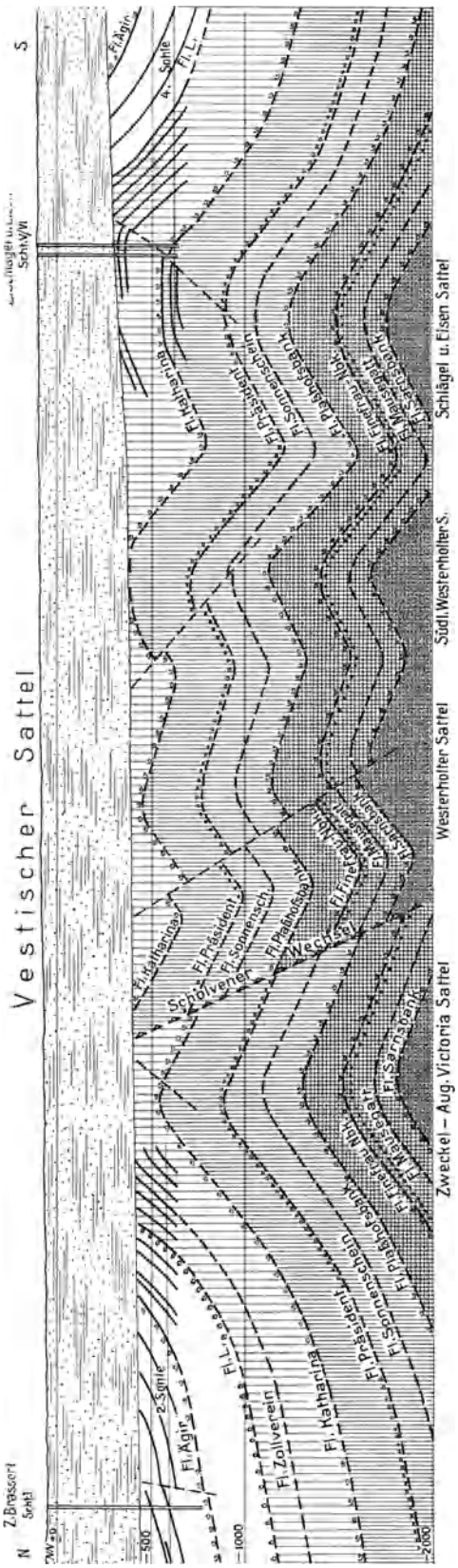


Abb. 343. Profil durch den Vestischen Sattel. Entworfen nach Grubenrissen.

hinaus in Erscheinung tritt. Südlich dieser Aufwölbung scheint eine ausgedehnte Mulde vorhanden zu sein, die sich noch nicht in das bekannte Faltensystem eingliedern läßt. Im W des geschlossenen Teiles der Hauptmulde, d. h. etwa westlich von der Störung Kölner Bergwerks-Verein, geht die trogartige Lagerungsform unter anderem in den Feldern der Zechen Jacobi, Vondern, Osterfeld, Neumühl und Friedrich Thyssen in flache Wellen über, so daß es hier nicht ganz leicht fällt, die Hauptmuldenlinie weiter festzulegen. Unmittelbar rechts des Rheins ist sie in den Thyssenfeldern wieder zu erkennen und läßt sich von hier über den Rhein hinüber auf die linke Seite bis in das Feld der Zeche Rheinpreußen IV verfolgen.

Die unmittelbar unterhalb des Deckgebirges nördlich von Gelsenkirchen ideal ausgebildete Emscher-Mulde wird von der weiter nordwestlich aufgeschlossenen, flachen Lippe-Mulde durch eine breite, früher als „Gladbecker Sattel" bezeichnete Schichtenaufwölbung getrennt, deren Aufbau ich im Jahre 1927 näher untersucht habe (KUKUK 1927). Dieses Tektogen hat sich nicht als einfacher Sattel, sondern ähnlich dem auf Zeche König Ludwig als ein vielgestaltiges breites Faltengebilde erwiesen (s. Abb. 343).

Schon MENTZEL, der diesem Gebilde den Namen „Gladbecker Sattel" gab, hatte 1905 richtig vermutet, daß es sich in dem Gladbecker Sattel nicht um eine einfache Antiklinale, sondern um einen mindestens von einem Sondersattel begleiteten Hauptsattel handeln müsse, ohne allerdings — mangels genügender Aufschlüsse — zu einer richtigen Erkenntnis gelangen zu können. Auf Grund meiner Untersuchungen hatte ich auf meiner ersten tektonischen Übersichtskarte des Bezirkes (KUKUK 1910) zum Ausdruck gebracht, daß nicht dem eigentlichen Gladbecker, sondern einem weiter im N gelegenen Sondersattel, der hier die ältesten Schichten hochbringt, die Rolle des die Lippe-Mulde nach S abschließenden, führenden Trennungssattels zwischen Lippe- und Emscher-Mulde zukommen müsse. Ich bezeichnete ihn als den Sattel Zweckel-Auguste Victoria, ein Name der allgemein aufgegriffen wurde und in die Literatur überging.

Die in den letzten beiden Jahrzehnten neuentstandenen Aufschlüsse auf den Zechen Graf Moltke, Hugo, Schlägel und Eisen, Auguste Victoria und insbesondere auf den fiskalischen Zechen (Möllerschächte, Zweckel, Scholven, Bergmannsglück und Westerholt) haben nun über die Natur dieses zwischen Lippe- und Emscher-Mulde hoch herausragenden Gebildes neues Licht geworfen. Dieses gestattet uns heute, eine wesentlich andere Vorstellung von dieser eigenartigen Sattelaufwölbung zu gewinnen (KUKUK 1927). Nach ihrer Lage im Gebiete des alten „Vestes Recklinghausen" schlage ich für sie den Namen des **Vestischen Sattels** vor (s. Abb. 343). Im einzelnen ergibt sich folgendes: In Höhe von Gladbeck entwickelt sich auf Kosten der im W noch deutlich ausgeprägten, weitspannigen Emscher-Mulde ein allmählich immer breiter werdendes, hoch herausragendes und faltenreiches Gewölbe mit einer Reihe von Sondersätteln. Soweit sich die Verhältnisse zur Zeit beurteilen lassen, treten fünf durch Mulden getrennte Sondersättel in Erscheinung, die ich von N nach S als „Zweckel-Auguste Victoria-, Gladbecker, Westerholter, Südlichen Westerholter und Schlägel und Eisen-General Blumenthaler Sattel" bezeichnet habe (s. Abb. 343 und Tafel VI).

Die nördlichste dieser Aufwölbungen — der Sattel Zweckel-Auguste Victoria — ist, abgesehen von den Aufschlüssen auf den Rheinbaben- und Möllerschächten sowie auf den Zechen Zweckel, Scholven und Westerholt, in Ausbildung und Richtung durch die bergbaulichen Aufschlüsse der Zeche Auguste Victoria bestimmt. Als ausgesprochener Sattel mit einem Magerkohlenkern ist er in der gleichen Ausbildung auch weiter im O vorhanden. Die nach S folgende zweite Heraushebung der Gebirgsschichten, der seit langem in den Profilen der Zechen Graf Moltke und Hugo bekannte, fettkohlenführende, frühere eigentliche Gladbecker Sattel, der im Felde der Zeche Bergmannsglück noch einmal klar zu erkennen ist, verschwindet weiter nach O schon im Felde dieser Zeche. Auf diesen Sattel folgt nach S die auch weiter östlich noch erkennbare dritte Aufwölbung, der sog. Westerholter Sattel, der auf der Zeche Bergmannsglück und besonders auf Westerholt I/II deutlich als flache und breite Fettkohlenkuppe aufgeschlossen ist. Noch weiter südlich erhebt sich die vierte Sattelaufwölbung, der sog. Südliche Westerholter Sattel. Den Abschluß dieser Falten nach S bildet dann die fünfte Aufwölbung, der Sattel Schlägel und Eisen-General Blumenthal, welcher im Grubenfelde von Schlägel und Eisen als allseitig geschlossener Fettkohlen- bzw. Gaskohlensondersattel (nach Art eines oberschlesischen „Flözberges") gut ausgeprägt ist. Er läßt sich ebenso wie der Südliche Westerholter Sattel, der Westerholter Sattel und der Sattel Zweckel-Auguste Victoria auch noch ± weit nach O verfolgen (s. Tafel VI). Wie bei allen großen Sätteln fehlen auch die begleitenden Überschiebungen nicht, wenn sie hier auch nicht mehr die große Rolle wie im S des Bezirkes spielen. Die hier in Erscheinung tretenden Wechsel, die zu einem Schuppenbau geführt haben, fallen fast durchweg nach S ein. Soweit man die Hauptüberschiebungsfläche (Scholvener Wechsel) bislang hat erkennen können, ist ihre Faltung noch ungeklärt. Aber auch nördlich einfallende Überschiebungen sind zu beobachten.

Weiter nach W scheint — von Sonderaufwölbungen abgesehen — nur der Sattel Zweckel-Auguste Victoria das tektonische Bild zu beherrschen. Die in der älteren Literatur oft vertretene Anschauung, daß im W Emscher- und Lippe-Mulde ohne trennende Sattelerhebung ineinander übergingen, kann daher nicht als zutreffend betrachtet werden.

Die an diesen Sattel sich anlehnende **Lippe-Mulde** besitzt nach den Aufschlüssen der Zechen Auguste Victoria, Baldur, Fürst Leopold und Brassert in Verbindung mit den Ergebnissen der zahlreichen dort niedergebrachten Bohrungen, insbesondere in den Keafeldern (nördlich von Haltern), unterhalb des Deckgebirges einen noch flacheren Bau als die Emscher-Mulde (KUKUK 1920).

Die alte Vermutung, daß auch die Lippe-Mulde nach N durch eine Schichtenaufwölbung abgeschlossen wird (KRUSCH 1908), ist durch das Ergebnis von Bergbau und Bohrungen bestätigt worden. Als trennende Sattelerhebung ist auf dem Dorstener Horst der **Dorstener Sattel** erkannt worden (s. Tafel III). Jedoch sind die Anhaltspunkte für die Ausbildung und den Verlauf dieses Sattels noch nicht so eindeutig wie bei den anderen Hauptsätteln. Weiter im O fehlen Bohrlochaufschlüsse zu seiner Weiterverfolgung. Ob die steile Aufrichtung der Schichten in der im Streichen dieser Sattelerhebung liegenden Bohrung Münster 1 (3 km südlich von Münster) noch als östliche Fortsetzung des Dorstener Sattels aufgefaßt werden darf, muß als sehr fraglich bezeichnet werden. Nach den in Betracht kommenden Bohrungen scheint dieser Sattel in W nicht mehr vorhanden zu sein.

Auch noch weiter nach N kann von einem völligen Ausklingen der Faltung nicht die Rede sein, wenn auch die Schichten in den Mulden (unmittelbar unterhalb des Deckgebirges) im allgemeinen flach gelagert sind (s. Tafel III). BÄRTLING (1927) führt weiter nach N noch die Raesfelder Hauptmulde und einen darauffolgenden (Borkener) Hauptsattel auf. Jedenfalls liegt im Gebiet der Schwelle von Winterswijk noch eine starke Faltung des Karbons vor, wie die durch eine Reihe von Bohrungen erkannte Ausbildung des Weseker und des Winterswijker Sattels beweist. Zwischen diesen Sätteln liegen noch die Ödinger Mulde und die anschließende Vredener Mulde (s. Tafel II). Allerdings ist das Streichen dieser letzten Falten ein anderes als das der Sättel und der Mulden des Ruhrbezirkes, gehören sie doch schon einem anderen Gebirgssystem an.

E. Gräben, Horste und Staffeln.

Abgesehen von der oben skizzierten charakteristischen Faltung, wird die Tektonik des niederrheinisch-westfälischen Karbons, wie schon erwähnt, durch eine Bruchstruktur beherrscht, die teils auf Druck (Druck-Störungen), teils auf Zug (Zerr-Störungen) zurückzuführen ist (s. Abb. 335 und Tafel VI).

Da die vor bzw. im Gefolge des Faltungsvorganges auftretenden Überschiebungen und Verschiebungen schon oben mitbehandelt sind, soll hier in erster Linie der auf Zerrung zurückzuführenden Störungen, der Sprünge, gedacht werden. Während ihr südlicher Teil mit 130—150° meist ziemlich querschlägig zum Streichen verläuft, drehen sie sich in ihrem mittleren Teil — kurz vor der Durchquerung eines Sattels (als versteifter Rippe) — bogenförmig nach NW in die „herzynische" Richtung hinein. Dabei fallen sie mit 50—70° bald nach SW, bald nach NO ein, meist jedoch nach NO. Ihre Sprungbreite überschreitet selten 50 m. Nur wenige Sprünge, wie der „Primus" und der „Stock und Scherenberger" Sprung, haben eine von der Norm abweichende, fast nordsüdliche („rheinische") Richtung. Angesichts der weit über 100 zählenden kleinen und großen Sprünge mit teilweise hohen Verwerfungsbeträgen (bis zu 900 m) und großer Längenerstreckung (bis zu 20 km) dürfte sich eine Aufzählung im einzelnen erübrigen. Nur etwa 25 der wichtigsten Störungen seien kurz aufgeführt. Die in ihrer Sprunghöhe sich örtlich schnell ändernden Verwerfer kennzeichnen sich als bis 100 m und mehr mächtige Sprungsysteme oder Sprungbündel mit einer meist grobbrekzienhaft ausgebildeten, örtlich auch

mineralisierten Kluftausfüllung. Sehr häufig sind die Klüfte, deren Wände vielfach mit senkrechten, waagerechten oder diagonalen „Rutschstreifen" oder „Hohlkehlen" versehen sind, gas- oder wasserführend.

Rechts des Rheins sind von W nach O unter anderem folgende Sprünge zu nennen (s. Tafel VI): der Thyssen-Westende-Sprung mit östlichem Einfallen, der Thyssen-Hauptsprung mit östlichem Einfallen, der Neumühl-Concordia-Sprung mit östlichem Einfallen, der Lohberg-Concordia-Sprung mit westlichem Einfallen, der Concordia-Mülheimer Bergwerks-Verein-Sprung mit östlichem Einfallen, der Concordia-Roland-Sprung mit westlichem Einfallen, der Osterfelder Sprung mit östlichem Einfallen, der Vondern-Sprung mit östlichem Einfallen, der Prosper-Sprung mit westlichem Einfallen, der Kölner Bergwerks-Verein-Sprung mit östlichem Einfallen, der Graf Moltke-Mathias Stinnes-Sprung mit westlichem Einfallen, der Graf Moltke-Wilhelmine Victoria-Sprung mit westlichem Einfallen, der rd. 20 km aufgeschlossene Graf Bismarck-Dahlhauser Tiefbau-Sprung (Primus-Sprung) mit östlichem Einfallen und rd. 500 m größtem Verwurf, der Ewald-Hannibal-Sprung mit westlichem Einfallen, der Julia-Constantin-Sprung mit westlichem Einfallen, der Ewald-Sprung, der Herner Sprung (Sekundus) mit östlichem Einfallen und rd. 750 m Höchstverwurf, der Blumenthaler Sprung (Tertius) mit westlichem Einfallen und 400—600 m Verwurf, der Kirchlinder Sprung (Quartus) mit östlichem Einfallen und 300—500 m Verwurf, der Hansa-Hardenberg-Sprung mit östlichem Einfallen, der Bickefelder Sprung (Quintus) mit westlichem Einfallen und rd. 900 m größtem Verwurf, der Achenbacher Sprung mit westlichem Einfallen, der Kurler Sprung mit östlichem Einfallen und rd. 300 m Verwurf, der Unnaer Sprung mit westlichem Einfallen, der Königsborner Sprung mit östlichem Einfallen und 500 m Verwurf, der Fliericher Sprung mit westlichem Einfallen und weiter der Sachsen-Sprung, der Münster-Sprung und der Westfalen-Sprung.

Wie ein Blick auf die Übersichtskarte (Tafel VI) lehrt, zerlegen diese Sprünge, worauf erstmalig Böker (1904) aufmerksam machte, den gesamten gefalteten Karbonkörper in eine große Zahl schmaler, NW—SO streichender, in sich örtlich wieder zerbrochener Querschollen von sehr verschiedener Breiten- und Längenausdehnung, wodurch ein besonders im W und im NW ausgeprägtes, längs und örtlich auch quer gegliedertes „Schollenmosaik" entstanden ist. Im einzelnen charakterisieren sich diese Querstreifen je nach ihrer Ausbildung als Horste, Gräben und Staffelbruchzonen (s. Tafel VI). Unter ihnen spielen ganz naturgemäß die Gräben, die in sehr vielen Fällen wertvolle Kohlenhorizonte vor der Abtragung und Abrasion zu schützen vermochten, wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung die Hauptrolle (s. Längsschnitt B der Tafel III).

Diese durch Querstörungen erzeugten Elemente gewähren in Verbindung mit den Hauptsätteln oder Hauptmulden in vielen Fällen die Möglichkeit, besondere Teile des Steinkohlengebirges, z. B. ein Grubenfeld oder eine Schachtanlage, der Lage nach durch die beiden nahezu aufeinander senkrecht stehenden Richtungselemente einer Mulde oder eines Sattels bzw. eines Grabens oder eines Horstes koordinatenmäßig ziemlich genau zu bezeichnen, schärfer jedenfalls, als es durch den einfachen Hinweis auf nur ein in Betracht kommendes Faltenelement geschehen kann.

Um einige Beispiele zu nennen: Die Lage der Zeche Königsborn III/IV ist einerseits durch die Wittener Mulde und andererseits durch den Königsborner Graben, diejenige der Zeche Preußen II durch die Bochumer Mulde und den Graben von Preußen, diejenige der Zeche Königsgrube durch die Essener Mulde und den Graben von Königsgrube in wünschenswerter Weise scharf festzulegen.

Auf Tafel VI und Abb. 333 sind daher die wichtigsten Gräben und Horste, die sich über das Gebiet mehrerer Mulden erstrecken, durch Namen hervorgehoben, die ich teilweise schon bei meiner ersten Bearbeitung des Gebietes vorgeschlagen habe (Kukuk 1910), z. B. Königsborner Graben, Kamener Horst, Graben von Preußen, Dortmunder Graben, Marler Graben, Graben von Königsgrube und Horst-Emscher-Graben. In Ergänzung der durch Lehmann (1920) erweiterten

Elemente habe ich auf der Übersichtskarte (Tafel VI) noch einige neue Begriffe, wie Dortmunder Staffel, Castroper Horst, Herner Horst, Graben von Mont Cenis, Hammer Horst, Recklinghäuser Staffel und Graben von Maximilian-Anneliese eingeführt.

In Richtung von O nach W tritt neben vielen, noch nicht genauer zu erfassenden Schollen, von denen ich nur den Graben Maximilian-Anneliese und den Hammer Horst nennen möchte, ein stark ausgeprägter Graben in Erscheinung, der westlich durch den Königsborner und östlich durch den Fliericher Sprung begrenzt wird. Dieser Grabenversenkung, dem **Graben von Königsborn,** ist es zu verdanken, daß in diesem Abschnitt der Wittener Mulde nicht nur die gesamten Fettkohlenschichten, sondern auch ein Teil der Gaskohlenschichten erhalten geblieben sind. Auch in der Bochumer Mulde ist der Einfluß des Grabens nicht zu verkennen. Er ist hier die Ursache, daß die Zeche Werne nach S und N hohe Gaskohlenschichten aufgeschlossen hat, während die auf den angrenzenden Horsten bauenden Zechen de Wendel (östlich) und Grimberg (westlich) stratigraphisch tiefere Horizonte antrafen.

Durch die Kartierungsarbeiten der Geologischen Landesanstalt hat sich die Wirkung dieses Grabeneinbruches auch noch weit nach S, bis in das alte Gebirge, verfolgen lassen. Verwerfungsspalten dieses Systems schließen das bekannte Konglomerat von Menden ein. Jedoch kann in dieser Konglomeratzone von einem ausgeprägten Graben, dessen Randverwerfungen den Grenzstörungen des Königsborner Grabens entsprechen, infolge einer wahrscheinlich schon unter der Kreidebedeckung beginnenden Auflösung der Hauptverwerfungen in viele kleine Einzelstörungen und Ablenkung aus der alten Streichrichtung nicht mehr gesprochen werden (s. Tafel VI).

Auf diesen Graben folgt nach W ein Horst, der von mir als **Kamener Horst** bezeichnet worden ist. Auf ihm stehen die Schächte Königsborn I und weiter nördlich die Monopolschächte Grillo und Grimberg, sowie die auflässige Zeche Hermann.

Hieran schließt sich westlich ein von dem Unnaer Sprung (Massener Hauptverwerfung) und dem Kurler Sprung begrenzter Graben, der **Graben von Preußen,** der besonders für die Bochumer Mulde von Bedeutung ist. In ihm haben die Schächte Preußen II Flöze der Gasflammkohlenschichten bis über Flöz Bismarck hinaus, den höchsten in der Bochumer Mulde bekannten Horizont, aufgeschlossen (s. Tafel VI).

Weiter westlich zeigt die Karte wieder einen Horst, den **Waltroper Horst,** der durch den Kurler Sprung und den Achenbacher Sprung eingefaßt wird. Auf ihm bauen die Zechen Preußen I, Minister Achenbach III/IV und Waltrop.

Nach W begegnet man nun der **Dortmunder Staffel,** gekennzeichnet durch den Achenbacher (östlich) und den Bickefelder Sprung (westlich). Hier stehen die Schächte der Zechen Minister Stein, Minister Achenbach I und Emscher-Lippe II und III.

Weiter westlich erscheint der von dem rd. 500 m verwerfenden Quartus-Sprung und dem Bickefelder Sprung (mit 700 m Verwurf) gebildete **Dortmunder Graben.** Ihm verdankt der so beeinflußte Abschnitt der Wittener, Bochumer, Essener und Emscher-Mulde mit den Zechen Tremonia, Dorstfeld II/III und I/IV, Kaiserstuhl III/VII, Hansa, Fürst Hardenberg, Westhausen, A. v. Hansemann und Viktor IV seinen großen Kohlenreichtum. Besonders augenfällig wird der Einfluß dieser Grabenverwerfung in der Wittener Mulde, in der längs der Kirchlinder Störung noch die Fettkohle erhalten geblieben ist (s. Tafel VI und Abb. 333).

Westlich schließt sich der kurze **Castroper Horst** an, begrenzt von dem Kirchlinder Sprung und dem Blumenthaler Sprung, mit den Anlagen Germania, Zollverein I, Graf Schwerin, Erin und Viktor II.

Auf ihn folgt als tiefe Grabenversenkung der **Graben von Mont Cenis,** der nach N in den **Marler Graben** übergeht. Während der erstere von der Blumenthaler Hauptverwerfung (Tertius) und dem Herner Sprung (Sekundus) eingefaßt wird, ist der Marler Graben vom Tertius und dem Ewald-Sprung begrenzt. Dieses Grabensystem hat bewirkt, daß hier die Zechen Schlägel und Eisen I/II und V und General Blumenthal die höchsten der bis jetzt im Ruhrkohlenbecken erschlossenen Flözhorizonte angetroffen haben. Die Wirkung dieses Grabens, der nach SO bis weit in die Bochumer Mulde verfolgt

werden kann, ist nach NW noch in der Lippe-Mulde durch eine Reihe von Bohrungen nachgewiesen.

Getrennt durch den wenig ausgedehnten **Herner Horst** mit den Anlagen Recklinghausen I/II, Julia, von der Heydt, Shamrock I und II, Constantin I/II, VI/VII, VIII/IX, folgt weiter im W ein sowohl in der Emscher- als auch in der Essener Mulde ausgeprägter Graben, der **Graben von Königsgrube.** Seine Grenzverwerfungen bilden westlich die große Störung Dahlhauser Tiefbau-Graf Bismarck (Primus-Sprung) und östlich der Julia-Constantin-Sprung, der nach NW durch den Ewald-Hannibal-Sprung abgelöst wird. Der rd. 500 m starke Verwurf des mit 70° nach O einfallenden Primus-Sprunges verleiht der Zeche Königsgrube die Möglichkeit, die jüngsten der in der Essener Mulde bekannten Flöze (Flöz Bismarck einschließlich) zu bauen.

Weiter nach W tritt der **Horst-Emscher-Graben** in Erscheinung, der fast ausschließlich auf die Emscher-Mulde und den Vestischen Sattel beschränkt ist. Der von den Sprüngen Kölner Bergwerks-Verein einerseits und Wilhelmine Victoria-Graf Moltke andererseits begrenzte Graben wird durch mehrere Störungen wieder in Einzelschollen zerlegt. In dieser Grabenversenkung bauen die Zechen Mathias Stinnes, Rheinbaben, Graf Moltke III/IV, Nordstern I/II u. a.

Ebenso wie in dem vorgeschilderten Gebiete sind auch noch weiter im W und NW des Bezirkes zahlreiche, teils westlich, teils östlich einfallende Sprünge vorhanden, die das Gebiet in nordwestlich streichende Graben- und Horstelemente zerlegen. Entsprechend der Wirkung der Störungen im Hauptbergbaugebiet weisen auch diese Gräben höhere, die Horste dagegen tiefere Karbonhorizonte auf. Da ihnen im allgemeinen nicht die Bedeutung der vorerwähnten Schollen zukommt, sind sie noch nicht durch besondere Namen herausgehoben worden (s. Tafel VI und Abb. 333).

Da die im Karbon aufgeschlossenen Sprünge auch in den überlagernden Zechstein bzw. die Trias hineinsetzen und diese Schichten begrenzen, werden hierdurch wieder neue tektonische Elemente erzeugt. Aus der Wirkung der wiederholten Abtragungsvorgänge zur Zechstein- und Buntsandsteinzeit in Verbindung mit entsprechenden Transgressionen erklärt sich auch das bekannte, zickzackförmige Bild der südlichen Dyas- und Trias-Grenzlinie in diesem Gebiete mit dem Zurückspringen der Trias und des Zechsteins nach N auf den Horsten und dem Vorstoß dieser Ablagerungen nach S in den Gräben (s. Tafel VI). Nur stellenweise fällt die Südgrenze der Trias bzw. der Zechsteinablagerung in diesen Schollen mit den außerdem noch auftretenden OW-Verwerfungen zusammen.

Unter diesen Querelementen möchte ich an erster Stelle den hochragenden **Dorstener Horst** als beherrschenden Karbonhorst nennen, auf dessen nördlichstem Teil die Schächte der stillgelegten Zeche Baldur sowie der Zeche Fürst Leopold unmittelbar unter dem Kreidedeckgebirge Flöze der Gasflammkohlenschichten aufgeschlossen haben. Dieser Karbonhorst ist, wie erwähnt, völlig frei von Zechstein und Buntsandstein. Östlich legt sich der mit Zechstein und Buntsandstein erfüllte, nach S vorspringende Marler Graben an, während sich im W ein weit nach S vorstoßender, in sich wiederholt gestaffelter Karbon-Zechstein-Graben, der Kirchhellener Graben, anschließt, der von den Sprüngen Graf Moltke-Wilhelmine Victoria bzw. Graf Moltke-Mathias Stinnes und dem Kölner Bergwerks-Verein-Sprung begrenzt wird. In seinem südlichsten Zipfel stehen die Schächte der Zeche Arenberg-Fortsetzung. Auf diesen folgt nach W der von den Sprüngen Kölner Bergwerks-Verein und Prosper eingeschlossene Grafenwalder (Gartroper) Horst. Zwischen den Sprüngen Vondern und Prosper liegt der Königshardter (Hünxer) Graben. Getrennt durch den von dem Vonderner und dem Lohberg-Concordia-Sprung begrenzten, zechsteinfreien Lohberger (Hiesfelder) Horst, erscheint weiter westlich der Graben von Dinslaken, eingefaßt von dem Lohberg-Concordia- und dem Thyssen-Hauptsprung.

X. Abschnitt.

Der Mechanismus der tektonischen Bewegungsvorgänge im Ruhrbezirk.

Von Professor Dr. Karl Oberste-Brink-Essen.

In einer streichenden Länge von etwa 70 km und einer querschlägigen Breite von wenigstens 30 km ist das Ruhrgebiet durch Schächte sozusagen zusammenhängend aufgeschlossen, so daß eine Fläche von wenigstens 2100 km² Größe genau übersehen werden kann. Die Aufschlüsse erstrecken sich heute vielfach auch schon bis zu einer Teufe von 1000 m, so daß auch in der Senkrechten das Verhalten des in Frage kommenden Teiles der Erdkruste bis zu großer Tiefe festzustellen ist. Dank dem Umstand, daß infolge der auf S. 341 behandelten Kippung nach N ursprünglich nur übereinanderliegende Schichtenreihen heute auch nebeneinander liegen, ist der Einblick in die Tiefe sogar noch weitaus größer als vorstehend angegeben. Man kann annehmen, daß in der Richtung der Teufe ein Gebirgskörper von etwa 2500—3000 m Mächtigkeit in seinem Aufbau gut zu übersehen ist.

Trotzdem ist es erstaunlich, zu sehen, ein wie langer und mühevoller — von Irrtümern nicht immer freier — Weg selbst in einem so ausgezeichnet aufgeschlossenen Gebiet erst zu einer klaren Erkenntnis der Lagerungsverhältnisse geführt hat. Eigentlich erst die letzten beiden Jahrzehnte haben einen tieferen Einblick in die tektonischen Bewegungsvorgänge, die im folgenden in zeitlicher Reihenfolge geschildert werden sollen, gebracht.

A. Der Absenkungsvorgang bei der Ablagerung des Karbons.

Schon die Bildung der Steinkohlenflöze erfolgte auf Grund eines tektonischen Vorganges. Sie ist die Folge einer stetigen, manchmal vielleicht ruckweisen, ganzen oder teilweisen Absenkung eines Sedimentationsraumes, in den mehr oder weniger entfernte Schwellengebiete während langer Zeiträume ihren Abtragungsschutt hineinbefördert haben. Born (1927), Kossmat, Stille (1928) u. a. haben sich mit der Entstehung dieses Senkungsraumes befaßt, dessen Aufbau im einzelnen im VIII. Abschnitt geschildert ist.

Im Anschluß an eine Äußerung von Lehmann (1924) hat insbesondere Böttcher (1925) die Ansicht vertreten, daß schon die Sedimentation in diesem Senkungsraum das weiter unten behandelte Faltenbild des Ruhrkarbons wiederspiegele, d. h., daß von Anfang an in den Mulden mehr Sediment zur Ablagerung gekommen sei als auf den Sätteln, die zur Ablagerungszeit als Schwellengebiete bestanden hätten; nicht nur die Hauptfalten, sondern sogar die Nebenfalten ließen dies erkennen.

Namentlich Keller (1928, 1929, 1931, 1932) und Oberste-Brink (1929, 1933) haben sich gegen diese Auffassung gewandt.

Bärtling und Oberste-Brink (1930) konnten nachweisen, daß im Ruhrbezirk in den Eßkohlenschichten eine Zunahme der Sedimentmächtigkeit von O nach W, in den darüberliegenden Schichten bis zum Flöz Ägir von NW nach SO festzustellen ist. Wie die Abb. 344 für den Teil der Fettkohlenschichten zwischen den Flözen Sonnenschein und Katharina und für die Gas- und Gasflammkohlenschichten angibt, ist die Zunahme entgegen der Ansicht Böttchers ganz unabhängig von der Sattel- und Muldenbildung und zum Teil zu den Falten diagonal gerichtet. Zwischen den Flözen Sonnenschein und Katharina liegt von Dorsten im NW bis Dortmund im SO eine stetige Zunahme der Sedimentmächtigkeit von etwa 200 m vor, zwischen den Flözen Katharina und Ägir von der Lippe- bis zur Emscher-Mulde ein gesetzmäßiges Anschwellen von wenigstens 100 m. Während dieses ganzen Zeitraumes hat also der erhaltene Teil des Ruhrkohlenbeckens auf der nördlichen Seite einer Saumtiefe gelegen, deren Tiefstes sich weiter südlich befand, eine Anschauung, zu der auf anderen Wegen z. B. auch Born (1927) und Stille (1928) kamen.

Das Gesamtbild der Sedimentation bestätigt also die Ansicht BÖTTCHERs, daß sie in Abhängigkeit von der späteren Faltung gestanden habe, nicht. Entsprechend ist ein Zusammenhang zwischen der Stärke der Sedimentation und den Nebenmulden und -sätteln erst recht nicht zu erwarten.

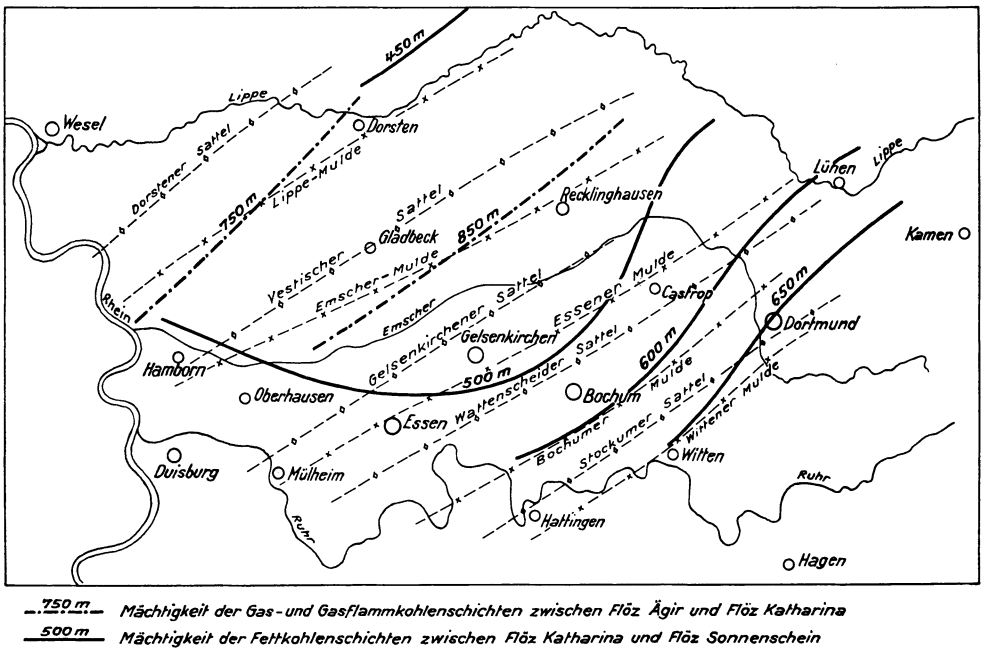


Abb. 344. Zunahme der Sedimentmächtigkeit in den Fett-, Gas- und Gasflammkohlenschichten in Richtung NW—SO. Maßstab etwa 1:600000.

KELLER stellte seine Untersuchungen zur Prüfung der letzteren Frage in den Eßkohlenschichten am Südrande des Bezirkes an. Aus den zahlreichen von ihm veröffentlichten Beispielen, die gegen die Richtigkeit der von BÖTTCHER vertretenen Ansicht sprechen, sei hier nur das in der Abb. 345 dargestellte ausgewählt. Es zeigt für die Schichtenfolge zwischen den Flözen Vinke und Finefrau-Nebenbank bei Essen in keiner Weise irgendeinen Zusammenhang zwischen Faltung, Sedimentmächtigkeit und Fazies.

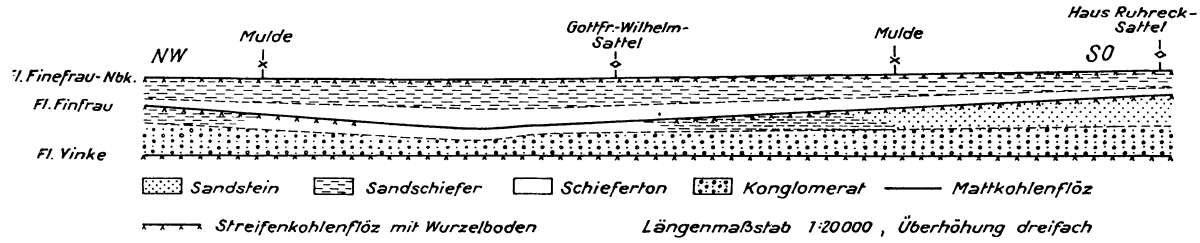


Abb. 345. Die Ausbildung der Eßkohlenschichten zwischen den Flözen Vinke und Finefrau-Nebenbank im Felde Gottfried Wilhelm bei Essen, 2. östliche Abteilung (nach KELLER).

OBERSTE-BRINK (1933) hat über die Frage Sonderuntersuchungen in den Fettkohlenschichten der Bochumer, Essener und Emscher-Mulde durchgeführt. Er konnte z. B. feststellen, daß die Scharungslinie im Flöz Dickebank westlich von Dortmund, wie die Abb. 346 zeigt, durchaus schräg zu der Bochumer Hauptmulde und den zahlreichen Nebenfalten auf ihrem Nordflügel, die in der Abb. 346 nicht mit angegeben sind, verläuft.

An einer ganzen Reihe von Fettkohlenflözen konnte der Nachweis, daß im Ruhrbezirk Sedimentation und Faltung voneinander unabhängig sind, in dem auf dem Gelsenkirchener Sattel gelegenen Felde Pluto bei Wanne erbracht werden. Hier zeigte sich, daß die Scharung der Flöze Präsident und Helene (Abb. 347) die Ansicht BÖTTCHERs zu bestätigen scheint, da die beiden Flöze auf dem Gelsenkirchener Sattel zusammenliegen, in den benachbarten Mulden jedoch nicht; demgegenüber steht aber, daß, abgesehen

von anderen Flözen, die hier nicht behandelt werden sollen, dem z. B. die Scharung der Flöze Röttgersbank 1 und 2 (Abb. 348), Hugo 2 und Robert (Abb. 349) und Matthias 2 und 3 (Abb. 350) durchaus widerspricht.

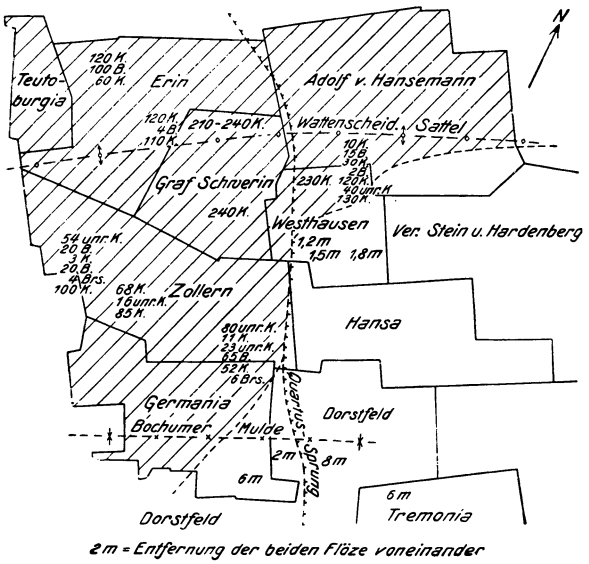


Abb. 346. Die Scharung der Flöze Dickebank 1 und 2 westlich von Dortmund. Maßstab 1 : 150 000.

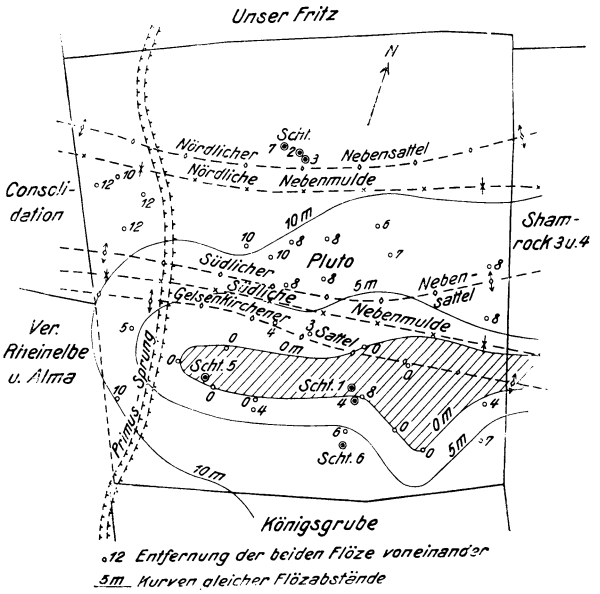


Abb. 347. Die Scharung der Flöze Präsident und Helene im Felde Pluto bei Wanne. Maßstab etwa 1 : 45 000.

Schon KELLER (1933) wies darauf hin, daß die die BÖTTCHERsche Ansicht anscheinend bestätigenden Ergebnisse kohlepetrographischer Untersuchungen von LEHMANN, HOFFMANN und STACH wahrscheinlich auf Zufallsergebnissen, vielleicht auch auf den zur

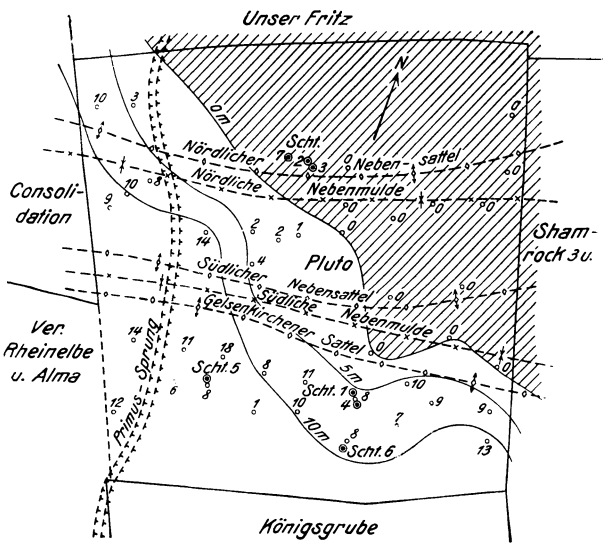


Abb. 348. Die Scharung der Flöze Röttgersbank 1 und 2 im Felde Pluto bei Wanne. Maßstab etwa 1 : 45 000.

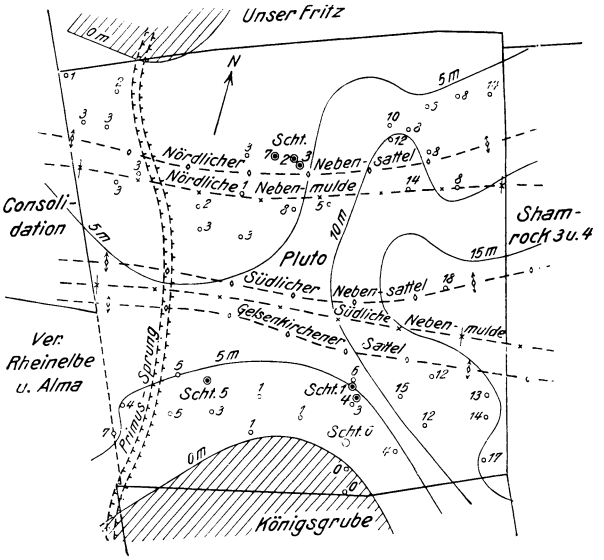


Abb. 349. Die Scharung der Flöze Hugo 2 und Robert im Felde Pluto bei Wanne. Maßstab etwa 1 : 45 000.

damaligen Zeit unzulänglichen Untersuchungsverfahren beruhen und der Nachprüfung bedürfen. —

Nach welchen Gesetzen der Sedimentationsvorgang im Ruhrkohlenbezirk im einzelnen erfolgte, ist zur Zeit noch nicht nachzuweisen. Nur die oben angegebenen Hauptentwicklungsrichtungen liegen fest. Im einzelnen scheint die Sedimentation sehr unregelmäßig vor sich gegangen zu sein, indem bald der eine, bald der andere Teil des

Gebietes stärker absank. Nur ganz wenige Flöze erstrecken sich infolgedessen über das ganze Gebiet oder große Teile desselben in ungefähr gleichbleibender Beschaffenheit. Natürlich sind auch von tektonischen Bewegungen unabhängige Änderungen der Stärke und Richtung der Sedimentation bei diesen Untersuchungen zu beachten.

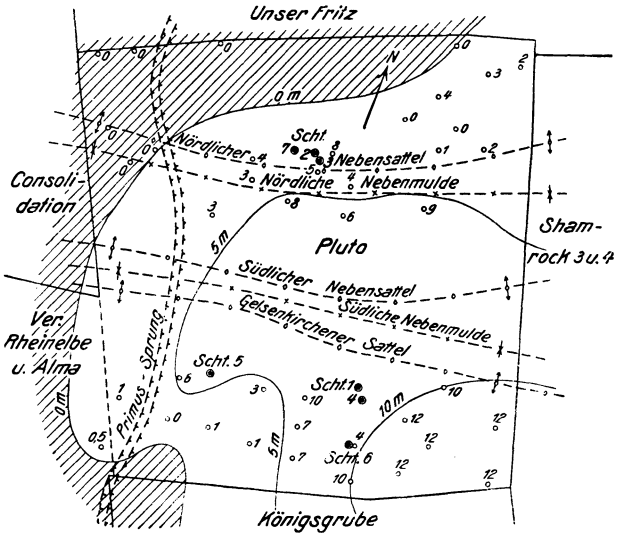


Abb. 350. Die Scharung der Flöze Matthias 2 und 3 im Felde Pluto bei Wanne. Maßstab etwa 1:45000.

Oberste-Brink (1929) hat den Gedanken geäußert, daß möglicherweise an einzelnen der großen Sprünge eine tektonisch bedingte Änderung des Sedimentationsvorganges vorliege. Er ist im Laufe seiner stratigraphischen Untersuchungen im Ruhrbezirk während der letzten Jahre aber immer mehr zweifelhaft geworden, ob derartige Feststellungen heute schon einwandfrei zu machen sind.

Es wird noch vieler Untersuchungen bedürfen, ehe die Gesetze der karbonischen Sedimentation im Ruhrbezirk im einzelnen bekannt sind.

B. Der Mechanismus der variszischen Druckbeanspruchung.

Die großen Sedimentationsbecken sind die Zonen der Erdrinde, in denen sich, solange ihre Sedimente noch nicht erstarrt sind, am leichtesten ein tangentialer Zusammenschub der Erdkruste auswirkt. So ist es auch beim Ruhrkarbon gewesen. Der Sedimentationsraum, in dem allein während der Bildung des Produktiven Karbons etwa 3000 m Sediment zur Ablagerung kamen, wird an der Wende des Karbons gegen das Rotliegende, d. h. in der asturischen Phase Stilles der variszischen Orogenese, von Seitendruck ergriffen.

Es ist hier nicht der Ort, zu untersuchen, welche endogene Kraft letzten Endes die Ursache dieses tangentialen Druckes ist. Es läßt sich das nur auf breiter Grundlage feststellen, und vielleicht sind sogar unsere Kenntnisse von den Teilen der Erdrinde, die geologischen Untersuchungen zugänglich sind, zur Zeit überhaupt noch nicht ausreichend, um die Frage zu beantworten.

Immerhin hat man für den Ruhrbezirk selbst einige Hypothesen aufgestellt, so daß es notwendig ist, kurz hierauf einzugehen.

Lehmann (1920) nahm an, daß die tangentialen Spannungen sich dadurch ausgelöst hätten, daß, wie in einer durch Abbau entstandenen Senkungsmulde, in den Senkungsraum sich einschiebende Massen an seinem Rande durch Zugwirkung Zerrungen, in der Mitte durch Druck Pressung und Faltung hervorgerufen hätten, wobei als südliche Abbruchstelle die Ennepe-Störung angesehen wurde. Auch Seidl (1933) fußt auf ähnlichen Vorstellungen; ebenso nimmt Haarmann (1930) für den Ruhrbezirk an, daß die Faltung durch Volltroggleitung im Anschluß an Tumorbildung eingetreten sei.

Der Verfasser sieht für die Richtigkeit aller dieser Ansichten im Ruhrbezirk keinen Beweis.

Lehmann geht von dem Irrtum aus, daß das Tiefste des Sedimentationsraumes im heute erhaltenen Teil des Ruhrkohlenbeckens gelegen habe. Wir befinden uns nach dem auf S. 315 bereits Gesagten hier aber sicher noch auf dem Nordrand der variszischen Saumtiefe und nicht auf dem Südrand, der weiter südlich, irgendwo im Sauerlande, möglicherweise in der streichenden Fortsetzung des Aachener Karbons lag. Auch ist die Ennepe-Störung, wie schon Breddin (1929) vermutet, mit größter Wahrscheinlichkeit kein Sprung, sondern ein Wechsel. Oberste-Brink (1933) ist hinsichtlich der Ennepe-Störung zu derselben Ansicht gekommen, womit beide Autoren allerdings im Gegensatz

zu den Anschauungen PAECKELMANNs stehen, der noch in jüngster Zeit die Störung wieder als Sprung ansprach.

Die Schiefstellung der Karbonscholle, durch welche die von HAARMANN angenommene Volltroggleitung hervorgerufen sein könnte, ist heute nur eine recht geringe. Sie beträgt im Höchstfalle etwa 8—9°. Ob sie je größer war und durch Rückbewegungen wieder kleiner geworden ist, kann nur vermutet werden. Es spricht wenig dafür, daß bei der vorgenannten geringen Schiefstellung durch Gleitungen, d. h. ein Abrutschen von Schichten, Sekundärtektogenese im Sinne HAARMANNs entstehen konnte.

Es läßt sich also, von der Tektonik des Ruhrbezirkes ausgehend, nur feststellen, daß uns über die letzte Ursache des Seitendruckes der variszischen Orogenese nichts bekannt ist. Über seine Wirkung und den Mechanismus der auftretenden Bewegungen sind wir dagegen, wie das Nachstehende zeigt, besser unterrichtet.

1. Das Aufreißen von Wechseln vor der Faltung.

Es ist das Verdienst von CREMER (1894), zuerst darauf hingewiesen zu haben, daß sich im Ruhrbezirk, bevor eine Faltung einsetzte, schon große Wechsel gebildet haben, die später von Faltungsdruck mit ergriffen wurden. CREMER hat auch bereits alle Wechsel genannt, von denen bekannt ist, daß sie sich vor der Faltung bildeten. Es sind das in der Richtung von N nach S: der Gelsenkirchener Wechsel, der Sutan und der Hellenbänker Wechsel. Dazu treten aber wahrscheinlich noch der Gladbecker Wechsel weiter nördlich und die den Südrand des Stockumer Sattels begleitende Satanella, obschon ein sicherer Nachweis für die Entstehung vor der Faltung bei den letzteren beiden Störungen zur Zeit noch nicht erbracht werden kann.

CREMER (1897) hat dem mitgefalteten Sutan eine schöne Sonderuntersuchung gewidmet.

Der Verfasser hat auf Grund neuerer Untersuchungen, die in der Abb. 351 dargestellt sind, die Lage des Gelsenkirchener Wechsels im westlichen Teil der Essener Mulde zwischen Mülheim und Wanne in der Höhenlage — 420 m NN. im Grundriß wiedergegeben. Wie die Abbildung erkennen läßt, folgt die Störung allen Mulden- und Sattelwendungen, woraus schon hervorgeht, daß sie von der Faltung mit ergriffen wurde. Die Abb. 352 zeigt den mitgefalteten Gelsenkirchener Wechsel im Querprofil in der Essener Hauptmulde im Felderbesitz des Mülheimer Bergwerksvereins westlich des Vondern-Sprunges, wo er, gut aufgeschlossen, die Eßkohlenschichten durchschneidet.

Es ist unrichtig, wie es manchmal geschieht, zu sagen, daß die großen mitgefalteten Wechsel die Südflügel der Hauptsättel begleiten. Sie treten, wie am Gelsenkirchener Wechsel (s. Abb. 342) einwandfrei festzustellen ist, auch auf dem Nordflügel der Sättel und im Tiefsten der Hauptmulden auf. Im Grunde genommen ist ihre Lage ganz unabhängig von der späteren Faltung.

Diese großen mitgefalteten Wechsel haben sich in einem senkrechten Abstande von etwa 8 km voneinander gebildet und eine Aufschuppung des Gebirgskörpers, also bis zu gewissem Grade eine Deckenbildung, verursacht. Am Sutan wurde ein flaches Schubmaß bis zu 2000 m, am Gelsenkirchener Wechsel ein solches von 700 m, am Hellenbänker Wechsel ein solches von etwa 200 m festgestellt. An der Satanella und dem Gladbecker Wechsel, die oben auch zu den mitgefalteten Wechseln gerechnet wurden, liegen Schubmaße von etwa 1200 m bzw. wenigstens 500 m vor. Die Verkürzung des Gebietes durch die Aufschuppung beträgt also insgesamt etwa 3—4 km.

Es war bisher nicht einwandfrei festzustellen, wie das Schubmaß sich nach der Teufe zu verhält, ob es größer oder kleiner wird. Das letztere wird von BÖTTCHER (1927) und SEIDL (1933) vermutet. Der Verfasser hat dahingehende Untersuchungen am Gelsenkirchener Wechsel in den Grubenfeldern Zollverein nördlich von Essen und Pluto bei Wanne angestellt. In beiden Grubenfeldern ist auf dem Südflügel des Gelsenkirchener Sattels ein Schubmaß von 700 m, dagegen in der dem Hauptsattel nördlich vorgelagerten Mulde ein kleineres Schubmaß vorhanden. Hier wird also — entgegen der obigen Ansicht — die Schubweite in der Richtung von N nach S, also nach der Teufe zu, größer.

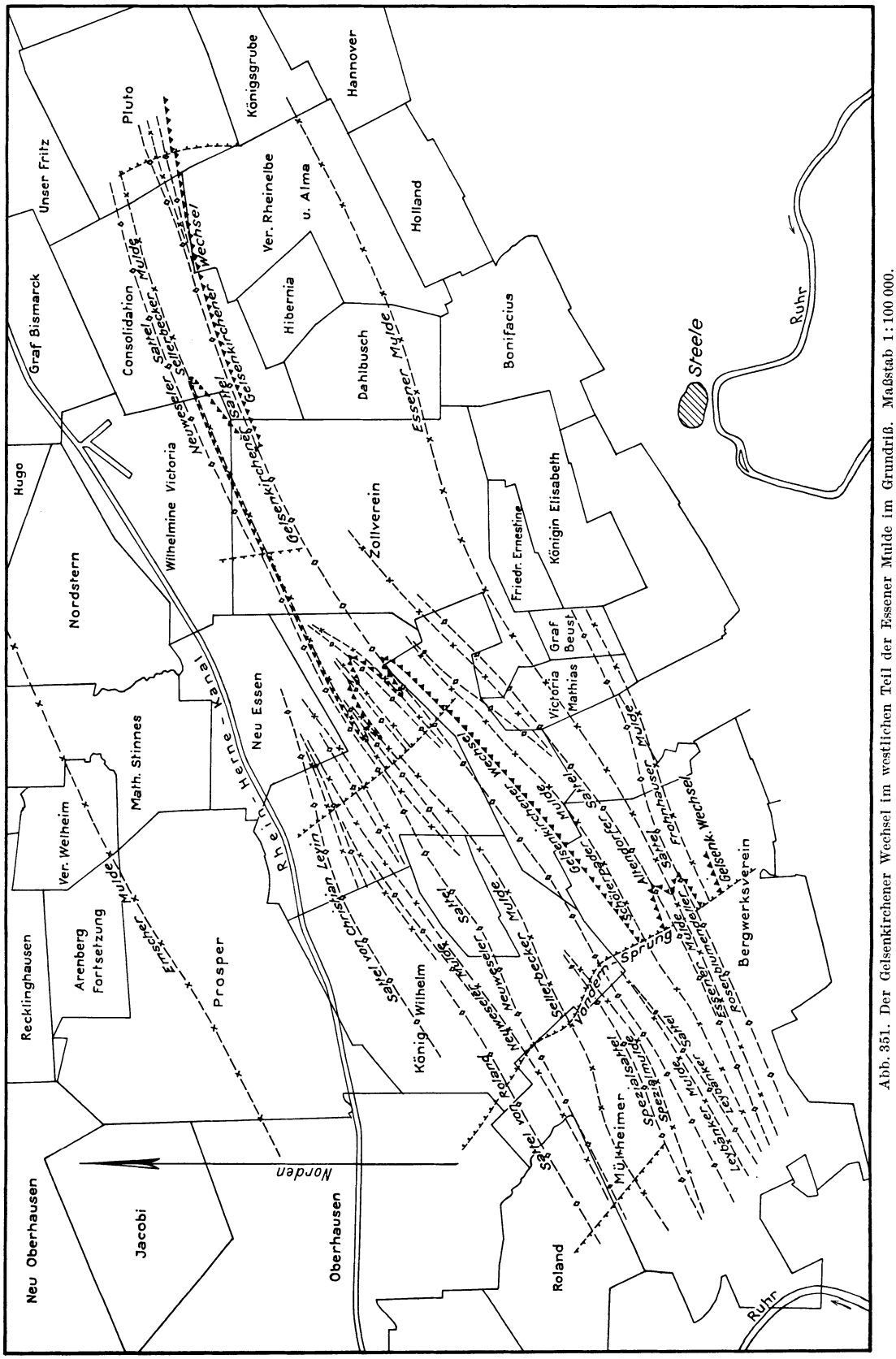


Abb. 351. Der Gelsenkirchener Wechsel im westlichen Teil der Essener Mulde im Grundriß. Maßstab 1:100 000.

Zur Zeit ist auch noch nicht genauer untersucht, ob etwa in streichender Richtung eine gesetzmäßige Änderung des Schubmaßes stattfindet. Am Sutan, der am weitesten verfolgt ist, ist es anscheinend der Fall. Das Schubmaß beträgt nach CREMER bei Werden etwa 400—500 m, bei Bochum 800 m. Bei Werne an der Lippe ist es nennenswert größer; es wird hier nach den Aufschlüssen der Zeche Werne etwa 2000 m betragen.

Das Streichen dieser großen, mitgefalteten Wechsel ist praktisch dem Generalstreichen des Ruhrbezirkes parallel, was beweist, daß sie demselben Seitendruck wie die Faltung ihre Entstehung verdanken. Die Ansicht CREMERS, daß im Liegenden des Sutans auf der Zeche Präsident ein anderes Streichen als im Hangenden vorliege, wurde schon von H. KLIVER (1914) widerlegt.

Das Einfallen der Wechsel ist ursprünglich mit 8—15°, mit welchem Winkel die großen mitgefalteten Wechsel im allgemeinen die Schichten durchschneiden, nach S gerichtet gewesen.

Merkwürdigerweise ist die eigentliche Störungszone, wie die Abb. 352 angibt, was aber z. B. auch vom Sutan bekannt ist, verhältnismäßig schmal. Sie überschreitet 100 m im allgemeinen nicht.

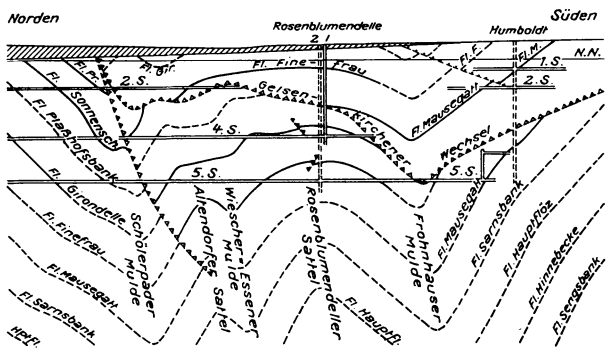


Abb. 352. Der mitgefaltete Gelsenkirchener Wechsel bei Mülheim im Querprofil. Maßstab 1 : 20 000.

Wo Abrasion und Erosion die Schichten im Hangenden der Wechsel entfernt haben, tritt, allerdings selten und in geringem Umfange, Fensterbildung auf. Man wird die Möglichkeit dieser Art von Lagerung der Schichten für das weniger gut als das Produktive Karbon aufgeschlossene Flözleere sowie das Unterkarbon und Devon am Südrand des Ruhrbezirkes beachten müssen.

Ob diese großen Wechsel sich alle gleichzeitig gebildet haben, oder wie H. KLIVER (1914) annimmt, nacheinander in der Richtung von S nach N, ist auf Grund unserer heutigen Kenntnis vom Ruhrbezirk nicht zu entscheiden.

Es scheint, daß parallel zu den großen Wechseln kleinere mitgefaltete auftreten, worauf Aufschlüsse im Grubenfeld Engelsburg bei Bochum hinzudeuten scheinen. Diese Aufschlüsse sind heute aber nicht mehr zugänglich. Es kann daher nicht festgestellt werden, ob sie richtig gesehen sind.

2. Der Faltungsvorgang.

a) Die Faltung selbst.

Es gibt Autoren, wie MENTZEL (1906), MEYER (1906) und LEHMANN (1920), die eine Vorfaltung des Ruhrkohlenbeckens vor der Entstehung der großen Überschiebungen annehmen. Der Verfasser sieht mit H. KLIVER (1914), der sich ausführlich mit der Frage befaßte, die dafür vorgebrachten Beweisgründe nicht als triftig an.

Vielleicht schon im Zusammenhang mit der Bildung der großen, mitgefalteten Wechsel der ersten Folge haben sich aber durch Steilerstellen von Schichten diejenigen Linien herausgebildet, die uns heute im Ruhrbezirk als Hauptsättel entgegentreten. Sie sind auf S. 303 aufgezählt und haben einen Abstand von 5—10 km, im Durchschnitt einen solchen von etwa 8 km voneinander.

BÖTTCHER (1925) hat das Verdienst, das Wesen der Faltung im Ruhrkohlenbecken als erster klar herausgestellt zu haben, wenn auch schon das Sammelwerk oder z. B. H. KLIVER (1914) auf die Disharmonie der Faltung hinwiesen. BÖTTCHER machte darauf aufmerksam, daß sich, abgesehen von wenigen Ausnahmen, im Ruhrbezirk die Schichten im allgemeinen von oben nach unten steiler stellen, so daß sich unter flach gelagerten oberen Schichten in der Teufe spitze Mulden und Sättel verbergen können, was namentlich für die Beurteilung der Lagerungsverhältnisse im nördlichen Teil des Ruhrkohlenbeckens wichtig ist.

Böttcher hat eine ganze Reihe von Beispielen für die Richtigkeit seiner Anschauung gegeben. Die Abb. 353 zeigt in besonders schöner Weise für das vom Verfasser bearbeitete Grubenfeld Bruchstraße bei Langendreer die disharmonische Faltung für einen Teil der Bochumer Mulde. Hier stellt sich in guten Aufschlüssen unter flach liegenden oberen Fettkohlenschichten sehr schnell spitze Faltung ein.

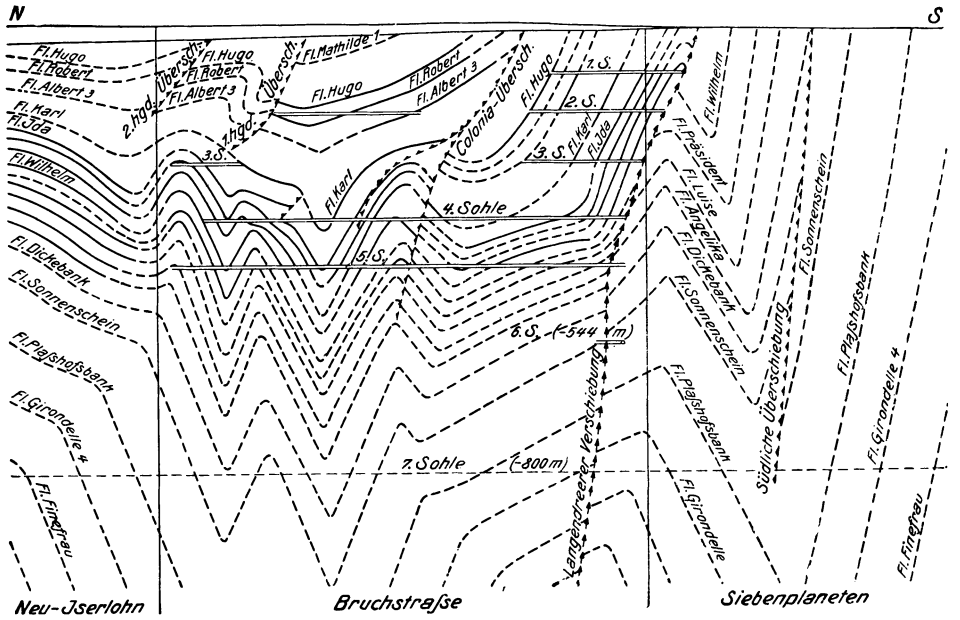


Abb. 353. Disharmonische Faltung im Felde Bruchstraße bei Langendreer. Maßstab etwa 1 : 15 000.

Die Abb. 354 gibt die disharmonische Faltung aus dem Grubenfeld Hansa bei Dortmund an. Das Flöz Katharina liegt vollständig flach; im Flöz Blücher 2 ist bereits eine deutliche Mulde aufgeschlossen, und die angegebene spitze Einmuldung der Flöze der Unteren Fettkohlenschichten ist durch benachbarte Aufschlüsse sicher nachgewiesen.

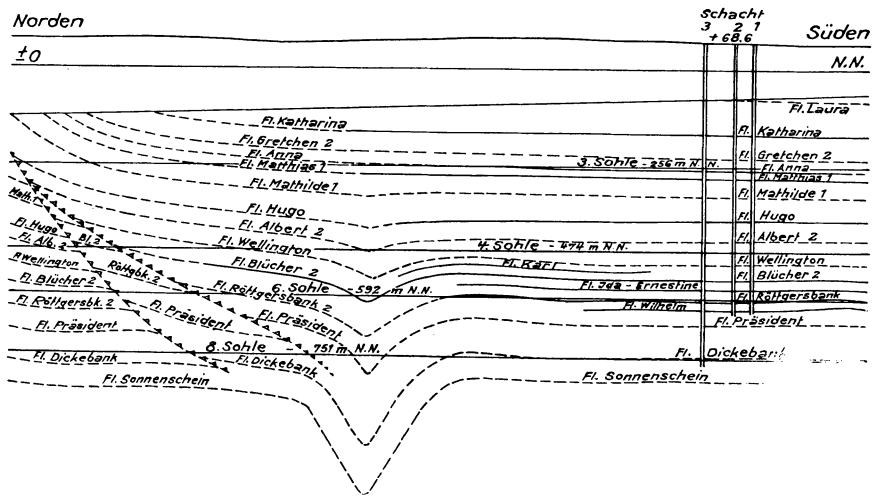


Abb. 354. Faltung unter flachen oberen Schichten im Felde Hansa bei Dortmund. Maßstab 1 : 20 000.

Bärtling gab 1928 ein schönes Bild vom Aufbau des westlichen Teiles der Essener Mulde, das ebenfalls die nach den tieferen Schichten hin zunehmende Stärke der Faltung zeigt (s. Abb. 330).

Es gibt allerdings auch Ausnahmen von der Regel; eine solche liegt z. B. in dem Grubenfeld Wiendahlsbank westlich von Dortmund vor. Diese Ausnahmen sind aber sehr selten.

Man kann nach Böttcher im Ruhrbezirk Faltungstiefenstufen unterscheiden, deren Bewegungsvorgänge Seidl (1933), ausgehend von Versuchen, dargelegt hat.

Seidl kommt zu dem Ergebnis, daß die oberen unter einem geringeren Belastungsdruck liegenden Schichten sich bei der Faltung an den Flanken der Hauptsättel auf den Schichtfugen frei bewegt haben, d. h. „Blattparallelfaltung" erfuhren, während die unteren, da sie in den Sätteln als Rahmen seitlich „blockiert" waren, eine von Seidl als „Hohlformdruckfaltung" bezeichnete Beanspruchung erlitten, die zu der ebenfalls mit Bewegungen auf den Schichtflächen verbundenen Spezialfaltung und dem Entstehen von Gleitflächen, d. h. einer zweiten Folge von Wechseln, führte (s. Abb. 355).

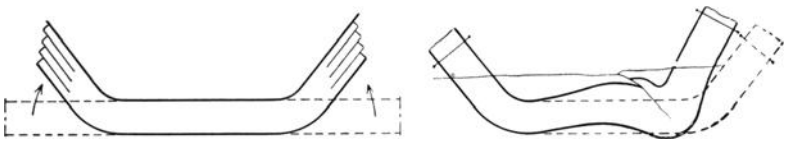


Abb. 355. Blattparallelfaltung und Hohlformdruckfaltung nach Seidl.

Der Verfasser kann die grundsätzliche Richtigkeit der Ansicht Seidls, die früher allerdings schon von Wolff (1916) auf theoretischem Wege gewonnen wurde, nach seiner Kenntnis des Ruhrbezirks nur bestätigen. Es ergibt sich für jede Hauptmulde des Ruhrkohlenbeckens das von Seidl z. B. für die Essener Mulde angegebene Bild, daß unter flach gelagerten, ungestörten oberen Schichten, die der Blattparallelfaltung Seidls oder der freien Faltung Wolffs unterlagen, in der Tiefe Spezialfalten liegen, wobei an Gleitschichten, d. h. Wechseln, Masse nach oben ausgewichen ist (s. Abb. 356).

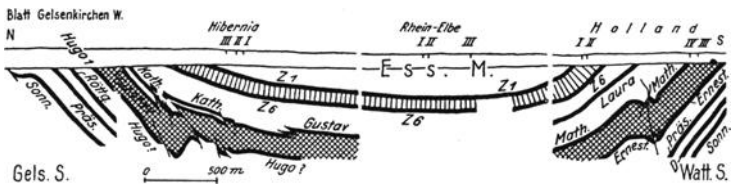


Abb. 356. Querprofil durch die Essener Mulde. Nach Seidl. Maßstab 1 : 200 000.

Auf die mit der Faltung zusammenhängenden blattparallelen Bewegungen ist es zurückzuführen, wenn, namentlich in den Schiefertonen des Karbons, die Schichtflächen wie geglättet erscheinen und in der Faltungsrichtung auf den Schichtflächen sich Rutschstreifen zeigen, wie die Abb. 357 von einer Schichtfläche aus dem Felde Zollverein angibt. Hiermit hängt es auch zusammen, daß die Flöze sich sowohl am Hangenden als auch am Liegenden in der Regel gut vom Nebengestein lösen. Gerade die Flöze werden nämlich bei dem Faltungsvorgang gleichsam als Schmiermittel zwischen den sich verschiebenden Schichten gewirkt haben.



Abb. 357. Durch Faltung hervorgerufene Rutschstreifen auf einer Schichtfläche im Felde Zollverein.

Zwischen der Zone der blattparallelen Faltung Seidls bzw. der freien Faltung Wolffs und den in größerer Teufe sich einstellenden Spezialfalten liegt im Ruhrbezirk stets eine Zone, an der die Massen an Wechseln nach oben auszuweichen suchten, und darunter eine weitere Zone, in der, wie die Tafel VII angibt, die Überschiebung mit der Faltung kämpfte. Die Schichten weichen also offensichtlich lieber nach oben aus, als daß sie sich falten, was durchaus in den Rahmen der Feststellung paßt, daß sich schon vor der Faltung zuerst die später mitgefalteten großen Wechsel bildeten.

Nach den Feststellungen des Verfassers weisen stets die Nordflügel der Hauptsättel eine stärkere Faltung auf als die Südflügel. Hier liegen die tiefen, spitzen Mulden, wie z. B. die Oberstiepeler und Langendreerer Mulde auf dem Nordflügel des Stockumer Sattels, die Sellerbecker Mulde auf dem Nordflügel des Gelsenkirchener Sattels. Hier ist auch vielfach eine senkrechte und bisweilen sogar überkippte Stellung der Schichten festzustellen, die man auf den Südflügeln im allgemeinen vergeblich sucht. Für die Nebensättel trifft diese Regel allerdings nicht immer zu. Bei ihnen ist, wie die Tafel VII

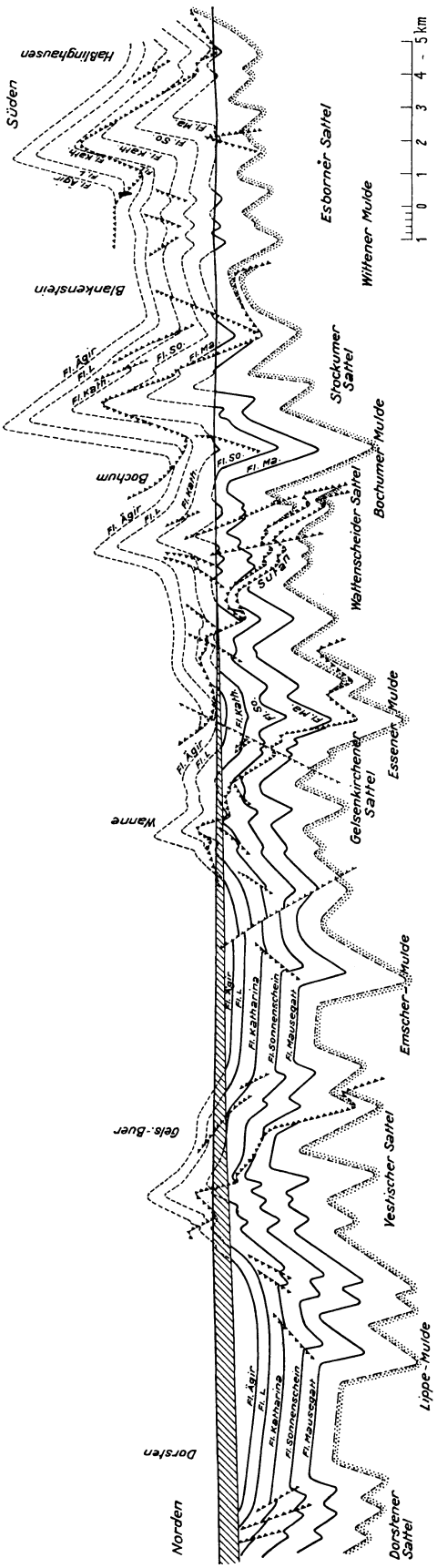


Abb. 358. Rekonstruktion des variszischen Gebirges im Ruhrbezirk.

erkennen läßt, der Sattel-Nordflügel oft flacher als der Südflügel. Die Annahme SEIDLs, daß die Südflügel der Hauptsättel steiler seien als die Nordflügel, ist also nicht richtig.

Die Frage, wieweit die Zunahme der Faltungsstärke nach der Teufe zu sich fortsetzt, ist zur Zeit schwer zu beantworten. SEIDL legt die flache „Leitschicht", über der nach ihm die Faltung der Schichten einsetzt, an die untere Grenze des oberen Mitteldevons, ohne Gründe dafür anzugeben, warum er zu dieser Anschauung kommt. Nach ihm findet also bis zu dieser Leitschicht nach unten ein Ausklingen der Faltung statt.

Aus den Aufschlüssen im Ruhrkohlenbecken gewinnt man das folgende Bild:

Die einzelnen Faltungstypen — Blattparallelfaltung, Spezialfaltung mit Wechseln und Spezialfaltung ohne Wechsel — sind, wie der Verfasser 1934 feststellen konnte, bis zu einem gewissen Grade horizontbeständig.

Es ergibt sich das folgende Schema:

Kohlengruppe	Faltungsform
Flamm- und Gasflammkohlenschichten	Blattparallele Großfaltung ohne Wechsel- und Sonderfalten
Gas- und Fettkohlenschichten	oben: Wechsel unten: Wechsel-Faltenzone
Eß- und Magerkohlenschichten	Nebenfalten mit verhältnismäßig wenigen Wechseln

Wenn man Faltungsbilder aus den verschiedenen Hauptmulden untereinanderstellt, so hat man keineswegs den Eindruck, daß innerhalb des Ruhrkohlenbezirkes die Stärke der Faltung in den gleichen Schichten in der Richtung von S nach N sehr stark abnimmt. Auch in der Emscher-Mulde zeigt sich, daß sie dort, wo, wie z. B. am Rhein, die tieferen Schichten aufgeschlossen sind, noch eine verhältnismäßig bedeutende Faltungsstärke besitzt. Nur aus der Lippe-Mulde ist eine Nebenfaltung noch nicht bekannt, weil man erst in den Flamm- und Gasflammkohlenschichten baut, die nirgendwo im Ruhrbezirk eine Spezialfaltung zeigen.

Aus dieser schwachen Abnahme der Faltungsstärke in der Richtung nach N im gut aufgeschlossenen Teil des Produktiven Karbons kann man den Schluß ziehen, daß das Faltungsbild, das aus den Magerkohlenschichten sowie dem Unterkarbon und Devon des Rheinischen Schiefergebirges bekannt ist, voraussichtlich in nicht viel geringerer Stärke auch unter dem Produktiven Karbon im N des Ruhrbezirkes anzu-

treffen sein wird. Dann spricht aber nichts für die von SEIDL angenommene Lage der Leitschicht.

Es möge noch einmal besonders betont sein, daß die verschiedenen in der obigen Zusammenstellung genannten Faltungsbilder nicht nacheinander, sondern gleichzeitig, entsprechend der Teufe der betreffenden Schichten bzw. dem stratigraphischen Horizont entstanden sind, wobei die Schichten lieber an Wechselflächen auswichen, als daß sie sich falteten. Die Zusammenstellung zeigt weiter, daß bei der im allgemeinen flachen Lagerung der oberen Schichten in den Großfalten, die sicher auch einmal den S des Bezirkes überdeckten, von einem variszischen Hochgebirge wenigstens für den hier in Frage kommenden Teil der Erdkruste keine Rede sein kann, worauf auch schon BÖTTCHER und HAARMANN (1930) hinwiesen. Nach einer Rekonstruktion des Verfassers in der Abbildung 358 werden Höhen von 2000 m kaum überschritten.

Die Verkürzung des Gebietes durch die Faltung beträgt nach LEHMANN, der sich auf eigene Untersuchungen und solche von MENTZEL (1906), sowie KUKUK und MINTROP (1913) stützt, etwa 25 %. Der Verfasser hat aus den Magerkohlenschichten in den Querprofilen auf der Tafel VII eine Verkürzung von etwa 40% berechnet.

Zu erörtern bleibt noch die Frage, ob der aufgeschlossene Teil des Ruhrkohlenbeckens in streichender Richtung im ganzen vorgeschoben und gefaltet wurde oder ob einzelne Blöcke bewegt wurden.

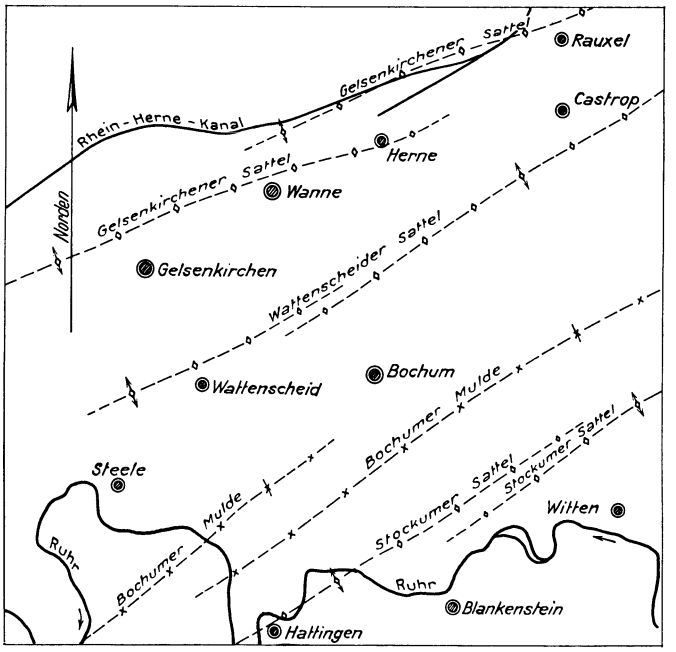


Abb. 359. Das Faltenverspringen in Richtung Bochum-Wanne. Maßstab 1:250000.

Im großen und ganzen weist, soweit das bisher aufgeschlossene Gebiet zeigt, der Faltungsdruck im Streichen dieselbe Stärke auf, so daß die Hauptmulden und -sättel über große Strecken in gleicher Richtung und Größe zu verfolgen sind. Im allgemeinen halten sogar auch die Nebenfalten über größere Entfernungen aus; jedenfalls läßt sich das für die Bochumer Mulde, für die der Verfasser von Hattingen bis Dortmund entsprechende Untersuchungen anstellte, und die Essener Mulde, für die ähnliche Untersuchungen von Mülheim bis Gelsenkirchen gemacht wurden, feststellen.

Manche Erscheinungen weisen aber auch darauf hin, daß vielleicht doch einzelne Blöcke bewegt wurden. Es ist dies einmal das weiter unten geschilderte, vor allem von NEHM (1930) behandelte Auftreten der querschlägigen Blätter, an denen zweifellos ein horizontales, unterschiedliches Versetzen einzelner Blöcke des Gebirgskörpers in Richtung des Faltungsdruckes stattfand, und zum anderen das an einzelnen Stellen zu beobachtende Faltenverspringen, d. h. das Ablösen einer Hauptfalte durch eine andere, das an bestimmte in der Fallrichtung verlaufende Linien gebunden ist. Schließlich hängt vielleicht auch das Auf- und Absteigen der Sattel- und Muldenlinien, das NEHM (1930) als Paßbildung, CLOOS (1936) als Querwellung bezeichnete, wohl mit Druckunterschieden bei der Faltung zusammen.

Ein an eine querschlägig verlaufende Linie gebundenes, systematisches Faltenverspringen wurde vom Verfasser, wie die Abb. 359 zeigt, am Stockumer, Wattenscheider und Gelsenkirchener Sattel sowie in der Bochumer Mulde zwischen dem Primus- und Sekundus-Sprung etwa in der Linie Blankenstein-Wanne festgestellt.

Es ist wohl kein Zufall, daß das westlich der vorgenannten Linie nach O gerichtete Einfallen der Hauptsattel- und -muldenlinien etwa an der gleichen Stelle, an der das Faltenverspringen stattfindet, nach der Tafel VI in ein westlich gerichtetes übergeht.



Abb. 360. Durch bergbauliche Einwirkung unter waagrechten Druck geratene Mauer. Nach SCHWARZ.

Ein gleiches Faltenverspringen findet sich nach der Tafel VI in der Wittener Hauptmulde im Felde Massener Tiefbau. Auch hier liegt es an einer Stelle, wo das Einfallen der Muldenlinie wechselt.

Man hat den Eindruck, daß das Auf und Ab der Mulden- und Sattellinien dadurch hervorgerufen ist, daß der stärkste Faltungsdruck jeweils im Höchsten eines jeden Sattelstückes wirkte und der Druck von hier ab bis zu den benachbarten Tiefpunkten abnahm. Diese Dinge bedürfen für den Ruhrbezirk aber noch näherer Untersuchung, insbesondere nach der Richtung, welche Scholle, wenn Druckunterschiede vorhanden sind, den stärksten Druck erlitten hat. Mit NEHM nimmt der Verfasser nicht an, daß die Erscheinung des Auf- und Absteigens der Sattel- und Muldenlinien, deren Einfallen im allgemeinen über 10° nicht hinausgeht, zumeist ist es geringer, auf die weiter unten behandelte saxonische Querfaltung zurückzuführen ist.

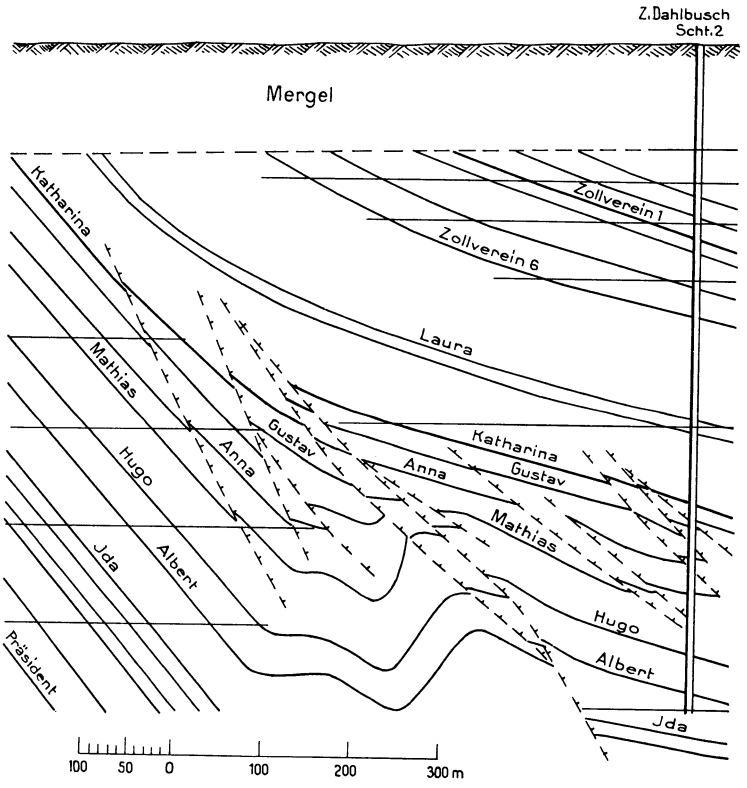


Abb. 361. Wechsel als Gleitflächen auf dem Südflügel des Gelsenkirchener Sattels in den Grubenfeldern Consolidation und Dahlbusch. Nach BÖTTCHER.

Die verschiedenen Gesteinsarten verhalten sich gegenüber dem Faltungsvorgang im allgemeinen gleich, wobei allerdings eine gewisse größere Sprödigkeit der Sandsteine festzustellen ist, die sich schon in der Entstehung von Störungen äußert, wenn sich die Schiefertone noch plastisch umbiegen.

Schiefertone können, wenn sie in steiler Schichtenstellung dem Faltungsdruck stark unterliegen, fast so dünn wie Dachschiefer werden, während normal die einzelnen Schichten dicker sind. Es handelt sich um die ersten Anfänge einer Druckmetamorphose. Bei der Faltung entstandene Ausquetschungen und Aufstauchungen zeigen die Abb. 362—366.

b) Die Wechsel der zweiten Folge.

Wie schon auf S. 323 angegeben, entstanden in Verbindung mit dem Faltungsdruck in der von der Innenfaltung WOLFFs ergriffenen Zone, insbesondere an dem Übergang

von der Hauptmulde zum Hauptsattel, in der „Zwischenzone" SEIDLS, die Wechsel der zweiten Folge, typische Faltenüberschiebungen. Wo Massen ausweichen konnten, haben

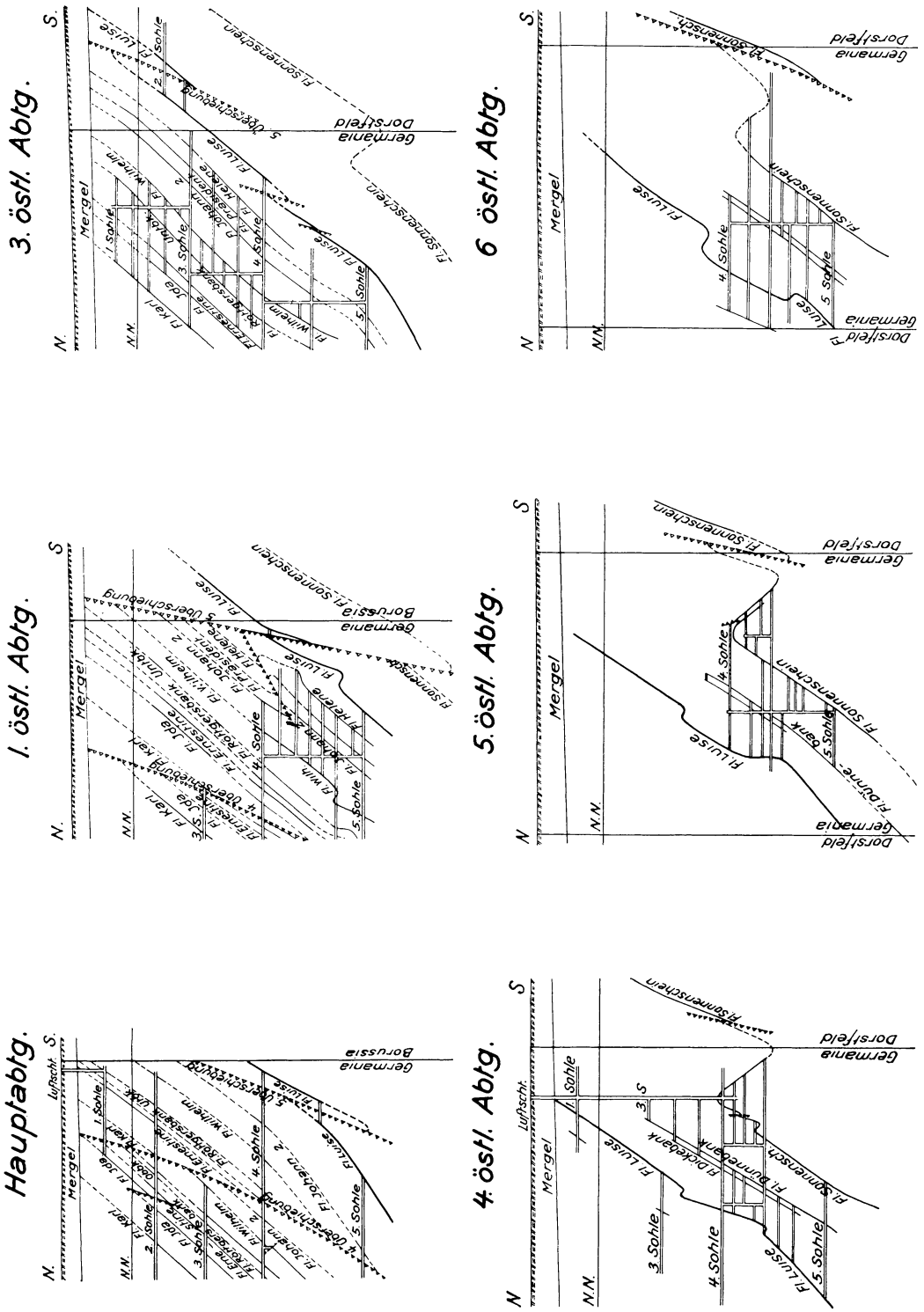


Abb. 362. Querprofile durch das Feld Germania bei Dortmund. Maßstab 1:5000.

sie sich lieber an Wechseln nach oben bewegt als in Falten gelegt, wie es z. B. die Abb. 360 ähnlich von einer durch bergbauliche Einwirkung unter horizontalen Druck geratenen Mauer zeigt.

Die Wechsel der zweiten Folge enden gemäß dieser Entstehungsursache unten vielfach in Sattel- oder Muldenachsen; auch wird das Schubmaß entsprechend nach unten im allgemeinen kleiner. Nach oben hören sie, wie die Abb. 361 zeigt, schließlich in Schichtfugen auf, d. h. hier findet der Übergang in die Blattparallelfaltung statt. Den Übergang von Überschiebung in Faltung im Streichen und Fallen zeigt schön die Abb. 362, die Querprofile durch den Südflügel der Bochumer Mulde im Grubenfeld Germania bei Dortmund wiedergibt.

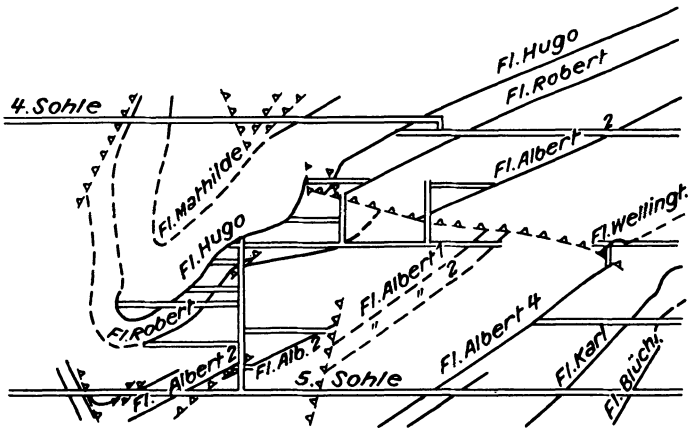


Abb. 363. Überschiebung an einem flach liegenden Wechsel im Grubenfeld Germania bei Dortmund. Maßstab etwa 1 : 4500.

Bald stehen die Überschiebungsflächen dadurch, daß sich der tangentiale Druck in radiale Bewegungen umsetzt, steil, bald liegen sie flach, wie z. B. die Abb. 363 angibt. Zumeist fallen die Wechsel gleichsinnig mit den Schichten ein, vielfach ist aber auch, wie z. B. in der Abb. 364, festzustellen, daß sie ein gegen die Schichten

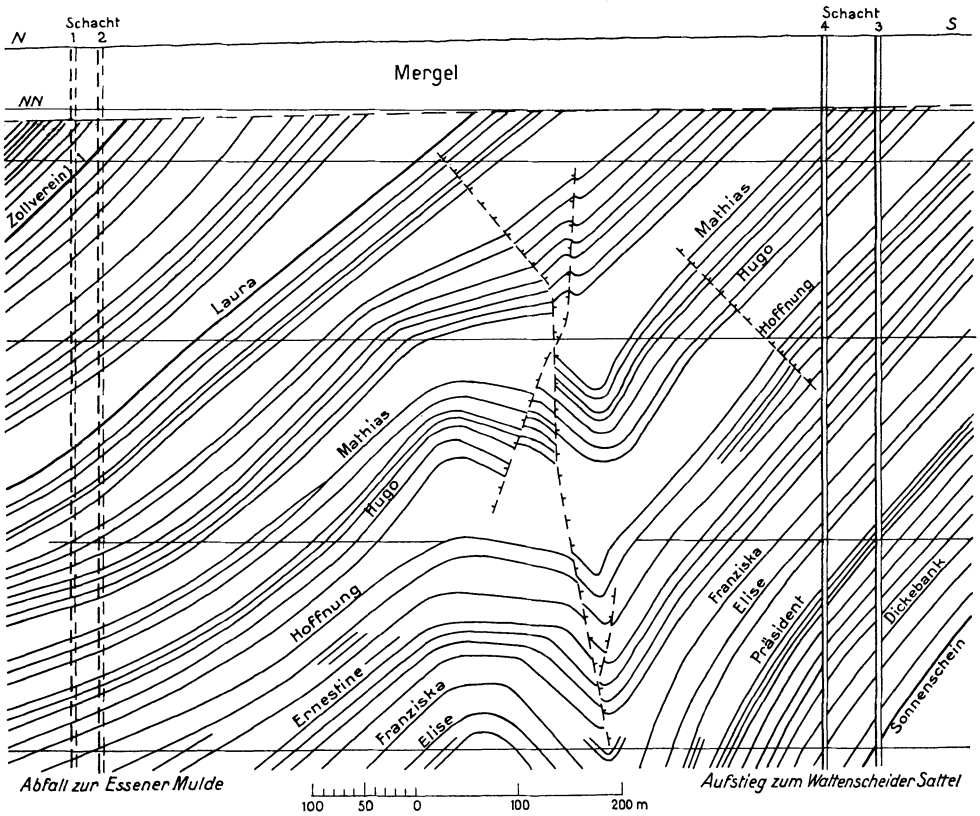


Abb. 364. Widersinnig einfallende Wechsel im Grubenfeld Holland. Nach BÖTTCHER.

gerichtetes Einfallen haben, so daß man sie für streichende Sprünge gehalten hat, die im Ruhrbezirk nicht vorkommen.

Auch LEHMANN (1920) noch weist diesen Störungen, obschon er grundsätzlich feststellt, daß sie von den Wechseln genetisch nicht verschieden sind, eine Sonderstellung zu und behielt den Namen „Schaufelflächen" für sie bei. Nach Ansicht des Verfassers liegt kein Grund vor, ihnen eine selbständige Stellung einzuräumen.

Wo sie es konnten, sind an diesen Gleitflächen die Massen bei der Faltung in den Druckschatten geflüchtet. Sie versuchten, wie z. B. die Abb. 366 zeigt, über den Kern der Sättel hinwegzugleiten; ebenso weichen gern die Muldenkerne an solchen Flächen nach oben aus (s. Abb. 365).

Mit diesen Gleitbewegungen aus den Mulden heraus, die Flanken der Hauptsättel hinauf, wird es auch zusammenhängen, daß die Achsenebenen der Nebenmulden und -sättel auf den Südflanken der Hauptmulden zumeist nach N, auf den Nordflanken nach S hin einfallen.

Die großen Wechsel der zweiten Folge treten in der Hauptsache an den Flanken der Hauptsättel dort auf, wo die Umbiegung zur Hauptmulde liegt. Zu ihnen gehören z. B.

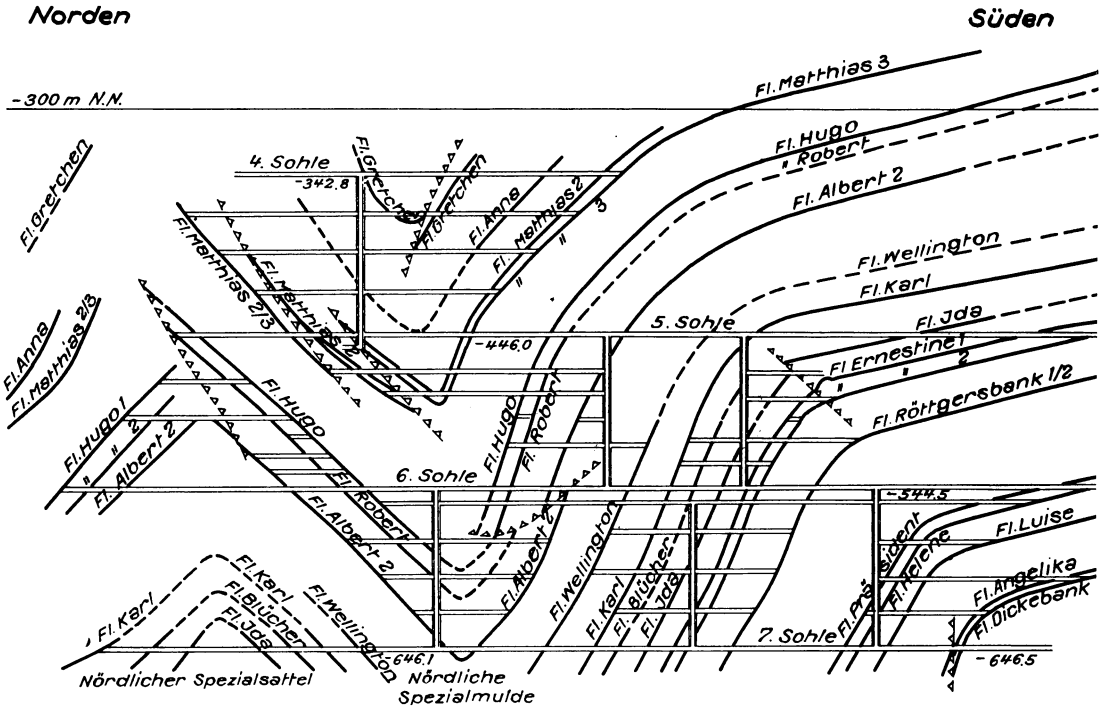


Abb. 365. Wechsel in einer Spezialmulde auf dem Nordflügel des Gelsenkirchener Sattels im Felde Pluto. Maßstab 1 : 5000.

der Colonia-Wechsel auf dem Nordflügel des Stockumer Sattels, der Westhausener Wechsel auf dem Süd- und der Hannibal-Wechsel auf dem Nordflügel des Wattenscheider Sattels.

Bisweilen wird auch der Schubweg der Wechsel der 1. Folge für die Bewegung benutzt, wie z. B. von dem Gelsenkirchener Wechsel aus dem Grubenfeld Pluto bei Wanne bekannt ist.

Nehm (1930) weist am Beispiel des Sutans nach, wie in einer Mulde durch sekundäre Bewegungen auf der Schubfläche des Sutans sich das ursprüngliche Schubmaß nach S hin infolge Rückgleitens verkürzt und nach N hin durch die zusätzliche neue Bewegung vergrößert hat. Die Abb. 367 gibt das von ihm mitgeteilte Beispiel wieder. Im Flöz Präsident weicht das Schubmaß dadurch nennenswert von demjenigen im Flöz Sonnenschein ab.

Die den Südflügel des Stockumer Sattels begleitende Satanella und auch der Gladbecker Wechsel wurden oben und auf der Tafel VII als zu den mitgefalteten Wechseln der 1. Folge gehörig aufgefaßt. Ein Beweis dafür ist, wie bereits erwähnt wurde, zur Zeit noch nicht zu erbringen; möglicherweise gehören sie, insbesondere der Gladbecker Wechsel, auch nur zu den Wechseln der 2. Folge.

Das Streichen der Wechsel der 2. Folge ist wie das der Wechsel der 1. Folge dem durch den Faltungsdruck hervorgerufenen Generalstreichen des Bezirkes von etwa 60° parallel.

Der Verfasser ist der Ansicht, daß diese Störungen sich nicht erst gebildet haben, als der Faltungsvorgang bereits beendet war, wie NEHM (1930) annimmt, sie werden

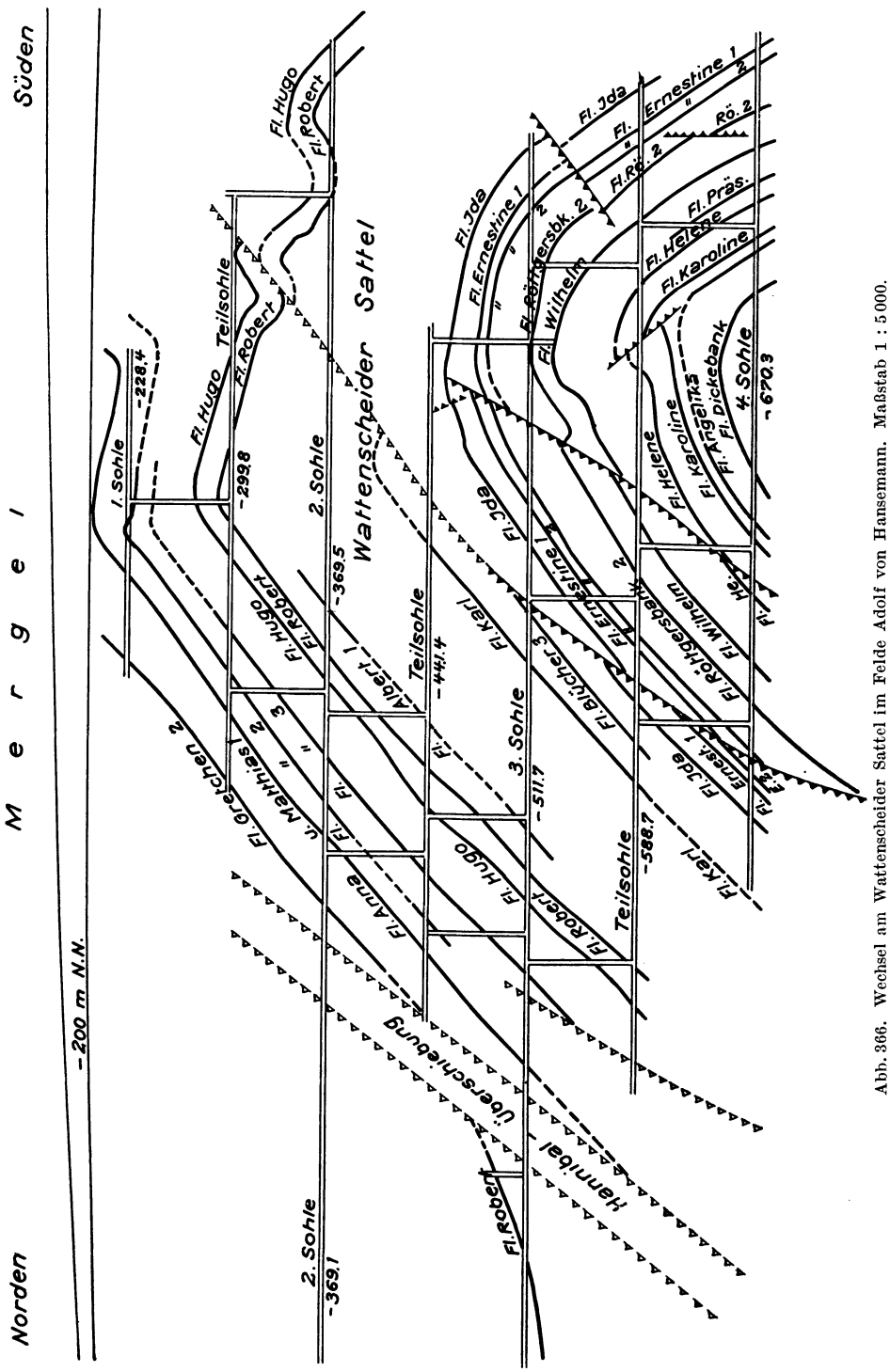


Abb. 366. Wechsel am Wattenscheider Sattel im Felde Adolf von Hansemann. Maßstab 1 : 5000.

während des ganzen Faltungsvorganges entstanden sein, wenn die Massen nur irgendwie die Möglichkeit hatten, auszuweichen. Es ist mehr der Ort als die Zeit für ihre Entstehung maßgebend. Wie bereits auf S. 324 erwähnt, bildeten sie sich in der

Hauptsache in einem Mittelstreifen zwischen der Zone der Großfalten und derjenigen der Nebenfalten, gleichzeitig mit diesen.

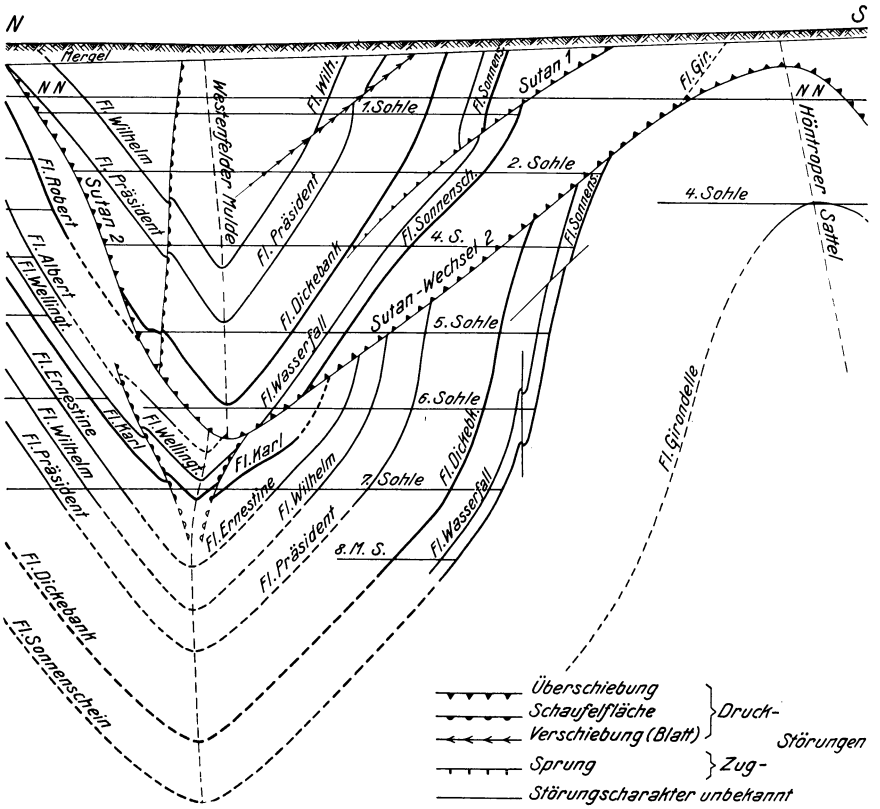


Abb. 367. Nachträgliche Bewegungen am Sutan im Felde Centrum-Morgensonne. Maßstab 1 : 10 000. Nach NEHM.

c) Die querschlägigen Blätter.

Schon das Sammelwerk (1903) macht darauf aufmerksam, daß sich im Ruhrbezirk Störungen zeigen, an denen an steil gestellten Klüften Verschiebungen in horizontaler Richtung aufgetreten sind. Indessen gelang es damals noch nicht, in das System dieser Seitenverschiebungen an Blättern Ordnung zu bringen.

Man muß, worauf NEHM (1930) als erster klar hinwies, zwischen den querschlägig gerichteten Seitenverschiebungen, die also im wesentlichen in der

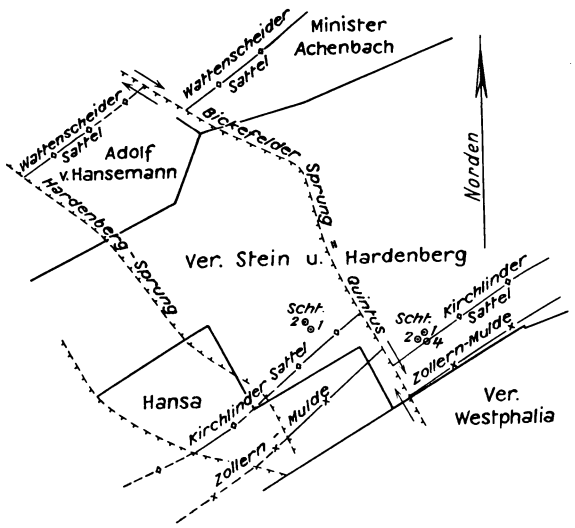


Abb. 368. Horizontale Verschiebung am Quintus-Sprung bei Dortmund. Maßstab 1 : 100 000.

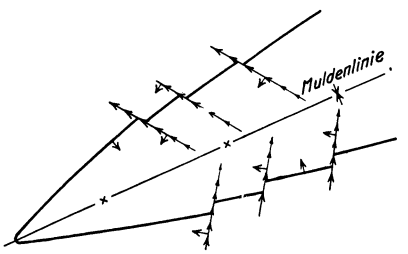


Abb. 369. Seitenverschiebungen nach NEHM.

Fallrichtung des Ruhrkarbons erfolgt sind, und den etwa ost-westlich verlaufenden, weiter unten behandelten diagonalen Seitenverschiebungen unterscheiden.

Die querschlägigen Blätter sind lange Zeit mit den Sprüngen verwechselt worden. Schon QUIRING (1919) wies darauf hin, daß eine ganze Reihe der großen Sprünge ursprünglich als querschlägige Blätter entstanden sind. Er machte unter anderem auf das starke Versetzen der Muldenlinie der Wittener Hauptmulde an der Kurler Störung aufmerksam. BÖTTCHER (1925) vermutet mit QUIRING (1919), daß auch der Sekundus-Sprung ursprünglich als Seitenverschiebung angelegt wurde.

Daß auch am Quintus-Sprung waagrechte Bewegungen stattgefunden haben, zeigt die Abb. 368. Deutlich werden hier die Achsen der Zollern-Mulde, des Kirchlinder und des Wattenscheider Sattels um etwa 700—800 m gegeneinander versetzt.

Es wurde bei der Behandlung der Faltung bereits die Vermutung ausgesprochen, daß an derartigen Querblättern die Grenzen einzelner Blöcke des Ruhrkarbons liegen können, die einen verschiedenen Faltungsdruck erfuhren.

Daß auch in den Spezialmulden derartige Bewegungen an steil gestellten Klüften eintraten, wird besonders von NEHM (1930) erwähnt, der das in der Abb. 369 wiedergegebene Schema gibt. Die Störungen durchsetzen den Kern der Mulde nicht.

Diese querschlägigen Blätter werden zum Teil gleichzeitig mit der Faltung, zum Teil möglicherweise aber auch erst aufgetreten sein, als eine gewisse Verfestigung des Gebirgskörpers durch die Faltung eingetreten war. Vielleicht haben sie sich teilweise auch erst nach vollständigem Abschluß der Faltung gebildet. Sie würden dann der nächsten Gruppe von Störungen angehören.

3. Die Druckwirkungen nach der Faltung.

Der die Faltung hervorrufende tangentiale Druck ist, wie vorstehend schon angedeutet, auch noch in Wirksamkeit geblieben, als die Faltung als solche schon abgeschlossen war. Darauf weisen die oben bereits erwähnten diagonalen Blätter und fast waagrecht liegende, ungefähr N—S streichende Störungsflächen hin, auf die man erst in den letzten Jahren aufmerksam wurde.

a) Die diagonalen Seitenverschiebungen (Blätter).

Man hat sich im Ruhrbezirk bis vor wenigen Jahren sehr wenig mit den diagonalen Seitenverschiebungen befaßt; LEHMANN z. B. erwähnt sie in seiner umfassenden Arbeit über die Tektonik des Ruhrbezirkes aus dem Jahre 1920 überhaupt nicht.

BÖTTCHER (1925) behandelte das von ihm auf etwa 15 km Länge verfolgte Langendreerer Blatt, NEHM (1930) das 15—20 km lange Höntroper Blatt.

Der Verfasser konnte das Auftreten dieser Störungsart systematisch untersuchen und feststellen, daß sie vor allem in zwei Zonen auftreten. Während, wie die Abb. 370 angibt, ein Mittelstreifen des Ruhrkohlenbeckens von etwa 5—6 km Breite in Richtung Dortmund-Gelsenkirchen-Hamborn anscheinend ganz oder fast ganz von ihnen frei ist, zeigen sie sich besonders in der Linie Castrop-Gladbeck-Dinslaken und in einer Südzone, die sich von Bochum in der Richtung auf Duisburg erstreckt. Eine dritte Zone konnte jüngst auch noch südlich der Ruhr festgestellt werden.

In der ersten Zone hat der Verfasser (1933) das Schweriner Blatt, an der die Schichten in horizontaler Richtung um 100—150 m versetzt sind, in der zweiten, der auch das Langendreerer und Höntroper Blatt angehören, das Westender Blatt besonders benannt. Bei Gladbeck beträgt das Verschiebungsmaß an den diagonalen Blättern der 1. Zone nur bis zu etwa 50 m. Die diagonalen Blätter kommen in diesem Streifen, wie festgestellt werden konnte, besonders südlich und nördlich von Dinslaken gehäuft vor. Es sind hier wenigstens 10 derartige Störungen festgestellt worden, an denen horizontale Verschiebungen bis zu 100 m vorliegen.

In der südlichen Zone wurden die diagonalen Blätter besonders südlich von Bochum verfolgt. Die Abb. 371 gibt ihre Häufung an dieser Stelle wieder. Über den Stockumer Sattel scheinen sie hier nicht hinauszugehen. Nach W ist ihr Verlauf im einzelnen noch nicht weiter verfolgt, als in der Abb. 371 angegeben wurde.

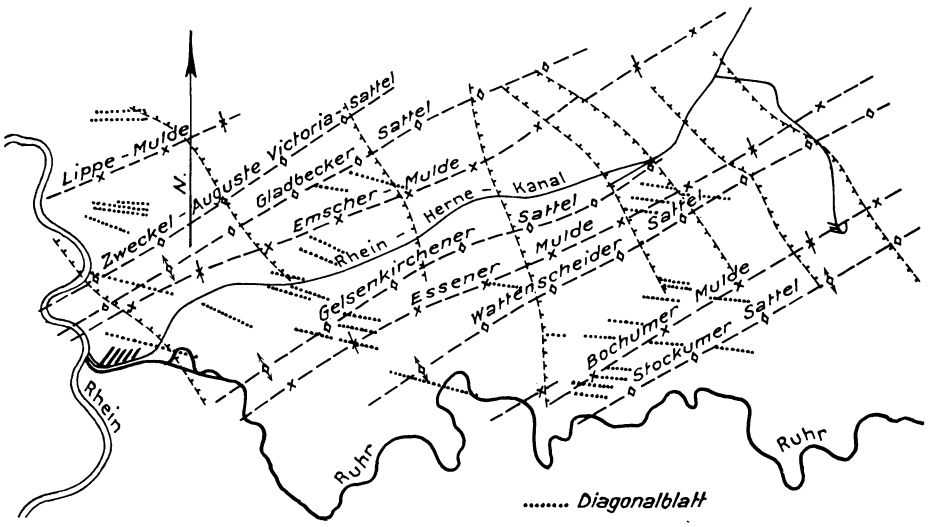


Abb. 370. Die Häufung der diagonalen Seitenverschiebungen in zwei Zonen. Maßstab 1 : 500 000.

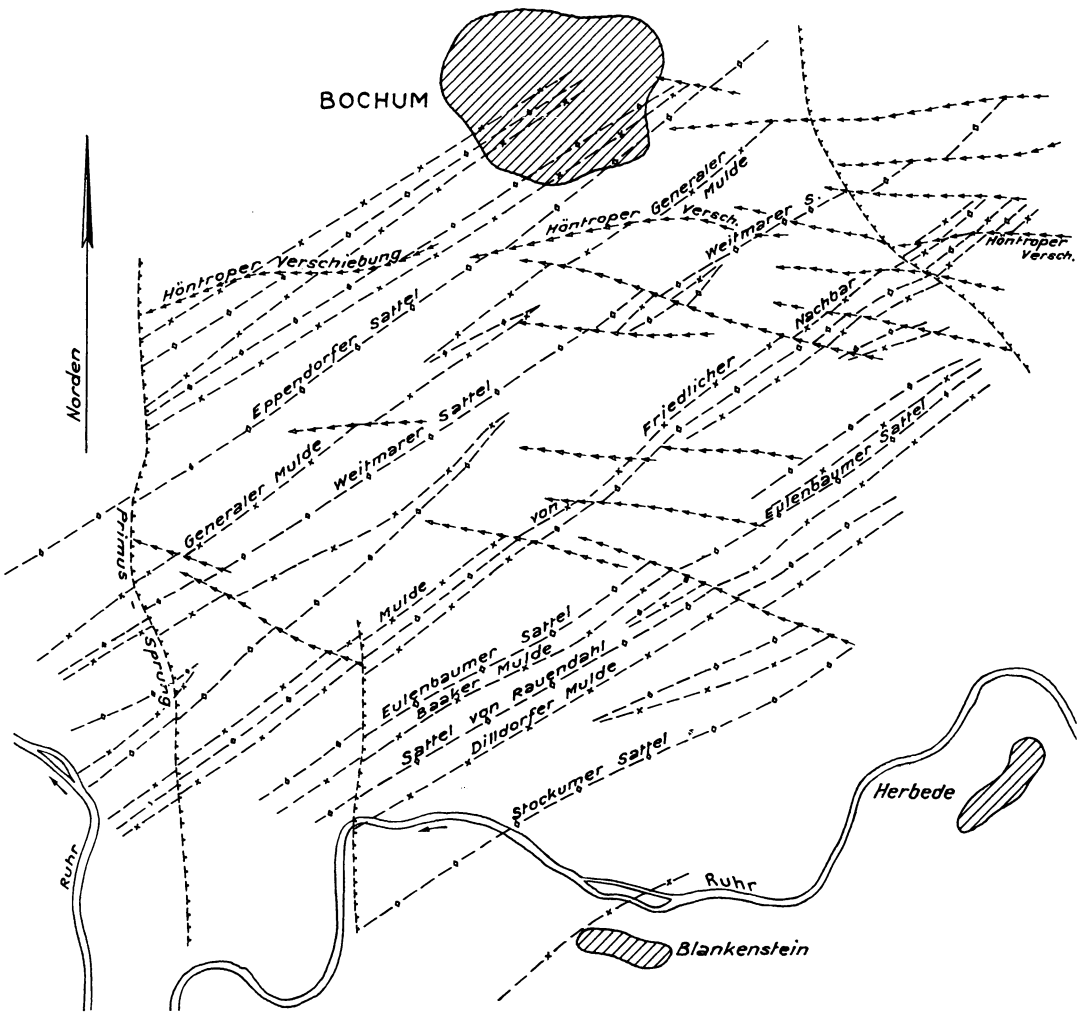


Abb. 371. Diagonale Seitenverschiebungen südlich von Bochum. Maßstab 1 : 100 000.

Die Abb. 372 gibt einen Überblick über das Verhalten des dieser Zone angehörenden Höntroper Blattes im Grubenfeld Engelsburg, wo es gut aufgeschlossen ist. Die Schichten

werden an ihm hier um etwa 150 m seitlich versetzt, während NEHM (1930) aus dem Grubenfeld Centrum-Morgensonne für die Störung ein Verschiebungsmaß von 220 m angibt.

Die diagonalen Blätter streichen durchschnittlich unter 100°. Sie stehen steil; ihr Einfallen liegt meist bei 90°. Häufig findet ein Wechsel des Einfallens statt, so daß sie innerhalb desselben Grubenfeldes — manchmal auf kurze Entfernung — einmal nach N, das andere Mal nach S einfallen. Waagrechte Rutschstreifen auf den Kluftflächen deuten die Horizontalbewegungen an. Der nördlich der Verschiebungskluft gelegene Teil ist stets nach O bzw. der südliche nach W hin versetzt, worauf schon CREMER und MENTZEL im Sammelwerk (1903) hinweisen. Beachtenswert ist auch das für diese Scherklüfte typische Verspringen auf kurze Entfernung, das die Abb. 371 z. B. gut für die Höntroper Verschiebung zeigt.

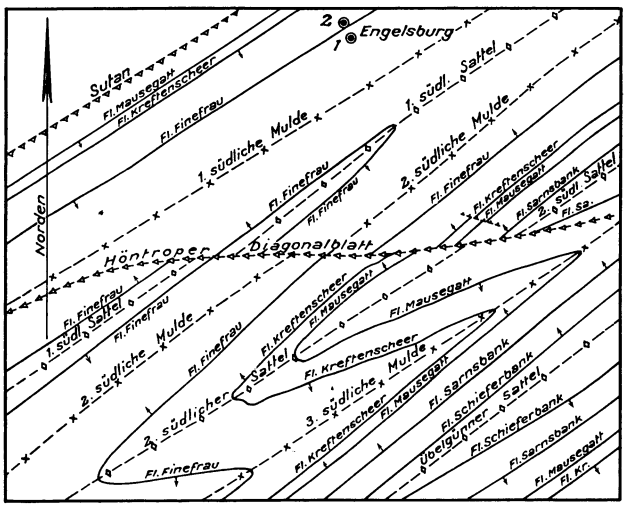


Abb. 372. Die Höntroper Verschiebung im Felde Engelsburg. Maßstab 1 : 25 000.

Es ist oben die Auffassung vertreten, daß die diagonalen Seitenverschiebungen mit dem Faltungsdruck im Zusammenhang stehen, aber, wie das Versetzen der Sattel- und Muldenlinien zeigt, offensichtlich erst zu einem Zeitpunkt entstanden sind, als die Versteifung des Gebirgskörpers bereits weitgehend fortgeschritten, der Faltungsvorgang jedenfalls schon abgeschlossen war. Es hat sich das Alter dieser Störungen vom Verfasser bisher aber nicht genau festlegen lassen. Es war nicht einmal einwandfrei festzustellen, ob sie älter sind als die Sprünge, was aber zu vermuten ist. Eingehendere Untersuchungen nach dieser Richtung wären erwünscht. Sie dürften wahrscheinlich die Richtigkeit der hier vertretenen Ansicht vom Alter dieser Störungen bestätigen. Wohl mit Recht bringt auch NEHM (1930) unter Hinweis auf die Versuche von DAUBRÉE sie in Verbindung mit MOHRschen Flächen.

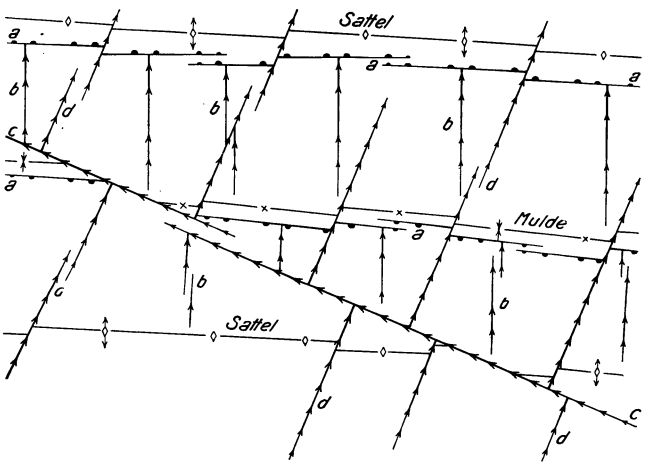


Abb. 373. Wechsel, querschlägige und diagonale Blätter und diagonale Begleitblätter. Nach NEHM.

NEHM hat mit diesen diagonalen Seitenverschiebungen die von ihm als diagonale Begleitverschiebungen bezeichneten Störungen in Verbindung gebracht, die er wie folgt beschreibt:

„Gleichzeitig (mit den diagonalen Seitenverschiebungen) bilden sich unter der Kraft einer anderen Komponente die fast senkrecht zu der Hauptverschiebung stehenden Blätter, die schon DAUBRÉE vor Jahrzehnten in seiner experimentellen Geologie nachgewiesen hat. Jetzt erklärt es sich auch, warum BÖTTCHER vergeblich jenseits der Langendreerer Verschiebung die Verlängerung vieler nordöstlich streichender Störungen gesucht hat; sie sind nicht vorhanden und nie vorhanden gewesen. Jede einzelne Störung hat ihren Anfang in der Hauptverschiebung selbst und ist gleichzeitig mit dieser entstanden."

Im Grundriß haben diese diagonalen Begleitblätter die in der Abb. 373 angegebene Lage. Die schematische Abbildung gibt nach NEHM auch das Altersverhältnis von

Wechseln und querschlägigen Blättern auf der einen Seite und von diagonalen Blättern und diagonalen Begleitblättern auf der anderen Seite wieder.

b) Die Deckelklüfte mit nord-südlichem Streichen.

In einem sehr späten Zeitpunkt der Faltung bzw. nach deren Abschluß sind offensichtlich auch flach liegende Überschiebungsflächen nach Art der Deckelklüfte des Siegerlandes entstanden, von denen vom Verfasser die bedeutendste bei Dortmund im Grubenfeld Tremonia festgestellt wurde. Die Störung hat die Bezeichnung Tremonia-Deckel

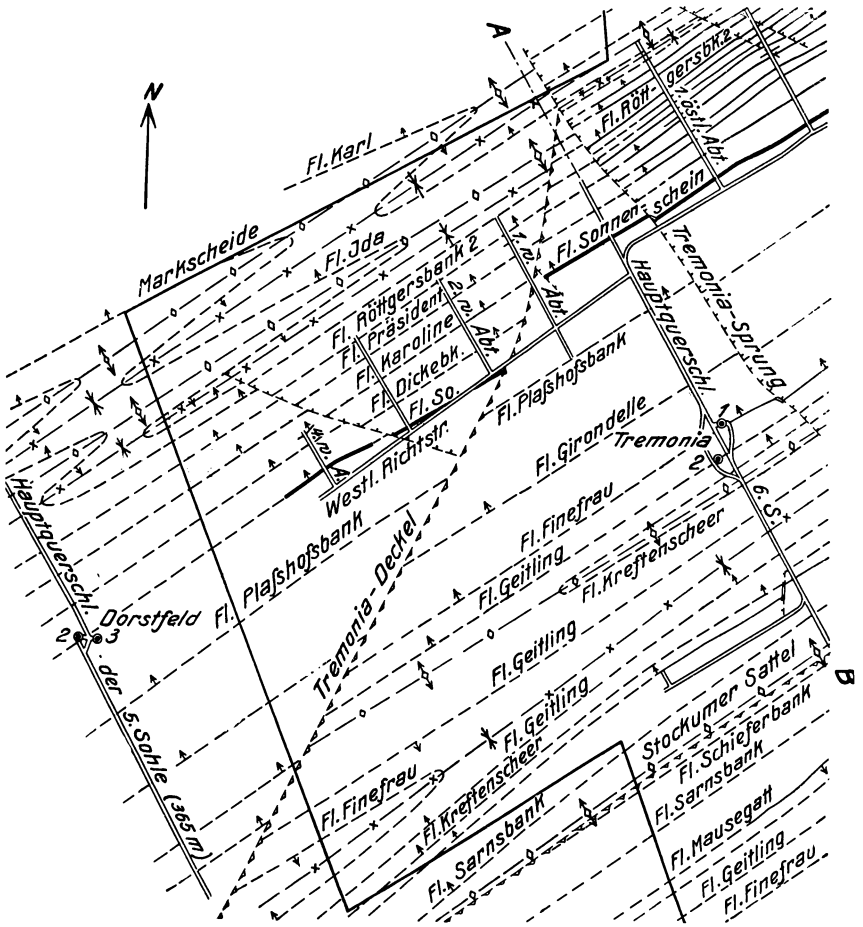


Abb. 374. Der Tremonia-Deckel im Grundriß. Maßstab 1 : 15 000.

erhalten. Merkwürdig ist das Streichen dieser Deckelkluft von nur etwa 26°, das also sehr spießwinklig zum Generalstreichen des Karbons von etwa 60° und damit dem Faltungsdruck verläuft. Möglicherweise ist es sogar noch mehr nach N gerichtet, als vorstehend angegeben wurde. Das Einfallen der Störung im Felde Tremonia beträgt nur etwa 10° nach O. Die Schichten sind an der Störung, wie die Abb. 376 angibt, im Hangenden um etwa 100 m nach N versetzt; das Verschiebungsmaß nimmt aber rasch ab. Die Deckelkluft endet, wie die Abb. 375 zeigt, im Felde Dorstfeld in einer waagrecht liegenden Flexur. Parallel zu der Störung verläuft nach der Abb. 376 eine zweite, tiefer liegende, an der die Schichten in geringerem Grade versetzt sind.

Neuerdings wurde der Verfasser von Schleier auf eine gleichstreichende Deckelkluft bei Mülheim aufmerksam gemacht. Auch hier ist ein Streichen der Störung von etwa 25° vorhanden, das Einfallen beträgt etwa 15°.

Ob diese Störungsart, wie wahrscheinlich die diagonalen Blätter, in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Faltungsdruck steht, ob sie sich als Resultierende aus zwei

Druckrichtungen oder als flach liegende MOHRsche Fläche gebildet hat oder letzten Endes einem selbständigen Schub ihre Entstehung verdankt, ist noch nicht zu entscheiden.

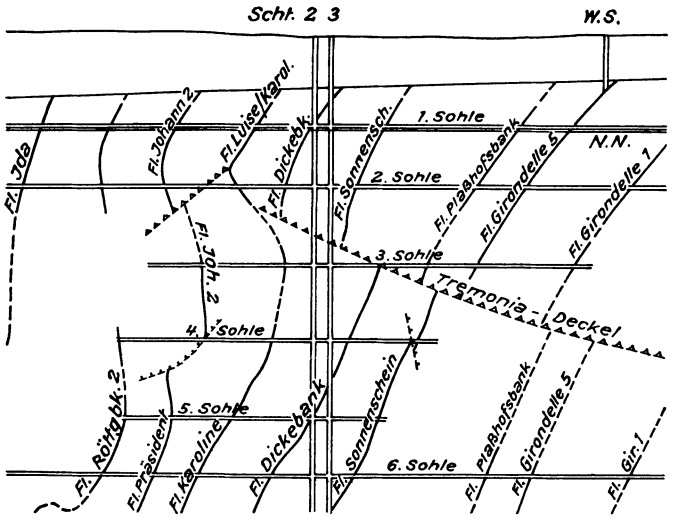


Abb. 375. Der Tremonia-Deckel im Felde Dorstfeld. Maßstab etwa 1:11 500.

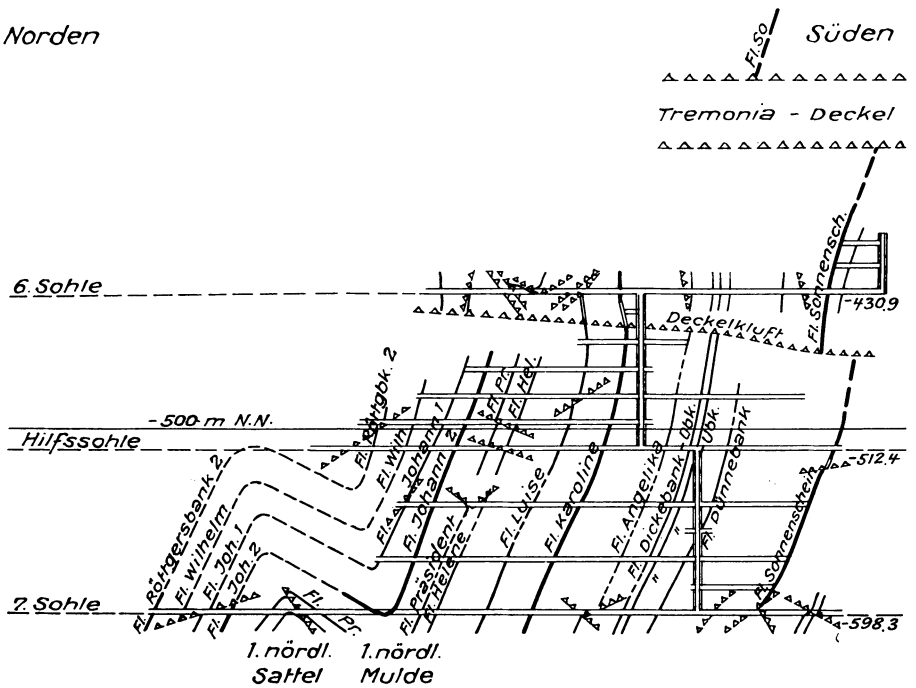


Abb. 376. Der Tremonia-Deckel im Grubenfeld Tremonia im Profil. Maßstab 1 : 4000.

Jedenfalls aber steht fest, daß die Deckelkluft bereits vor der Entstehung der Sprünge gebildet wurde, da sie im Felde Tremonia von dem in der Abb. 374 angegebenen Tremonia-Sprung mit verworfen wurde.

C. Die Sprünge.

Die allgemeine Ansicht über die Sprünge im Ruhrbezirk geht seit dem Erscheinen des Sammelwerkes (1903) dahin, daß sie eine Folge von Zerrung der Erdrinde und nach der Auffaltung des Steinkohlengebirges entstanden sind. Auch QUIRING und LEHMANN, die sich in den letzten Jahrzehnten ausführlich mit der Entstehung der Sprünge im Ruhrkohlenbecken befaßten, sind bei ihren Untersuchungen über die Sprünge zu derselben Anschauung gekommen. Neuerdings führte BREDDIN (1931) sie jedoch auf den Seiten-

druck von S her, der auch die Schieferung hervorrief, zurück, während SCHENK (1934) sie als durch Dehnung in der Längsrichtung der Falten bei dem Auffaltungsvorgang entstanden auffaßte.

Die Sprünge können im allgemeinen zwei Systemen zugeteilt werden, von denen das eine, das Hauptsystem, unter 130—155° streicht. Wenn die Sprünge dieses Systems sich aus dem S des Ruhrbezirkes bis in den N erstrecken, ist, wie die Tafel VI zeigt, festzustellen, daß das Streichen mehr in die nordwestliche Richtung umbiegt.

Das zweite System besitzt ein von N nach S gerichtetes Streichen. Möglicherweise ist es durch Verbiegungen bei der Entstehung der durch das erste System begrenzten Schollen entstanden. Darauf scheint z. B. das in der Abb. 377 angegebene Auftreten dieser Sprünge im Grubenfelde Graf Moltke bei Gladbeck hinzuweisen. Jenseits der Mittelscholle sind sie hier weder nach N noch nach S festzustellen. Es ist aber zu beachten, daß nach der Tafel VI auch große Sprünge wie der Primus-Sprung und die Stock- und Scherenberger Hauptverwerfung ein gleiches N—S-Streichen besitzen. Es liegt also möglicherweise auch ein selbständiges Sprungsystem mit rheinischer Richtung vor.

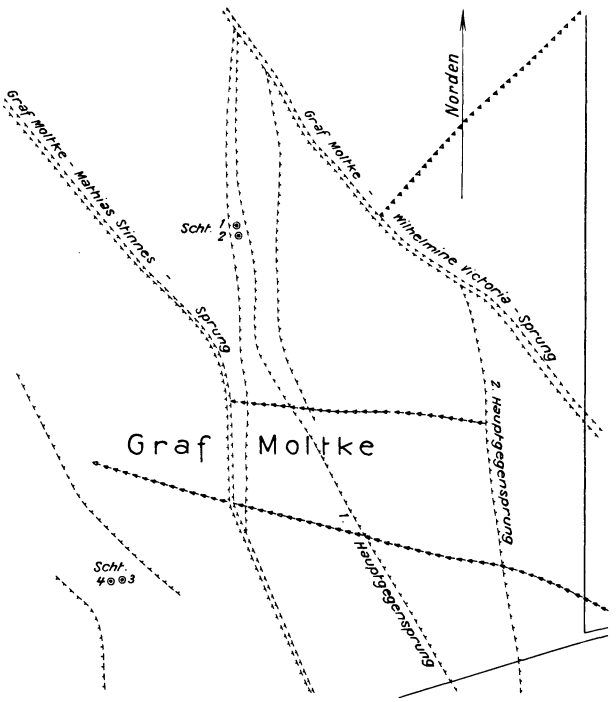


Abb. 377. Die beiden Sprungsysteme im Felde Graf Moltke bei Gladbeck. Maßstab 1 : 30 000.

Die Streichrichtung der Sprünge ist nicht immer eine geradlinige. Wie schon das im Sammelwerk wiedergegebene Bild des Primus zeigt, buchtet die Streichlinie an den Hauptsätteln, wohl weil das Einfallen des Sprunges bei steilerer Schichtenstellung ebenfalls ein steileres wird, aus. Dasselbe ist in der Abb. 351 für den Vondern-Sprung festzustellen, aber auch noch von anderen Sprüngen, z. B. den Primus- und Quartus-Sprung bekannt.

Das Einfallen der Sprünge beträgt in der Regel 50—70°, im Mittel etwa 60°. Vorstehend wurde bereits darauf hingewiesen, daß es bei starkem Einfallen der Schichten anscheinend steiler ist als in flach liegenden Schichten. Untersuchungen darüber, ob der Einfallwinkel in dickeren Sandsteinpaketen ein anderer ist als in Schichten, die in der Hauptsache aus Schieferton aufgebaut sind, fehlen zur Zeit noch. Das Einfallen der Sprünge ist entweder nach O oder nach W gerichtet, wodurch sich die Unterteilung des Gebietes in Horste, Staffeln und Gräben ergibt, die auf der Tafel VI von KUKUK größtenteils schon 1910 festgelegte Bezeichnungen tragen. Oft sind auch Verwerfungstreppen entstanden.

Die Sprungbreite, auch die der größeren Sprünge, ist meist nicht sehr groß. Selten geht sie über 50 m hinaus. Oft kommt es, wie z. B. die Abb. 378 angibt, vor, daß Sprungzonen entstehen, in denen Einzelstörungen in kurzer Entfernung parallel zueinander folgen, wodurch ein starkes Zerreißen des Gebirgskörpers entsteht.

Die Sprunghöhe beträgt bei den größeren Sprüngen bis zu mehreren 100 m und ist am größten beim Quintus-Sprung mit 900 m am Kirchlinder Sattel.

Nur wenige Sprünge, wie der Primus-, der Quartus- und der Quintus-Sprung, durchsetzen den ganzen bislang aufgeschlossenen Ruhrbezirk. — Die Sprünge werden, wo sie aufhören, in ihrer Streichrichtung vielfach von einem neu entstehenden Sprunge abgelöst, der manchmal auch entgegengesetztes Einfallen besitzt. So liegt nach der Tafel VI der östlich einfallende Rüdinghauser Sprung in der Fortsetzung des westlich

einfallenden Tertius-Sprunges, der östlich einfallende Königin Elisabeth-Sprung in der Essener Mulde in der Fortsetzung des westlich einfallenden Graf Moltke-Wilhelmine Victoria-Sprunges nördlich des Gelsenkirchener Sattels. Manchmal kommt es dabei zur Bildung von Sprungbrücken. Vielfach beginnen oder enden größere Sprünge in den Hauptsätteln, manchmal aber, wie z. B. das südliche Ende des Tertius-Sprunges, auch in Hauptmulden, in diesem Falle in der Bochumer Hauptmulde. Hier spaltet der Tertius in zwei Äste auf, ist also gleichsam in der Bochumer Mulde verwurzelt.

Schon die auf S. 312 aufgeführte Zahl der großen Sprünge ist nicht gerade klein. Sie wird erheblich größer, wenn auch die kleinen Sprünge, die auf Übersichtskarten nicht mit angegeben werden können, berücksichtigt werden. Allerdings ist zu beachten, daß manche der Störungen, die man im Ruhrbezirk früher für Sprünge gehalten hat, querschlägige oder diagonale Blätter sind.

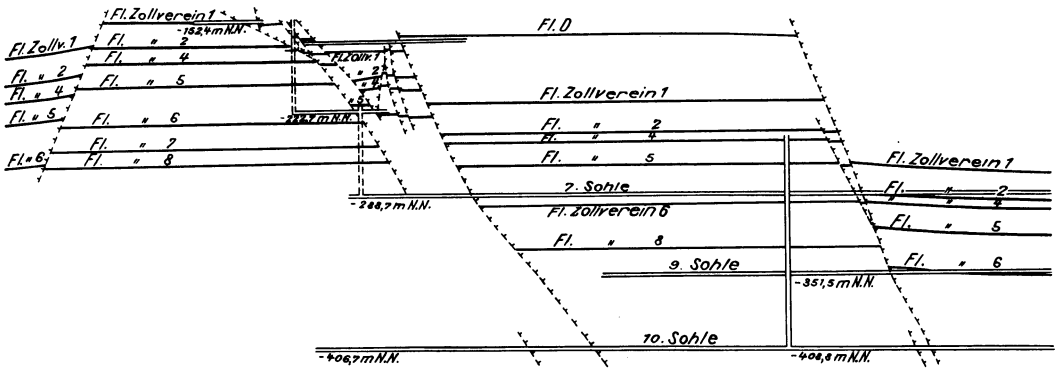


Abb. 378. Die Auflockerung des Gebirgskörpers durch Sprünge im Felde Zollverein. Maßstab 1 : 6000.

Was die Entstehung der Sprünge anbetrifft, so kann sich der Verfasser nur der alten, zuletzt noch von Quiring (1910) und Lehmann (1920) bestätigten Ansicht, daß die Sprünge eine Folge von Seitendehnung nach der Faltung sind, anschließen. Sie werden sich entweder nach Art der Zerrspalten bei der Entstehung von Bodensenkungsmulden dadurch gebildet haben, daß in radialer Richtung erfolgende Senkungen der Erdkruste infolge Längung des betreffenden Krustenstückes tangentiale Dehnungen hervorriefen, die ihrerseits die Zerrspalten verursachten, oder es liegen möglicherweise auch isostatische Hebungen, die dasselbe Bild erzeugen würden, vor.

Die Längung trat senkrecht zum Streichen der Sprünge, also in Richtung SW—NO ein. Nichts deutet, wie namentlich Lehmann ausführlich beschreibt, darauf hin, daß in dieser Richtung ein tangentialer Druck stattfand.

Darauf, daß es sich bei den Sprüngen um klaffende Zerrspalten und nicht um geschlossene Druckstörungen handelt, weist unter anderem auch der Umstand hin, daß auf ihnen Erzlösungen hochkamen, auch noch im Inneren des ausgebeuteten Teiles des Ruhrkohlenbeckens, wie das gangförmige Vorkommen von Bleiglanz auf diesen Sprüngen südlich von Bochum, aber auch im nördlichsten Teil des Bezirkes zeigt. Im XVII. Abschnitt ist näher darauf eingegangen. Auch eine Einmuldung der Schichten, wie sie z. B. im Felde Ver. Stein und Hardenberg auf der Westseite des Quintus parallel zu dieser Störung vorliegt, kann nur durch Schleppung der Schichten beim Absinken, d. h. durch Zerrung, erklärt werden.

Quiring und Lehmann haben das Maß der Zerrung berechnet. Lehmann (1920) kommt zu dem Ergebnis, daß quer zum Streichen insgesamt eine Längung von etwa 10% eingetreten sei, Quiring (1913) berechnete 6,4%. In dem in der Abb. 378 wiedergegebenen Einzelbeispiel aus dem Grubenfelde Zollverein ermittelte der Verfasser eine Längung von über 10%.

Wenn man bei der Betrachtung der Sprünge nicht die kleinen Maßstäbe der Übersichtskarten, sondern mehr ins einzelne gehende Bilder in größerem Maßstabe zugrunde legt, so hat man auf den ersten Blick den Eindruck, daß durch die Sprünge eine Auflockerung des Gebirges erfolgt ist, nicht den von Druckerscheinungen.

Die Ansicht Breddins (1931), daß die Sprünge durch denselben Druck, der im Devon die Schieferung erzeugte, entstanden seien, nämlich dadurch, daß infolge dieses Druckes die von den Sprüngen begrenzten Gebirgsblöcke im Ruhrkarbon im Streichen seitlich ausgewichen seien, scheidet nach dem oben Gesagten aus. Der Faltungs- und Schieferungsdruck hat die Massen nach vorn und oben, nicht in der Streichrichtung des Karbons seitlich bewegt.

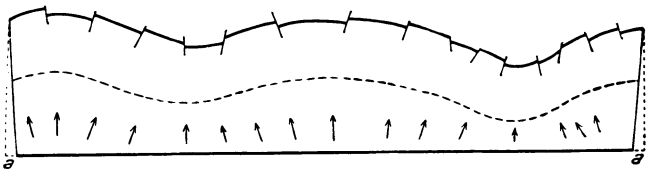


Abb. 379. Die Entstehung der Sprünge. Nach Schenk.

Allerdings finden sich auf den Sprüngen bisweilen nicht nur in der Fallrichtung, sondern auch horizontal gerichtete Rutschstreifen. Diese können entweder dadurch entstanden sein, daß die Sprünge, wie oben angegeben, ursprünglich als querschlägige Blätter angelegt wurden — die horizontalen Rutschstreifen sind dann durch die jüngeren Rutschstreifen in der Fallrichtung meist verwischt — oder es haben infolge der weiter unten behandelten saxonischen Querbeanspruchung des Gebietes nicht nur an den die karbonischen Schollen begrenzenden Sprüngen die auf S. 342 behandelten Aufschiebungen, sondern auch noch horizontale Bewegungen stattgefunden. Die dadurch entstandenen waagrechten Rutschstreifen verwischen dann die älteren in der Fallrichtung.

Was die Auffassung Schenks (1934) anbetrifft, der, wie die Abb. 379 angibt, annimmt, daß die Sprünge durch übermäßige Stoffzufuhr von unten und dadurch hervorgerufene Dehnung in der Längsrichtung der Falten beim Faltungsvorgang selbst entstanden seien, so ergibt eine Rechnung, daß infolge des Auf- und Absteigens der Mulden- und Sattellinien nur eine Dehnung von etwa 0,5% eingetreten ist, während das Maß der Zerrung, wie oben bereits bemerkt wurde, wesentlich größer ist. Es hat also über die durch die Auffaltung erzeugte Längung hinaus eine größere Zugwirkung stattgefunden, die eine Auflockerung des Gebirgskörpers herbeiführte. Dabei soll grundsätzlich nicht bestritten werden, daß die von Schenk angenommene Bewegung sich bei Auffaltung von Schichten gelegentlich zeigen kann. In anderen Kohlenbezirken, namentlich denen mit Intrusionen, kommt sie nach Ansicht des Verfassers sogar ziemlich sicher vor; das Einfallen der dadurch entstandenen Störungen ist aber flacher als das der Sprünge im Ruhrbezirk.

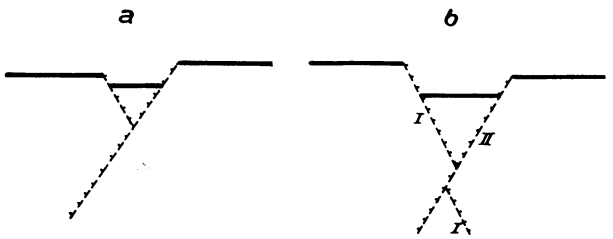


Abb. 380. Keilgräben.

Einen besonderen Hinweis verdienen noch die in der Abb. 380 schematisch dargestellten Keilgräben. Sie haben sich, wie in dem in der Abbildung unter *a* angegebenen Fall, vielfach dadurch gebildet, daß in dem sich auflockernden Gebirgskörper überhängende Krustenteile an Böschungssprüngen infolge der Schwerkraft absanken. Allerdings ist in manchen Fällen auch zu prüfen, ob der in der Abb. 380 unter *b* angegebene Fall vorliegt, daß ein Sprungsystem II ein erstes verwirft.

Da alle oben behandelten, im Zusammenhang mit der Faltung des Karbons entstandenen Störungen von den Sprüngen verworfen werden, so sind diese jünger als jene. Man nimmt an, daß sie sich in der saalischen Phase der variszischen Orogenese, d. h. im Rotliegenden, gebildet haben. Daß der Gebirgskörper im Zeitpunkt der Entstehung der Sprünge schon weitgehend verfestigt war, zeigt die Erscheinung, daß kaum eine Schleppung der Schichten, insbesondere der Flöze, in die Störungen hinein stattfindet. Die Bruchkante ist meistens sehr scharf. Nur wo Sprünge beginnen und enden, geschieht dies mit einer Flexur.

Es scheint, daß fast zu keiner Zeit nach Ablagerung des Karbons die die Sprünge verursachende Zerrung ganz aufgehört hat. Jedenfalls ist festzustellen, daß sie, wie z. B. die Abb. 381 angibt, nach Ablagerung des Zechsteins, auch nach Ablagerung der

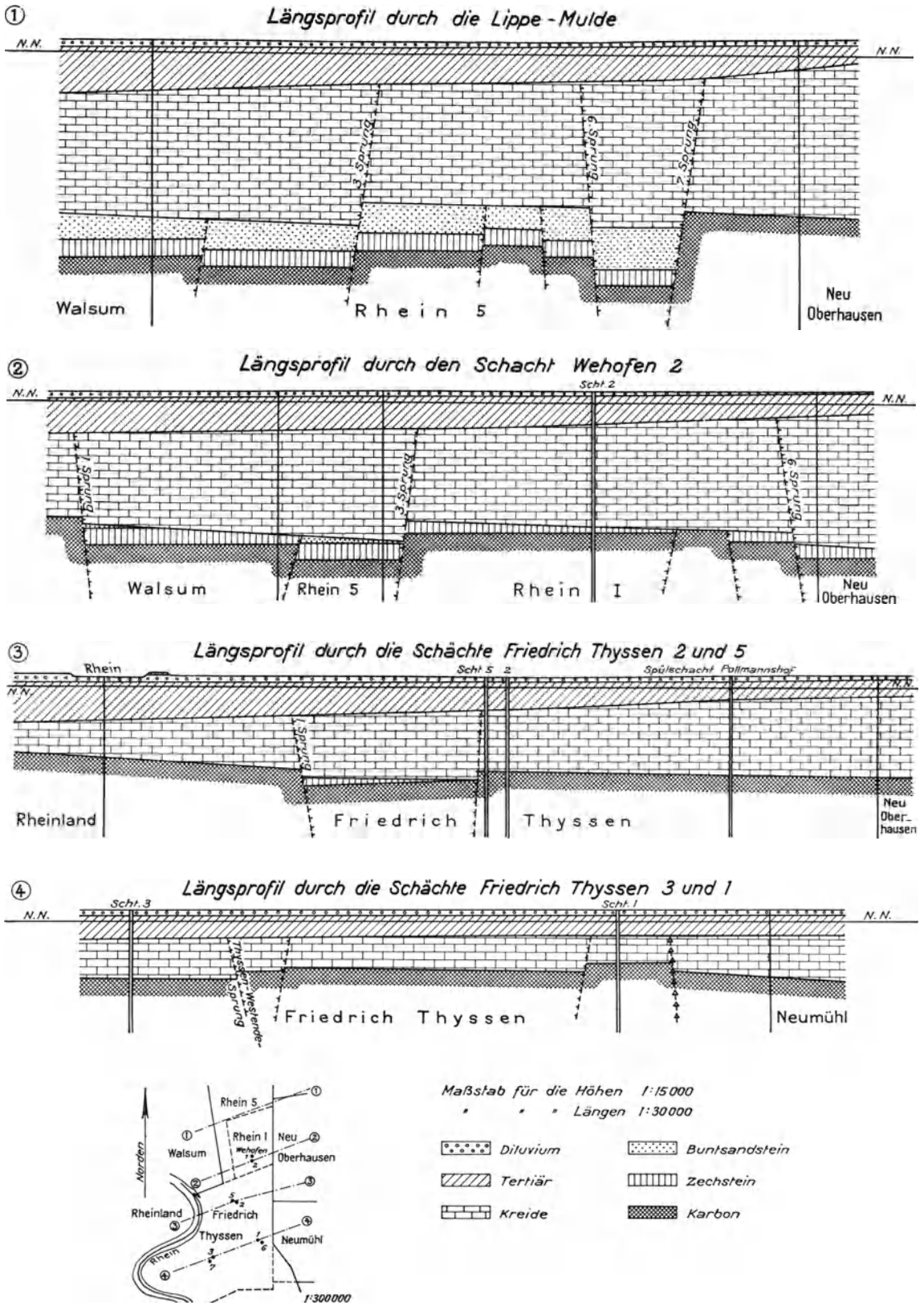


Abb. 381. Längsprofile durch das Deckgebirge am Rhein im Felderbesitz der Gelsenkirchener Bergwerks A.-G.

oberen Kreide noch ihre Wirkung ausgeübt hat, wahrscheinlich sogar, wie sich aus den in der Abb. 384 dargestellten Untersuchungen WEISSNERs ergibt, bis zum heutigen Tage wirksam ist.

D. Die regionale Kippung der Ruhrkarbonscholle nach Norden.

Wenn man durch den Ruhrbezirk, an Stellen, wo über dem Karbon hangendere Formationen erhalten sind, Profile in der Richtung von S nach N legt, so wird man bald

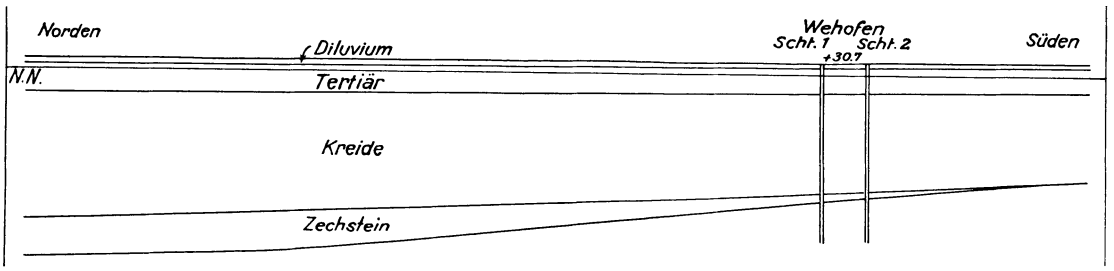


Abb. 382. Die Kippbewegung nach N im Felde Rhein I. Maßstab 1:20 000.

auf eine Kippbewegung in dieser Richtung aufmerksam. Zum Beispiel gibt die Abb. 382, in der karbonische und permische Schichten sowie solche der oberen Kreide, des Tertiärs und Diluviums übereinander liegen, die Kippbewegung aus dem Felde Rhein I bei Dinslaken an.

Schon die Transgression des Zechsteinmeeres über den Ruhrbezirk ist offensichtlich dadurch zustande gekommen, daß eine Kippung der Karbonscholle nach N stattfand. Es handelt sich um eine epirogenetische Bewegung, bei der das Gefüge der Gesamtscholle nicht geändert sein dürfte, wenn nicht gleichzeitig mit dieser Bewegung noch die bereits genannten posthumen Bewegungen an den Sprüngen stattfanden.

Ob bei dieser Bewegung der nördliche Teil der kippenden Scholle gesenkt oder der südliche gehoben wurde, ist nicht zu sagen. Aus Profilen durch den W, die Mitte und den O des Bezirkes ist ermittelt worden, daß die Karbonscholle, d. h. ihr Faltenspiegel, heute im ganzen unter etwa 7—9° nach N hängt. Um ebensoviel Grad ist also ursprünglich das Einfallen auf den Südflügeln der Sättel steiler, auf den Nordflügeln flacher gewesen, was für die Beurteilung der Lagerungsverhältnisse im Karbon zu beachten ist.

Die Zechsteinunterkante hat ein Einfallen von 5—6°.

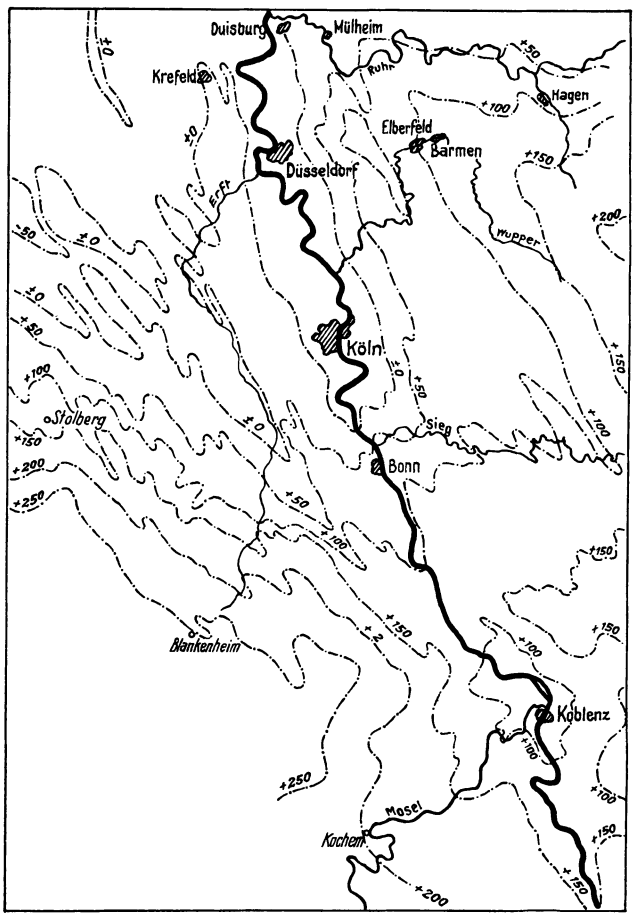


Abb. 383. Die Lage der Rheinhauptterrasse. Nach QUIRING.

Diese Kippbewegung nach N bzw. NNW hat sich entweder bis nach Ablagerung der oberen Kreide fortlaufend fortgesetzt oder sie ist damals wieder aufgelebt. Die Kreideunterkante hat ein Einfallen von 1,5—2° nach N. Es liegt also zwischen dem Einfallen

der Unterkante des Zechsteins und demjenigen der oberen Kreide ein Unterschied von etwa 3—4° vor.

Die Streichrichtung des Zechsteins und der konkordant auf ihr liegenden Trias im Ruhrbezirk kann zu etwa 60—70° angenommen werden. Das Streichen der oberen Kreide am Südrande des Bezirkes weicht mit rd. 90° stark davon ab. Die Richtung der Kippung hat in den verschiedenen geologischen Zeitaltern also wahrscheinlich etwas gewechselt.



Abb. 384. Jetztzeitliche Kippbewegung nach Weissner. Maßstab 1 : 1 000 000.

Diese Kippbewegung scheint sich bis in die jüngste Zeit hinein fortzusetzen. Sie ist auch heute anscheinend ziemlich genau von S nach N gerichtet. Darauf weist einmal der durch Erosion entstandene verhältnismäßig geradlinig in O—W-Richtung verlaufende heutige Südrand der oberen Kreide hin und zum anderen das nach den Untersuchungen Quirings (1926) in der Abb. 383 dargestellte Hängen der Rheinhauptterrasse. Sie fällt auf dem Rheinischen Schiefergebirge, wie in der Zeichnung rechts oben zu erkennen, regelmäßig von S nach N ein.

Nach den von Lippke neuerdings (1936) bestrittenen Feststellungen Weissners (1929) setzt sich diese Bewegung sogar bis in die Jetztzeit hinein fort. Die Abb. 384 gibt das von Weissner ermittelte Ausmaß der Kippbewegung an. Nimmt man Soest als Nullpunkt an, so hat in 25 Jahren in der Richtung von S nach N ein durch Höhenmessungen festgestelltes Kippen von etwa 40 mm von Solingen bis Haltern stattgefunden.

Es scheint also, als wenn es sich um eine Bewegung handelt, die seit dem Zechstein zu keinem Zeitpunkt unterbrochen wurde. Nur die Richtung der Kippbewegung änderte sich etwas, war aber immer eine mehr oder weniger nach N gerichtete.

Nach den Untersuchungen Weissners sind dabei, wie bereits erwähnt wurde und die Abb. 384 angibt, auch Teilbewegungen einzelner durch die Sprünge begrenzter Schollen nicht ausgeschlossen.

E. Die saxonische Querbeanspruchung.

Nur einmal noch nach der asturischen Faltung hat das Ruhrkohlenbecken eine Beanspruchung durch tangentialen Seitendruck erlitten.

Schon seit dem Jahre 1906 ist durch Pilz bekannt, daß an einem Teil der Sprünge im Ruhrbezirk überschiebungsähnliche Rückbewegungen stattgefunden haben, die nur einem Seitendruck zugeschrieben werden können, der in der Fallrichtung der Sprünge, also etwa in Richtung NO—SW, d. h. quer zum Hauptstreichen des Gebirges, wirkte.

Nichts liegt näher, als diesen Druck mit der saxonischen Orogenese STILLEs, die auch die herzynisch streichende Auffaltung des Teutoburger Waldes verursachte, in Verbindung zu bringen.

Die zuerst von LÖSCHER (1929), dann vor allem von BREDDIN (1929) in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen haben gelehrt, daß im Ruhrbezirk nicht nur diese Überschiebungen vorliegen, sondern daß im NW des Beckens eine regelrechte Faltentektonik des Deckgebirges, die auf Seitendruck in NO—SW-Richtung zurückzuführen ist, vorhanden ist. In den Einzelheiten liegen, wie eine Nachprüfung der Angaben BREDDINs durch den Verfasser für einzelne Grubenfelder ergab, zweifellos Irrtümer vor, im großen und ganzen ist aber die Faltentektonik sicher richtig gesehen.

Bei den starren Blöcken des Karbons war eine Faltung bei dieser tangentialen Beanspruchung nicht mehr möglich. An ihnen wirkte sich daher der saxonische Seitendruck so aus, daß sie an den Sprungklüften, die sie als Gleitebene benutzten, überschiebungsähnlich nach oben auswichen, wie dies am Thyssen-Westende-Sprung (s. Abb. 385), am Tertius und anderen Sprüngen festgestellt werden kann. Das Überschiebungsmaß beträgt bis zu 60 m. Es ist nach dem Auftreten von jungen horizontalen Rutschstreifen auf den Sprüngen zu vermuten, daß bei dieser Beanspruchung aber auch mehr oder weniger horizontal gerichtete Bewegungen der Schollen gegeneinander ausgeführt wurden, worauf auf S. 339 bereits hingewiesen wurde.

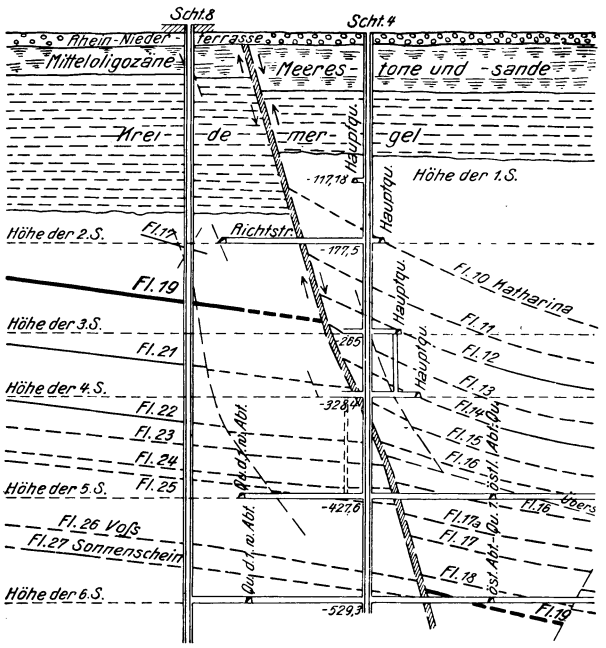


Abb. 385. Überschiebung am Thyssen-Westende-Sprung im Felde Friedrich Thyssen. Nach BREDDIN. Maßstab etwa 1 : 75 000.

Auf die saxonische Orogenese wird es auch zurückzuführen sein, daß am Rhein die Kreide so hoch aufgefaltet wurde, daß sie beim Einbruch des Tertiär-Meeres durch Abrasion wieder vollständig beseitigt werden konnte, so daß hier das Tertiär unmittelbar auf dem Karbon bzw. dem Zechstein oder Buntsandstein liegt und die unmittelbare Verbindung zwischen dem Kreidebecken von Münster und dem holländisch-belgischen Kreidegebiet aufgehoben ist.

Man könnte die Vermutung haben, daß das Auf- und Absteigen der Mulden- und Sattellinien im Karbon eine Folge dieser Querfaltung sei. Es ergibt sich aber, wenn man bei den Hauptsattel- und -muldenlinien die Höchst- und Tiefpunkte verbindet, daß diese Linien nicht mit der Richtung der Querfaltung übereinstimmen, sondern im großen und ganzen in der Fallrichtung des Karbons liegen.

F. Das Einsinken des Rheintalgrabens.

Wenn man von den auf S. 337 genannten Sprüngen in rheinischer, d. h. N—S-Richtung, absieht, ist eine tektonische Beanspruchung in dieser Richtung im Ruhrkohlenbecken nur mit dem Einbruch der Kölner Bucht verbunden. Die Bewegung beginnt mit dem Oligozän. Es handelt sich, wie bei der Gesamtkippung des Bezirkes nach N, um eine epirogene Bewegung, bei der nicht festzustellen ist, daß die äußerste Grenze der bewegten Zone durch Störungen begrenzt ist.

Vom Verfasser wurde die Lage der Unterfläche von Tertiär und Diluvium auf der rechten Rheinseite zwischen Duisburg und Dinslaken eingehend untersucht. Die Kurven gleicher Höhenlage haben einen ziemlich genau von N nach S gerichteten Verlauf. Das Einfallen der Unterfläche des Tertiärs ist, wie die Abb. 386 angibt, mit etwa 1° flach nach W gerichtet.

Wie die Abb. 384 zeigt und im XV. Abschnitt näher angegeben ist, setzte sich das Einsinken auch weiter bis in die Jetztzeit hinein fort. Darauf deutet auch schon die in der Abb. 383 nach QUIRING angegebene Lage der Rheinhauptterrasse hin. Bei Hamborn ist die dort gut festzustellende Unterfläche des Diluviums mit 0,5° nach W geneigt.

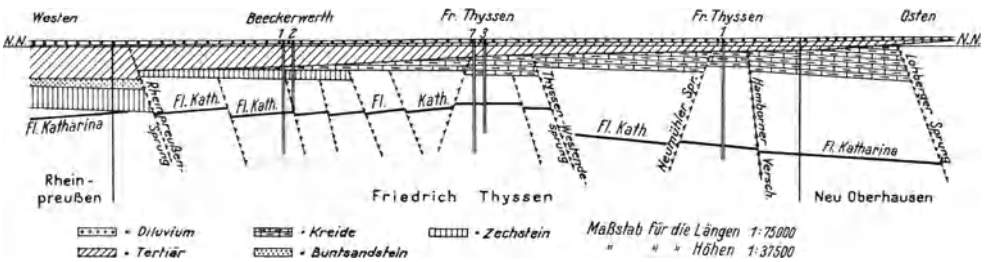


Abb. 386. Lage der Unterfläche des Tertiärs und Diluviums in einem $O-W$-Profil bei Hamborn.

Der Einsenkungsvorgang, der vielleicht nur eine Teilbewegung innerhalb der Gesamtkippung nach N bedeutet, wird, abgesehen vielleicht von Bewegungen an den im tiefen Untergrund vorhandenen Störungen, im wesentlichen ohne Gefügeänderungen vor sich gehen. Immerhin ist aber die in der Abb. 386 angegebene Bewegung am Rheinpreußen-Sprung zu beachten.

G. Die Kleintektonik (Klüfte und Schlechten).

Insgesamt unterlag demnach nach dem Vorstehenden nach der Ablagerung des Karbons der Ruhrbezirk mindestens fünf selbständigen tektonischen Bewegungen, nämlich

1. dem asturischen Tangentialdruck, dem vor der Faltung des Karbons die Bildung großer, später mitgefalteter Wechsel vorausging und nach Abschluß der Faltung die Entstehung von diagonalen Blättern nebst Begleitblättern und von Deckelklüften folgte;



Abb. 387. Steil stehende Kluftflächen an der Straße von Wetter nach Herdecke; das flache Einfallen ist nach links gerichtet.

2. der saalischen Zerrung in der Längsrichtung des Beckens, die die Sprünge verursachte;

3. einer regionalen Kippung von S nach N, die — vielleicht fortlaufend — sich vom Zechtein bis auf den heutigen Tag fortsetzt;

4. einer saxonischen Druckbeanspruchung quer zur herzynischen Richtung;

5. der radial gerichteten Einbiegung der Kölner Bucht, die indessen vielleicht nur eine Teilbewegung der unter 3. genannten Kippung ist.

Von diesen Beanspruchungen sind die unter 1. und 4. im alten Sinne als orogenetische, die übrigen, namentlich die unter 3. und 5., als epirogenetische zu bezeichnen. Von den letzteren hat die die Sprünge verursachende, unter 2. genannte saalische Längsdehnung des Bezirkes das Bruchschollenmosaik des Ruhrkohlenbeckens verursacht. Die Nordkippung und der Einbruch der Kölner Bucht haben, wenn kleinere Gebiete betrachtet werden, nur schwer feststellbare Spuren hinterlassen.

Schon NEHM (1930) vermutete, daß die Kluftbildung im Nebengestein der Flöze, die der Bergmann in der Kohle als Schlechtenbildung bezeichnet, in Zusammenhang mit dem tektonischen Aufbau des Gebietes stehen müsse.

Zusammen mit F. HEINE ist der Verfasser in den letzten Jahren diesen Zusammenhängen nachgegangen. Die Untersuchungen führten (1934) zu dem Ergebnis, daß in der Tat die Gesteinsklüfte, die nach der Abb. 387 manchmal so deutlich werden, daß sie, auf größere Entfernung gesehen, eine Schichtung vortäuschen können, in gesetzmäßiger Beziehung zum tektonischen Aufbau des Gebietes stehen.

Es ist eine wohl von keiner Seite bestrittene Anschauung, daß die Gesteinsklüftung als Druckerscheinung aufzufassen ist. Dann sind die Klüfte im Ruhrkohlenbecken von vornherein nur im Zusammenhang mit dem variszischen Faltungsdruck und den sekundär sich daraus ergebenden Druckbeanspruchungen in Richtung der diagonalen Seitenverschiebungen und der Deckelklüfte sowie dem späteren selbständigen saxonischen Seitendruck zu vermuten.

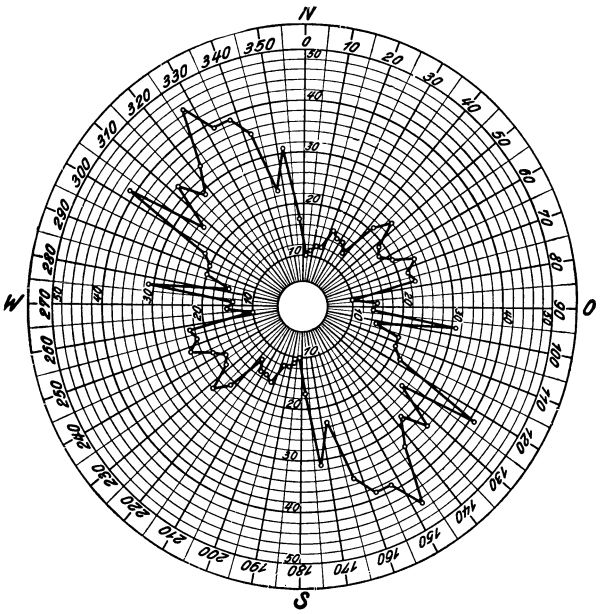


Abb. 388. Kluftrose des Ruhrbezirks.

Es wurden von OBERSTE-BRINK und HEINE übereinstimmend mit SCHLEIER (1931/32) insgesamt 8 Kluftrichtungen festgestellt, die zu 4 Systemen zusammengefaßt werden können, in denen die zusammengehörenden Klüfte ungefähr aufeinander senkrecht stehen. Die nachstehende Zusammenstellung gibt als Mittelbildung aus örtlichen Messungen, namentlich im S des Ruhrbezirkes, in der ersten Zeile die Streichrichtung der Klüfte an.

Kluftsystem	I		II		III		IV	
	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2
Kluftrichtung . . .	67°	159°	139°	48°	2°	95°	28°	119°
Streichen des Karbons	60°							
Streichen der Querfaltung			140°					
Streichen der Diagonalverschiebungen						99°		
Streichen der Deckelklüfte							26°	

Die Ergebnisse der gesamten Kluftmessungen sind überdies in der Abb. 388 zusammengestellt. Die Streichrichtungen stimmen gut mit den Feststellungen von SCHLEIER und auch den in neuerer Zeit von LÖFFLER (1936) angestellten Ermittlungen überein, die in der Zusammenstellung auf S. 346 angegeben sind.

Es wurde festgestellt, daß am häufigsten das Kluftsystem I auftritt, das nach OBERSTE-BRINK-HEINE rd. $^1/_3$ der überhaupt beobachteten Gesteinsklüfte umfaßt. Die beiden zusammengehörigen Kluftrichtungen liegen mit 67° ungefähr in der Streichrichtung des Karbons bzw. mit 159° in seiner Fallrichtung. Auf die erste Richtung entfallen 21%, auf die zweite 12% aller gemessenen Klüfte. Wie die Abb. 389 und die obige Zusammenstellung angeben, sind die beiden Kluftrichtungen unschwer mit dem asturischen Seitendruck in Zusammenhang zu bringen; die eine Kluftrichtung (C I, 1) verläuft ungefähr parallel, die zweite senkrecht zum Faltungsdruck. Die Klüfte sind als Cloossche Flächen aufzufassen.

$^1/_4$ der beobachteten Klüfte gehört dem System II an, das mit der saxonischen Querbeanspruchung in Zusammenhang gebracht werden kann; 17% aller gemessenen

Klüfte (C II, 1) verlaufen in der Streichrichtung der Querfaltung und 10% (C II, 2) rechtwinklig dazu. Auch hier würde es sich um Cloossche Flächen handeln.

Auf S. 334 wurde bereits erwähnt, daß der asturische Seitendruck an Mohrschen Flächen eine Abänderung seiner Richtung erfuhr, die zur Entstehung diagonaler Bewegungen Veranlassung gaben. Auf sie sind die diagonalen Blätter nebst Begleitblättern und wohl auch die Deckelklüfte zurückgeführt.

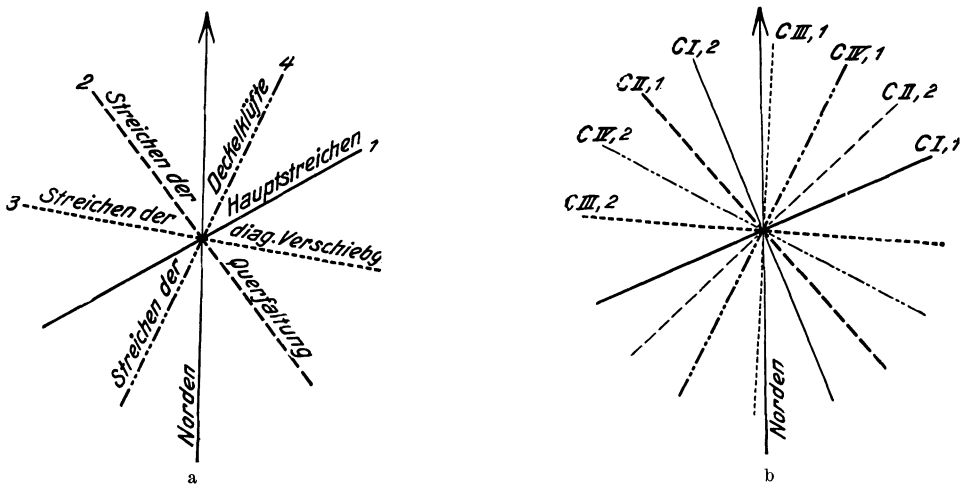


Abb. 389 a u. b. Kluftsysteme und tektonische Leitlinien im Ruhrbezirk.

$^1/_5$ aller gemessenen Klüfte verläuft im System III parallel mit den Diagonalblättern und senkrecht dazu. Besonders häufig sind dabei mit 12% die Klüfte (C III, 2) in der Streichrichtung der diagonalen Blätter, während die rechtwinklig dazu verlaufenden (C III, 1) nur etwa 7—8% betragen.

Es wurde auch ein System IV festgestellt, das sich mit dem Streichen der Deckelklüfte (C IV, 1) und einer Richtung senkrecht dazu (C IV, 2) deckt. Auf dieses entfallen 21% aller gemessenen Klüfte.

Löffler ermittelte aus etwa 1000 Kluft- und Schlechtenmessungen im Karbon bei Hamborn, Buer und Dortmund die in der nachstehenden Zusammenstellung angegebenen Häufigkeiten für die verschiedenen Richtungen.

Kluftsystem	I		II		III		IV	
	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2
Kluftrichtung nach Löffler	74°	159°	136°	44°	1°	99°	23°	118°
Häufigkeit nach Löffler in % .	10	14	18	6	13	14	10	15
Häufigkeit nach Oberste-Brink-Heine in % . .	12	21	17	10	7	12	7	14

Die Klüfte des Systems III und IV kann man, wenn man die zu ihnen gehörigen Bewegungsvorgänge als selbständige ansieht, als Cloossche Flächen, also als in der Richtung des Druckes und senkrecht dazu entstanden auffassen, aber auch, wie die diagonalen Blätter und die Deckelklüfte selbst, als Mohrsche Flächen.

Kluftrichtungen, die mit der epirogenen Kippung nach N oder dem Einsinken des Rheintalgrabens zusammenhängen, sind von vornherein nicht zu erwarten. Es wurde auch kein Kluftsystem festgestellt, das mit den Sprüngen im Zusammenhang steht.

Das Einfallen der Klüfte ist in der Regel steil und schwankt zumeist zwischen 70 und 90°. Flach liegende Gesteinsklüfte wurden weitaus seltener festgestellt, wie ja auch flach liegende Störungen im Ruhrkohlenbecken nicht gerade häufig sind.

Die einzelnen Kluftsysteme sind nicht überall im Ruhrbezirk gleich stark entwickelt. Es ist bislang aber noch nicht untersucht, nach welchen Gesetzen sie hinsichtlich ihrer Deutlichkeit auftreten. Auch fehlen noch Feststellungen darüber, auf welche Längen

sie im allgemeinen den Gesteinskörper durchsetzen und warum z. B. das Streichen im Sandstein von dem im Schieferton abweicht, ob es sich um verschiedene Äußerungen desselben Druckes handelt oder Kluftrichtungen aus verschiedenen Systemen vorliegen, die in den beiden Hauptgesteinsarten verschieden deutlich auftreten.

Die Kluftflächen sind zumeist eben und manchmal mit Mineralsubstanz ausgefüllt. Hin und wieder wurden Rutschstreifen beobachtet. Der Abstand der Klüfte schwankt von wenigen Zentimetern bis zu einigen Dezimetern.

Auf die Schichtung und das Auftreten der Schlechten in den Flözen, die die Kohlengewinnung sehr erleichtern, ist der würfelige Anfall der Kohle zurückzuführen.

Die Klüfte werden in derselben Reihenfolge entstanden sein wie die tektonischen Elemente, zu denen sie gehören, d. h. zuerst diejenigen in der Fall- und Streichrichtung der Flöze, dann diejenigen, die mit der Entstehung der Deckelklüfte und diagonalen Blätter im Zusammenhang stehen, und zum Schluß die weniger häufigen aus der saxonischen Querbeanspruchung. Das Altersverhältnis der Klüfte zueinander bedarf jedoch noch genauerer Untersuchung.

XI. Abschnitt.

Das Osnabrücker Karbon.

A. Allgemeine Betrachtungen über die Osnabrücker Kohlenvorkommen.

Das am Südrande des Münsterschen Beckens mit flachem nördlichem Einfallen seiner Oberfläche unter die Kreidedecke untertauchende Karbon tritt am Nord- bzw. Nordostrande in der Gegend von Osnabrück in drei Inseln, und zwar am Schafberg (bei Ibbenbüren), am Hüggel (bei Hasbergen) und am Piesberg (bei Osnabrück) wieder zutage (vgl. Abb. 390).

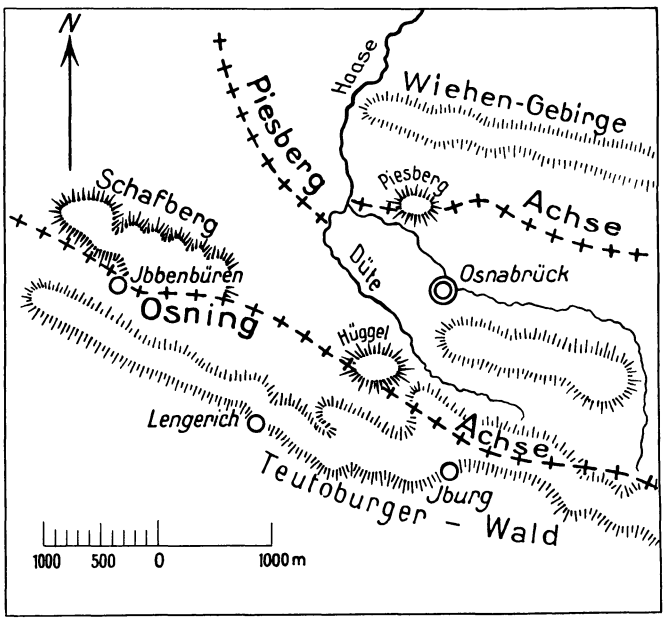


Abb. 390. Übersichtskarte des Osnabrücker Bezirkes.

Das Erscheinen paläozoischer Schichten in der genannten Gegend ist ursächlich durch die schon im Karbon einsetzenden ältesten schwachen Faltungsvorgänge bedingt, die nach Haack eine Landschwelle zur Zeit des Paläozoikums herausgebildet hatten. In der Hauptsache hängt sie aber mit Gebirgsbewegungen um die Wende der jüngsten Kreide und des ältesten Tertiärs zusammen, die zur Auffaltung des Teutoburger Waldes führten. Wie schon oben angedeutet, sind die hierbei entstandenen „herzynischen", von WNW nach OSO streichenden saxonischen Faltenstränge nicht das Ergebnis eines einheitlichen gebirgsbildenden Vorganges. Schon zur Zeit des Juras setzten im südlichen Vorlande (im Gebiete der Egge) schwache Krustenbewegungen ein (kimmerische Phase der saxonischen Gebirgsbildung), die in den im jüngsten Jura herausgebildeten Falten der Egge (Berlebecker, Driburger und Warburger Achse) einen stärkeren Ausdruck fanden (s. Tafel II). Aber erst nach Ablagerung des größten Teiles der Schichten der oberen Kreide zu Beginn des Obersenons erfolgte die Hauptgebirgsbildung (sog. laramische

Phase der saxonischen Orogenese), die nördlich des Gebietes der kimmerischen Achsen auch die paläozoischen Schichtenglieder (d. h. das Karbon und den Zechstein) ergriff und damit die gesamten Schichten des Paläozoikums und Mesozoikums zu einem Gewölbe von großer Spannweite und charakteristischer Architektur faltete. Sie ist durch zwei auf größere Erstreckung ziemlich parallel verlaufende Sattelerhebungen, die durch eine mit jüngeren Schichten erfüllte Mulde getrennt sind, gekennzeichnet. Die südliche Sattelaufwölbung ist von STILLE als Osning-Achse, die nördliche von WEGNER als Osnabrücker Achse („Piesberg-Achse" HAARMANNS) und das sie trennende Gebiet als Nordwestfälisch-Lippisches Senkungsfeld bezeichnet worden (s. Tafel II). Beide Sattelerhebungen werden von STILLE als cheruskische Achsen im Gegensatz zu den kimmerischen Achsen der Egge zusammengefaßt.

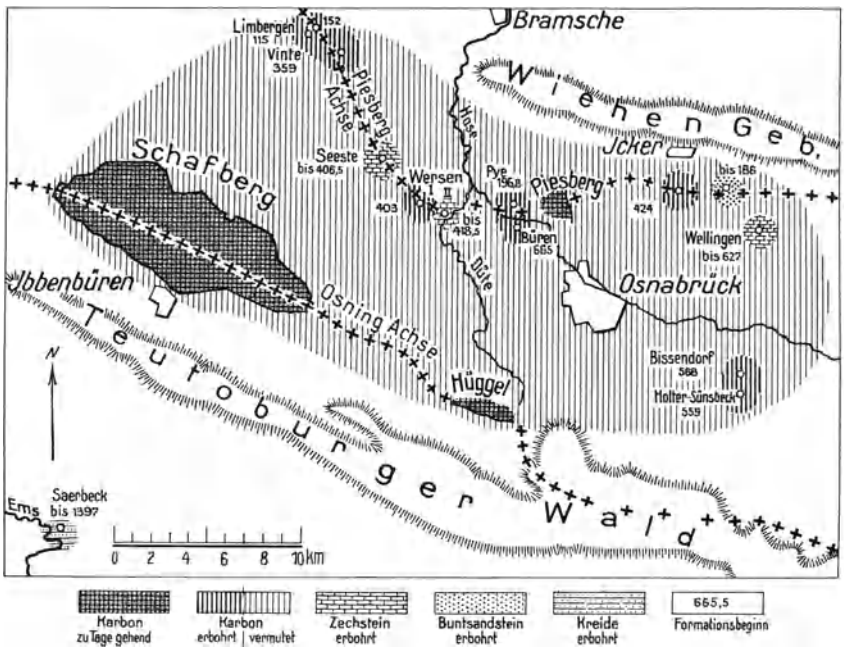


Abb. 391. Die Verbreitung des Karbons im Osnabrücker Bezirk.

Wie aus dem Auftreten des Paläozoikums, d. h. der drei Karboninseln und des Zechsteins in dem Sattelkern des Osnings hervorgeht, war die Intensität der Faltung in der Gegend von Osnabrück am stärksten. Zu diesen Faltungsvorgängen gesellten sich noch im Verlaufe des Tertiärs, vorwiegend aber im Jungtertiär (Miozän), Brucherscheinungen der verschiedensten Art, die, bald N-S bald O-W streichend (wie im N), noch besondere Horst- und Grabengebiete erzeugten.

Wenn auch im großen durch die vorerwähnten gebirgsbildenden Vorgänge bedingt, ist die heutige Geländeform des Teutoburger Waldgebietes im einzelnen das Ergebnis von Erosionsvorgängen, die zwischen dem festeren Hilssandsteinrücken des Dörenberges im Zuge des Teutoburger Waldes und dem ebenfalls widerstandsfähigen Jura des Wiehengebirges die im wesentlichen aus Trias und Lias aufgebaute, flachhügelige Landschaft der Gegend von Osnabrück herausarbeiteten.

Aus dieser mesozoischen Landschaft ragen nun heute die drei oben angeführten Berge paläozoischen Alters inselartig heraus (s. Abb. 391). Ihre Massive bestehen vorwiegend aus Schichten der Steinkohlenformation und sind an ihren Rändern stellenweise von Zechstein mantelförmig umgeben.

Die geographische Lage der drei Vorkommen in Verbindung mit den stratigraphischen und tektonischen Verhältnissen spricht dafür, daß die in der Osning-Achse liegenden Karbonschichten des Hüggels die unmittelbare südöstliche Fortsetzung des Schafberger Karbons bilden, von dem sie durch eine rd. 10 km lange Zone jüngerer Schichten getrennt liegen. Auch das isolierte Karbonvorkommen des Piesberges — als höchste Erhebung der rd. 12 km weiter nördlich streichenden Piesberg-Achse — dürfte mit dem Ibbenbürener Karbon unterirdisch in Zusammenhang stehen.

Über den unmittelbaren organischen Zusammenhang der Osnabrücker Vorkommen mit dem Ruhrbezirk lassen sich nur ± begründete Vermutungen aussprechen, da die Fortsetzung als solche weder durch Bergbau noch durch Bohrungen erwiesen ist. Zwischen der letzten kohleführenden Bohrung des Münsterschen Beckens bei Everswinkel und der südlichsten Bohrung bei Osnabrück klafft immer noch eine Lücke von fast 40 km, haben doch die dazwischen liegenden Bohrungen von Saerbeck (s. Tafel II) und Metelen das Karbon nicht erreicht. Nach allem erscheint es aber ausgeschlossen zu sein, daß im Gebiet von Osnabrück eine gesonderte Kohlenablagerung vorliegt, wenn wir auch über die Art und Weise des Zusammenhanges und des Überganges noch nicht viel über die Vorstellungen CREMERs (1895) hinausgekommen sind.

B. Die Ibbenbürener Bergplatte.

Das größte der drei Osnabrücker Karbonvorkommen ist die nördlich von Ibbenbüren gelegene „Ibbenbürener Bergplatte", ein kleines, ziemlich ebenes Massiv flözführenden Karbons von rd. 14 km Länge und rd. 7 km größter Breite. Hier tritt das Paläozoikum (Karbon und Zechstein) auf einer Fläche von rd. 60 km² Inhalt zutage (s. Tafel I).

Seit der ersten Bearbeitung dieses Vorkommens durch KARSTEN (1799) ist das sehr interessante Gebiet in der Literatur immer wieder aufgegriffen worden. Von besonderer Bedeutung waren seinerzeit die Untersuchungen von LEO CREMER (1895), der als erster, auf Grund seiner bekannten floristischen Gliederung des Ruhrkarbons, das Alter und den Zusammenhang mit dem Ibbenbürener Karbon klärte. Wichtig für die Erkenntnis sind ferner die mehr die die tektonische Seite der Frage berührenden Abhandlungen von TIETZE (1908), HAACK (1908), HAARMANN (1909/14), KINDERMANN (1920) und BÖRGER (1928) sowie die vorwiegend die stratigraphischen Verhältnisse behandelnden Arbeiten von GOTHAN und HAACK (1924/25), BODE (1927), BEYENBURG (1932) und KUKUK (1938).

1. Die Stratigraphie des Ibbenbürener Karbons.

Die bei Ibbenbüren zutage tretenden Ablagerungen des Steinkohlengebirges bestehen vorwiegend aus Sandsteinen und Konglomeraten mit Geröllen, die im allgemeinen weit gröber als in Westfalen sind. Im Gegensatz zu der Schichtenausbildung des Ruhrkarbons zeigen die Ibbenbürener Karbonschichten eine große Unbeständigkeit des Profils, so daß ihren Konglomeratzonen eine Bedeutung als Leitschichten, wie in Westfalen, nicht zukommt.



Abb. 392. Wiederausgefüllte Erosionsrinnen im Kohlensandstein von Ibbenbüren. Aufn. KUKUK.

Bezüglich der Flözführung lassen sich zwei abweichend ausgebildete Horizonte ausgliedern: eine obere, flözfreie bzw. flözarme Zone meist rotgefärbter, bruchfester Sandsteine und Konglomerate und daneben eine untere, flözreiche Abteilung aus grauen Sandsteinen und groben Konglomeraten, die weiter nach dem Liegenden zu an normalen Sandsteinen und Schiefertonen reich ist. Bezeichnend für die Ausbildung der Sandsteine in den höheren Lagen sind die häufig zu beobachtenden rhythmischen Ausfällungen von Eisenoxydhydrat sowie die Wiederausfüllungen rillenförmiger Auswaschungen im Sandstein (s. Abb. 392).

Die auffallend rote Farbe der Gesteine der oberen Stufe veranlaßte die älteren Autoren (wie HOFFMANN und HEINE), sie zum „Rotliegenden" zu stellen. Wenn auch kennzeichnende paläontologische Belege für das Alter der Schichten nicht vorhanden sind, das Alter also nicht mit unbedingter Sicherheit festzustellen ist,

darf man nach Analogie mit den ähnlich ausgebildeten, echt karbonische Pflanzen führenden Ablagerungen des Hüggels auch die „roten" Schichten des Ibbenbürener Karbons zum Oberkarbon stellen. Die Rotfärbung der Gesteine ist insofern von Bedeutung, als auch sonst im Karbon fast überall dort, wo die Gesteine eine rote Farbe haben, Flöze fehlen. Ganz allgemein soll nach STUTZER (1913) die Rotfärbung der Gesteine primär, die Graufärbung aber eine Frage der Reduktion sein. Andere Autoren wie WEITHOFER, BECKSMANN (1930) bringen diese Erscheinung mit der in einem ariden Klima erfolgten Lateritisierung des Ablagerungsgebietes zur Zeit des Oberkarbons in Verbindung. Die in Ibbenbüren beobachteten roten Schichten haben jedenfalls keine stratigraphische Bedeutung, da sie mit scharfer Begrenzung grauen Schichten zwischengelagert sind. Ich möchte mich daher der schon von TIETZE (1908) und später von BODE (1927) geäußerten Ansicht anschließen, daß es sich in ihnen um örtliche Bildungen handelt, etwa um Ablagerungen von stagnierenden Wässern unter Niederschlag von Eisenoxydul.

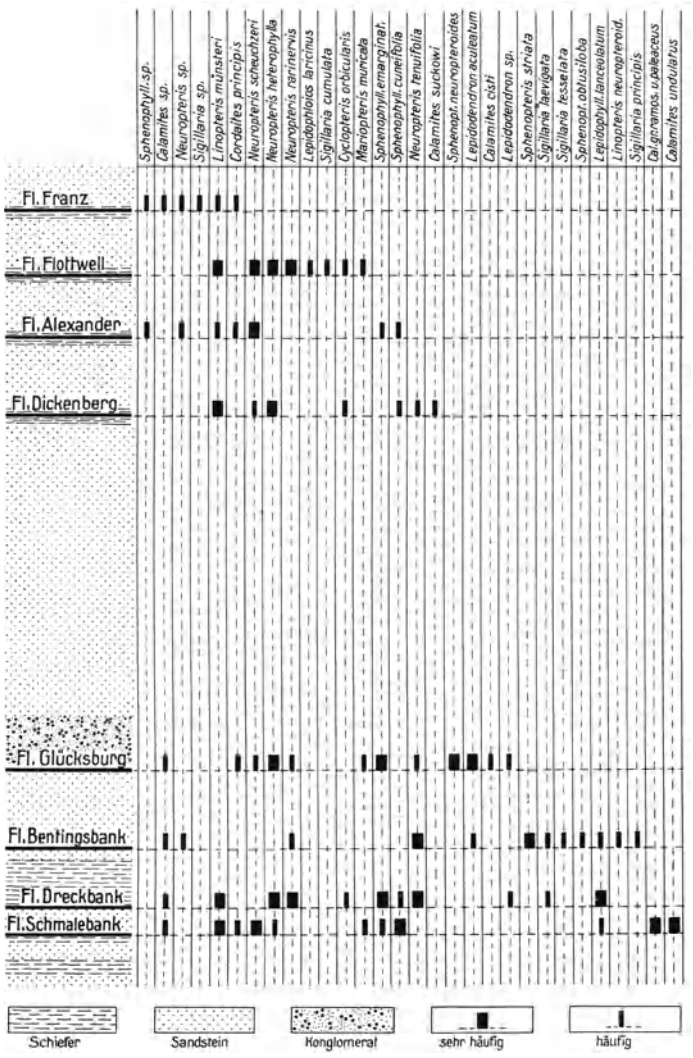


Abb. 393. Die Verteilung der Pflanzenreste auf die Flöze der Ibbenbürener Schichten. Umgez. nach BODE.

Da die ehemals recht hohe Mächtigkeit der Ibbenbürener Schichten heute nicht mehr vorhanden ist, kann aus dem Rest der Ablagerung die Gesamtmächtigkeit nicht mehr einwandfrei festgestellt werden. Nur im sog. Bockrader Graben ist noch ein Teil der nach N mächtiger werdenden Schichten erhalten geblieben.

Von diesen grauen Schichten sind rd. 400 m durch Bergbau erschlossen, während der untere Teil der Ibbenbürener Schichten hauptsächlich durch die Bohrung Ibbenbüren 4 genauer bekannt geworden ist.

Die wichtige Frage nach der stratigraphischen Stellung des Ibbenbürener Karbons bzw. der Osnabrücker Stufe konnte erst in den letzten Jahren durch GOTHAN und HAACK (1924/25) auf Grund der Untersuchung mehrerer, infolge der Kohlennot nach dem Kriege veranlaßter Tiefbohrungen (Ibbenbüren 2 bei Mettingen, Ibbenbüren 3, 4 und 5) einwandfrei beantwortet werden. BODE (1927) hat die damals gewonnenen Erkenntnisse durch genaue paläophytologische Untersuchungen bestätigen können (s. Abb. 393).

Bekanntlich hatte RUNGE (1892) lediglich auf Grund des Gasgehaltes der Kohle die Ibbenbüren-Osnabrücker Kohle dem Alter nach mit der Magerkohle des Ruhrbezirkes gleichgestellt. Aber schon LEO CREMER (1893) konnte aus dem Vergleich der in dem unteren Teil des Osnabrücker Karbons auftretenden Pflanzenreste mit den Pflanzenfossilien der hangenden Schichten des Ruhrkarbons den richtigen Schluß ziehen, daß das bei Osnabrück aufgeschlossene Karbon in unmittelbarem genetischem Zusammenhange mit dem Ruhrkarbon stehen muß. Er folgerte weiter, daß es seinem Alter nach noch jünger als die hangendsten, durch Bergbau aufgeschlossenen Schichten in Westfalen, d. h. jünger als die damaligen Gasflammkohlenschichten sei. Mit dieser Erkenntnis

hat man sich lange Zeit begnügt, bis die erwähnten Untersuchungen der neuen Ibbenbürener Tiefbohrungen (insbesondere der Bohrung Ibbenbüren 4) durch GOTHAN und HAACK zu einer schärferen Erfassung des Horizontes führten. Wichtig für die Parallelisierung der hier erschlossenen Schichten war die Feststellung eines marinen Horizontes, des sog. „Neptunhorizontes", in der Bohrung Ibbenbüren 4 bei rd. 738,5 m.

Sein Nachweis als erste im Osnabrücker Karbon angetroffene marine Schicht war eine große Überraschung. Genaue Vergleiche des genannten Profils (mit dem Neptunhorizont) mit dem bekannten „Ägirhorizont" im Ruhrrevier (KUKUK 1912) führten zu der Erkenntnis der Identität beider Schichten (GOTHAN und HAACK). Hiermit war eine feste Basis für eine weitere Parallelisierung beider Karbonvorkommen geschaffen. Ausgehend von der marinen Schicht, liegen die höchsten bauwürdigen Ibbenbürener Flöze rd. 700—800 m über diesem Horizont bzw. rd. 300 m über den höchsten in Westfalen bekannten Flözen. Weitere Untersuchungen der Pflanzenreste beider Vorkommen durch GOTHAN (1925) und BODE (1927) bestätigten zunächst die schon von CREMER (1893) vermutete Tatsache, daß das Ibbenbürener bzw. Osnabrücker Oberkarbon zum Teil gleichaltrig, zum Teil jünger als die höchsten Schichten des Ruhrkarbons ist, und gemäß dem Schema der Heerlener Konferenz (1927) dem oberen Westfal (Westfal C und B) entspricht.

Das Karbon der Ibbenbürener Bergplatte ist durch eine Pflanzenvergesellschaftung (s. Abb. 393) gekennzeichnet, deren wichtigste Vertreter unter anderem *Linopteris münsteri* (s. Abb. 173), *Neuropteris scheuchzeri* (s. Abb. 175), *Neuropteris rarinervis* (s. Abb. 168), *Sphenophyllum emarginatum*, *Mariopteris sauveuri* (s. Abb. 171) und *Neuropteris tenuifolia* sind.

Da diese Pflanzenformen in den hangendsten Schichten der Ruhrgasflammkohle früher nicht bekannt waren, glaubte GOTHAN anfangs den Ibbenbürener Schichten in ihrer Gesamtheit ein jüngeres Alter als den höchsten Ruhrflözen zuschreiben zu sollen. Später gelang es jedoch GOTHAN auf Grund systematischen Sammelns und der Funde von HONERMANN und anderen im Ruhrbezirk, diese Pflanzenvertreter auch in den höchsten Schichten des Ruhrkarbons nachzuweisen. Von diesen Formen treten im Ruhrbezirk *Linopteris münsteri* und *Neuropteris scheuchzeri* jedoch erst über Flöz Ägir auf, während *Neuropteris rarinervis* und *Sphenophyllum emarginatum* zwar unterhalb Flöz Ägir beginnen, aber noch selten sind. Dagegen erscheinen *Mariopteris sauveuri* und *Neuropteris tenuifolia* erstmalig in den Gasflammkohlenschichten, sind aber auch noch in den Ibbenbürener Schichten vorhanden.

Dagegen tritt die für Ibbenbüren typische *Sigillaria cumulata* im Ruhrkarbon noch nicht in Erscheinung, ebensowenig wie einige Pecopteriden der Gruppe *Pecopteris vestita-arborescens*. Immerhin zeigt das Gesamtbild der Ibbenbürener Flora eine starke Übereinstimmung mit dem der Schichten des obersten Ruhrkarbons über Flöz Ägir.

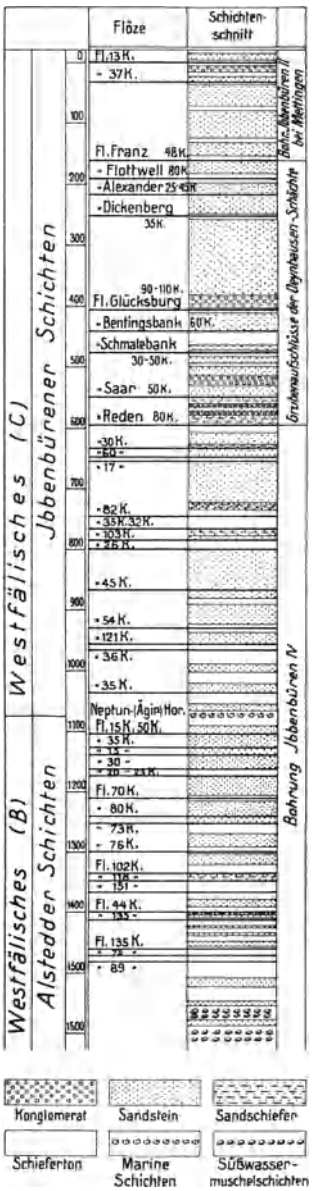


Abb. 394. Normalprofil durch die Alstedder und Ibbenbürener Schichten. Nach Zechenprofilen.

Weitere zwingende Gründe für diese Gleichstellung beider Florengebiete sind allerdings nicht vorhanden, da es außer den Fossilien der marinen Neptunschicht an anderen leitenden Tierresten mangelt. Auffallend ist unter anderem der Reichtum an Süßwassermuschelschichten in den tiefsten Aufschlüssen der Bohrung Ibbenbüren 4. Verglichen mit dem gut durchgearbeiteten Profil der Zeche Baldur, scheinen die tiefsten Schichten dieser Bohrung etwa den Schichten im Hangenden der Flözgruppe Laura-Victoria der Ruhrgaskohlenschichten zu entsprechen, aber gleichzeitig in ihrer Schichtenmächtigkeit verkümmert zu sein. Mit dieser Annahme stimmt vielleicht überein, daß die Leitpflanzen

des Ibbenbürener Karbons, wie *Linopteris münsteri* und *Neuropteris scheuchzeri*, nach GOTHAN schon etwa 30 m über dem Neptun (Ägir)-Horizont auftreten, während sie sich im Ruhrkarbon erst bei etwa 150—200 m über Ägir finden.

GOTHAN und HAACK bezeichneten den über der marinen Leitschicht (Neptunschicht) auftretenden Horizont als Ibbenbürener Schichten und gliederten diese wieder in zwei Horizonte, eine obere, vorwiegend aus Konglomeraten und Sandsteinen bestehende flözleere Stufe (mit vorherrschend roter Farbe) und eine untere, von Flöz Franz (dem hangendsten bei Ibbenbüren bekannten Flöz) bis zum Ägirhorizont reichende flözführende Stufe (s. Abb. 394). Die unterhalb des marinen Horizontes auftretenden flözreichen Schichten erhielten den Namen der Alstedder Schichten.

Abgesehen von den erwähnten Mollusken, ist die Fauna der Ibbenbürener Schichten sehr arm. Nur zwei Krustergattungen *(Prestwichia* und *Estheria)* sind bis jetzt bekannt geworden. Die Krebsreste wurden in der Ausfüllungsmasse eines Baumstammes im Hangenden von Flöz Mittel gefunden. Sie sind von BÖLSCHE (1885) als *Prestwichia rotundata* H. WOODW. und später von WEHRLI (1935) als *Euproops danae* bestimmt worden (s. Abb. 129).

Wie in Westfalen sind unter den Zweischalern die verschiedenen Formen der Gattungen *Carbonicola, Najadites* und *Anthracomya* vertreten. Leitende Arten, mit Ausnahme der im Ruhrrevier nur über Flöz Ägir vorkommenden *Najadites phillipsi* WILL., sind dagegen nicht vorhanden. Auffallend bleibt, daß die über der marinen Schicht im Hangenden des Flözes Ägir im Ruhrkarbon beobachteten Süßwasserreste (KUKUK 1920) im Ibbenbürener Profil anscheinend völlig fehlen (s. Abb. 394).

Sehr reich ist dagegen der sehr kennzeichnende „marine Horizont" (Neptunschicht = Ägirhorizont in Westfalen), der, wie erwähnt, einzige der Osnabrücker Stufe. Hier finden sich die aus Westfalen altbekannten Vertreter der Bauchfüßer, Zweischaler und Armfüßer (wegen der einzelnen Reste siehe HAACK 1923). Keine der hier auftretenden marinen Formen kann aber als stratigraphisch entscheidendes Leitfossil benutzt werden. Es fehlen sogar bestimmbare Goniatiten, wie der *Anthracoceras aegiranum* der Ägirschicht in Westfalen. Bemerkenswerterweise sind auch hier die sonst für den Ägirhorizont in Westfalen so bezeichnenden „Productiden" sehr selten vertreten.

Flöze und Zwischenmittel	Mächtigkeit	Bemerkungen
Zwei Flözschmitzen		
Flöz Franz	0,48 m	unbauwürdig
Sandige Zwischenmittel	von 40 m	
Flöz Flottwell (Hauptflöz) . .	Flöz Buchholz 1,60—1,80 m (im Westfeld) 0,60—0,80 m K. i. Ostf.	bauwürdig
Flöz Flottwell (Nebenflöz) . .		
Zwischenmittel		
Flöz Alexander	0,20—0,45 Kohle	unrein
Sandsteinzwischenmittel		
Flöz Dickenberg.	0,20—0,40 Kohle	nebst Bergemittel
Zwischenmittel		
Flöz Glücksburg	0,90—1,10 m Kohle	bauwürdig
Zwischenmittel		
Flöz Bentingsbank	0,60—0,70 m Kohle	mit Bergemittel
Zwischenmittel		
Flöz Schmalebank.	0,30—0,50 m Kohle	
Zwischenmittel		
Flöz Saar	0,15—0,50 m Kohle	unbauwürdig
Zwischenmittel		
Flöz Reden	0,80 m Kohle	bauwürdig
Zwischenmittel		
Flöz Theodor	0,50 m Kohle	bauwürdig

2. Die Flözführung.

Wie aus der nebenstehenden Übersichtstabelle hervorgeht, ist von den bergbaulich aufgeschlossenen Flözen das Flöz Reden bzw. neuerdings Flöz Theodor das liegendste, Flöz Franz das hangendste. Die Gesamtmächtigkeit der Gesteinszone beläuft sich auf rd. 420 m. Unter dieser treten noch rd. 300 m mächtige flözführende Schichten auf, die aber im Bergbaubetriebe noch nicht bekannt geworden sind. Über die Ausbildung der flözführenden Schichten im einzelnen gibt die vorstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Nach Angabe der Verwaltung sind im Bergbaubetriebe 11 Flöze mit rd. 7 m Kohle aufgeschlossen. Davon sind 5 Flöze mit rd. 4,90 m Kohle bauwürdig. Zur Zeit werden im Ostfelde 3 Flöze mit 1,80 m Kohle und im Westfelde 1 Flöz mit 1,40 m Kohle gebaut. Der Anteil der Kohle an der Gesamtgebirgsmächtigkeit in Höhe von rd. 800 m beträgt also rd. 0,8%.

Demgegenüber errechnet sich die Gesamtkohlenmächtigkeit in den Bohrungen Ibbenbüren 3 und 4 von rd. 12,40 m Kohle auf 1146,5 m Gestein zu 1,08%, während in den Alstedder Schichten auf rd. 541 m Gestein sogar 13,3 m Kohle = 2,5% entfallen.

Bezüglich ihrer technischen Verwendbarkeit gehört die zur Zeit gewonnene Ibbenbürener Kohle trotz ihrer stratigraphisch hohen Lage mit nur 15—18% flüchtigen Bestandteilen und 85—90% Kohlenstoff zu den gasarmen Kohlen. Eine Kohlenprobe aus 987 m (d. h. aus dem Ägir- bzw. Neptunhorizont) erwies sich nach Bode (1928) sogar als typischer Anthrazit (mit 10% Gas, 0,5% Wasser und 3,5% Asche). Der Koks ist glänzend schwarz und sandig.

Entsprechend dem Hiltschen Gesetz nimmt auch der Gasgehalt in den stratigraphisch tiefer gelegenen, erbohrten Flözen der Bohrung Ibbenbüren 4 (nach Gothan und Haack) ebenso wie in Westfalen vom Hangenden zum Liegenden ab (s. Tabelle).

Die Abnahme des Gasgehaltes nach der Teufe mit rd. 1,5% auf rd. 100 m entspricht ziemlich genau derjenigen des Ruhrkarbons mit 1,3% auf 100 m.

Flözteufe (m) in der Bohrung Ibbenbüren 4	Gasgehalt (in %)	Teufe (m)	Gasgehalt (in %)
60	18,1	613	13,6
118	21,1	787	10,5
193	20,8	1015	7,2
238	18,0	1112	6,3

Der Grubengasgehalt ist sehr gering, so daß stellenweise noch mit offenen Lampen gearbeitet wird. Vor kurzem festgestellte Ausbrüche von Grubengas aus Flöz Reden und Glücksburg haben örtlich zur Einführung von Sicherheitslampen geführt. Die im allgemeinen ziemlich weiche Kohle fällt stellenweise recht großstückig.

Im übrigen stellt die magere Kohle von Ibbenbüren nach Bode (1928) eine reine vitritische Kohle dar, bei der der Durit ohne Bedeutung ist. Nur Flöz Bentingsbank ist reicher an Durit, der aber nur geringe Sporenmengen enthält. Fusit ist in ziemlich erheblicher Menge beteiligt, wie z. B. in den Flözen Glücksburg und Schmalebank. Jedenfalls unterscheidet sich die Ibbenbürener Kohle sehr von der gleichaltrigen Flammkohle des Ruhrreviers, die chemisch-petrographisch eine gasreiche duritische Kohle darstellt.

Die Ursache für den geringen und nach der Teufe weiter abnehmenden Gasgehalt der Flözkohle sehe ich nicht in der primären Zusammensetzung der ursprünglichen Flöze begründet. Mit Gothan, Haack und Bode (1928) nehme ich vielmehr an, daß die Ursache in einer fortgeschritteneren Inkohlung zu suchen ist, als Wirkung höherer Wärme und stärkeren Belastungsdruckes infolge der früheren großen Tiefenlage des Karbons unter den schätzungsweise rd. 2000 m mächtigen Sedimenten der unteren Kreide, des Juras und der Trias. Auch der oft geäußerten Ansicht, daß der Charakter der Ibbenbürener Kohle als Magerkohle lediglich durch die entgasende Wirkung der Zerklüftung infolge von Querstörungen oder durch stärkeren tangentialen Gebirgsdruck hervorgerufen sei, vermag ich nicht zuzustimmen, wenngleich diese Einwirkungen nicht ganz zu vernachlässigen sein dürften. Wie Bode richtig ausführt, würde in diesem Falle nach der Tiefe wieder ein Anwachsen des Gasgehaltes der Flözkohle festgestellt werden müssen, während tatsächlich der Gasgehalt ständig abnimmt, derart, daß die Kohle im Tiefsten der Bohrung reiner Anthrazit ist. Jedenfalls ist die Ibbenbürener Kohle weit stärker inkohlt als die gleichaltrige Kohle Westfalens.

Eigentliche Leitschichten, die sich, wie in Westfalen, zur Identifizierung der Flöze in der Grube eignen, oder sog. „Leitflöze“ sind in Ibbenbüren anscheinend nicht vorhanden. Selbst bei dem verhältnismäßig sehr beständigen Flöz Glücksburg kann man von einer durchweg gleichmäßigen Ausbildung nicht reden; ist es doch stellenweise überhaupt nicht vorhanden. Es hat daher lange Zeit gedauert, bis es gelang, die in verschiedenen Feldern der Bergplatte gebauten Flöze richtig zu identifizieren.

Nach Bode (1928) ändert sich die Ausbildung der Flöze stellenweise sehr erheblich, wie z. B. beim Flöz Flottwell-Buchholz, und zwar nicht allmählich, sondern plötzlich an einer Störung, so z. B. längs des westlichen Randsprunges des Bockrader Grabens. Man gewinnt daraus den Eindruck, daß die Störungen des Ibbenbürener Karbons wenigstens stellenweise schon zu karbonischer Zeit angelegt sind. An ihnen müssen Bewegungen stattgefunden haben, die die Ursache der verschiedenartigen Ausbildung der Flöze auf beiden Seiten sind.

3. Die Tektonik.

Trotz der verhältnismäßig geringen Faltungserscheinungen der Ibbenbürener Bergplatte oder vielleicht gerade deswegen ist die Deutung der Tektonik dieser auf allen Seiten von Verwerfungen eingefaßten Scholle recht verwickelt (s. Abb. 395). Sie ist daher auch

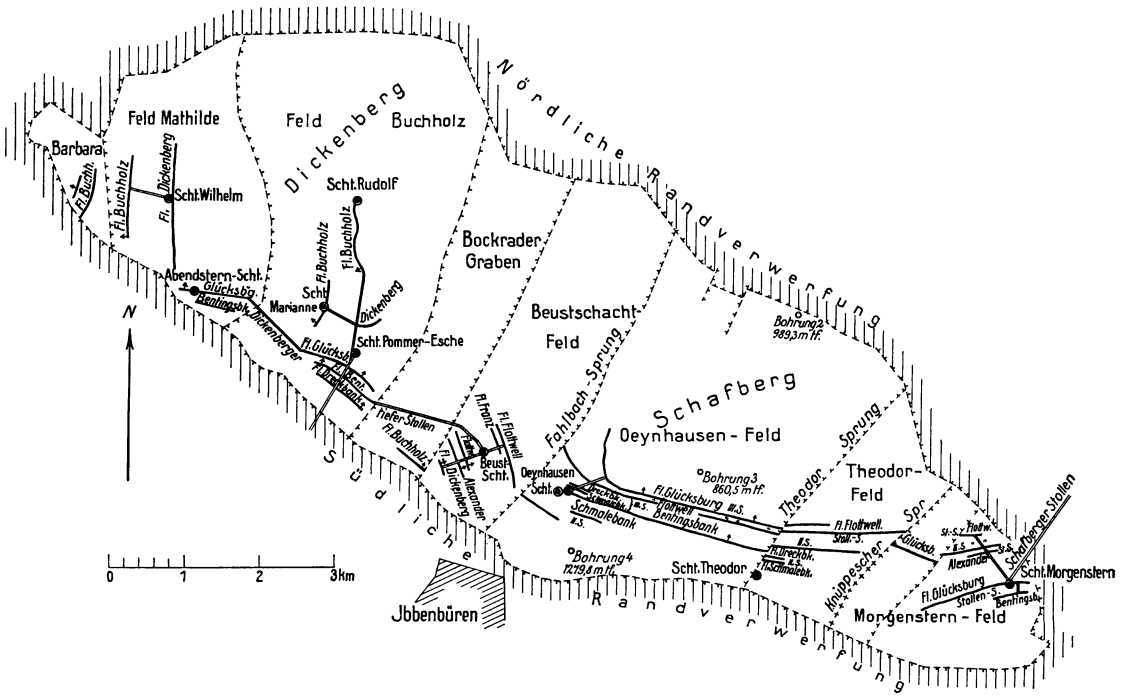


Abb. 395. Tektonische Übersichtskarte der Ibbenbürener Karbonplatte. Nach BODE.

von ihren Bearbeitern sehr verschieden gegeben worden. Im Gegensatz zu den älteren Autoren faßt TIETZE (1908) die Ibbenbürener Bergplatte als einen zu paläozoischer Zeit gefalteten, herzynisch streichenden, stehengebliebenen „Karbonhorst" auf, an dem die

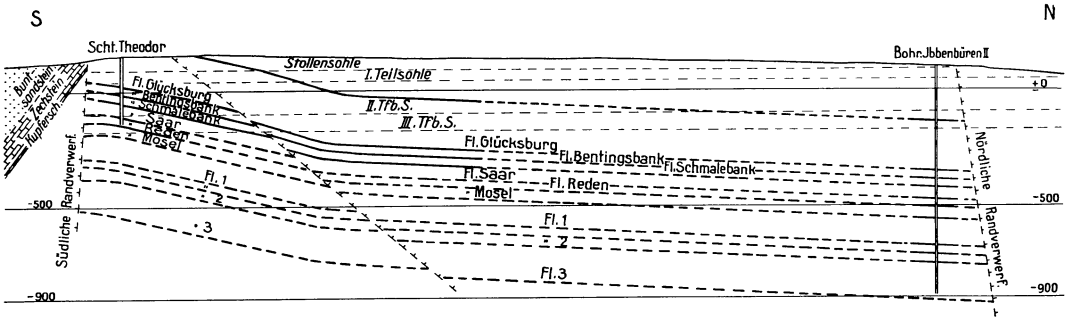


Abb. 396. $N-S$-Profil durch Schacht Theodor der Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren.

nördlichen und südlichen Teile abgesunken sind (s. Abb. 396). HAARMANN (1914) sieht in ihr einen „Bruchsattel". Nach seiner Ansicht fallen die die Karbonplatte allseitig einfassenden Verwerfungen unter die Bergplatte ein und stellen daher gewissermaßen Überschiebungen dar, längs derer das mittlere Bogenstück des Gesamtgewölbes der Ibbenbürener Bergplatte gegenüber den seitlichen Stücken herausgepreßt wurde, so daß das Bild eines „hochgetriebenen Gewölbeschlußsteins" entstanden ist. Noch anderer Ansicht ist KINDERMANN (1920). Die jüngsten Untersuchungen BÖRGERS (1930) gelangen wieder zu Ergebnissen, die sich teilweise der älteren Auffassung TIETZES nähern.

In dem Horststück haben wir im nordwestlichen Teile eine nach NW sich einsenkende Karbonmulde vor uns, deren Nordflügel sich in nordöstlicher Richtung wieder zu einem Sattel aufwölbt. Im O, also im eigentlichen Schafberg, liegt ein flaches Sattelgewölbe vor, dessen Südflügel an Querverwerfungen abgesunken

ist. Infolgedessen handelt es sich in der Hauptsache um fast söhlig gelagerte Schichten des Nordflügels, die sich nach dem Ergebnis der Tiefbohrung Ibbenbüren 3 erst am Nordrande infolge von Schleppungserscheinungen am nördlichen Randbruch schneller einsenken. Auf diesem Sattelflügel bauen die fiskalischen Oeynhausen-Schächte (s. Abb. 396).

Beide Gebiete sind durch eine Reihe größerer, das Bockrader Tal entlang laufender Querbrüche getrennt, die hier ein auch orographisch in Erscheinung tretendes Tal hervorgerufen haben. An diesen Verwerfungen ist auch der Zechstein an mehreren Stellen eingebrochen und vor der Denudation bewahrt geblieben. Nach neueren Untersuchungen von KINDERMANN (1920) braucht der Anschluß des Westfeldes an das Ostfeld nicht mehr durch eine Horizontalverschiebung gedeutet zu werden; vielmehr ist anzunehmen, daß beide Felder einstmals durch einen flachen Sattel getrennt waren, dessen Kuppe beim Aufreißen des Bockrader Grabens in diesen hineinstürzte.

Im übrigen besteht Einigkeit darüber, daß schon zu jungpaläozoischer Zeit eine, wenn auch schwache, Faltung erfolgt war, da die bereits von HÖRNECKE (1901) zwischen Karbon und Zechstein beobachtete Diskordanz auch von HAARMANN u. a. festgestellt wurde. Von den Folgeerscheinungen dieser niederländisch streichenden alten Faltung im Karbon ist heute allerdings nicht viel mehr zu erkennen.

Hiervon abgesehen, sind auch von NNW nach SSO verlaufende Falten vorhanden, auf die auch HAARMANN hinweist. Sie bilden mit den erstgenannten Falten eine noch erkennbare „Faltenvergitterung". Diese Faltung muß sich zur Jura-Kreidezeit abgespielt haben. Weit klarer treten die Wirkungen der jüngsten Hauptfaltung in Erscheinung, die durch tangentialen Seitenschub zur Herausbildung herzynisch streichender Falten führte. Wegen der Gleichrichtung der Ibbenbürener Falten mit den um die Wende Kreide-Tertiär entstandenen Falten des Osnings und Wiehengebirges darf das Alter der Hauptfaltung der Bergplatte in die Zeiten des Senons bis Alttertiärs verlegt werden. Auch darüber herrscht Einmütigkeit, daß die Schichten des Karbons schon zu flachen, aufrechten und herzynisch streichenden Falten zusammengeschoben waren, als die Vertikalverwerfungen aufrissen, in deren Gefolge die Zerreißung in Gräben und Horste einsetzte.

Als Folgeerscheinung der letzten Faltungsphase entstanden die schon erwähnten, noch heute deutlich erkennbaren, herzynisch verlaufenden, schwachen Sättel und Mulden unter Herausbildung eines Hauptsattels am heutigen Südrande des Karbons. Gleichzeitig mit der Hauptfaltung prägten sich im W und O zwei flache Mulden heraus, deren Muldenlinien von der Mitte der Karbonplatte, von der Stelle des damals noch nicht vorhandenen Bockrader Grabens, abfallen. Die hier anzunehmende breite Kuppe wurde bei der Anlage des Bockrader Grabens infolge Einbruches desselben durch Zerrungsvorgänge zerrissen, derart, daß die einzelnen Bogenstücke unter nochmaligem Zerbrechen einsanken. Daß dabei noch an einer Stelle auch der überlagernde Zechstein längs einer Spalte bis in das Niveau des Karbons versenkt wurde, sei nebenbei erwähnt. Auf Einzelheiten dieser verwickelten Verhältnisse kann hier nicht näher eingegangen werden.

Zusammenfassend läßt sich etwa folgendes sagen: Die frühere Auffassung des Ibbenbürener Karbonmassives als einfaches Ergebnis herzynischer Faltungsvorgänge läßt sich nicht mehr aufrechterhalten. Die Verhältnisse liegen vielmehr weit verwickelter. Nach den überzeugenden Ausführungen BODES und BÖRGERS, des letzten Bearbeiters des dortigen Karbons, dürfte auf Grund exakter Messungen der Gesteinsklüfte der Ibbenbürener Bergplatte als sicher gelten, daß die allerersten Faltungserscheinungen sich schon zur Karbonzeit als intrakarbonische Bewegungsvorgänge geltend machten, spätestens aber zur rotliegenden Zeit einsetzten. In Verbindung mit dieser Faltung bildete sich auch ein variszisches Kluftsystem heraus. Eine zweite, ostwestlich gerichtete Faltung erfolgte vor der Transgression des Kupferschiefers. Zur Zeit des Weißjuras und der unteren Kreide setzte dann eine etwas stärkere Faltung ein, die nordnordwestlich bis nördlich gerichtete Falten erzeugte. Diese Faltungsvorgänge, denen auch der angenommene Sattel im Felde des Bockrader Grabens seine Entstehung verdankt, haben wahrscheinlich das gesamte Ibbenbürener Karbon an die Oberfläche gebracht. Erst um die Wende Kreide-Tertiär kam es zur Hauptbewegung, d. h. zur Ausbildung herzynisch gerichteter Falten. Diese Faltungsperiode, welche die Heraushebung des Karbonhorstes mit seinen nach außen fallenden Randverwerfungen zur Folge hatte, muß durch eine Zerrungsperiode unterbrochen worden sein.

4. Bergbauliche Verhältnisse.

Infolge der vielen Querverwerfungen ist die Ibbenbürener Karbonplatte in eine Reihe „natürlicher" Abbaufelder geteilt worden (s. Abb. 395). Wie schon ausgeführt, entstehen durch den Einbruch des Bockrader Grabens drei Gebiete, und zwar ein westliches, mittleres und östliches Feld.

Der Bergbau bewegt sich zur Zeit hauptsächlich in dem fast ungestörten Ostfelde, d. h. in der östlich des Bockrader Grabens gelegenen Karbonscholle. Dieses sog. Hauptfeld (Oeynhausen-Theodorfeld mit den fiskalischen Oeynhausen-Schächten) wird nach

O durch den östlich einfallenden „Knüppescher Sprung" abgegrenzt. Im W schließt der zum Bockrader Graben einfallende „Fahlbach-Sprung" das Hauptfeld ab.

Westlich dieses Grabens liegt das ungewöhnlich stark gestörte Buchholzfeld, das durch eine östlich fallende Verwerfung vom Mathildenfeld abgegrenzt ist. Wegen der vielen Störungen eignet es sich weniger für den Abbau. Den äußersten W nimmt das Barbarafeld ein, das bis vor wenigen Jahren von der Privatgrube Barbara gebaut worden ist; ganz im SO liegt das Morgensternfeld, das heute auch der Preußag gehört.

Der Bergbaubetrieb bei Ibbenbüren darf auf ein ehrwürdiges Alter von rd. 200 Jahren zurückblicken, da das Steinkohlengebirge, ohne Deckgebirgsschichten zutage gehend, schon in frühen Zeiten einen allerdings recht primitiven Bergbau gestattete. Trotz vieler schwieriger Verhältnisse hat sich der Bergbau im Laufe der Zeit und insbesondere im letzten Jahrzehnt durch planmäßig durchgeführte Erneuerungs- und Vereinfachungsmaßnahmen zu einem beachtlichen Betriebe entwickelt. Die Förderung, welche 1816 rd. 20000 t betrug, belief sich 1914 auf 260000 t und erreichte 1937 rd. 1 Mill. t. Eine schwere Belastung bedeuten die starken Wasserzugänge in Höhe von 15—20 m³/min.

Der Erwähnung wert ist die heute wieder verschwundene Nachkriegserscheinung der Privatgruben (Pachtgruben), die im Jahre 1921 in 81 Kleingruben rd. 362000 t förderten.

Der noch anstehende Kohlenvorrat der fiskalischen Felder wurde 1924 zu rd. 274 Mill. t errechnet. Damit dürfte dem Ibbenbürener Bergbau noch eine lange Zukunft beschieden sein.

C. Das Hüggelgebiet.

Die südöstliche Verlängerung der Längsachse des Ibbenbürener Karbonvorkommens, die sog. „Osning-Achse", fällt mit dem Höhenzug des Hüggelgebietes (Rother Berg, Heidhorn-Berg, Hüggel, Dompropst-Sundern) zusammen (s. Abb. 397). Hier sind in einer Flächenausdehnung von rd. 4 km² Schichten des flözführenden Karbons in der Richtung von Hasbergen auf die Georgsmarienhütte zu entwickelt.

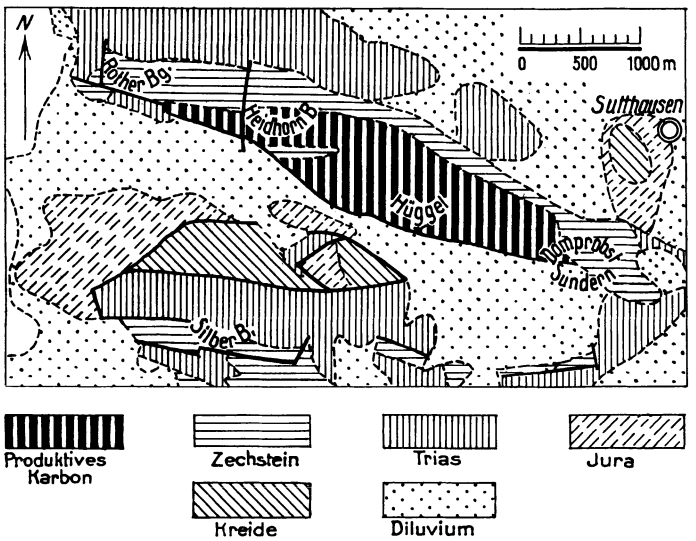


Abb. 397. Tektonische Übersichtskarte des Hüggelgebietes. Umgez. nach HAACK.

Stratigraphie. An der Zusammensetzung des flach sattelförmig aufgewölbten Karbons beteiligen sich vorwiegend licht gefärbte und zum Teil rote, fein- und grobkörnige Sandsteine mit teils kieseligem, teils eisenschüssigem, kaolinischem Bindemittel und häufiger Kreuzschichtung, mäßig feste Quarz- und Kieselschieferkonglomerate von schwankender Mächtigkeit (mit bis hühnereigroßen Geröllen) sowie untergeordnet auch graue und rote Schiefertone. Die auffallende Rotfärbung einiger Sandsteinbänke macht nach der Tiefe zu einem Hellerwerden Platz, während sich gleichzeitig die Konglomeratbänke häufen.

Das Alter der hier auftretenden Schichten konnte mangels entscheidender paläontologischer Funde lange Zeit nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Während die Mehrzahl der älteren Bearbeiter: HOFFMANN (1826), CASTENDYCK (1853), v. DECHEN (1856), BONNING (1857), F. ROEMER (1857), HEINE (1861), v. DECHEN (1884) und STOCKFLETH (1894) die Hüggel-Schichten entweder ganz oder zum Teil zum „Rotliegenden" stellten, sprachen LEO CREMER (1895) und LIENENKLAUS (1901) den unteren Teil schon als Karbon an, während MENTZEL (1903) die gesamte Schichtenfolge als Karbon ansah, ohne allerdings dafür Beweis zu erbringen. Die Richtigkeit seiner Anschauung ist durch die jüngsten Untersuchungen HAACKS (1908) bestätigt worden.

HAACK (1908) fand nämlich unmittelbar unter dem Zechstein (am Südrand des östlich vom Kielmannseggeschacht gelegenen Tagebaues) folgende, seinerzeit von POTONIÉ näher bestimmte, typische Pflanzenreste des oberen Westfals: *Eusphenopteris* spec., *Pecopteris abbreviata* BRONG., *Pecopteris* sp., *Desmopteris (Pecopteris) unita* BRONG. spec., *Neuropteris rarinervis* BUNBURY, *Linopteris cf. münsteri* (EICHW.) POT. und *Sphenophyllum emarginatum* BRONG. Weiter sammelte HAARMANN (1914) aus Bohrkernen nachstehende, von ihm

bestimmte Reste: *Sphenopteris rutaefolia* GUTB., *Sphenopteris laurenti* ANDREE BRONGN., *Pecopteris abbreviata, Alethopteris lonchitica, Cyclopteris* sp., *Calamites* sp., *Calamites suckowi* BRONGN., *Calamites* sp., *Annularia sphenophylloides* ZENKER, Lepidodendronzweige, *Lepidophyllum majus* BRONGN., *Lepidostrobus* sp., Stigmarien, *Cordaites borassifolius* STERNB. spec., *Cordaites principalis, Cordaianthus* sp., *Neuropteris rarinervis* BUNB., *Neuropteris ovata* HOFF., *Neuropteris scheuchzeri* HOFF., *Linopteris münsteri* (EICHW.) POT., *Sphenophyllum* sp., *Annularia sphenophylloides* (ZENKER) POT. Tierische Reste sind selten. Unter anderem fand sich ein Abdruck der aus dem Ibbenbürener Karbon bekannten *Prestwichia scheeleana (Euproops danae)* (s. Abb. 129).

Auf Grund ihrer Pflanzenführung entsprechen also die Schichten des Hüggels im allgemeinen dem Ibbenbüren-Piesberger Karbon. Durch das Auftreten der kennzeichnenden *Neuropteris ovata* HOFFM. schließt sich die Flora aber wieder näher an die Piesberg-Schichten an, da *Neuropteris ovata* sonst ausschließlich am Piesberg vorkommt. Man muß daher die Flora für jünger als die der Ibbenbürener Schichten halten und stellt sie zweckmäßig, wie das auch GOTHAN und HAACK getan haben, zwischen die Ibbenbürener

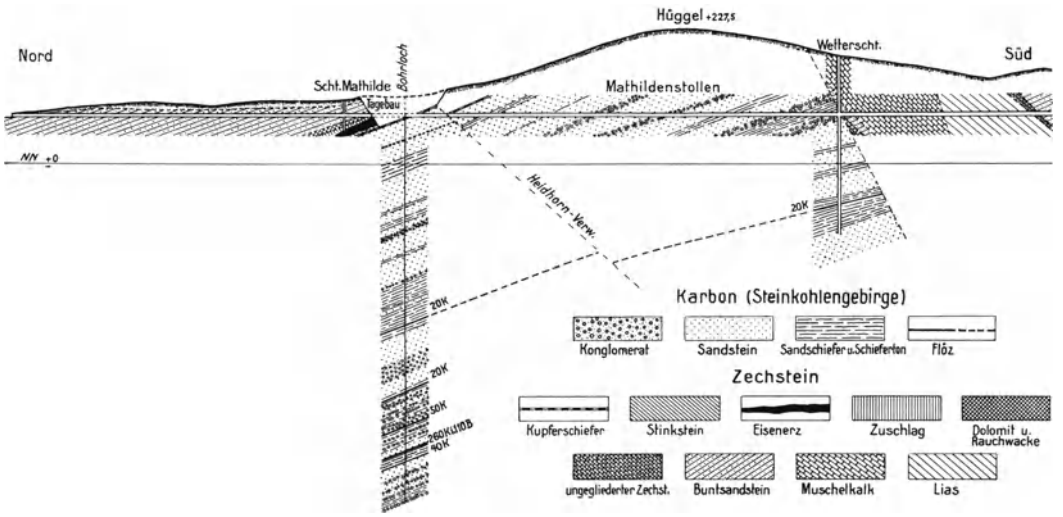


Abb. 398. *N*—*S*-Profil durch den Hüggel.

und Piesberger Schichten. Mit ihnen beginnt die höchste Abteilung des Westfals, das Westfal „D" (KUKUK 1938). Die Piesberg-Schichten sind also mindestens um die roten flözleeren Schichten des Hüggels nach unten zu ergänzen.

Randlich legen sich an das Karbon Zechsteinschichten an. Nach HAACK setzt der diskordant das Karbon überlagernde Zechstein in der Regel mit einem mürben, braunen Transgressionskonglomerat von schwankender Mächtigkeit ein. Darüber folgt das durchweg entwickelte, bekannte Kupferschieferflöz von etwa 0,50 m Mächtigkeit mit *Palaeoniscus freieslebeni* (selten). Über dem Kupferschiefer liegt bis zu 8 m mächtiger, graubrauner, dünnplattiger Stinkstein mit *Productus horridus, Fenestella retiformis* u. a., darüber zelliger Zechsteinkalk (Rauchwacke) oder Dolomit in 30—50 m Mächtigkeit. Dieses Schichtenglied ist am Ausgehenden bis auf etwa 50 m Teufe in Eisenkalk oder mulmiges — seltener festes, derbes oder zelliges — Brauneisenerz verwandelt, das an mehreren Stellen gebaut wurde (s. Abb. 611).

Flözführung. Die durch eine Tiefbohrung in der Nähe des Mathildenschachtes durchsunkenen Schichten zeigen nördliches Einfallen von 20—25° (vgl. Abb. 398). Bis zu einer Teufe von 675 m sind etwa 20 Konglomeratbänke mit einigen Flözen durchbohrt worden, und zwar:

bei 376 m 0,20 m Kohle, bei 486 m 0,20 m Kohle, bei 545 m Flöz 1 mit 0,50 m Kohle, bei 583 m Flöz 2 mit 2,60 m Kohle (mit mehreren Bergemitteln), bei 591 m Kohlenstreifen mit 0,10 m Kohle, bei 602 m Flöz 3 mit 0,40 m Kohle.

Der nach der Teufe zu abnehmende Gasgehalt der Flözkohle schwankt zwischen 22,8 und 14,7%. Der Inkohlungsstufe nach entspricht also die Kohle derjenigen der untersten Fettkohle bis mittleren Magerkohle des Ruhrbezirkes, ohne daß damit ihre stratigraphische Stellung gekennzeichnet werden soll. Die Kohle liefert einen guten Koks. Abbau ist hier niemals umgegangen.

Tektonik des Hüggels. Die tektonischen Verhältnisse des Hüggel-Silberberg-massivs sind recht verwickelt. Ihre endgültige Klärung ist HAACK (1908) zu verdanken

(vgl. Abb. 398), der entgegen der Annahme STOCKFLETHs (1894) in ihm einen Doppelhorst erkannte. Jedenfalls haben wir es nach HAARMANN, ebenso wie bei den anderen Osnabrücker Karbonaufwölbungen, auch hier mit einer Aufpressungszone zu tun, die sich im übrigen aus flach mit 25° nach N fallenden Gebirgsschichten aufbaut.

Während sich nach N der Zechstein anscheinend konkordant auf das Karbon legt, ist er am Südrande durch Verwerfungen abgeschnitten (vgl. Profil). Eine dieser Randverwerfungen ist weiter im W in der Verlängerung des Karbons am Südabhange des Heidhorns in einem alten Tagebau ausgezeichnet aufgeschlossen.

D. Der Piesberg.

Weithin sichtbar ragt das flözführende Karbon am Piesberge (nordwestlich von Osnabrück) — etwa 10—12 km in nordöstlicher Richtung von dem Zuge des Schafberges und des Hüggels entfernt — inselartig aus der flachwelligen Triaslandschaft auf einem Flächenraum von rd. 1,8 km² noch einmal heraus.

1. Stratigraphie.

Das im Piesberg bergmännisch aufgeschlossene, rd. 440 m mächtige, flözführende Karbon baut sich vorwiegend aus mächtigen Sandsteinbänken mit gelegentlichen Konglomeratschichten, untergeordnet aus sandigen Schiefertonen und Kohlenflözen auf. Die

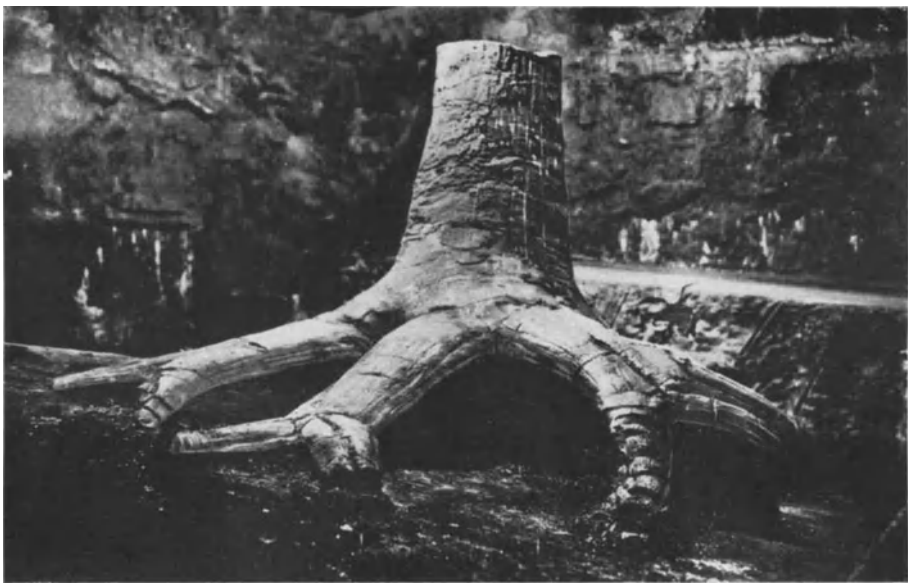


Abb. 399. Sigillarienstammrest aus dem Hangenden von Flöz Zweibänke der Zeche Piesberg. S.W.B.

meist sehr festen, quarzitischen Sandsteine wechseln in der Farbe zwischen lichthellgrau und dunkelgrau. Außerdem sind durch Bohrungen noch rd. 580 m flözleere Schichten bekannt geworden.

Als Beispiel für die durchschnittliche Zusammensetzung des kieselsäurereichen Sandsteins sei eine Analyse von HAARMANN (1909) mitgeteilt. Danach enthält das Gestein: $SiO_2 = 90{,}50\,\%$, $Al_2O_3 = 5{,}54\,\%$, $Fe_2O_3 = 0{,}86\,\%$, $CaO = 0{,}12\,\%$, $MgO = 0{,}04\,\%$, $K_2O = 1{,}29\,\%$, $S = 0{,}25\,\%$, CO_2-Spuren. Meist sind die Schichtflächen sowie die überaus zahlreichen Klüfte durch Ausscheidungen von Eisenhydroxyd braun gefärbt.

In ihrer Ausbildung entsprechen die bald feinen, bald groben Konglomerate im allgemeinen der aus dem Ruhrkarbon bekannten Entwicklung. Als Hauptkomponenten der Konglomerate, die stellenweise bis hühnereigroß werden können, sind Gangquarze, Kieselschiefer (Lydite), Quarzite und Schiefertone bei einem meist kieseligen, seltener tonigen Bindemittel zu nennen. Im Gegensatz zum westfälischen Karbon sind die Piesberger Konglomerate sehr wenig horizontbeständig und unterliegen schneller fazieller Änderung. Kreuzschichtung, Geröllnester und ausgefüllte Erosionsrinnen sind dabei häufige Erscheinungen (s. Abb. 69). BEYENBURG (1932) möchte in den klastischen Sedimenten des Osnabrücker Karbons Abtragungssedimente „Fanglomerate" im Sinne E. KAISERS = fluvio-aride Schlammströme) in Litoralfazies eines nördlich von (Osnabrück gelegenen alten Massivs sehen. Silurische Bitumenlydite fehlen dem Piesberger Karbon.

Bezüglich der Altersstellung des Piesberger Karbons sei daran erinnert, daß schon CREMER (1893) auf Grund der Pflanzenfunde den Nachweis führen konnte, daß das Piesberger Karbon einem noch höheren Horizont als dem höchsten im Ruhrbezirk erschlossenen angehört. Er stellte es jedoch im wesentlichen dem Ibbenbürener Karbon gleich. Wenn auch die Ergebnisse der neueren floristischen Untersuchungen von GOTHAN und HAACK (1924) dem Grundgedanken CREMERs recht geben, so sprechen sie andererseits doch für einen Altersunterschied zwischen Ibbenbüren und Piesberg.

Beiden Vorkommen ist eine Reihe häufiger Arten gemeinsam, wie *Neuropteris scheuchzeri, Neuropteris rarinervis, Sphenophyllum emarginatum, Annularia sphenophylloides, Sigillaria principis* u. a. Daneben sind aber auch nicht verkennbare Unterschiede in den Pflanzenformen vorhanden, die nach GOTHAN teils fazieller Natur sind, teils aber auf einen zweifellosen Altersunterschied beider Horizonte hinweisen. So fehlt am Piesberg die in Ibbenbüren häufige *Sigillaria cumulata*, während dafür hier *Calamites rugosus* und *Sphenopteris crépini* nicht selten sind. Weiter fällt am Piesberg das Fehlen von *Neuropteris gigantea* und das Zurücktreten von Mariopteriden auf, wogegen sich wieder andere charakteristische Pflanzenformen einstellen, die als jüngere Einschläge oder als Ausstrahlungen des obersten Oberkarbons (Ottweiler Schichten) betrachtet werden müssen, wie z. B. *Annularia stellata, Neuropteris ovata, Cyclopteris lacerata, Pecopteris unita, Equisetites zeaeformis, Alethopteris grandini* und *Sphenophyllum majus* (s. den Abschnitt GOTHANS über Pflanzenführung des Karbons).



Abb. 400. Mit Buntsandstein erfüllte Spalte im Karbon des Piesberges. Aufn. KUKUK.

Dementsprechend müssen die Piesberg-Schichten noch jünger als die Ibbenbürener Schichten sein, wenn sie auch nicht bis in die Ottweiler Schichten bzw. das Stefan hineinreichen. Sie sind vielmehr etwa den Chelmer Schichten in Oberschlesien bzw. den Schichten der Assise de Bruay in Nordfrankreich gleichzustellen und gehören in die höchste Zone des Westfals, in das sog. Westfal „D" (KUKUK 1938). Es erscheint daher ausgeschlossen, daß die Piesberg-Flöze den Ibbenbürener Flözen ident sind, wie man früher meinte.

Bemerkenswerterweise tragen die Pflanzenreste des Piesberges fast alle einen weißlichen, talkartigen, aus Tonerde und Eisensilikaten bestehenden Überzug, der jedes Stück als „Piesberg-Flora" kennzeichnet. Nach GOTHAN findet sich diese Erscheinung überall dort, wo Kohle in Anthrazit umgewandelt ist.

Über die Frage, wie hoch die Piesberg-Schichten über den hangendsten Ibbenbürener Schichten liegen, lassen sich keine unbedingt zuverlässigen Zahlenangaben machen. Die Klärung dieser Frage dürfte weiteren Untersuchungen auf Grund neuerer Bohrungen zwischen dem Piesberge und dem Schafberge vorbehalten bleiben.

In diesem Zusammenhange sei auch noch das Auftreten von Baumstümpfen (Lepidophyten) mit schöner Wurzelverzweigung über den Flözen erwähnt, wodurch das Flöz Zweibänke seinerzeit zu einer gewissen Berühmtheit gekommen ist (einer dieser Baumstümpfe ist in der Geologischen Landesanstalt in Berlin aufgestellt, ein zweiter bildet ein wertvolles Stück des Osnabrücker Museums, während der dritte Stumpf sich in einer Privatsammlung befindet (s. Abb. 399). Die Stämme wurden im Hangenden des Flözes im Schieferton aufrechtstehend gefunden. Nach der Skulptur der Steinkernoberflächen sind sie als Sigillarien anzusprechen.

Eine bemerkenswerte Erscheinung ist auch das wiederholt zu beobachtende Auftreten erzführender Spalten (mit Bleiglanz, Flußspat und Spateisenstein) sowie mit Buntsandstein erfüllter Klüfte im Karbon (s. Abb. 400).

Wie die Ibbenbürener Bergplatte ist der Piesberg von jüngeren Ablagerungen (Zechstein und Trias) ziemlich regelmäßig mantelförmig umgeben, wenn auch — wie auf der Südseite — diluviale und alluviale Deckschichten die Lagerungsverhältnisse verschleiern. Aufgeschlossen ist der Zechstein nur am Nord- und Nordwestabhang des Piesberges, und zwar nach HAARMANN diskordant über dem Karbon.

2. Tektonik.

Ähnlich wie in Ibbenbüren ist das Steinkohlengebirge auch hier in Form eines flachen, aber sehr regelmäßig gebauten Sattels herausgewölbt, der rd. 1,9 km Länge und 1,2 km

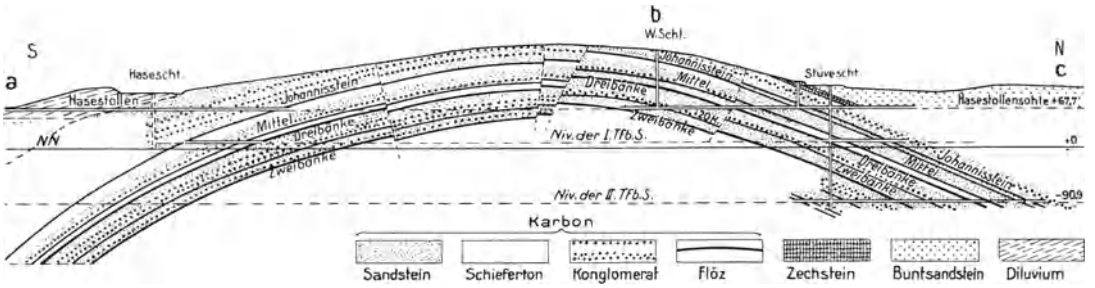


Abb. 401. Profil durch den Hase- und Stüveschacht der ehemaligen Zeche Piesberg ($a-b-c$ des Grundrisses Abb. 402). Umgez. nach HAARMANN-PLOCK.

Breite besitzt, und dessen Sattellinie nahezu ostwestlich streicht (s. Abb. 402 u. 401). Es ist die höchste Erhebung der von HAARMANN als „Piesberg-Achse" und von WEGNER

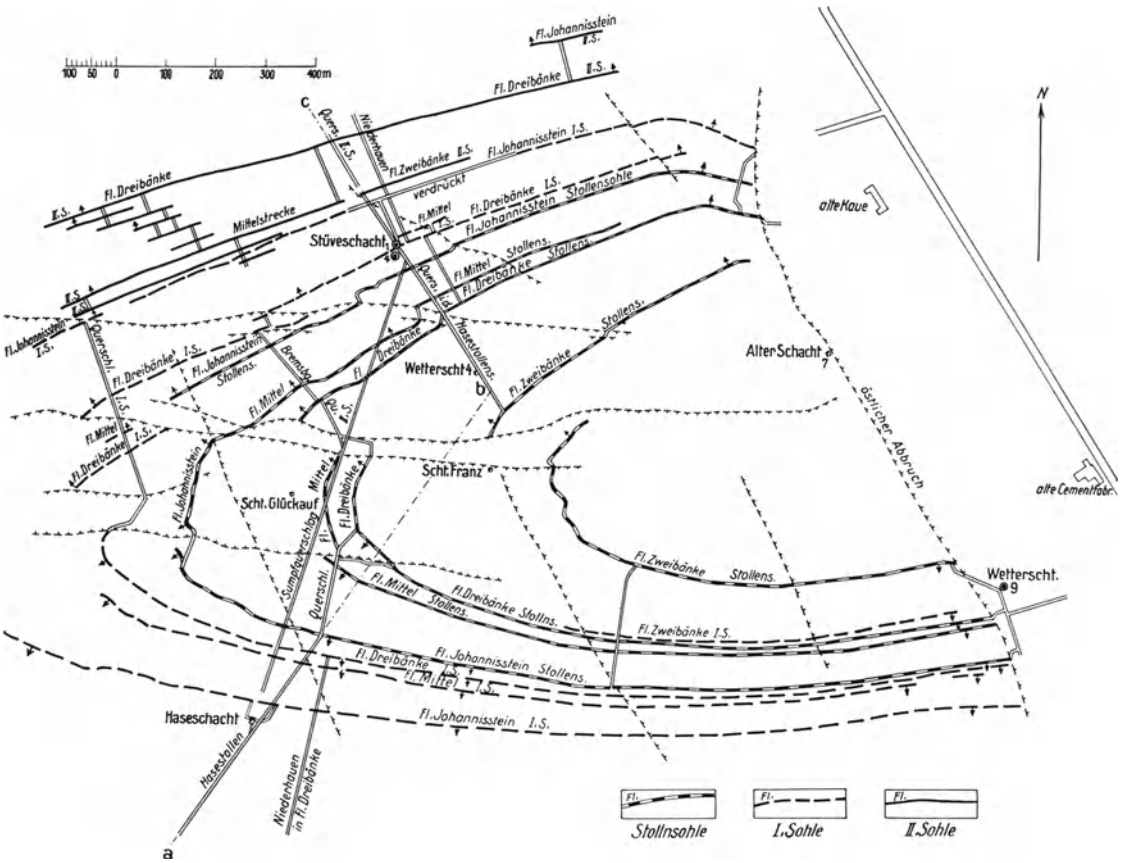


Abb. 402. Hauptgrundriß der Zeche Piesberg (Stollensohle, I. und II. Tiefbausohle).

als „Osnabrücker Achse" bezeichneten Schichtenaufwölbung. Während die Karbonschichten nach W mit flachem Einfallen der Sattellinie unter das Deckgebirge untertauchen, werden sie im O durch eine etwa nordwestlich verlaufende und östlich einfallende Querverwerfung abgeschnitten, die auch den Buntsandstein verwirft. Das Ausmaß dieser Verwerfung wird nach dem Ergebnis einer östlich der Hauptverwerfung niedergebrachten Bohrung rd. 300 m betragen. Sie ist nach HAARMANN noch weiter nach S und N verfolgt worden.

Längs der Sattellinie verläuft eine bedeutende streichende Störung, die eine horizontale Verschiebung des Südflügels nach O um rd. 200 m bewirkt. Ihr parallel zieht sich ein zweiter Sprung mit geringem Verwurf hin (vgl. Abb. 402). Dazu gesellt sich noch eine Reihe kleinerer, teils streichender, meist aber querschlägiger (radialer) Sprünge des umlaufenden Sattelendes von geringerer Verwurfshöhe, wie sie als Folge eingetretener Dehnung fast in allen Sätteln beobachtet wird. Von HAARMANN wird darauf hingewiesen, daß längs der den Piesberg-Sattel durchsetzenden Verwerfungen seitliche Bogenstücke gegenüber den mittleren hochgetrieben sind, während bei der Ibbenbürener Bergplatte gerade der mittlere Schlußstein des Gewölbes hochgepreßt ist. Das auf beiden Flügeln ziemlich gleichmäßige Einfallen der Schichten deckt sich mit der morphologischen Form des Piesberges. Wie erwähnt, ist die Anlagerung der jüngeren Schichten auf drei Seiten des Sattels sehr regelmäßig. Die früher geäußerte Anschauung, wonach das Vorland auf mindestens drei Seiten längs Störungen von dem Karbonkern des Piesberges abgesunken sei und dieser einen Horst bilde, kann also nicht mehr zu Recht bestehen. Bezüglich der wichtigen Frage, ob der Zechstein das Karbon des Piesberges diskordant oder konkordant überlagert, ist nach den überzeugenden Darlegungen HAARMANNS anzunehmen, daß hier tatsächlich die schon von HÖRNECKE bei Ibbenbüren vermutete, wenn auch sehr schwache Diskordanz vorliegt.

Wie bei Ibbenbüren wird auch hier am Piesberge die Frage nach dem Alter der Faltung laut. Liegt das gesamte Osnabrücker Karbon noch innerhalb der äußersten Falten des variszischen Gebirges, muß a priori eine schwache variszische Faltung des Karbons angenommen werden. Nach HAARMANN ist die ostnordöstliche Richtung solcher Falten jedoch nirgends nachzuweisen. Das Alter der jungen Hauptbewegungen, die zur Herauswölbung des Karbons bis in den Denudationsbereich führten, ist vielmehr nach WEGNER-HAARMANN als jungkretazisch-präoberoligozän anzunehmen. Dagegen sind die später wirksam gewesenen jüngeren, aber sicher schwächeren Bewegungen in die Zeit nach dem Mittelmiozän zu verlegen.

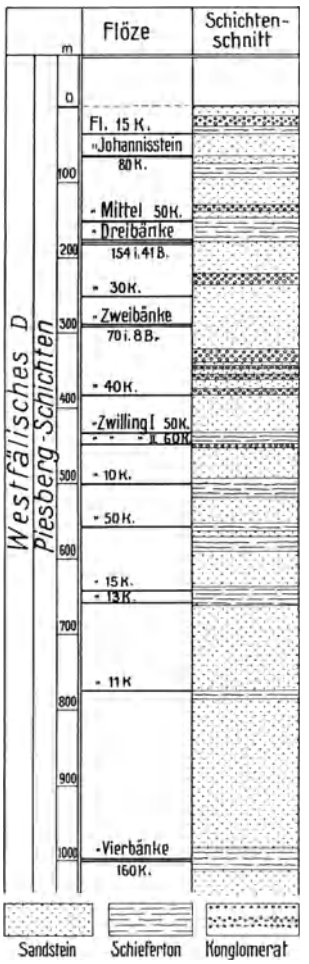


Abb. 403. Schichtenschnitt durch die Piesberg-Schichten. Umgez. nach dem Zechenprofil.

3. Flözführung und Bergbauliches.

In der rd. 440 m mächtigen Schichtenfolge des durch Bergbau aufgeschlossenen Karbons (s. Abb. 403) sind folgende Flöze (vom Hangenden zum Liegenden) bekannt geworden: Flöz Bänkchen (mit 0,05—0,15 m Kohle), Flöz Johannisstein (mit 0,80 m reiner Kohle), Flöz Mittel (mit 0,50 m Kohle), Flöz Dreibänke (mit Bänken von 0,18, 0,48 und 0,47 m Kohle), Flöz Zweibänke (mit 0,62 m Kohle). Weitere Aufschlüsse unter Flöz Zweibänke erbrachte eine Bohrung, die nach dem Liegenden zu noch eine Schichtenfolge von rd. 330 m erschloß. Hier fanden sich weitere Flöze: Flöz Zwilling I (mit 0,50 m Kohle), Flöz Zwilling II (0,60 m Kohle) und Flöz Vierbänke (mit 1,60 m Kohle) eingelagert.

Von den erstgenannten Flözen sind vier gebaut worden, und zwar die Flöze Johannisstein, Mittel, Dreibänke und Zweibänke mit einer Gesamtkohlenmächtigkeit von rd. 3 m. Ihre sehr feste, anthrazitische Kohle hat eine außerordentlich magere Beschaffenheit und enthält nur 4—8% flüchtige Bestandteile (auf aschefreie Substanz). Bemerkenswert ist die Zunahme

Flöz Dreibänke	Auf der I. Sohle (Gasgehalt in %)	Bei 250 m flacher Teufe (Gasgehalt in %)	Bei 430 m flacher Teufe (Gasgehalt in %)
Oberbank . .	5,59	5,90	8,06
Mittelbank . .	4,38	4,59	5,22
Unterbank . .	3,92	4,00	4,06

des Gasgehaltes der Flöze mit zunehmender Teufe, wie die vorstehende Zahlentafel nach HAARMANN zeigt.

Meines Erachtens dürfte diese eigentümliche Erscheinung damit zu erklären sein, daß die Flöze des Piesberges, die zunächst während der langen Zeiten ihrer Versenkung in großen Teufen (mit hohen Temperaturen) eine bis zum Anthrazit reichende Inkohlung erfahren haben, nach später erfolgter Hebung bis an die Oberfläche und erneuter tektonischer Beeinflussung zu oberst stärker entgasen konnten als in der Tiefe.

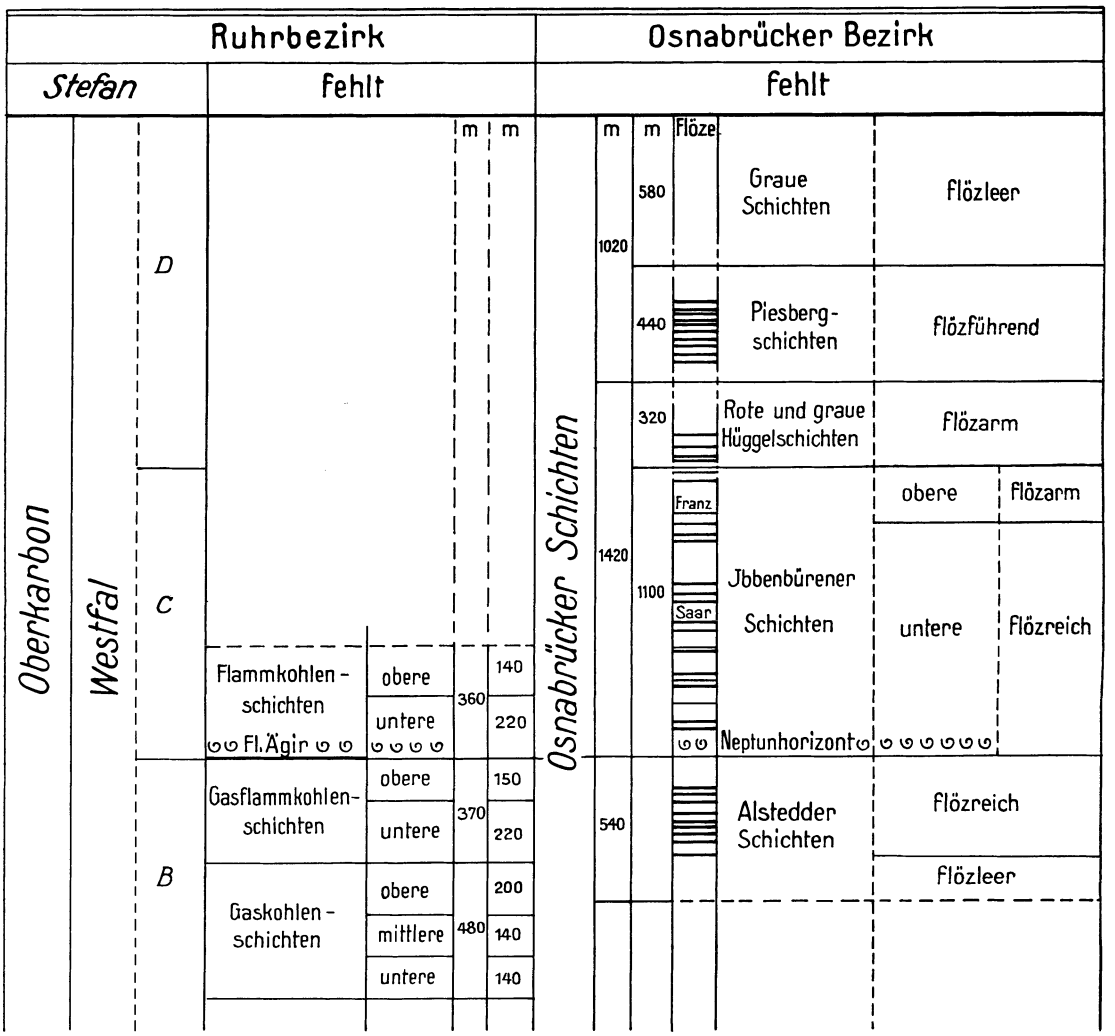


Abb. 404. Schematisch-stratigraphische Übersicht der Schichtenentwicklung des Osnabrücker und des Ruhrkarbons.

Die stengelig brechende Kohle zeigt auf den Bruchflächen lebhaften Glanz. Ihr spezifisches Gewicht ist ungewöhnlich hoch und beträgt 1,6—1,7. Nach einer Analyse der Berliner Bergakademie besteht die Kohle aus: 95,26% C, 1,65% H und 3,09% O; ihr theoretischer Heizwert beträgt 7226 Wärmeeinheiten. Auffallend ist der ziemlich hohe Gehalt der Kohle an Schwefelkies, der den 8—10% betragenden Aschegehalt beträchtlich vermehrt. Ungeachtet der großen Schwefelkiesführung der Flöze sind Grubenbrände nicht bekannt geworden.

Bergbauliche Verhältnisse. Der Bergbaubetrieb am Piesberg (Stüve- und Haseschacht), der seit seinem Bestehen mit großen Wasserschwierigkeiten zu kämpfen hatte, kam im Juli 1898 zum Erliegen. Dabei waren die an Chloriden reichen, aber auch sehr kohlensäurehaltigen Zuflüsse, die nach HAARMANN (1902) in engstem Zusammenhange mit der Tektonik des Piesberges stehen, von 3 m³ bei Eröffnung des Betriebes (1868) auf rd. 48,0 m³ im Jahre 1897 gestiegen.

Bemerkenswerterweise sind die Gründe für die Stillegung nicht allein in den Schwierigkeiten der Wasserwältigung zu erblicken. Vielmehr war der äußere Anlaß ein nicht gerechtfertigter Streik der Belegschaft. Der noch anstehende bauwürdige Kohlenvorrat der bis jetzt bekannten Flözgruppe ist nicht ganz unerheblich. Er wird auf 5—6 Mill. t geschätzt.

Seit langen Jahren ist an Stelle des Bergbaues ein ausgedehnter und lohnender Steinbruchbetrieb getreten, dessen Grundlage die am Piesberge anstehenden, festen, quarzitischen Sandsteine und Konglomerate

bilden. In den im Besitze der Klöckner-Werke befindlichen, ausgedehnten Brüchen geht zur Zeit wieder ein lebhafter Betrieb um (vgl. Abschnitt XVIII).

Eine Zusammenstellung der an den verschiedensten Punkten des Osnabrücker Karbons aufgeschlossenen Schichten, die jedoch mehr den Charakter eines stratigraphischen Schemas hat, ergibt, daß die Mächtigkeit der Osnabrücker Stufe zahlenmäßig noch weit größer ist, als früher angenommen wurde (s. Abb. 404). So muß man zu den 540 m Alstedder Schichten und den rd. 1100 m der Ibbenbürener Schichten in den Bohrungen Ibbenbüren 2 und 4 noch rd. 320 m der wahrscheinlich jüngeren Hüggeler Schichten hinzurechnen. Erstere werden somit insgesamt rd. 1420 m mächtig. Nun sind aber am Piesberg allein rd. 440 m sicher flözführende Piesberger Schichten erschlossen worden. Diese entsprechen aber wieder den Schichten der Bohrung Limberg 1 und 2. Da über den kohleführenden Schichten dieser Bohrungen noch eine flözleere, graue Zone von rd. 580 m lagert, so wächst die Mächtigkeit der Piesberger Schichten insgesamt auf rd. 1020 m an. Die Gesamtmächtigkeit der Osnabrücker Schichten beträgt also: 1020 m (Piesberg-Schichten) + 320 m (Hüggel-Schichten) + 1100 m (Ibbenbürener Schichten) + 540 m (Alstedder Schichten) = 2980 m, also rd. 3000 m. Von diesen liegen rd. 2500 m über dem Ägir (Neptun)-Horizont (vgl. Abb. 404).

Hierbei fragt es sich weiter, ob die frühere Annahme, nach der bei Osnabrück das gesamte aus dem Ruhrbezirk bekannte Karbon vorhanden sein soll, tatsächlich zu Recht besteht. Wie neuere Untersuchungen wahrscheinlich machen (Keller 1932), setzt die Flözführung nördlich der Linie Goch—Burgsteinfurt—Ibbenbüren erst in viel höheren Schichten, und zwar etwa mit der unteren Fettkohle ein. In diesem Falle dürfte das Osnabrücker Karbon, das etwa bis Flöz Laura-Victoria durch Bohrungen aufgeschlossen ist, nur noch mit rd. 600—700 m flözführendem Karbon (unter den in der Bohrung Ibbenbüren erschlossenen Schichten) vertreten sein. Wahrscheinlich transgredieren hier nur die höheren Schichten des Karbons unter ± starkem Ausfall älterer Schichten des Karbons über voroberkarbonische Schichten.

XII. Abschnitt.

Die Schichten des Deckgebirges mit Ausnahme der Oberen Kreide.

A. Die Oberfläche des Steinkohlengebirges unterhalb des Deckgebirges.

1. Allgemeine Verhältnisse.

Die wichtige Rolle, welche die unter dem Deckgebirge verborgene Rumpffläche des gefalteten Steinkohlengebirges im Bilde der Gesamtablagerung spielt, verlangt eine genaue Betrachtung. Sie wird um so notwendiger, weil die zahlreichen bergbaulichen Aufschlüsse der letzten Jahrzehnte (durch Schächte, Bohrlöcher und Abbaubetriebe) in Verbindung mit geologischen Untersuchungen sowohl neues Licht auf die Ausbildung als auch auf die Entstehungsgeschichte dieser Ebene geworfen haben.

Seit altersher ist dem westfälischen Bergmann bekannt, daß die Auflagerungsfläche der das Steinkohlengebirge ungleichförmig überdeckenden Kreideschichten (die „präcenomane“ Landoberfläche) im Hauptgebiet des Bergbaues eine im allgemeinen gleichmäßige, mit etwa $1^1/_2$—3° flach nach N sich abdachende, ziemlich genau westöstlich streichende Ebene bildet. Abweichend hiervon ist ihr kleiner nordwestlicher Teil etwas schwächer geneigt und senkt sich nicht streng nach N, sondern mehr nach NNW ein. Hinsichtlich der im großen und ganzen vorhandenen Regelmäßigkeit ihrer Ausbildung unterscheidet sich die Rumpfebene des Steinkohlengebirges im Ruhrbezirk nicht unwesentlich von dem weit ungleichmäßigeren Flächenrelief mancher anderer Kohlenbezirke, wie z. B. von dem des oberschlesischen Steinkohlengebirges.

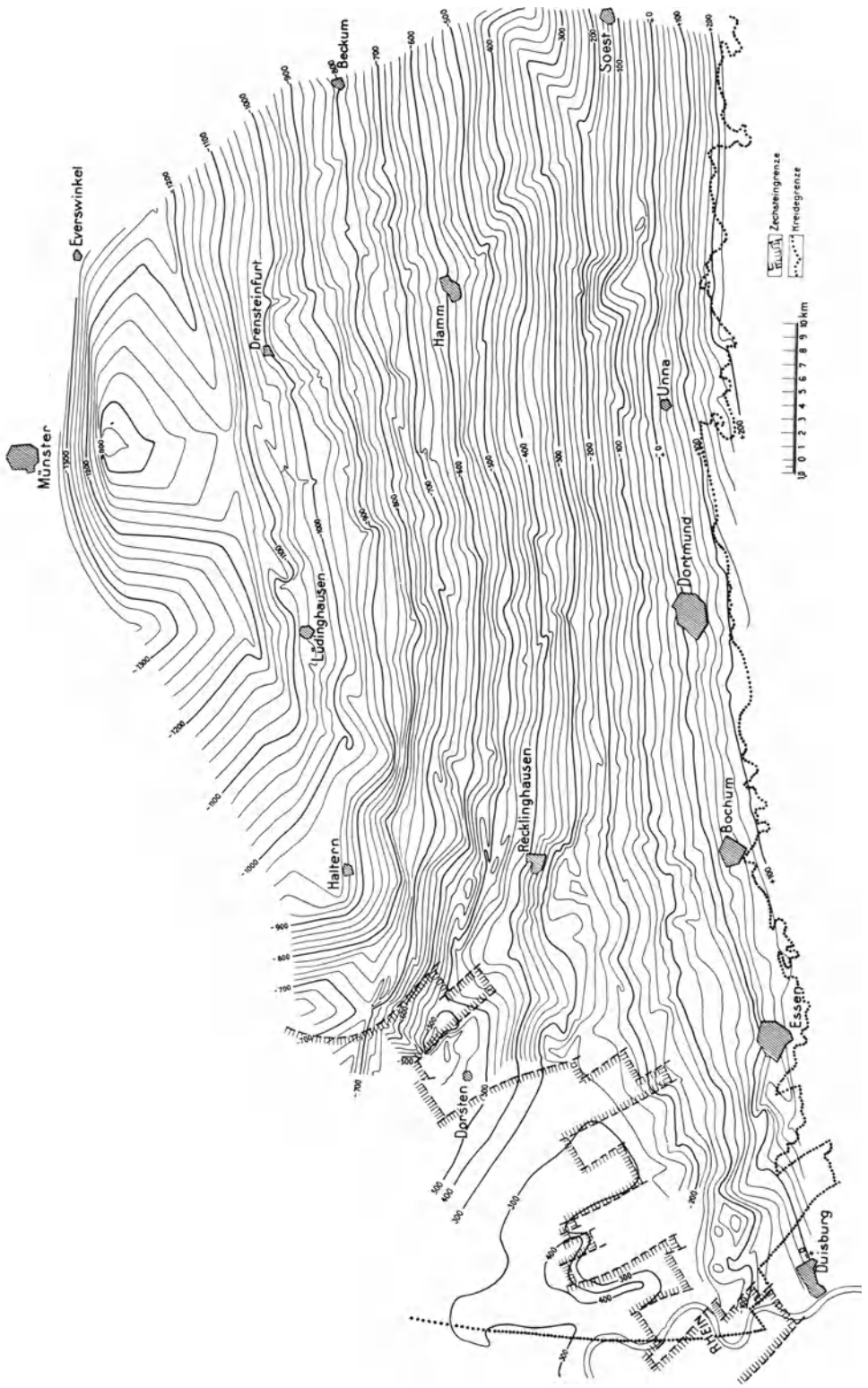


Abb. 405. Darstellung der Karbonoberfläche nach älterer Auffassung. Nach einer unveröffentlichten Dissertation von E. Brockkamp 1927.



Abb. 406. Darstellung der Karbonoberfläche nach neuer Auffassung.

Wenn auch im allgemeinen die Gleichmäßigkeit der Karbonoberfläche innerhalb des eigentlichen Bergbaugebietes so groß ist, daß man die Tiefe der Steinkohlengebirgsoberfläche für irgendeinen bestimmten Punkt im unaufgeschlossenen Grubenfelde mit ziemlicher Sicherheit im voraus zu ermitteln vermag, so ist sie doch nicht durchweg vorhanden. Vielmehr läßt die Oberfläche stellenweise große Regelwidrigkeiten verschiedenster Art erkennen, und zwar bezüglich des Gesamteinfallens als auch der Ausbildung dieser Fläche im einzelnen. Ganz besonders ist das im NW des Bezirkes der Fall, d. h. im Gebiete der unmittelbaren Überlagerung des Karbons durch die Schichten des Zechsteins und Buntsandsteins. Hier geht das sonst mit 2—3° nach NW gerichtete, sehr flache Einfallen der Rumpfebene des Steinkohlengebirges mit 4—6°, d. i. also mit 2—3° über das gewöhnliche Maß hinaus. Es erhebt sich vorerst die Frage, wie diese Fläche genetisch zu deuten ist.

Die vorgeschilderte Eigenart der Karbonoberfläche lehrt, daß die Auflagerungsfläche der Kreidedecke nicht den unveränderten ehemaligen Meeresboden darstellen kann. Aus ihrer Betrachtung ergibt sich vielmehr, daß sich die Rumpffläche des Karbons samt den aufgelagerten Schichten der Kreide infolge einer epirogenetischen Bewegung nach N gesenkt hat, was unter anderem schon aus der genau westöstlich verlaufenden Lage des heutigen Kreiderandes hervorgehen dürfte. Das Alter dieses Bewegungsvorganges ist zeitlich dadurch recht gut festgelegt, daß die jüngsten (senonen) Schichten der Kreide von der Neigung mitbetroffen sind, während das marine Oligozän wie auch das Paleozän die Ränder der Kreidemulde bzw. die Trias diskordant überlagern. Der Zeitpunkt dieses Bewegungsvorganges entspricht nach Stille der laramischen Faltungsphase der saxonischen Orogenese.

In späteren Zeiten hat sich diese Bewegung, wenn auch nicht um denselben Betrag und nicht nach genau derselben Richtung, fortgesetzt. Dabei scheint es sich in dem Vorgang nicht um eine Senkung der Kreideschichten nach N längs einer im S anzunehmenden Achse, sondern um eine Kippung um eine mehr nördlich etwa in der Richtung Duisburg-Soest gelegene „Drehachse" gehandelt zu haben. Während sich der größere nördliche Teil senkte, stieg der südliche Teil auf, so daß auf diese Weise der südliche Teil des Steinkohlengebirges in eine für den Bergbaubetrieb günstige Höhenlage gebracht wurde.

Nach den Untersuchungen Weissners (1929) soll sich diese Hebung des Gebirgskörpers im S bzw. die Absenkung nach N auch noch in der Jetztzeit vollziehen. Der in der Zeit von 25 Jahren eingetretene Höhenunterschied zwischen Solingen und Haltern wird von ihm auf rd. 40 mm angegeben.

Der einfachste Weg, um zu einem allgemeinen Überblick über das Bild der heutigen Steinkohlengebirgsoberfläche, die bei der Transgression des Kreidemeeres schon eine Ebene gewesen sein muß, zu kommen, ist die Herstellung eines aus Isohypsenlinien aufgebauten Tiefenschichtenplans der Kreideunterfläche, bezogen auf NN. Solche Pläne dieser Ebene sind im alten Sammelwerk (Bd. I, 1903) sowie von Kukuk (1910) veröffentlicht worden. Eine erweiterte Darstellung aus dem Jahre 1927 findet sich bei Brockamp (s. Abb. 405) in einer ungedruckten Dissertation der Universität Münster.

Wie die weiter unten näher erläuterten morphologischen Einzelverhältnisse erkennen lassen, kann aber das tatsächliche Relief dieser Fläche lediglich durch „Isohypsen" (Tiefenschichtenlinien) nicht erschöpfend wiedergegeben werden, ganz abgesehen davon, daß die Linienführung der Isohypsen in manchen Gebieten mangels genügender Aufschlüsse nur zu oft den Ausdruck persönlicher Auffassung vermittelt. Immerhin gibt eine derartige Karte einen ersten Überblick über die Gesamtausbildung der Rumpfebene, weist auf ihre Unregelmäßigkeiten (Verbiegungen, Erhöhungen und Rinnen) hin und gestattet sogar, Schlüsse über die Entstehungsgeschichte dieser Ebene zu ziehen.

Eine wirklichkeitsnahe, geologisch-morphologische Wiedergabe des Flächenreliefs ist nur unter Einbeziehung der sog. „Mergelabsturzlinien" in das Isohypsenbild der Kreideunterlage möglich, wie das in der Abb. 406 und Tafel VIII zum Ausdruck gekommen ist. Sie sind nach den Ergebnissen aller mir zugänglich gewesenen neuen Gruben- und Bohrlochaufschlüsse sowie nach den älteren Angaben der Literatur neu von mir entworfen worden.

Dabei sei bemerkt, daß die für die Darstellung der Tiefenlinien herangezogenen unterirdischen Höhenangaben, mindestens soweit es sich um absolute Zahlenangaben von Bohrungen handelt, nur sehr kritisch verwendet werden durften, da diesen Angaben aus den verschiedensten Gründen sehr erhebliche Ungenauigkeiten anhaften können.

Mehr oder weniger große Teile dieser Fläche sind schon früher, so in den von BÄRTLING und BEYENBURG bearbeiteten Tiefbohrkarten im M. 1:100000 (Blätter Dortmund, Soest, Münster, Warendorf und Recklinghausen der Preuß. Geol. Landesanstalt), ferner in den von den Ver. Stahlwerken bzw. Gelsenkirchener B.A.G. herausgegebenen Monographien einzelner Zechen, in grundrißlichen Teildarstellungen BREDDINS (Glückauf 1929) sowie in einigen von mir gegebenen Examensarbeiten nach dieser Methode bearbeitet worden.

Eine kurze Erörterung der Ansichten über die Bildungsgeschichte von Rumpfflächen bzw. Fastebenen und damit auch von der Oberfläche des Steinkohlengebirges sei vorausgeschickt.

Fassen die einen (CREMER-MENTZEL 1903, BÄRTLING 1908, KRUSCH 1908) sie als eine marine Abrasionsfläche auf, so sehen andere (insbesondere DEECKE 1916, WEGNER 1926 und KAHRS 1927), denen sich der Verfasser anschließt, in ihr in erster Linie eine alte, bei wechselnden klimatischen Verhältnissen der langdauernden Perioden zwischen Oberkarbon und Cenoman durch festländische Abtragung entstandene Verebnungsfläche (Denudationsfläche) mit vereinzelten, schwach aufragenden „Härtlingen". Infolge der eingetretenen Senkung des ganzen Gebietes ist diese zwar vom Meere überflutet, aber nur in verhältnismäßig geringem Ausmaße durch die Ingression bzw. Transgression des Zechsteinmeeres bzw. des Cenomanmeeres umgeformt worden (sog. abradierende Transgression, JESSEN 1932).



Abb. 407. Strudellöcher auf der Karbonoberfläche des Kassenberges bei Mülheim-Broich. Risse durch Steinbruchbetrieb entstanden. Aufn. H. DREESKAMP.



Abb. 408. Durch das Kreidemeer ausgearbeitete Strudellöcher auf der Karbonoberfläche des Kassenberges bei Mülheim-Broich. Aufn. H. DREESKAMP.

Die heutige Höhenlage der Transgressionsfläche entspricht nicht dem ursprünglichen Böschungswinkel des cenomanen Meeresbodens. Ihre Lage und Ausbildung ist vielmehr, wie schon erwähnt, das Ergebnis einer zeitlich wiederholten Kippung des ganzen Schichtenblocks in Verbindung mit den Einwirkungen von Krustenbewegungen während der saxonischen Gebirgsbildung auf den Untergrund. Gegen die Auffassung der Karbonfastebene als Transgressionsfläche statt reiner Abrasionsfläche kann auch nicht das Vorhandensein der insbesondere am Südrande nicht völlig eingeebneten, morphologisch reich gegliederten und mit Sedimenten des Cenomans bzw. Turons erfüllten „Klippenlandschaft" bei Mülheim (Kassenberg), Essen, Bochum, Billmerich und Frömern u. a. a. O. ins Feld geführt werden. Nichts spricht dafür, daß wir hier den Rest eines durch die Brandung zur Kreidezeit abgetragenen, höher aufragenden Landes vor uns haben, wenn auch die Klippen selbst deutliche Spuren der Brandung tragen (Abb. 407 u. 408). Würde die Abrasionsanschauung zu Recht bestehen, so müßte sich irgendwo der Gebirgsschutt des zerstörten Festlandes (vermengt mit zahllosen Kohlenbrocken) feststellen lassen. Statt dessen überlagert nur ein höchstens wenige Meter mächtiges Basalkonglomerat diese Fläche. Meines Erachtens haben die früher weit überschätzten Abrasionswirkungen des Kreidemeeres der durch allgemeine terrestrische Denudation erzeugten Fastebene der rechtsrheinischen Karbonoberfläche gewissermaßen nur den allerletzten Schliff gegeben.

Da diese Fastebene also nicht lediglich durch marine Abhobelung eines hoch herausragenden Gebirges entstanden ist, sollte sie auch nicht mehr als „Abrasionsfläche" im eigentlichen Sinne angesprochen werden.

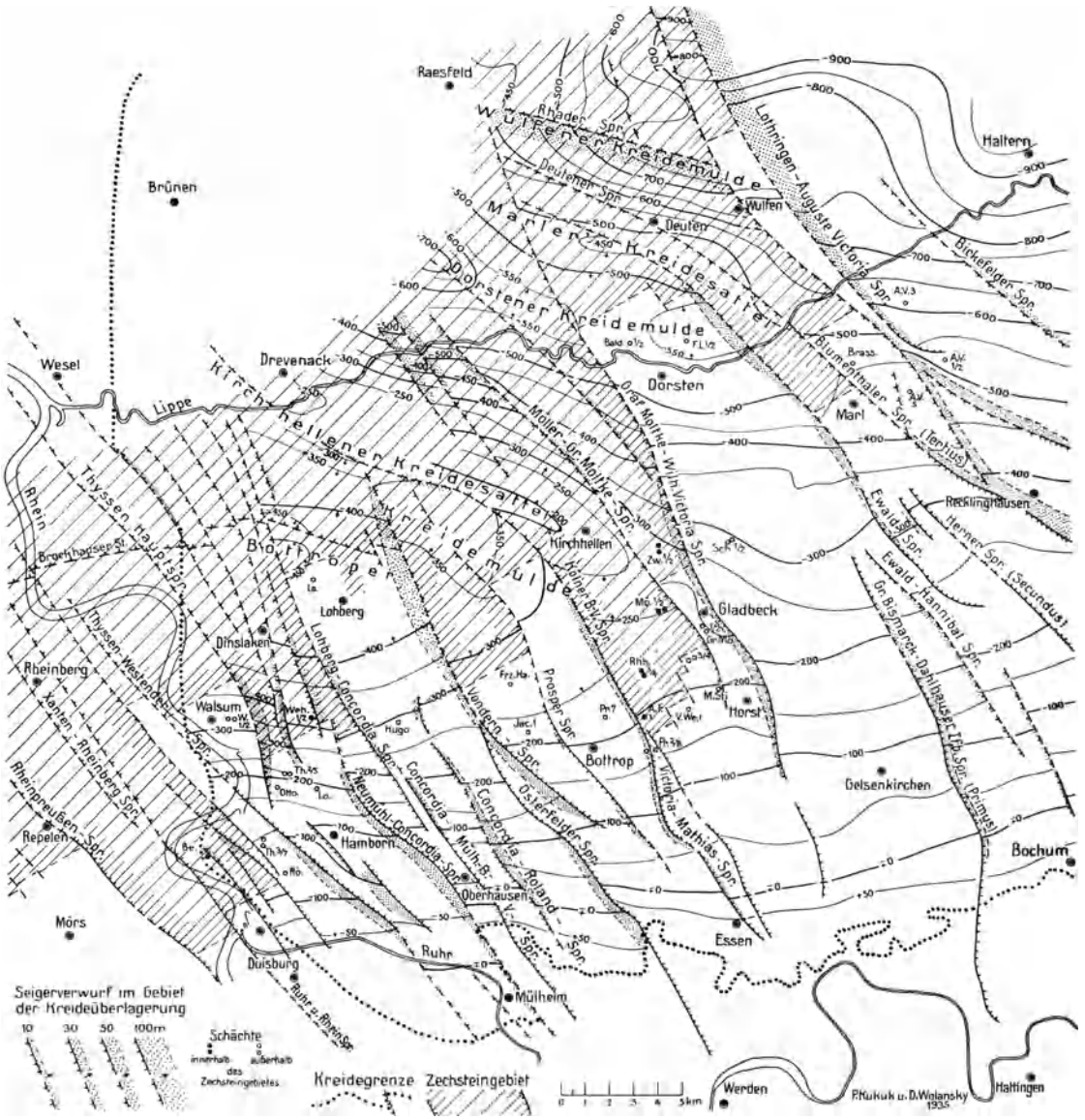


Abb. 409. Tiefenschichtenplan der Kreideauflagerungsfläche im Zechsteingebiet auf Grund der Schacht- und Bohrlochaufschlüsse. Unter Mitbenutzung der Angaben von H. BREDDIN, der Pr. G.L.A. und in Frage kommender Zechen.

Die nach S ansteigende Transgressionsfläche scheint auch noch im Gebiete des Rheinischen Schiefergebirges verfolgbar zu sein. Hier ist diese Fläche aber infolge jüngerer Erosionswirkungen von der Kreidedecke fast völlig wieder befreit und stark zertalt. Nach BROCKAMP (1927) soll die alte Rumpffläche am klarsten zwischen dem Südrande der Kreide sowie der Hoppecke und der Ruhr erhalten geblieben sein, wo die höchsten Erhebungen (einschließlich der Höhe von Winterberg) in Höhe der Kreideunterkante liegen.

Eine interessante, wenn auch nicht übereinstimmende Parallele mit dieser Fläche bietet die Auflagerungsebene der Aachener Kreide, die nach BREDDIN (1932) als eine durch rein festländische Abtragung entstandene Fastebene aufzufassen ist.

Was im vorstehenden von der Wirkung der Transgression des Kreidemeeres auf das gefaltete Karbon gesagt ist, gilt natürlich auch für das von Zechstein und Buntsandstein unmittelbar überdeckte Gebiet des Steinkohlengebirges (s. Abb. 409). Auch hier stellt die Auflagerungsfläche der Kreide auf Trias und Zechstein eine durch Abrasionsvorgänge nur unwesentlich veränderte alte Denutationsfläche dar, deren Gleichmäßigkeit aller-

dings heute sowohl durch Schollenbewegungen zur Zeit der kimmerischen als auch der laramischen Phase der saxonischen Orogenese gestört ist, so daß hier neben herzynisch gerichteten, flachen Sätteln und Mulden der Kreideablagerungen auch Gräben und Horste auftreten, die in ihrer Fortsetzung nach NW eine mehr westöstliche Richtung annehmen. Immerhin tritt die Einheitlichkeit der gesamten cenomanen Transgressionsfläche des Industriebezirkes auch aus den Tiefenschichtenlinien der Kreideunterkante im Trias-Zechsteingebiete noch gut in Erscheinung (s. Abb. 409).

Auf der Übersichtskarte sind die von BREDDIN vorgeschlagenen Namen der „Kreidemulden" und „Kreidesättel" zum Ausdruck gekommen. Sie lassen sich aus dem Tiefenschichtenplan ± gut herauslesen.

Etwas anderer Ansicht ist OBERSTE-BRINK (1935), der z. B. die Bottroper Kreidemulde BREDDINS als eine wannenförmige Einsenkung auf der Oberfläche des Karbons ansieht, die ein wesentlich anderes Streichen wie das der Trias-Gräben und -Horste haben soll.

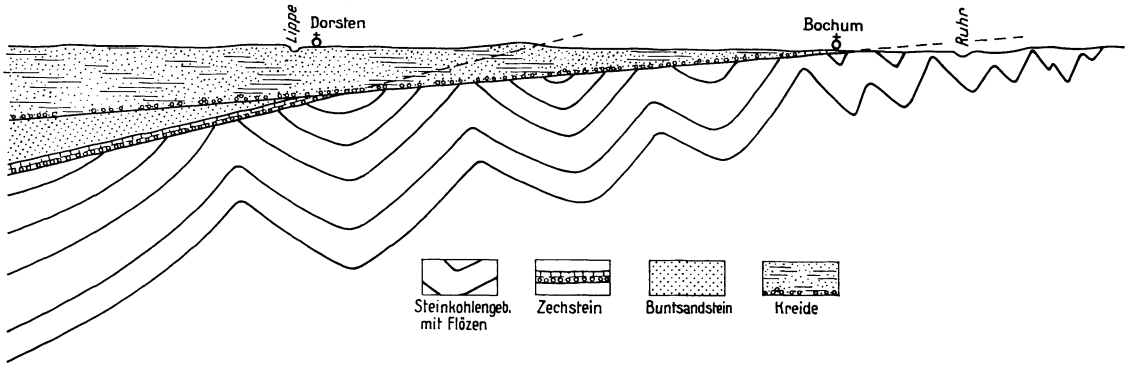


Abb. 410. Schematische Darstellung der beiden ungleich stark geneigten Teile der karbonischen Rumpffläche, hervorgerufen durch die zu verschiedenen Zeiten erfolgte Kippung der Transgressionsflächen von Zechstein und Kreide.

Jedenfalls ist die Gesamtoberfläche des eingeebneten Karbonrumpfes genetisch keine einheitliche Fläche. Sie besteht vielmehr, soweit der eigentliche Ruhrbezirk in Frage kommt, aus mindestens zwei, dem Alter nach sehr verschiedenen Flächen: einmal aus dem von Zechstein und Buntsandstein überdeckten, stärker geneigten, kleineren, älteren und durch verschiedenaltrige Schollenbewegungen stark beeinflußten Teil im NW des Bezirkes, und ferner aus der flacher einfallenden, größeren und jüngeren Fläche, auf welcher die Kreide das Karbon unmittelbar überlagert. Das vorstehende schematische Profil soll die Vorstellung erleichtern (s. Abb. 410). Dabei wird im einzelnen schwer zu entscheiden sein, welchen Vorgängen der Hauptanteil an der Einebnung des Steinkohlengebirges gebührt, der im unmittelbaren Anschluß an die Karbonzeit einsetzenden Fastebenenbildung oder der nach der Trias-Jurazeit.

Das von Zechstein und Buntsandstein diskordant überlagerte Gebiet des Karbons (d. h. etwa der Raum nordwestlich der Linie Ruhrort-Haltern) fällt — wie schon angedeutet — etwas aus dem allgemeinen Rahmen der Ausbildung der Karbonoberfläche heraus. Lediglich nach dem Verhalten der Tiefenschichtenkurven beurteilt (s. Tafel VIII), ähnelt die Beschaffenheit der Karbonoberfläche einer von tiefen und breiten Schluchten durchfurchten Landschaft. Das wirkliche Relief dieser Fläche sieht jedoch anders aus und ist durch eine Reihe versenkter Gräben und herausragender Horste sowie Staffeln gekennzeichnet. Diese Schollen sind durch eine nach Ablagerung der Zechstein- und Triasschichten zur Zeit der kimmerischen Phase der saxonischen Gebirgsbildung erfolgte Zerlegung der Schichtenplatte entstanden und noch vor Ablagerung der Kreide wieder eingeebnet worden. Nach der Bildung der Kreideschichten wurde das Schichtenpaket erneut zerrissen und von den Auswirkungen der jüngsten (laramischen) Faltungsphase beeinflußt. Deshalb fällt auch die Rumpfebene des Karbons unterhalb der Schichten des Perms und der Trias, d. h. die Transgressionsfläche des Zechsteins, zwar insgesamt nach NW, im einzelnen aber innerhalb der Teilschollen nach verschiedenen Richtungen ein.

2. Das allgemeine morphologische Bild der Rumpffläche.

Die früher meist nur durch Bohr- und Schachtaufschlüsse festgestellte Grenzfläche des Deckgebirges gegen die Steinkohlengebirgsoberfläche ist unter anderem durch den in den letzten Jahrzehnten schwunghaft geführten Abbau des sog. Mergelsicherheitspfeilers im Felde vieler Zechen auf größere Erstreckung der unmittelbaren Beobachtung zugänglich gemacht worden. Die hierbei geschaffenen Aufschlüsse (Mergelwetterstrecken, Aufhauen, Stapel u. a.) ermöglichten es, die Beschaffenheit dieser Ebene an vielen Punkten unter Tage an Ort und Stelle genau zu studieren. Auch seismische Untersuchungen haben das Bild dieser Fläche in einigen Einzelheiten ergänzen können (Barsch 1931, Trappe 1935).

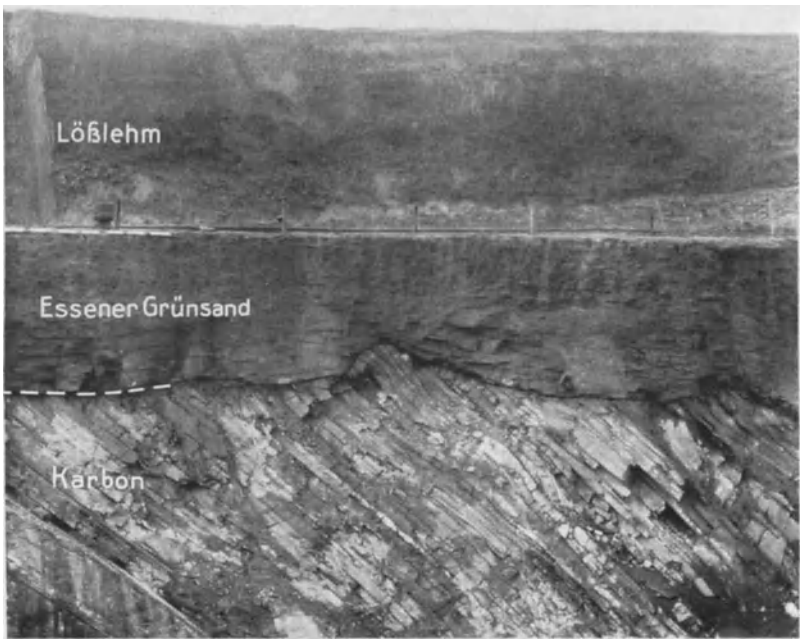


Abb. 411. Diskordante Überlagerung aufgerichteter Schichten des Steinkohlengebirges durch den Essener Grünsand. Einige härtere Bänke ragen als Riffe in den Grünsand. Steinbruch der Gels. B. A. G. an der Querenburger Straße in Bochum.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen in Verbindung mit der Verarbeitung aller mir sonst bekannt gewordenen Höhenpunkte der Karbonoberfläche und vielen neuen Feststellungen am südlichen Ausgehenden der Kreide geht deutlich hervor, daß die im allgemeinen nach N einfallende, ebene Auflagerungsfläche der oberen Kreide örtlich recht erhebliche Unebenheiten von sehr verschiedenartiger Ausbildung aufweist. Derartige Höhendifferenzen treten im übrigen weniger in nordsüdlicher als vornehmlich in O—W- bzw. SW—NO-Richtung in Erscheinung. Bemerkenswerterweise ist auch der Fallwinkel im allgemeinen im S etwas geringer als im N des Gebietes.

Besonders starke Unebenheiten zeigt die Karbonoberfläche im Gebiet des südlichen Ausgehenden der Kreide, wo neben Inseln und Klippen (s. Abb. 467) aus härteren, karbonischen Gesteinen auch wannen- oder taschenartige Auskolkungen und Auskesselungen zu beobachten sind. Außer diesen örtlich begrenzten Klippen ragen aber, wie sich aus den Gruben- und Bohrlochaufschlüssen ergibt, auch noch vereinzelte, $\pm$ langgestreckte flache Rücken aus der Transgressionsfläche heraus, wie unter anderem in der Gegend von Marl, Herten, Herne, Gladbeck, Wanne, Hemmerde und Rhynern. Stärkere Divergenzen und Konvergenzen der Tiefenschichtenkurven werden aus der Karte von Brockamp bei Recklinghausen, Lüdinghausen, Werne, Ottmarsbocholt, Drensteinfurt, Pelkum und Hamm ersichtlich. Sie lassen sich jedoch, wie die neuere Darstellung auf Tafel VIII lehrt, viel ungezwungener durch Bruchtektonik deuten. Aber auch noch andere regionale Unregelmäßigkeiten, wie Verflächungserscheinungen und rillenartige Austiefungen, scheinen vorhanden zu sein.

Manche dieser örtlich beschränkten Unregelmäßigkeiten der Oberfläche habe ich schon seit vielen Jahren bei der Untersuchung der Kreideunterfläche auf den Wettersohlen zahlreicher Gruben untersuchen und festlegen können. Auch in Tagesaufschlüssen

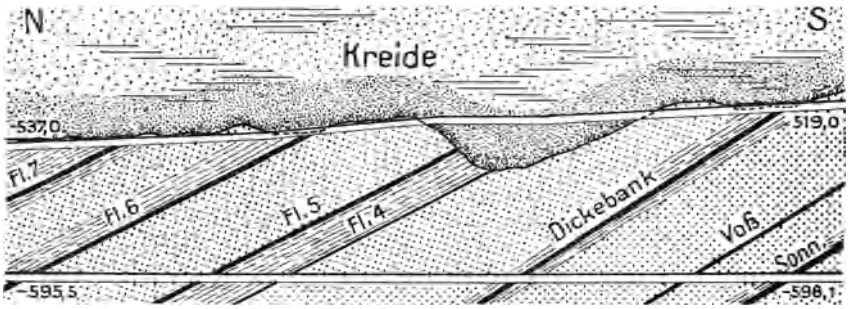


Abb. 412. Unregelmäßige Ausbildung der Karbonoberfläche unter dem cenomanen Grünsande auf der Zecne Emscher-Lippe.

lassen sich die Unregelmäßigkeiten der „Fastebene", die wesentlich auf den Härteunterschieden der Gesteine beruhen, gut beobachten (s. Abb. 411). Häufig sind die Unterschiede in der Höhenlage der Oberfläche des Steinkohlengebirges so erheblich, daß man unter Tage an den Stößen der Querschläge deutlich das Auf- und Niedersetzen des das Steinkohlengebirge diskordant überlagernden Grünsandes erkennen kann. Es fehlt auch nicht an einer gewissen Gesetzmäßigkeit dieser Erscheinung. So bemerkt man fast durchweg in der Nähe der härteren Gesteinsbänke (im Hangenden oder Liegenden der Flöze) auf der Luvseite ein allmähliches Anheben des Grünsandes, während er auf der Leeseite ziemlich unvermittelt in die milderen Gesteinszonen (Kohlenflöze oder Schiefertone) niedersetzt (s. Abb. 412). Eine derartige Gesetzmäßigkeit ist jedoch nicht überall

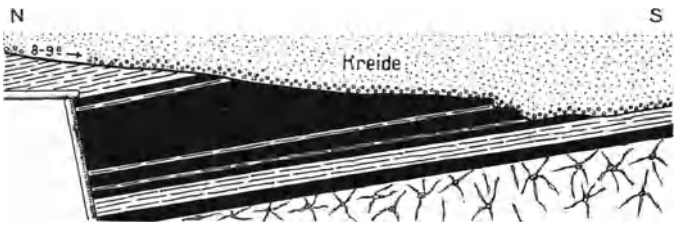


Abb. 413. Diskordante Überlagerung eines Flözausstriches durch den Essener Grünsand unter Auswaschungserscheinungen (Zeche Gneisenau). Nach LEMPFERT.

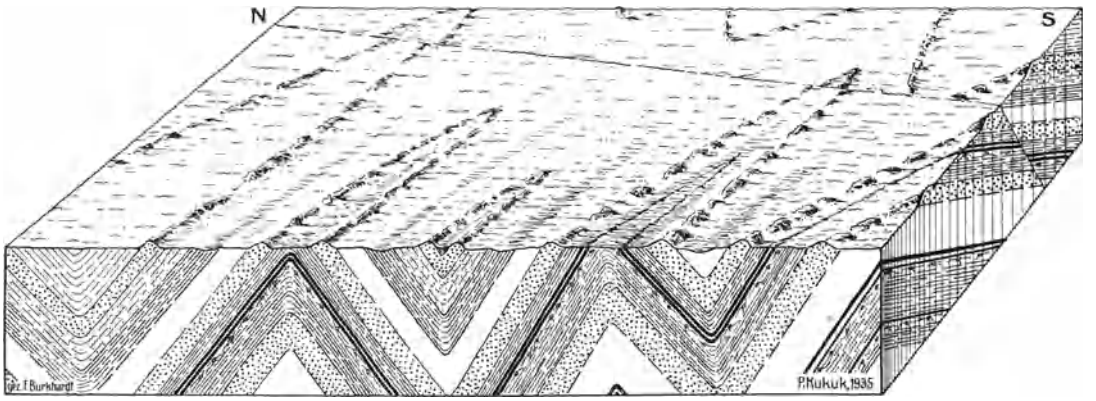


Abb. 414. Das durch den Wechsel von härteren und weicheren Bänken hervorgerufene Relief der Steinkohlengebirgsoberfläche unter dem Kreidedeckgebirge (schematisch).

vorhanden. Abgesehen davon, daß sich der cenomane Grünsand an vereinzelten Stellen auch in Auskesselungen und wannenförmige Vertiefungen der festen Sandsteinzonen hineinlegt, finden sich, wenn auch seltener, Aufwölbungen des Mergels über weniger widerstandsfähigen Gesteinsschichten. Da, wo sich die Auswaschung unmittelbar in der Kohle ausstreichender Flöze auswirkt (s. Abb. 413), pflegt man von „Auskohlung" zu sprechen. Der Regel nach ragen meist die harten Sandsteinbänke als Rippen oder Buckel (Härtlinge)

über die Ebene heraus — Erscheinungen, die man, wie erwähnt, besonders schön am südlichen Ausgehenden der Kreide feststellen kann. Sie sind aber auch die Ursache des unruhigen Oberflächenreliefs des Karbons innerhalb anderer Teile der Rumpffläche. Eine von der Kreide völlig befreite Karbonoberfläche würde durch die herausragenden Sandsteinrippen ein gutes Bild der Tektonik des Steinkohlengebirges geben, wie in dem schematischen Übersichtsbilde der Abb. 414 darzustellen versucht worden ist.



Abb. 415. Große Kohlensandsteingerölle aus dem Transgressionskonglomerat des Grünsandes der Zeche Baldur. Aufn. KUKUK.

Nicht immer sind die Unebenheiten der Kreideunterkante auf geologische Ursachen zurückzuführen. Genaue Untersuchungen haben ergeben, daß ± starke, muldenförmige Einbiegungen der Oberfläche des Karbons auch Folgeerscheinungen des Abbaues darstellen können. Aus diesem Grunde müssen alle für die Darstellung der ehemaligen Oberfläche heranzuziehenden Höhenzahlen vorher genau auf ihre etwaige Beeinflussung durch Wirkungen des Abbaues geprüft werden.

Im übrigen überlagert der Grünsand und sein Basalkonglomerat stellenweise mit einer erstaunlichen Ebenflächigkeit eine Schichtenfolge petrographisch verschiedenartiger Gesteine, wobei das Konglomerat mit seinen zahlreichen, ± abgerollten, im Grünsande eingebetteten Kohlensandsteingeröllen (vielfach mit Bohrmuschellöchern) als ein richtiges Transgressionskonglomerat anzusprechen ist, das sich durch die bei der Ingression des Kreidemeeres erfolgte Abrollung und Aufbereitung des lockeren Schuttes auf der Oberfläche des Steinkohlengebirges gebildet hat.

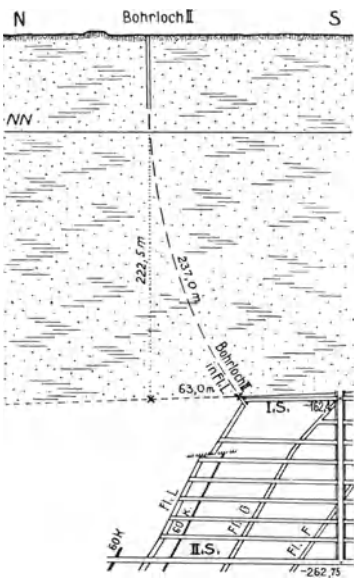


Abb. 416. Abweichen einer Bohrung von der Senkrechten, nachträglich festgestellt durch Grubenbaue im Felde der Zeche Teutoburgia.

Bisweilen erreichen diese Gerölle eine erhebliche Größe, wie z. B. auf Zeche Baldur (vgl. Abb. 415), wo sie bis zu $^3/_4$ m³ Inhalt haben. Soweit ich die auf dem Werkplatz zusammengestellten, großen Gerölle nachprüfen konnte, bestehen sie jedoch nicht aus Buntsandstein, wie BÄRTLING irrtümlich annahm, sondern aus dem harten Kohlensandstein der Gasflammkohlenschichten.

Nicht selten gewinnt man aus den Teufenzahlen einer Reihe nahe beieinander stehender Tiefbohrungen den Eindruck, als wenn hier an der Oberfläche des Karbons ± tiefe, gewissermaßen schachtartige Einsenkungen vorhanden wären. Derartige Feststellungen habe ich sehr häufig, so westlich von Ottmarsbocholt, südlich von Dolberg, westlich von Selm und an vielen anderen Orten gemacht.

Solche unvermittelten Unterbrechungen der Ebenflächigkeit auf kleinstem Raume können aber weder als die Folge von Erosionsvorgängen (Ausstrudelungslöcher) noch von tektonischen Vorgängen gedeutet werden. Scheint es sich doch hier nicht um Unebenheiten der Oberfläche, sondern lediglich um Mißdeutungen von Bohrlochangaben zu handeln. Wie schon oben erwähnt, weichen die Bohrlöcher häufig ± stark von der Senkrechten ab, so daß Unterschiede zwischen Bohrlochtiefe und Vertikalteufe von 10% und mehr nicht zu den Seltenheiten gehören. Aus der bohrtechnischen Literatur sind noch weit größere Abweichungen vom Lot bekannt geworden. Ich möchte daher, wie das auch BROCKAMP tut, die Erscheinungen der „Löcher" fast ausnahmslos auf derartige Meß- bzw. Bohrfehler zurückführen.

Ein interessantes Schulbeispiel für die falsche Erkenntnis der Höhenlage der Karbonoberfläche auf Grund einer schiefen Bohrung liefert Abb. 416. Es zeigt, wie eine in den 70er Jahren auf Zeche Teutoburgia niedergestoßene Mutungsbohrung, deren Austrittsstelle beim Abbau der Kohle unter dem Mergel in der Grube wieder freigelegt worden war, völlig vom Lot abgewichen ist. Das rd. 237 m tiefe Bohrloch wies eine

seitliche Abweichung von 63 m, d. h. eine Verlängerung um 15 m auf. Entsprechend den viel größeren Tiefen der Bohrungen im nördlichen Westfalen und den hiermit verbundenen, weit beträchtlicheren Abweichungsmöglichkeiten müssen die Tiefenangaben von Bohrungen mit besonderer Vorsicht ausgewertet werden.

3. Die großregionalen Unregelmäßigkeiten der Fastebene, insbesondere die Mergelabstürze.

Neben den vorerwähnten, ± unregelmäßig auftretenden und nur ganz örtlich beschränkten Unebenheiten der Fastebene werden aber auch noch große, regionale, ±

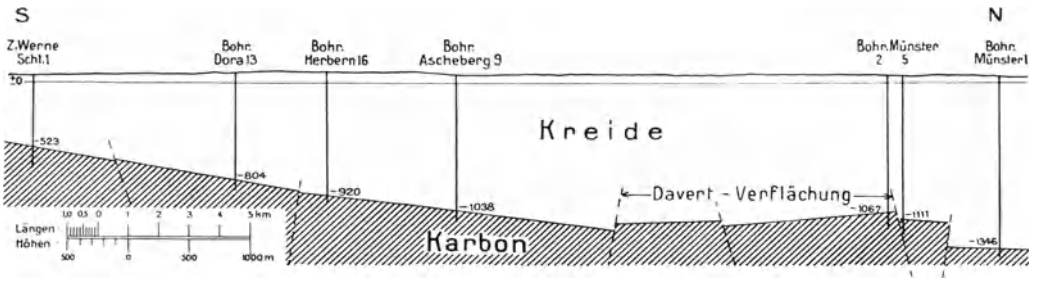


Abb. 417. Profil durch die „Davertverflächung" (Karbonoberfläche) südlich von Münster.

gesetzmäßig verlaufende Sondererscheinungen der Oberfläche beobachtet. Beispielsweise fällt die Transgressionsfläche an manchen Stellen, wie im Felde der Thyssenschächte IV/VIII, im Bereich der Davertstufe, im Gebiet der Bohrungen Hohemark und Klein-Reken und an vielen anderen Stellen nicht nach N, sondern nach O bzw. nach S ein. Wieder an anderen Stellen, wie im Felde der Zeche Scholven und im Gebiet der Davertverflächung, sehen wir die Karbonoberfläche bei schwacher Einbiegung fast horizontal gelagert. Weiter ergibt sich aus der Betrachtung des Karbonreliefs (s. Tafel VIII), daß nördlich der Lippe fast auf der ganzen Linie ein ± starkes Verflachen des Einfallens der Fastebene eingetreten ist. Stellenweise, wie im Gebiet der Davertverflächung und im N der Augustusfelder (nördlich Dorsten), scheint die Oberfläche bis zur Bohrung Münster 2 sogar wieder nach N anzusteigen, wenn sie auch im einzelnen durch Querverwerfungen stark verworfen ist (s. Abb. 417).

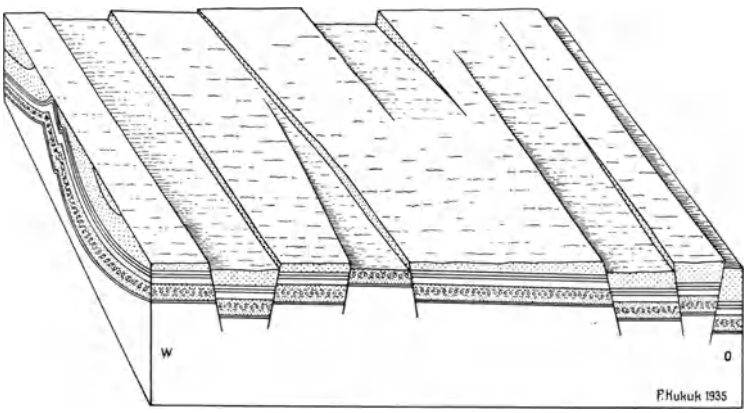


Abb. 418. Schematische Darstellung der durch Quersprünge zerrissenen, eingeebneten Karbonoberfläche.

Daher kann die in der Karte von Brockamp wiedergegebene Darstellung der Davertverflächung (s. Abb. 405) meines Erachtens den tatsächlichen Verhältnissen nicht mehr entsprechen, wie noch näher unten ausgeführt werden wird.

Auf Grund der heute vorhandenen Aufschlüsse bedarf auch die von Cremer (1893) in seiner verdienstvollen Arbeit über den Zusammenhang des Ruhrkohlenbezirkes mit dem Vorkommen von Osnabrück geäußerte Ansicht, daß das Tiefste der Kreide etwa bei Münster liege, einer Korrektur. Tatsächlich haben wir die größte Mächtigkeit der Kreide im NO des Bezirkes, und zwar zwischen dem Teutoburgerwaldrand und dem Münsterländer Abbruch. Wieder an anderen Orten scheint die Oberfläche von größeren, NW—SO verlaufenden, rinnenförmigen Wannen durchzogen zu sein, die möglicherweise auf Ausräumungen von Gesteinsschutt längs der hier durchsetzenden Querverwerfungen an der Karbonoberfläche zurückzuführen sind.

Ein gänzlich abweichendes Bild von den oben erwähnten, örtlichen bzw. kleinregionalen Unregelmäßigkeiten der Rumpfebene bieten die sog. Mergelabstürze mit ihren bisweilen sehr starken, ± steilen Verwürfen längs großer Erstreckungen. Auf diese Querstörungen hat als einer der ersten Pilz (1906) hingewiesen. Derartige Abstürze liegen vor, wenn zwischen mehreren, nahe beieinander gelegenen Oberflächenpunkten des Steinkohlengebirges längs einer geraden Linie ± große Höhendifferenzen vorhanden sind. Durch solche Mergelabstürze kann die sonst so ebene Transgressionsfläche in eine Reihe NW—SO verlaufender, paralleler Streifen (Hoch- und Tiefgebiete) zerlegt werden, die treppenstufenartig gegeneinander abgesetzt sind. Hierbei erscheinen die einzelnen Stufen tektonisch bald als Horste, Gräben oder Staffeln, bald als herausgepreßte Keilhorste bzw. versenkte Keilgräben (s. Abb. 418).

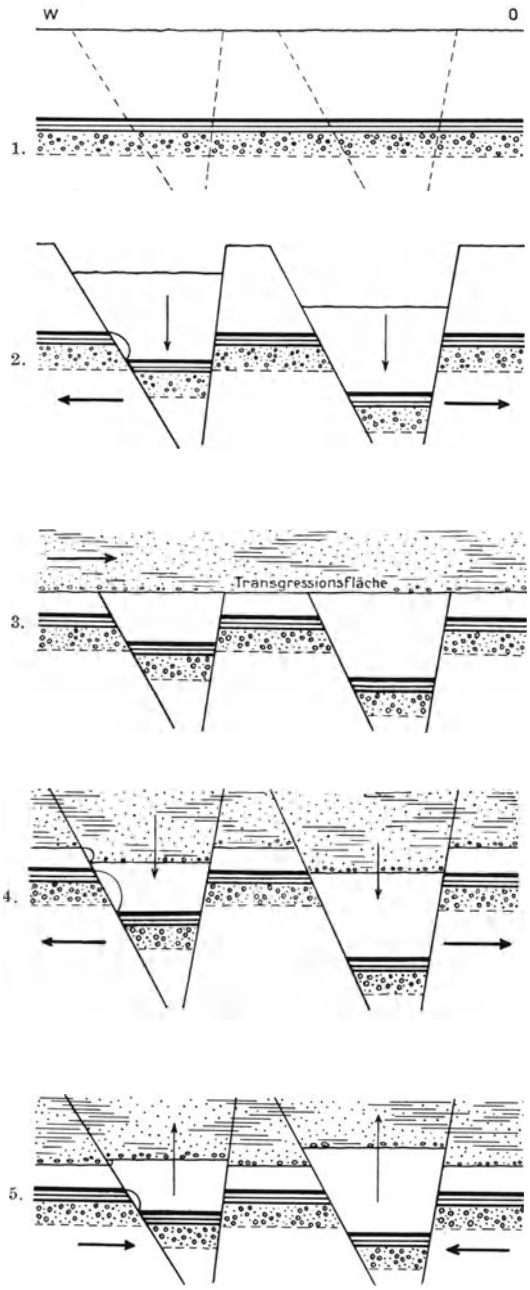


Abb. 419. Die Beeinflussung der Karbonoberfläche und der überlagernden Kreide durch Zerrungs- und Pressungsvorgänge längs der alten karbonischen Störungen (schematisch). 1. Ungestört abgelagerte Schichten des Steinkohlengebirges. 2. Durch Zerrung hervorgerufene Zerlegung des Steinkohlengebirges in Horste und Gräben. 3. Wiedereinebnung des Steinkohlengebirges und Transgression der Kreide. 4. Durch Zerrung nach Ablagerung der Kreide erfolgtes Wiederaufreißen der alten karbonischen Sprünge unter Absinken der Grabenschollen im Sinne der Karbonschollen. 5. Infolge Pressung nach Ablagerung der Kreide erfolgtes Wiederaufreißen der karbonischen Sprünge unter Aufwärtsbewegung der Grabenschollen, die zu Überschiebungen in der Kreide führten.

Ganz naturgemäß haben diese Mergelabstürze das besondere Interesse der Bergbautreibenden erregt. Freilich ist ihre Entstehungsursache erst seit wenigen Jahrzehnten richtig erkannt worden. Galt es doch noch zu Ende des vergangenen Jahrhunderts fast allgemein im Bergbau als Grundgesetz, daß die verwerfenden Klüfte des Steinkohlengebirges nicht bis in den Mergel hineinsetzen (Hilger 1883). Beobachtungen, die dieser Anschauung widersprachen, versuchte man früher entweder mit unvollständiger Abrasion der Oberfläche oder mit besonders tiefgehender Auswaschung durch die „brandende Meereswoge", oder durch Annahme eines Irrtums in der Beobachtung zu erklären. Nur der scharf beobachtende Lottner hielt es schon 1859 nicht für ausgeschlossen, daß einige Verwerfungen die Kreide „affiziert" haben.

Das Studium der Oberfläche des Steinkohlengebirges unterhalb des Kreidemergels durch bergbauliche Aufschlüsse und solche über Tage hat nun ergeben, daß es sich in den sog. Mergelabstürzen um die Auswirkungen posthumer Schollenbewegungen längs der schon aus der Karbontektonik bekannten Sprünge handelt.

Dabei wird offenbar, daß sich die Kreideschollen längs der Sprünge teils in demselben Sinne wie im Steinkohlengebirge (infolge von Zerrungen), teilweise aber auch im entgegengesetzten Sinne (und zwar durch Pressungsvorgänge) bewegt haben (s. Abb. 419). Geologisch schärfer gefaßt, handelt es sich hier um die Ergebnisse von jüngeren Bewegungsvorgängen zur Zeit der laramischen Phase der saxonischen Orogenese des Teutoburger Waldes längs der alten, teils spätkarbonisch, teils zu kimmerischer Zeit wieder aufgerissenen Sprünge des Steinkohlengebirges.

Glaubte man früher, daß die das Kreidedeckgebirge verwerfenden Störungen fast ausschließlich auf das Gebiet des Rheintalgrabens beschränkt seien, so haben neuere Untersuchungen die Unrichtigkeit dieser Annahme erwiesen. Fest steht, daß fast alle größeren karbonischen Störungen wenigstens innerhalb des durch Bergbau aufgeschlossenen Gebietes auch die Kreide mitverworfen haben. Wie aus der Tafel VIII hervorgeht, liegen die stärksten Verwürfe in der Gegend nördlich von Dorsten und südlich von Münster.

Um das Ausmaß des Verwurfs längs der Sprünge auf der Karbonoberfläche bzw. in der Kreide deutlich kennbar zu machen, ist auf der beigegebenen Übersichtskarte der Betrag des Verwurfs an der Rumpffläche des Karbons bzw. der Kreideunterkante durch eine eigene Signatur zum Ausdruck gebracht worden (s. Tafel VIII).

Besonders bezeichnende, teils durch Bohrloch- und teils durch Zechenaufschlüsse ± genau erkannte Deckgebirgs- bzw. Kreideverwürfe liegen auf der rechten Rheinseite unter anderem längs folgender Sprünge vor (s. im übrigen Tafel VIII): Thyssen-Westende-Sprung, Thyssen-Hauptsprung, längs verschiedener kleinerer Sprünge in den nördlich gelegenen Thyssenfeldern (östlich von Walsum), Sprung Neumühl-Concordia, Lohberg-Concordia-Sprung, Concordia-Mülheimer Bergwerksverein-Sprung, Concordia-Roland-Sprung, Osterfelder Sprung, Vondern-Sprung, Prosper-Sprung, Victoria-Mathias-Sprung, Sprung Kölner Bergwerksverein, Graf Moltke-Mathias Stinnes-Sprung, Sprung Graf Moltke-Wilhelmine Victoria, Primus- und Ewald-Hannibal-Sprung, Julia-Constantin-Sprung, Ewald-Sprung, Sekundus- und Tertius-Sprung, Rüdinghauser Sprung, Quartus-Sprung, Tremonia-Sprung, Hansa-Hardenberg-Sprung, Bickefelder Sprung und seiner verschiedenen Äste, Achenbach-Sprung, Kurler Sprung, Unnaer und Königsborner Sprung, Fliericher Sprung, Lüdinghauser Sprung, Ascheberger Sprung, Sachsen-Sprung, Münster-Sprung, Westfalen-Sprung, Beckumer Sprung und vieler anderer Sprünge.

Verglichen mit der Größe des Verwurfs im Karbon, ist die Verwurfshöhe dieser Störungen an der Karbonoberfläche gegenüber der Kreideüberlagerung nicht sehr bedeutend und übersteigt meist kaum einige 10 m. Sehr stark können jedoch die Verwürfe an der Oberfläche des Karbons im Bereiche der Trias sein. Sie erreichen z. B. am Graf Moltke-Mathias Stinnes-Sprung den Betrag von rd. 140 m und am Bruckhauser Sprung (im Felde der Zeche Lohberg) ein Ausmaß von rd. 120 m.

Wenngleich große Verwürfe in der Kreide selten sind, konnten stärkere längs des Thyssen-Westende-Sprungs (mit rd. 60 m), sowie am Tertius-, am Osterfelder und am Vondern-Sprung festgestellt werden. Noch größere Ausmaße von etwa 100 m und mehr sind am Rhader Sprung (zwischen Wulfen und Raesfeld), am Lothringen-Auguste Victoria-Sprung, am Lüdinghauser Sprung (zwischen den Bohrungen Lüdinghausen 27 und 25 nördlich von Lüdinghausen), am Ascheberger Sprung und am Münster-Sprung südlich von Münster (zwischen den Bohrungen Münster 5 und Münster 1) innerhalb der sog. Davertverflächung bekannt geworden. Im allgemeinen verhält sich das Ausmaß des Verwurfs in der Kreide zu dem im Karbon etwa wie 1:5 oder wie 1:10. Wie schon erwähnt, ist das Verwurfsausmaß in der Kreide auch kleiner als in der Trias und im Zechstein, d. h. die Verwurfshöhe nimmt in der Regel von den älteren zu den jüngeren Formationen ± gesetzmäßig ab.

Einige durch den Betrieb des Bergbaues gut aufgeschlossene Mergelabstürze sollen hier kurz besprochen werden (s. Tafel VI). Im Felde der Zeche Friedrich der Große wird das Steinkohlengebirge durch einen östlich einfallenden Sprung um etwa 40 m verworfen, während die Kreide an diesem Sprung nur um etwa 4 m absinkt. Längs des Primus-Sprungs ist zwischen den Zechen Pluto II/III und Consolidation IV/IX die Kreideunterkante bei einem Verwurf im Karbon von rd. 250 m um rd. 20 m gleichsinnig verworfen worden. An anderen Stellen, wie im Graben von Königsgrube, hat sich durch den nach O einfallenden Primus-Sprung und den nach W gerichteten Ewald-Hannibal-Sprung in den Feldern der Zechen Unser Fritz, Graf Bismarck, Königsgrube, Hannover-Hannibal u. a. außer dem Karbongraben auch ein richtiger Kreidegraben gebildet. Weitere Deckgebirgsverwürfe liegen unter anderem auf der Zeche Lohberg vor. Hier ist längs des Lohberger Sprungs die Steinkohlengebirgsoberkante unterhalb des Zechsteins um 60—80 m verworfen, während die Kreideunterkante um rd. 10 m überschoben ist.

Aber auch an Oberflächenaufschlüssen sind derartige Beeinflussungen der Kreideauflagerungsfläche durch postkretazeische Verwerfungen nachzuweisen (s. Tafel X). So macht Bärtling auf eine östlich von Bausenhagen in einem Tagesaufschluß auftretende Flexur in der Kreide längs einer Verwerfung aufmerksam. Ich erwähne weiter das durch

Schleppung deutlich gekennzeichnete Absinken der Kreide längs der Kurler Störung in einem Steinbruch südlich von Unna-Landwehr, auf das mich LAURENT (Hörde) hinwies. Besonders bemerkenswert ist auch die Feststellung des Verwurfs der Kreide an der Bickefelder Störung. Hier konnte LAURENT 1934 in einem Tagesaufschluß (südlich der früheren Zeche Freie Vogel und Unverhofft) eine Staffelung des Verwurfs nachweisen (s. Abb. 420).

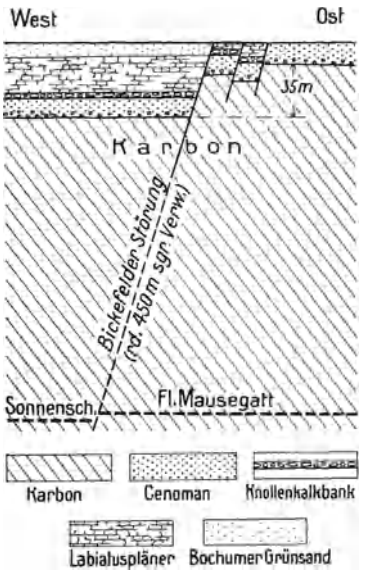


Abb. 420. Mergelabsturz an der Bickefelder Störung südlich der Zeche Freie Vogel und Unverhofft. Nach LAURENT.

Infolge dieser Verwerfung stößt in dem westlich abgesunkenen Stück turoner Bochumer Grünsand gegen cenomanen Grünsand der Ostscholle ab. Die Kreide ist also mit dem Karbon im gleichen Sinne abgesunken, wenn auch nur um rd. 35 m gegenüber einem Verwurf von rd. 450 m im Karbon. Die besonderen Verhältnisse der aus drei Sprüngen bestehenden Verwerfungszone lassen überdies noch vermuten, daß sich nach der Abwärtsbewegung der Westscholle auch noch ein Streifen der Ostscholle gesenkt hat.

Offenbar liegt auch an der Rüdinghauser Störung ein Mergelabsturz vor. Hier springt die Kreide südlich von Oespel um rd. 2 km nach S vor (s. Tafel VIII). Auffallenderweise scheint der bekannte große Primus-Sprung keinen Einfluß auf das Ausgehende des Cenomans gehabt zu haben. Wahrscheinlich ist die Ursache in der nach SO bis auf Null abnehmenden Verwurfshöhe dieser Störung zu suchen.

Im Hinblick auf die Bedeutung des Verwurfs der Sprünge für die Ausbildung der Karbonoberfläche sei nochmals darauf hingewiesen, daß entsprechend den Bewegungen der Einzelschollen längs der diese Streifen begrenzenden Querstörungen sowohl die Kreide als auch der Zechstein bzw. die Trias teils gleichsinnig mit dem Steinkohlengebirge (infolge von Zerrung) abgesunken sind, teils sich im entgegengesetzten Sinne (durch Auswirkungen des Druckes) bewegt haben.

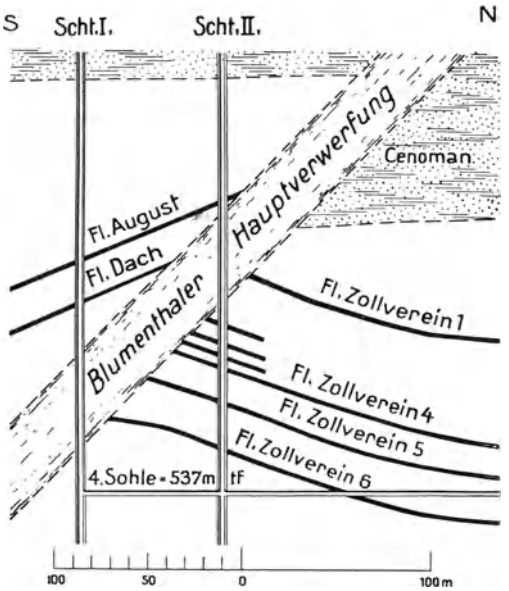


Abb. 421. Mergelabsturz auf der Zeche General Blumenthal I/II. Nach Zechenrissen.

Wie die Darstellung der Sprünge auf der Übersichtskarte (Tafel VIII) ersehen läßt, ist die Rückläufigkeit der Bewegung vornehmlich im Gebiete der sog. Bruchfaltentektonik im NW des Bezirkes zu beobachten, so längs des Thyssen-Westende-Sprungs, des Neumühl-Concordia-Sprungs, des Lohberg-Concordia-Sprungs, des Concordia-Roland-Sprungs, des Osterfelder Sprungs, des Vondern-Sprungs, des Victoria-Mathias-Sprungs, des Ewald-Sprungs und des Tertius-Sprungs. Aber auch im Gebiete der Blockgebirgtektonik lassen sich derartige Überschiebungen nachweisen (s. Tafel VIII), so am Hansa-Hardenberg-Sprung, am Bickefelder Sprung, an zwei Ästen des Kurler Sprungs (z. T.), am Unnaer Sprung (z. T.), am Königsborner Sprung (z. T.), am Fliericher Sprung (z. T.) und vielen weiteren, im O gelegenen Sprüngen, wie am Sachsen-Sprung, am Münster-Sprung und am Westfalen-Sprung. Hier ist durchweg eine Bewegung der Deckgebirgsunterkante im entgegengesetzten Sinne erfolgt, d. h. infolge des von NO nach SW wirkenden Druckes wurden die Schollen längs der als Gleitflächen dienenden Sprungklüfte überschiebungsartig in die Höhe bewegt.

Unter den vielen, schon im Bd. I des Sammelwerkes angeführten Einzelbeispielen seien nur einige durch Grubenbaue aufgeschlossene neuere Fälle herausgegriffen. So liegt die Oberfläche der verworfenen Karbonscholle im Felde der Zechen Schlägel und Eisen I/II und General Blumenthal III im Liegenden der Tertiusstörung (Blumenthaler Hauptverwerfung) rd. 70—80 m tiefer als im Hangenden (s. Abb. 421). Die alte Verwurfsfläche des Tertius-Sprungs, der das Karbon um 500—600 m im westlich gelegenen Marler Graben versenkt hat, ist hier also nach Ablagerung der Kreide zur Überschiebungsfläche geworden.

Weiter nach N haben wir zwischen dem Ewald-Sprung und dem Blumenthaler Sprung über einem Karbongraben einen Kreidehorst vor uns, der weiter nördlich als Kreidehorst auch über dem Marler Trias-Zechsteingraben liegt. Als sehr bemerkenswerten Elementes sei noch des Lohberger Horstes gedacht, der (frei von Zechstein und Trias) zu einem beiderseits von Kreide überschobenen „Kreidekeilgraben" geworden ist (s. Abb. 446).

Andere derartige Erscheinungen sind ± gut aufgeschlossen längs des Tertius-Sprungs im Grubenfelde der Zeche König Ludwig (s. Abb. 423), am Thyssen-Westende-Sprung, im Felde der Zeche Friedrich Thyssen (zwischen den Schächten IV und VIII) (s. Abb. 7, Glückauf 1929, S. 166), längs der Schachtstörung im Felde der Zeche Ewald (s. Abb. 422) u. a. a. O.

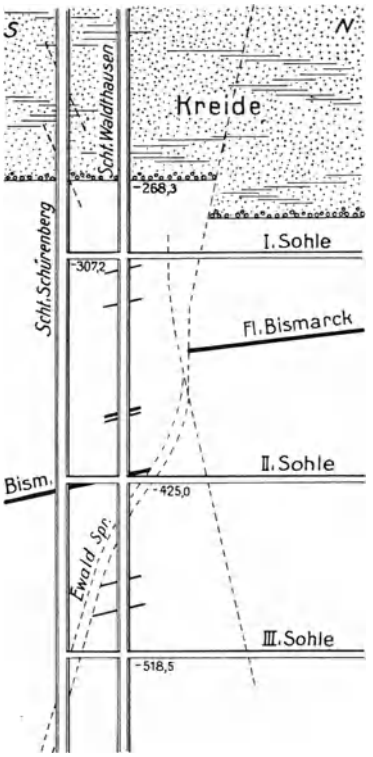


Abb. 422. Mergelabsturz auf der Zeche Ewald. Nach Zechenrissen.

Liegt der Fall vor, daß die Karbonoberfläche zwischen zwei einander zufallenden Sprüngen, die einen primär abgesunkenen Trias- (und Karbon-) Graben einschließen, heute höher als auf den westlich bzw. östlich stehengebliebenen Randstaffeln liegt, so haben wir es mit einem in der kimmerischen Phase der saxonischen Orogenese (Jura-Kreide) entstandenen Trias-Graben zu tun, der während der jüngeren laramischen Gebirgsbildungsphase (Kreide-Tertiärzeit) durch einen NO—SW wirkenden Druck zum Kreidehorst geworden ist.

In diesem Sinne ist es nicht ohne Bedeutung, daß entsprechende Umwandlungen von Querverwerfungen in Überschiebungen auch in anderen Gebirgen beobachtet worden sind, wie das z. B. Rothpletz für das Karwendelgebirge nachgewiesen hat.

Daß derartige, gewissermaßen rückläufige Bewegungsvorgänge auch die Kreidegrenze beeinflußt haben, zeigt das Bild des Ausgehenden der Kreide am Südrande auf Tafel X.

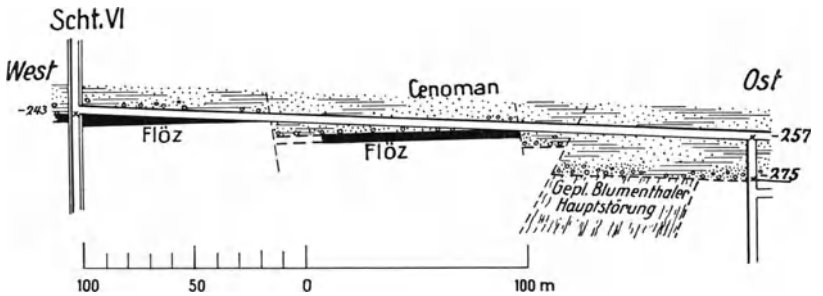


Abb. 423. Mergelabsturz auf der Zeche König Ludwig. Nach Zechenrissen.

Verwürfe dieser Art sind vorhanden am östlich einfallenden Neumühl-Concordia-Sprung (nördlich von Mülheim), wo der cenomane Grünsand zwischen dem Kassenberg und Mellinghofen um rd. 3 km versetzt wird. Ein ähnlicher Verwurf ist am Osterfelder Sprung festzustellen, wo die Kreide östlich des nach O einfallenden Sprunges nach N zurückspringt. Die gleiche Rückläufigkeit der Verwürfe liegt aller Wahrscheinlichkeit nach auch am Unnaer, Kurler und Königsborner Sprung vor, wenn man sie auch noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen hat. Für diese Annahme spricht das aus der Karte (s. Tafel X) ersichtliche, eigenartige Bild des Vor- und Zurücktretens der Kreidegrenze an diesen Stellen, das man nicht lediglich als das Ergebnis normaler Erosion ansehen kann, das vielmehr höchstwahrscheinlich primär durch Wiederaufleben alter Schollenbewegungen längs der alten Karbonstörungen infolge des saxonischen Druckes bedingt ist.

Ob auch längs der „Blätter" des Karbons Bewegungen und Verwürfe in der Kreide erfolgt sind, hat sich noch nicht nachweisen lassen. Jedenfalls haben die großen, gefalteten „Wechsel" ihrer Natur nach nirgendwo das Deckgebirge beeinflußt. Dagegen scheinen längs einiger ungefalteter Wechsel Verwürfe des Deckgebirges posthum eingetreten zu sein. Diese Frage ist aber noch nicht einwandfrei geklärt.

Nicht selten sind auch kleinere Sprünge an der Grenze Kreide-Karbon zu beobachten, an denen sich ein Verwurf im Steinkohlengebirge selbst nicht nachweisen läßt.

In diesen Sprüngen kann es sich also auch nicht um wiederaufgerissene, alte Spalten, sondern nur um rein nachkretazeische Bewegungsvorgänge geringen Ausmaßes handeln (s. Abb. 423).

Für den Bergbau hat die Kenntnis der Ausbildung der Rumpfebene mit ihren die Kreide bzw. das Deckgebirge mitverwerfenden Klüften eine nicht zu unterschätzende praktische Bedeutung, die bei weiterem Vorrücken des Abbaues nach N bzw. NW, insbesondere in das von Zechstein und Trias überdeckte Gebiet, immer stärker in Erscheinung treten wird. Abgesehen von der Wichtigkeit der richtigen Festlegung der Störungen und ihres Verwurfs im Deckgebirge für das Niederbringen von Schächten und für das Ansetzen der Wetter- oder Bausohlen, die unter Vernachlässigung dieser Ergebnisse leicht in das Deckgebirge geraten können, ist auch die Erkenntnis ihres Verlaufs und der Beeinflussung der Oberfläche des Karbons schon im Hinblick auf ihre Eigenschaften als unerwünschte Wasserzubringer von großem Werte. Diese Tatsache hat seit langen Jahren eine Reihe von Zechen beim Abbau des Mergelsicherheitspfeilers in sehr unliebsamer Weise erfahren müssen.

B. Zechstein.

Die im vorliegenden geschilderte Rumpffläche ist also die Auflagerungsfläche der Deckgebirgsschichten, welche das gefaltete Karbon diskordant überlagern. Es hat lange Zeit gedauert, bis man im Ruhrbezirk die um die Jahrhundertwende in zahlreichen Bohrungen im NW des Bezirkes angetroffenen Schichten zwischen Karbon und Kreide bzw. Tertiär, bestehend unter anderem aus rotem Sandstein, Letten, Dolomit, Gips und Anhydrit, Salz, Kalk und Mergelschiefer, ihrem Alter nach richtig erkannte. Anfänglich bezeichnete man im Ruhrbezirk alle auf der Grenze zwischen Kreide und Karbon aufgefundenen roten Schichten als „rotes Gebirge", ohne daß es möglich gewesen wäre, sie einer bestimmten Formation einzugliedern. Ihre richtige Altersfeststellung als Schichten des Buntsandsteins und Zechsteins ist Leo Cremer zu verdanken, der sich als erster im Mai 1898 dahin aussprach, daß ein Teil dieser fraglichen Schichten als Zechstein anzusehen sei, obwohl eine sichere Bestimmung mangels kennzeichnender fossiler Reste noch nicht erfolgen könne. Kurz danach deutete auch Holzapfel (1898) auf Grund petrographischer Merkmale die hier erbohrten Schichten als Ablagerung der unteren Trias und des Zechsteins. Aber erst die Auffindung typischer Fossilien, wie *Fenestella retiformis* und einiger schlecht erhaltener Brachiopoden in einem grauen zelligen Riffdolomit der Bohrung Frischgewagt 2 bei Wulfen (von 745—775 m) ermöglichten es Leo Cremer (1899), diese Schichten mit unbedingter Sicherheit dem Zechstein zuzuweisen.

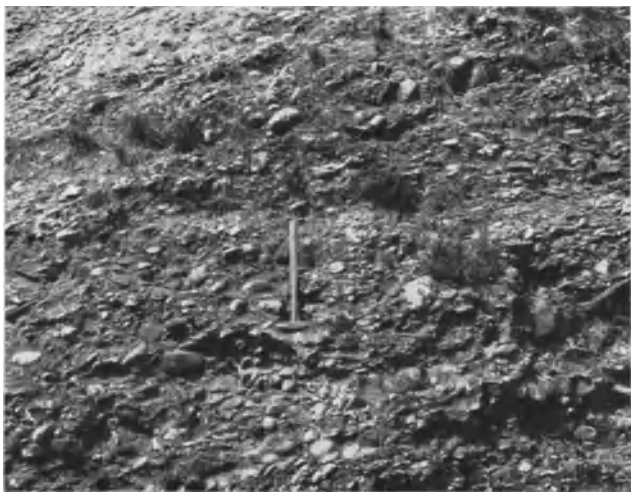


Abb. 424. Konglomerat des Roten Berges bei Menden. Aufn. Kukuk.

Später gelang es Middelschulte (1901/02), in den Schächten der Zeche Ver. Gladbeck das Äquivalent des Kupferschiefers festzustellen. Wichtig für die weitere Erkenntnis des niederrheinischen Zechsteins waren dann Schachtaufschlüsse, wie z. B. auf Zeche Graf Moltke (Mentzel und Cremer 1903), sowie die Ergebnisse der Untersuchungen vieler Bohrungen auf Kohle im Salm-Salmschen Regalgebiet durch Krusch und Bärtling (1909). Ergänzungen brachten neben den zusammenfassenden Darstellungen von van Waterschoot van der Gracht (1909) die sich auf der Bearbeitung zahlreicher Bohrkerne dieses Gebiets aufbauenden Mitteilungen über den Zechstein des Niederrheinischen Tieflandes von Fliegel und Wunstorf (1910/12), ferner die neuen Schachtaufschlüsse von Wehofen und Arenberg Fortsetzung (Kukuk 1912/13) und die jüngsten Arbeiten von Fulda (1928/35), Stille (1930), Zimmermann II (1935) u. a.

Von den beiden Gliedern des Perms, dem Rotliegenden und der Zechsteinformation, ist innerhalb des engeren Ruhrbezirkes nur der Zechstein vertreten. Rotliegendes hat man zwar früher an mehreren Stellen des Bezirkes vermutet, wie auf den Zechen Preußen II und Grimberg. Auch das etwas außerhalb des Ruhrgebietes gelegene, bekannte „rote Konglomerat von Menden" (s. Abb. 424) wurde lange Zeit für Rotliegendes gehalten (Bärtling 1925). Entgegen der Ansicht vom rotliegenden Alter möchte der Verfasser in ihm eine Ablagerung des Zechsteins, und zwar des unteren Zechsteins sehen. Auch Krause (1909) vertritt die Ansicht, daß das Mendener Konglomerat (gleichwie die Bildungen von Goldbach bei Mechernich sowie die bekannten Vorkommen von Montjoie und Malmedy) Zechsteinalter besitzen, wenn er auch ihre Entstehung in die Zeit des oberen Zechsteins verlegt.

Steht nun nach unserer heutigen Kenntnis fest, daß im engeren Ruhrbezirk zweifelsfreie Ablagerungen des Rotliegenden als Zwischenschichten nicht auftreten, so scheint es im O des Bezirkes doch vorhanden zu sein. In einer Bohrung bei Lippspringe stellte Haack (1927) unter transgredierendem Gault rotgefärbte Schichten mit *Uronectes fimbriatus* und *Estheria* sp. fest und sprach sie als Rotliegendes an. Dieser Anschauung ist Stille (1927) entgegengetreten.

1. Verbreitung.

Die ursprünglich nur rechts des Rheins im NW des Ruhrbezirkes festgestellten Schichten des Zechsteins sind später durch die vielen Bohrungen auf Kohle auch links des Rheins nachgewiesen worden. Heute können wir den Südrand der salzführenden Zechsteinablagerungen auf der linken Rheinseite in einer der Horst- und Grabenausbildung des Niederrheintalgrabensystems entsprechenden Zickzacklinie (s. Abb. 425) von Duisburg über Mörs, Issum, Geldern bis in den großen, holländischen Zentralgraben bei Helenaveen (westlich von Venlo) und weiter, wenn auch ohne Salzführung, nach Belgien bis nach Helchteren (nördlich von Hasselt im Campinegebiet) und schließlich bis England verfolgen. Rechts des Rheins läßt sich die Südgrenze in nordöstlicher Richtung längs einer gleichfalls durch NW streichende Sprünge bedingten Zickzacklinie nördlich von Walsum, Lohberg, Gladbeck, Dorsten und Wulfen genauer festlegen (s. Abb. 425). Von dort springt die Grenze längs des Wulfener Sprungs weit nach N zurück. Hoch im N ist Zechstein dann wieder bei Winterswijk und unter anderem weiter in den Bohrungen bei Vreden, Ochtrup und Bentheim erkannt worden, wenngleich hier — den tektonischen Verhältnissen entsprechend — der Zechstein in sehr verschiedenen Teufen angetroffen wurde. Noch weiter östlich fehlen bis zum Teutoburger Wald unmittelbare Aufschlüsse, obwohl man mit Sicherheit annehmen darf, daß der Zechstein auch im N des Münsterschen Kreidebeckens vertreten ist. Durch die weiter östlich liegenden Tagesaufschlüsse im Zechstein des Schafberges, des Piesberges und des Hüggels wird dann die natürliche Verbindung wiederhergestellt. Die Weiterverbreitung des Zechsteins im O ergibt sich aus der über 1000 m tiefen, am Nordostrand der Rheinischen Masse niedergebrachten, Salz- und Kalisalz nachweisenden Bohrung Pyrmont, sowie den salzfreien Bohrungen von Niederbarkhausen bei Oerlinghausen (mit 262 m Zechstein) und von Detmold. Dagegen konnte Zechstein in der schon erwähnten, südwestlich gelegenen Bohrung Lippspringe (17 km südwestlich Detmold) nicht mehr festgestellt werden. Ganz im SO des Bezirkes umrahmt der Zechstein wieder den Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges (s. Tafel II).

Im Gegensatz zur Südgrenze des Zechsteins läßt sich über seine nördliche Grenze nichts aussagen, da Bohrungen nicht vorhanden sind. Allem Anschein nach nimmt seine Mächtigkeit nach NO zu.

Wie schon erwähnt, ist seine heutige Südgrenze sowohl links als auch rechts des Rheins $\pm$ tektonisch bedingt, derart, daß der Zechstein auf den Horsten zurücktritt, um in den Gräben nach S vorzustoßen. Innerhalb dieses so geschilderten Verbreitungsgebietes reicht das Basiskonglomerat des Zechsteins naturgemäß am weitesten nach S. Weniger weit nach S geht der Gips, während das Salz als Ablagerung eines immer

weiter eingeengten und eingetrockneten Meeresbeckens den kleinsten Raum einnimmt (s. Abb. 652). Das Salzvorkommen wird daher von salzfreien Ablagerungen des Zechsteins eingefaßt. Bemerkenswert für die Ausbildung des Zechsteins am Niederrhein ist

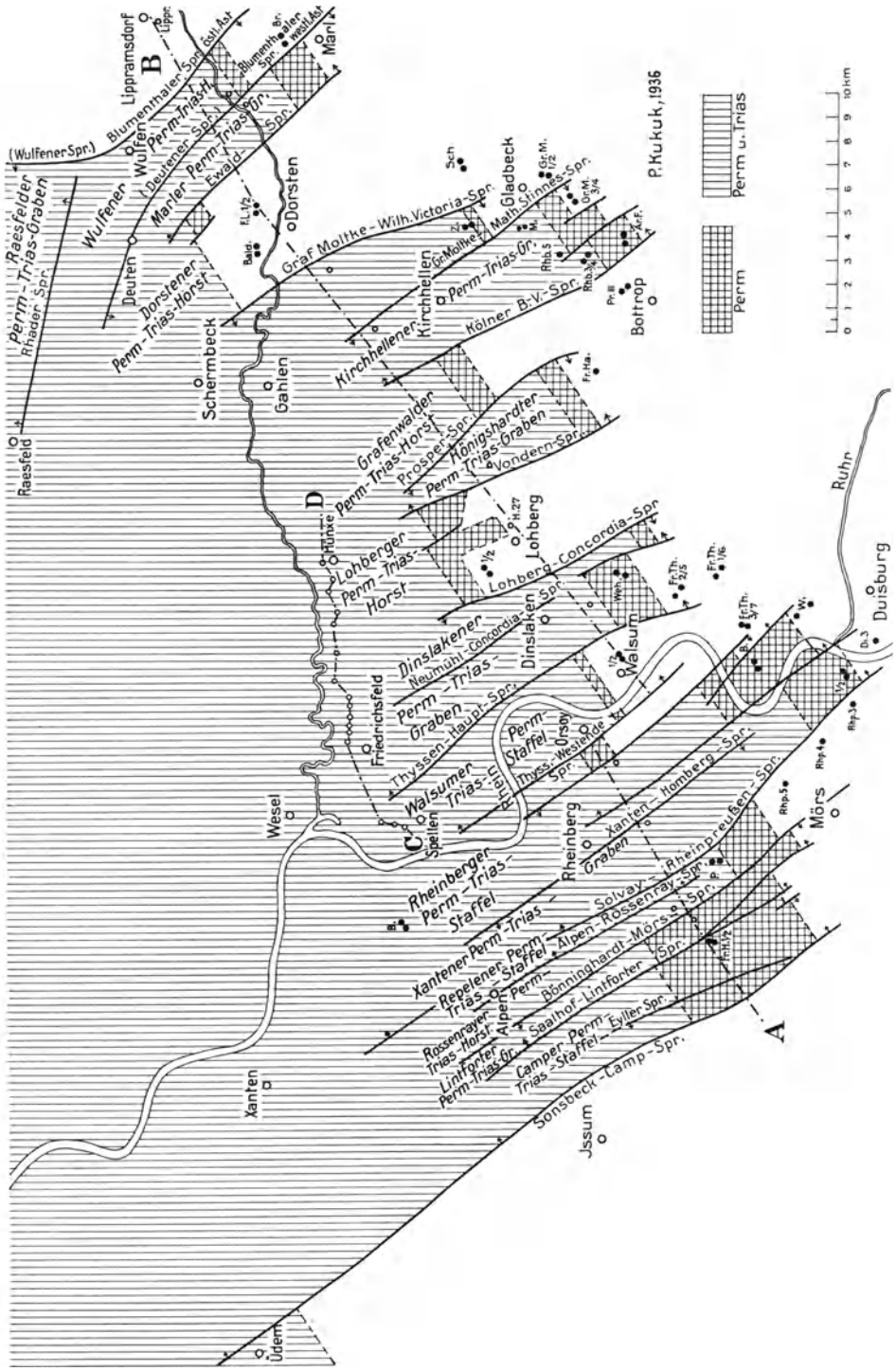


Abb. 425. Verbreitungsgebiet von Perm und Trias im NW des Bezirkes. (Profil A-B s. Abb. 446, S. 401.)

die starke Verschiedenheit in der Entwicklung der Profile (insbesondere der Salzmächtigkeiten) auf den einzelnen Schollen, sowie die im großen und ganzen vorhandene Übereinstimmung der rheinischen Salzfazies mit der mitteldeutschen Werrafazies.

2. Gliederung.

Wie in Mitteldeutschland läßt der im Niederrheingebiet mit Ausschluß des Salzes bis rd. 130 m mächtige Zechstein auch hier die bekannte Dreiteilung erkennen, wenngleich die scharfe Festlegung der Grenze zwischen mittlerem und oberem Zechstein, besonders bei unvollständigen Profilen, noch manchen Schwierigkeiten begegnet. Auch am Niederrhein haben wir es im unteren Zechstein vorwiegend mit karbonatischen, im mittleren mit anhydritischen Gesteinen und im oberen Zechstein mit Salzgesteinen zu tun. Ganz naturgemäß finden wir daher das vollständigste Schichtenprofil, wie wir es aus Mitteldeutschland kennen, nicht am Südrande, sondern erst mehr nach der Mitte des Beckens zu, d. h. im Gebiet des Niederrheins (um Wesel herum) entwickelt.

Das den Zechstein kennzeichnende mächtige Salzlager Nord- und Mitteldeutschlands ist im Niederrheingebiet in Form eines bis zu mehrere 100 m dicken und stellenweise ± starke Kalisalzbänke einschließenden Steinsalzvorkommens vorhanden (vgl. dazu Abschnitt XVII).

Bezüglich seiner stratigraphischen Stellung wird das Salz nach der herrschenden Auffassung zum oberen Zechstein gestellt (Fulda 1935); doch sind die Ansichten darüber noch geteilt. Ebenso wie in Mitteldeutschland überlagert auch der Zechstein des Industriebezirkes die Schichten des Liegenden (im vorliegenden Falle die gefalteten Ablagerungen des Karbons) unter völliger Diskordanz, wobei es den Anschein hat, als wenn das Zechsteinmeer bei seinem Vordringen ein ± reich ausgeprägtes Untergrundsrelief vorgefunden hätte. Im NO, bei Osnabrück, ist freilich von einer Diskordanz zwischen Zechstein und Karbon kaum noch etwas zu bemerken, desgleichen nicht im Gebiet der Schwelle von Winterswijk.

Gegenüber ihrem Liegenden zeigt die Zechsteinformation eine scharfe Grenze. Nach dem Hangenden zu ist sie weniger deutlich, leiten doch die im Niederrheingebiet über dem Salzkörper auftretenden Anhydrite, Salztone, karbonatischen Gesteine und Letten ganz allmählich zum Buntsandstein über.

Das erste gegliederte Schichtenprofil verdanken wir Krusch (1909), der auf Grund seiner Untersuchungen der Bohrungen im Salm-Salmschen Regalgebiet (nördlich der Lippe in der Gegend von Dorsten) für die Ausbildung des dortigen Zechsteins das nachstehende Normalprofil aufgestellt hat:

Geologische Stellung	Gliederung	Petrographischer Charakter	Bemerkungen		
Oberer Zechstein	Letten-Anhydritzone	Rote und grüne Letten mit untergeordnetem Anhydrit und Gips. Dolomit selten	Fehlt mitunter	In Vreden Steinsalz führend	Gesamtmächtigkeit 35—135 m
Mittlerer Zechstein	Kalkstein-Dolomitzone	Kalkstein und Stinkdolomit. Selten Anhydrit			
	Anhydritzone	Anhydrit und Gips mit untergeordneten Letten. Vereinzelt an der Basis Rauchwacken	Fehlt mitunter	In Vreden und Winterswijk Steinsalz führend	
Unterer Zechstein	Kupferschieferzone	Helle, milde Mergelschiefer oder Kalke, nach dem Liegenden zu bituminös werdend und in Kupferschiefer übergehend			
	Zechsteinkonglomeratzone	Helle, milde Konglomerate und Sandsteine	Fehlt häufig		

Wie weit die von Krusch gegebene Zechsteingliederung des Salm-Salmschen Bezirkes auch für den übrigen Teil des Niederrheingebietes allgemeine Gültigkeit hat, steht noch im einzelnen dahin. Sie zeigt jedenfalls, daß nördlich der Lippe der Zechstein nicht mehr vollständig erhalten geblieben ist. Die Ursache ist wohl in stärkeren Auflösungs- und Abtragungsvorgängen, die insbesondere das Salzlager betroffen haben, zu suchen.

So fehlt z. B. bei Löhne, Gartrop und Hünxe das Salz häufig, obwohl es früher dort vorhanden gewesen sein muß. Für die vorerwähnte Annahme sprechen die nicht selten in den Bohrtabellen der Bohrmeister aufgeführten „konglomeratischen Schichten" oder „Geröllschichten" des mittleren oder oberen Zechsteins, die, von Bärtling und Krusch als „Riesenbrekzie" bezeichnet, zweifellos als zusammengebrochene Hangendschichten über ausgelaugten Salzlagern anzusehen sind. Trotz der großen Unterschiede in den Mächtigkeitsverhältnissen der einzelnen Profile bestehen im großen und ganzen doch weitgehende Übereinstimmungen miteinander.

		Unterstufen	Mächtigkeit
Zechstein	Mittlerer und oberer Zechstein	Obere Zechsteinletten	rd. 40 m
		Plattendolomit	rd. 6 m
		Untere Zechsteinletten	rd. 30 m
		Steinsalz mit Kalisalzen	0—500 m
		Unterer Anhydrit mit Dolomit	rd. 10 m
	Unterer Zechstein	Zechsteinkalk	rd. 7 m
		Kupferschiefer	rd. 2 m
		Konglomerat	rd. 1 m

Im Gegensatz hierzu ist das Zechsteinprofil im Peelgebiet recht unvollständig entwickelt.

Wunstorf und Fliegel (1910 bzw. 1912) stellten für den Niederrhein nebenstehendes Normalprofil auf:

Auch diese Gliederung erweist den großen Unterschied zwischen den vorwiegend klastischen Ablagerungen des unteren Zechsteins und den chemischen Sedimenten des mittleren bzw. oberen Zechsteins.

Tabelle 25. Zechsteinnormalprofil für den linken Niederrhein.

Mittlerer und oberer Zechstein	Rote Letten mit Sandsteinschichten	31 m	(= Obere Zechsteinletten)
	Gips mit Dolomit	2 m	(= Plattendolomit)
	Dolomit	5 m	
	Blaue und rote Letten mit Anhydrit und Gips	12 m	(= Untere Zechsteinletten mit Anhydrit)
	Anhydrit	5 m	
	Letten mit Gips	1 m	
	Anhydrit	1 m	
	Salzton mit Anhydrit	10 m	
	Graues und helles Steinsalz mit rotem Salzton und Anhydritstreifen	42 m	(= Oberes älteres Steinsalz)
	Dunkelrotes Steinsalz	5 m	(= Mittleres älteres Steinsalz mit Kalisalzen)
	Kalisalzstreifen	1 m	
	Oberes Kalilager Steinsalz Unteres Kalilager (Karnallit, Sylvinit und Hartsalzflöze)	90 m	
	Rotes Steinsalz mit Kieseritschnüren	45 m	(= Unteres älteres Steinsalz mit Kalisalzen)
	Graues Steinsalz (zuckerkörnig kristallin) mit Streifen von Kieserit	80 m	
	Anhydrit	13 m	
	Anydrit und Dolomit	3 m	
Unterer Zechstein	Zechsteinkalk	27 m	
	Kupferschiefer	2 m	
	Zechsteinkonglomerat	1 m	

Landgräber entwarf auf Grund der beim Abteufen der Borthschächte auf der linken Rheinseite aufgenommenen Schichten des linksniederrheinischen Zechsteins nebenstehenden Schichtenschnitt.

Betrachten wir nun die Ausbildung der verschiedenen Stufen des Zechsteins im einzelnen:

a) Unterer Zechstein.

Die unterste Stufe des Zechsteins zeigt die erwähnte Dreiteilung, und zwar vom Liegenden zum Hangenden in: Konglomerat, Kupferschiefer und Zechsteinkalk. Ihre Gesamtmächtigkeit schwankt nach dem Grade ihrer Vollständigkeit und bewegt sich etwa zwischen wenigen Metern und rd. 30 m.

Zechsteinkonglomerat. Wie in Mittel- und Norddeutschland setzt auch im Niederrheingebiet der Zechstein im allgemeinen mit einem ± mächtigen „Trans-

gressionskonglomerat" ein. Es überlagert diskordant — die Unebenheiten und Untiefen des Untergrundes ausfüllend — mit scharfer Begrenzung das gefaltete (meist rot gefärbte) Karbon, d. h. die ± eingeebnete (lateritisch verwitterte?) Landoberfläche. Bisweilen tritt es auch spaltenfüllend auf, wie in der Bohrung Trier 15 bei Schermbeck. Von allen Zechsteinschichten reicht es am weitesten nach S. Höher im N des Zechsteingebietes ist es jedoch nicht immer nachgewiesen worden. Vielmehr transgrediert hier in manchen Aufschlüssen statt des Konglomerats das Kupferschieferäquivalent oder sogar Kalk- bzw. Mergelschiefer unmittelbar über das Karbon, wie z. B. in der Bohrung Rheinberg 42.

Bleibt die Art des Auftretens des Zechsteinkonglomerats im allgemeinen ziemlich gleich, so unterliegt seine lithologische Beschaffenheit bzw. seine Mächtigkeit infolge der natürlichen Beziehungen zum Untergrunde und zur Küste ± größeren Schwankungen. Im Durchschnitt beträgt die Dicke des Konglomerats 0,60—2 m, steigt aber örtlich, wie nördlich der Lippe, auf 13 m und mehr an (KRUSCH 1909). In der Regel besteht das meist graue Konglomerat am Niederrhein aus erbsen- bis walnußgroßen, selten größeren, teils wohlgerundeten, zum Teil aber auch nur kantengerundeten oder plattigen Geröllen. Diese Gleichmäßigkeit der Ausbildung spricht für eine untermeerische Ausbreitung des mindestens teilweise vom Festlande stammenden Materials. Die Gerölle setzen sich aus Gesteinen des weiteren Abtragungs- und des engeren Sedimentationsraumes zusammen und stellen — wie üblich bei Transgressionskonglomeraten — eine Auslese nach Härte und Widerstandsfähigkeit dar. Man beobachtet demgemäß Gangquarze des Devons, Quarzite, glimmerreiche Sandsteine, ferner Kieselschiefer, Toneisensteine und Schiefertone des Karbons, gelegentlich aber auch Kalke und Dolomite des Devons und Kohlenkalks in wechselndem Anteilsverhältnis.

ZIMMERMANN II wies 1932 auf Schacht VI (Zeche Rheinpreußen) sowie im Konglomerat der Bohrungen Wallach 3, Rheinberg 3, Elverich und Friedrichsfeld 1 das Vorkommen von roten Toneisenstein- und Siegerländer Rotspatgeröllen nach. Sie deuten auf Zufuhr aus dem Kern des Siegerlandes oder dem Mittelrheingebiet und beweisen gleichzeitig, daß die umstrittene Frage der Bildungszeit des Rotspats im Siegerlande auf das Rotliegende eingeengt ist.

Auffallenderweise wird von WUNSTORF und FLIEGEL (1910) das Vorkommen von Kalken im linksrheinischen Zechsteinkonglomerat nicht erwähnt. Nach dem Ergebnis der Untersuchungen des mir vorliegenden Materials aus vielen Bohrungen auf der linken Rheinseite (z. B. der Bohrung Rossenray 6) kann aber kein Zweifel darüber bestehen, daß auch links vom Rhein Kalke an der Zusammensetzung des Zechsteinkonglomerats — wenigstens stellenweise — ± stark beteiligt sind. Die gleiche Feststellung hat später ZIMMERMANN (1935) gemacht.

Rechts des Rheins scheint der Anteil der Kalke an den Geröllen im allgemeinen größer zu sein. So setzt sich auch das bekannte Konglomerat der Zeche Graf Moltke (bei Gladbeck) — wenigstens teilweise — aus Kalkgeröllen zusammen. Ebenso führt das vom Verfasser (1912) näher untersuchte Zechsteinkonglomerat in Schacht I der Zeche Arenberg Fortsetzung (bei Bottrop) viele Kalkgerölle. Hier geht das Konglomerat nach dem Liegenden durch Aufnahme größerer Sandsteinbrocken in geschichteten, grauen, karbonischen Sandstein über, während es nach dem Hangenden zu kalkig und fossilführend wird.

Die Gerölle des Zechsteins sind durch ein meist sehr kalkreiches, zuweilen aber auch kieseliges Bindemittel zu einem ± festen Konglomerat verkittet. Stellenweise wird das Konglomerat durch Aufnahme bis kopfgroßer Brocken des anstehenden Steinkohlengebirges sehr grob und nimmt dann gelegentlich einen mehr brekzienhaften Charakter an. Bisweilen beobachtet man unter dem Konglomerat noch einen grauen Sandstein.

Liegt das Zechsteinkonglomerat unmittelbar über nicht gefärbten, konglomeratischen Sandsteinen des Karbons, so ist eine scharfe Trennung beider manchmal nur sehr schwer möglich. Als brauchbare Unterscheidungsmerkmale weisen KRUSCH und BÄRTLING (1909) auf den Kalkgehalt des Zechsteinkonglomerats und die „Rotfärbung" der Karbonschichten hin. Letzteres Kennzeichen ist aber nicht unbedingt entscheidend, wie aus einer Reihe diesem widersprechender Befunde hervorgeht.

Die Frage nach der Ursache der Rotfärbung des Grundgebirges unter dem Zechstein ist häufig erörtert worden. Jedenfalls steht fest, daß sie fast ausschließlich auf den Bereich der Zechsteinüberdeckung beschränkt ist, und zwar sind die Schichten des Karbons (gleichgültig welcher petrographischen Beschaffenheit) einige Meter bis zu 20 m gerötet. KRUSCH (1908) spricht diese Erscheinung als lateritische Verwitterung der obersten Schichten des Karbons während einer Festlandsperiode an. BÄRTLING (1909) ist anderer Ansicht, insbesondere im Hinblick darauf, daß die Rotfärbung auch auf den Horstgebieten nachzuweisen ist, von der bei Annahme

einer alten Landoberfläche infolge inzwischen erfolgter Abtragung nichts mehr vorhanden sein dürfte. Er ist daher der Ansicht, daß die Rotfärbung mit Salzlösungen des Zechsteins in Verbindung steht, eine Ansicht, die in ähnlicher Form schon von HORNUNG (als sog. Hallurgometamorphose) für den Südharz vertreten worden ist.

Im Schacht II der Zeche Arenberg Fortsetzung fehlt das Konglomerat vollständig und wird durch einen löcherigen, festen und sehr fossilreichen, dolomitischen Kalk vertreten, der die mit 10° nach SO einfallenden, rotgebänderten und gefleckten Schiefertone der Gasflammkohlenschichten diskordant überlagert. Nach einer im Laboratorium der W.B. ausgeführten Analyse besteht dieses Gestein aus 46,4% $CaCO_3$, 26,9% $MgCO_3$, 7,9% $FeCO_3$ und 18,8% wasserhaltigem Eisensilikat. Dem von mürben, braunen Holzresten durchsetzten Kalk brachen Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies und untergeordnet auch Kupferkies, teils derb, teils in Form kleiner Kristalle bei. Am Aufbau des Gesteins ist ferner mit etwa 18—26% ein grünliches Tonerde-Silikat beteiligt, das nicht genau zu definieren ist.

Ein besonders auffallendes Kalkkonglomerat beobachtete ich beim Abteufen der Schächte der Zeche Wehofen (KUKUK 1912). Das Gestein hat im Schacht I am linken Stoß 2 m, am rechten Stoß rd. 4 m Mächtigkeit, entsprechend einem Einfallen der Konglomeratoberfläche von etwa 9° und der Auflagerungsfläche von 24° (s. Abb. 426).

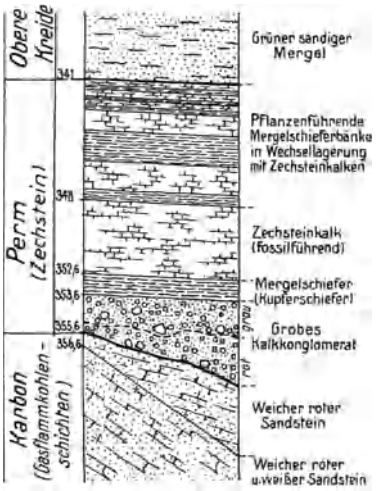


Abb. 426. Profil durch den Zechstein des Schachtes I der Zeche Wehofen. Nach eigener Aufnahme.

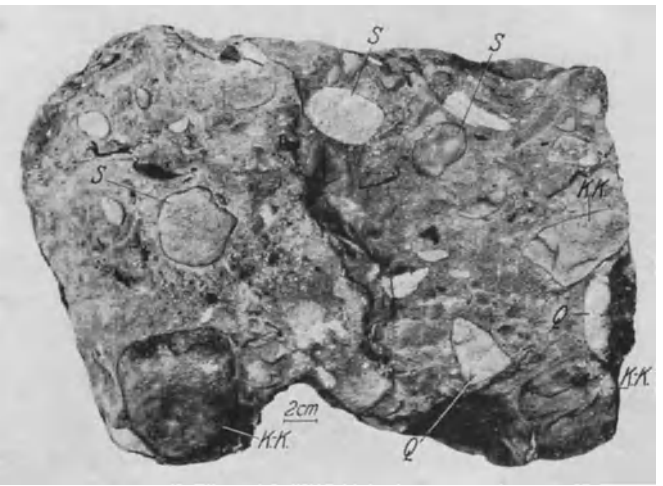


Abb. 427. Grobes Konglomerat aus dem Zechstein der Zeche Wehofen. *K-K* Kohlenkalk; *S* Sandstein; *Q* Quarzit. S.W.B.

Die in seinem oberen Teile graue Farbe des Konglomerats geht in seiner unteren Hälfte in eine lebhafte Rotfärbung über. Diese Feststellung ist von Bedeutung, weil nach den bisher vorliegenden Zechsteinaufschlüssen die Rotfärbung erst im Liegenden des Zechsteinkonglomerats, d. h. im Karbon, einzusetzen pflegt. Die Grenze zwischen dem roten und grauen Teil ist recht deutlich ausgeprägt und zeigt keinerlei Übergänge (s. Abb. 426). Im Gegensatz zu der Mehrzahl der sonst bekannten Aufschlüsse setzt sich dieses Konglomerat vorwiegend aus faust- bis kopfgroßen, hell- bis dunkelgrauen Kalk- und Dolomitgeröllen zusammen (s. Abb. 427), die im oberen Teil der Ablagerung in graues, im unteren Teil in ein rotes, stark eisenschüssiges, grobsandiges, karbonatisches Material eingebettet sind. Dementsprechend sehen die Gerölle des unteren Teiles äußerlich rot aus. Außerdem beteiligen sich an der Zusammensetzung noch grobe, hellgraue, graurote und rote quarzitische Sandsteine, gelbe und graugrüne Quarzite und rötliche Hornsteine. Dazu treten vereinzelte braunschwarze Toneisensteine, karminrote Schiefertone und kantengerundete, milchige Fettquarze von Erbsen- bis Walnußgröße. Irgendwelche fossile Reste habe ich in dem Konglomerat nicht beobachtet. Auch das unterlagernde Steinkohlengebirge ist rot gefärbt und — wie so oft — hält auch hier die Rotfärbung im Steinkohlengebirge noch etwa 25 m (bis zum nächsten Flöz) an. Auffallend an vielen Geröllen ist das Auftreten durchgehender Risse und Brüche (Kernsprünge), die aber zum Teil fast ganz wieder verkittet sind. Im Inneren zeigen die Kalkgerölle vielfach große Auslaugungshohlräume (s. Abb. 428), erfüllt mit grusigem Material oder mit gut ausgebildeten und auf den Hohlraumwandungen aufgewachsenen, weißen bis topasfarbenen Kalkspatkristallen.

Als sehr auffallende Erscheinung muß jedoch das Auftreten deutlich ausgeprägter, ebener, sich in drei Kanten schneidender Flächen an der Oberfläche der Gerölle bezeichnet werden, die nur auf „Sandschliff" zurückgeführt werden können. Es finden sich neben typischen „Dreikantern", sog. Pyramidenkantern (Abb. 429), auch noch nicht vollständig entwickelte Windkanter, Bildungen, wie sie auch aus dem Frankenberger älteren Konglomerat des oberen Zechsteins (GRUPE 1935) sowie aus dem Rotliegenden und dem Buntsandstein von den verschiedensten Gegenden bekannt sind.

Infolge der Fossilführung der Gerölle war es möglich, ihr Alter festzulegen. G. STEINMANN konnte eine durch Anschliff eines Gerölles freigelegte Koralle als „*Caninia* sp."

(im weiteren Sinne) bestimmen. Daraus geht hervor, daß die Kalkgerölle, wenigstens zum Teil, den nahegelegenen Ablagerungen des Unterkarbons (Kohlenkalk) entstammen.

Aus der Beschaffenheit der Gerölle lassen sich bezüglich der Entstehung des Konglomerats

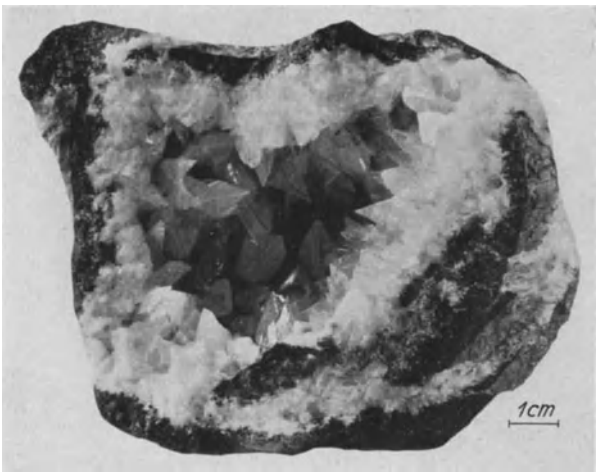


Abb. 428. Kalkspatdruse in einem Kalkgeröll. Zechsteinkonglomerat der Zeche Wehofen. S.W.B.



Abb. 429. Sandgeschliffenes Quarzitgeröll (Windkanter) aus dem Zechsteinkonglomerat der Zeche Wehofen. S.W.B.

wertvolle Schlüsse ziehen. In Übereinstimmung mit dem Alter seiner Bestandteile spricht das Überwiegen großer, vielfach nur kantengerundeter Brocken aus wenig widerstandsfähigen Kalken und Dolomiten sowie die große Mächtigkeit der Ablagerung dafür, daß ihre Heimat in nächster Nähe der Ablagerungsstätte, d. h. der Küste des Zechsteinmeeres gelegen haben muß. Dabei deutet die plattige, langsphäroidale Gestalt der groben Gerölle mehr auf eine Flußablagerung als auf eine richtige Strandbildung hin. Die Windschliffe zeigen weiter, daß die Geröllschüttung — wenigstens zeitweise — völlig vom Wasser befreit gewesen sein muß, da nur unter dieser Bedingung die Bildung der Windschliffe möglich war. Schließlich lassen die gute Erhaltung der „Windkanter" und der napfförmigen Narben auf der Oberfläche den Schluß zu, daß nach der Herausbildung dieser Oberflächenmerkmale eine lebhafte Bewegung der Gerölle im Wasser nicht mehr erfolgt ist.

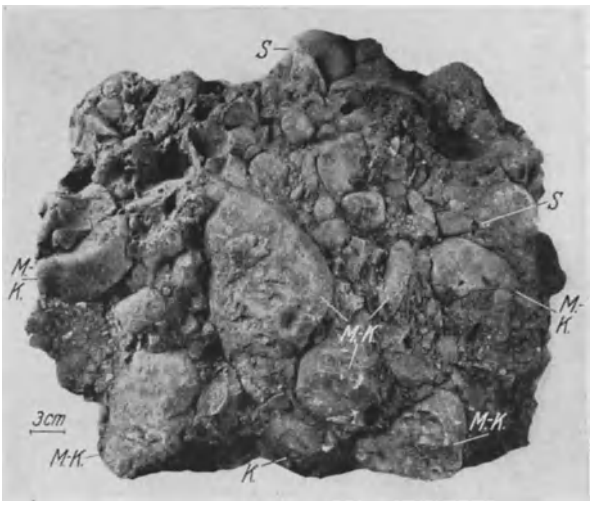


Abb. 430. Mendener Konglomerat. *M-K* Massenkalk; *K* Kalkspat; *S* Sandstein. S.W.B.

Alles spricht also beim Konglomerat der Zeche Wehofen dafür, daß es sich nicht um rein marine, in der Brandungszone entstandene Küstenbildungen, sondern um eine Deltabildung, d. h. den Absatz eines breiten, vom nahegelegenen Festlande nach N herabströmenden Flusses handelt, der seine groben Gerölle — zusammen mit dem roten, eisenschüssigen Verwitterungsschutt des Festlandes — in einer vom Zechsteinmeer noch eben ergriffenen, untiefen Bucht untermeerisch ausbreitete. Bei gelegentlicher Trockenlage wurde das Material den Wirkungen sandbeladener Winde ausgesetzt. Das später nach S vordringende Zechsteinmeer vermengte darauf seine Sedimente mit den schon abgelagerten Geröllen und schuf so das eigenartige Konglomerat von Wehofen.

Ein völlig entsprechendes Vorkommen scheint — mit Ausnahme eines nur aus Bohrprofilen bekannt gewordenen, groben Konglomerats bei Drensteinfurt — im Gebiete des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirkes nicht vertreten zu sein. Dagegen ist die Ähnlichkeit mit dem schon oben erwähnten Konglomerat des Roten Berges bei Menden sowohl in Charakter und Farbe als auch in der Art der Gerölle ganz überraschend, so daß die schon aus anderen Gründen vorgenommene Zurechnung des Mendener Konglomerats mit seiner überaus ähnlichen Ausbildung (s. Abb. 430) zum Zechstein hiermit eine neue Stütze erhält.

Kupferschiefer. Über dem Zechsteinkonglomerat folgt ein fast im ganzen Niederrheingebiet gleichmäßig ausgebildeter, bis 3 m mächtiger, schmutzig grauer bzw. braun- bis graugelber, kohliger Mergelschiefer, der auf den Schichtflächen fleckig ist und gelegentlich Glimmer führt. Das fossilreiche, ebenflächig spaltende Gestein ist im Ruhrbezirk nicht so dunkel wie in Mitteldeutschland, meist aber etwas sandiger und weniger fest als im Mansfeldischen entwickelt. Nach FULDA (1935) besteht das Gestein zu 50% aus klastischem Material von geringer Korngröße. Ganz wie in Mitteldeutschland finden sich auch im niederrheinischen Kupferschiefer ± zahlreiche Fischreste, wie die Aufsammlungen aus den Schachtaufschlüssen des Ruhrbezirkes bewiesen haben.

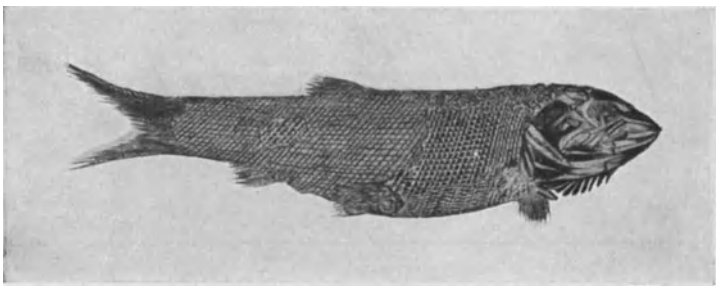


Abb. 431. *Palaeoniscus freieslebeni* BLAINV. aus dem Kupferschiefer. S.W.B.

Hauptsächlich sind es die altbekannten heterozerken Ganoiden, wie *Palaeoniscus freieslebeni* AG. (s. Abb. 431), *Platysomus gibbosus* AG., *Coelacanthus* sp. u. a. Ein besonders schönes Stück eines *Acrolepis* sp. (s. Abb. 432) verdankt das Geologische Museum Herrn Markscheider HÖLLING von Zeche Graf Moltke.

Sehr reiche Ausbeute an Fischresten der oben genannten Arten und weiterer Formen bot sich mir beim Durchklopfen des beim Schachtabteufen auf Zeche Rhein I (Wehofen) durchsunkenen Kupferschiefers. Sie ist wissenschaftlich noch nicht näher bearbeitet worden. Nach POMPECKJ sollen diese Zechsteinfische keine durchaus marinen Typen, sondern Süßwassertiere darstellen, die in die Zechsteinbucht gelangt sind.



Abb. 432. *Acrolepis sp.* Zechstein. Zeche Graf Moltke. S.W.B.

Fast noch häufigere Erscheinungen als die Fische sind die Pflanzenreste. Ihr Auftreten weist auf Landnähe hin.

Wie schon die früheren Bearbeiter dieser Schichten auf den älteren Anlagen: Zeche Ver. Gladbeck bei Buer (MÜLLER 1902) und Zeche Graf Moltke bei Gladbeck, konnte auch ich in den neuen Aufschlüssen der Zechen Wehofen, Beeckerwerth und Arenberg Fortsetzung nicht nur im eigentlichen Kupferschiefer, sondern auch in den höher gelegenen Mergelschiefern die bekannten gymnospermen Zechsteinpflanzen (Koniferen und Ginkgophyten) wie *Ullmannia bronni, Ullmannia frumentaria, Voltzia libeana, Callipteris martinsi* u. a. beobachten.

Neben der Aufsammlung dieser altbekannten Pflanzenarten gelang es mir — zusammen mit dem verstorbenen Betriebsführer GIBBELS — beim Abteufen des Schachtes der Gewerkschaft Rhein I (Wehofen) auch eine Reihe für den Zechstein bis dahin noch völlig unbekannter Farnpflanzen (Pteridophyten) hereinzugewinnen. Es handelt sich um kleinblätterige und kleinlaubige „Sphenopterisarten", die von GOTHAN und NAGALHARD (1921) als *Sphenopteris kukukiana* GOTHAN und NAGALHARD (s. Abb. 433) und *Sphenopteris gibbelsi* GOTHAN und NAGALHARD bestimmt wurden (s. Abb. 434). Durch die Erkenntnis dieser Pteridospermenarten ist unsere Kenntnis der Kupferschieferflora nicht unerheblich bereichert worden.

Infolge ihres guten Erhaltungszustandes erwiesen sich die Reste teilweise auch als besonders geeignet zu wissenschaftlichen Untersuchungen nach der Mazerationsmethode, d. h. zur Gewinnung strukturzeigender Epidermispräparate.

Ganz im Gegensatz zu der Ausbildung des Kupferschiefers im Mansfeldischen ist der rheinische Kupferschiefer im bergwirtschaftlichen Sinne erzlos. Es ist daher wohl richtiger, ihn als „Kupferschieferäquivalent" zu bezeichnen. Dagegen ist wissenschaftlich von Interesse, daß auch der Kupferschiefer des Ruhrbezirkes keineswegs völlig des Kupfergehaltes entbehrt, eine Tatsache, die zuerst durch zahlreiche, auf Veranlassung

der Preuß. Geol. Landesanstalt ausgeführte Analysen bewiesen worden ist. Anflüge von Kupfererzen werden sogar häufiger auf Fossilresten beobachtet.

Nach KRUSCH (1909) zeigt der Kupferschiefer der Bohrung 4 (Funke) bei Rhade (nördlich Dorsten) einen Kupfergehalt von 0,032% bei 2,8—11,6 g Silber pro t und Spuren von Gold. Auch die wiederholten, auf meine Veranlassung im Laboratorium der W.B. vorgenommenen Untersuchungen von Kupferschieferproben der verschiedensten niederrheinisch-westfälischen Vorkommen ergaben einen Kupfergehalt. So weist der Kupferschiefer der Schächte I/II der Zeche Arenberg Fortsetzung 0,01—0,02% Kupferoxyd sowie Spuren von Silber auf. Auffallenderweise sind die Edelmetalle nach KRUSCH nicht wie gewöhnlich an Kupfer, sondern wahrscheinlich an Schwefelkies gebunden. Genau wie im Mansfeldischen ist auch hier die Erzführung keineswegs niveaubeständig, sondern schwankt sowohl örtlich als auch im Flözprofil. Die vielumstrittene Frage nach dem Alter des Erzes ist in gleicher Weise wie für den Mansfeldischen Kupferschiefer zu beantworten.



Abb. 433. *Sphenopteris kukukiana* GOTHAN u. NAGALH. Kupferschiefer. Zeche Wehofen. S.W.B.



Abb. 434. *Sphenopteris gibbelsi* GOTHAN u. NAGALH. Kupferschiefer der Zeche Rheinpreußen VI. S.W.B.

Bei der Geringfügigkeit des Gehaltes scheint eine Ausgewinnung der erwähnten Metalle zur Zeit aussichtslos. Bemerkenswert ist der hohe Bitumengehalt des schmutziggrauen Kupferschieferflözes, der sich besonders im liegenden Teile recht erheblich anreichert. Hierbei ist der Gehalt an Bitumen nicht im Sinne ausziehbaren Öls, sondern organischer Substanz zu verstehen (teerartiger Stoffe). Nach FULDA (1935) dürfte daher der Kupferschiefer als Muttergestein für das Öl des mittleren Zechsteins nicht in Frage kommen. Wie BÄRTLING (1909) angibt, hat das Gestein aus einer Funke-Bohrung einen Brennverlust von 18,5%. Auch der Kupferschiefer der Zeche Arenberg Fortsetzung zeigt nach einer Analyse der W.B. einen beachtlichen Glühverlust in Höhe von rd. 16%. Hiervon entfallen 1,5% auf Wasser und 14,5% auf Bitumen. Der chemische Charakter des Kupferschieferäquivalents geht aus folgenden Analysen (nach BROOCKMANN) hervor:

Bohrung Trier 12 (bei Schermbeck)	Bohrung Trier 8 (bei Deuten)
20,4% in HCl unlöslich	33,6% in HCl unlöslich
7,8% Fe_2O_3 (Al_2O_3)	5,8% Fe_2O_3 (Al_2O_3)
43,6% $CaCO_3$	31,8% $CaCO_3$
23,1% $MgCO_3$	24,1% $MgCO_3$
5,1% organische Substanz und H_2O	4,7% organische Substanz und H_2O
100,0%	100,0%

Durch erzmikroskopische Untersuchungen sind auch noch Fahlerze (nach BÄRTLING) nachgewiesen worden. Dazu treten Kupferkies und Bleiglanz als Anflüge auf Klüften.

Zechsteinkalk. Der Kupferschiefer wird mit meist scharfem Übergang von marinen fossilführenden Kalken, Dolomiten und Mergelschiefern überlagert, die im Durchschnitt bis 15 m mächtig werden. Nur ausnahmsweise wird diese Mächtigkeit überschritten, wie in der Bohrung Camp 4 bei Issum (linke Rheinseite), wo diese Zone rd. 55 m mißt. Hier finden sich stellenweise an Fossilien reiche Bänke mit einer sehr eintönigen Tiervergesellschaftung. Auf Schacht I der Zeche Wehofen sind gelbgraue, weiche, ungeschichtete, teils dolomitische, teils sandige Kalksteine aufgeschlossen worden, die mit

feinschichtigen, pflanzenführenden Mergelschiefern wechsellagern. Von 348—352,6 m folgt hier eine geschlossene, gelbgraue Kalkmergelbank, die sich durch eine zwar artenarme Fauna, aber durch ihren Reichtum an wohlerhaltenen, mit perlmutterglänzenden Schalen versehenen Resten von Productiden, unter anderem von *Productus horridus* (s. Abb. 435), auszeichnet. Andere Bänke sind überaus reich an Brachiopoden, Muscheln, Bryozoen sowie Korallen, wodurch sie als alte Riffe gekennzeichnet werden.

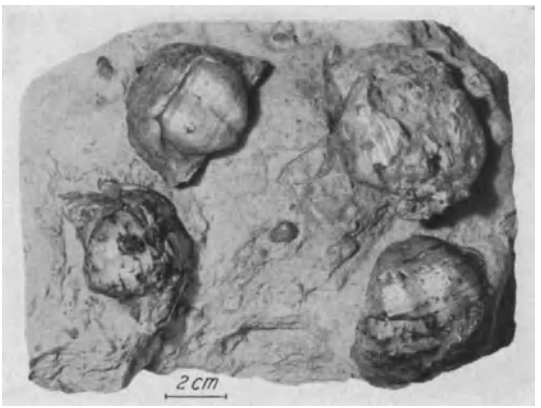


Abb. 435. *Productus horridus* Sow. im Zechsteinkalk der Zeche Beeckerwerth. S.W.B.



Abb. 436. *Fenestella retiformis* Schloth. aus dem Zechsteindolomit. S.W.B.

Von Brachiopoden finden sich außerdem: *Spirifer undulatus* Schloth. (= *Spirifer alatus* Sow.), *Dielasma elongatum, Rhynchonella geinitziana, Camarophoria schlotheimi* King, *Strophalosia goldfussi* u. a. Fast alle Gesteinsbruchstücke zeigen außerdem Reste von Bryozoen, wie die Trichter von *Fenestella retiformis* (s. Abb. 436), *Geinitzella columnaris, Synocladia virgulacea* King, Büschel von *Acanthocladia anceps* sowie Encrinitenstiele *(Cyathocrinus ramosus)*. Als ein für die kalkigmergelige Fazies des niederrheinischen Zechsteins seltenerer Fund sei der von mir gesammelte, sehr gut erhaltene Rest einer „*Conularia*" der Zeche Wehofen erwähnt (s. Abb. 437).

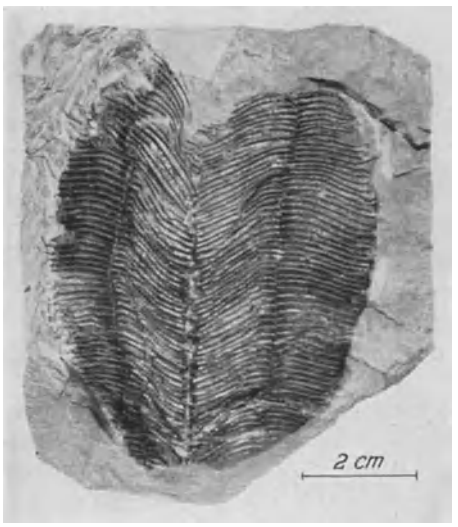


Abb. 437. *Conularia hollebeni* H. B. Geinitz in Mergelschiefern des Zechsteins der Zeche Wehofen. S.W.B.

Ausführlichere Fossillisten der in den Kalken und Mergeln auftretenden Arthropoden, Gastropoden, Lamellibranchiaten, Brachiopoden, Bryozoen, Crinoiden und Korallen finden sich unter anderem bei Wunstorf und Fliegel (1910) sowie Zimmermann (1935).

Leider eignen sich die vorgenannten Tierreste sehr wenig für die stratigraphische Feingliederung des Zechsteins, da sie für das Alter der einzelnen Unterstufen nicht kennzeichnend sind und ihr Vorkommen zu sehr von der Fazies bzw. den ökologischen Verhältnissen ihres Lebensraumes abhängig ist.

Ein besonderes Merkmal des Kalksteins der Zeche Wehofen sind die zahlreich vorhandenen „Drusen", Hohlräume, die mit weißem Kalkspat und gelegentlich auch rötlichen Schwerspatkristallen erfüllt sind. Nicht selten beobachtet man in dem die Drusen umgebenden Kalk bis zu 5 cm lange, perlmutterglänzende Productusstacheln, die teilweise noch auf den den Rand der Drusen bildenden Schalenresten größerer Productiden aufsitzen. Sie weisen darauf hin, daß die Entstehung der Drusen mit den eingebetteten Fossilresten im engsten Zusammenhang steht.

Auf Zeche Arenberg Fortsetzung geht der Kupferschiefer ziemlich unvermittelt in dunklen, gelbgrauen, wohlgeschichteten, fossilleeren und später kavernösen Dolomit über (s. Abb. 438). Nach einer Analyse des berggewerkschaftlichen Laboratoriums enthält das Gestein: 50,7% $CaCO_3$, 39,6% $MgCO_3$, 1,7% Fe_2O_3, Al_2O_3, 0,4% H_2O und 7,6% Unlösliches. Ihm folgt ein heller, zellig-poröser und ebenfalls fossilleerer, rd. 15 m mächtiger Dolomit, der möglicherweise schon dem mittleren Zechstein angehört. Er besteht aus: 63,7% $CaCO_3$, 33,5% $MgCO_3$ und 2,8% $FeCO_3$. Das besonders in seinem unteren Teile stark löcherig aus-

gebildete Gestein ist als „Rauchwacke" anzusprechen. Abgesehen von der großen Mächtigkeit des Zechsteins, fällt hier das mit rd. 2° nach WSW gerichtete Einfallen des Kupferschiefers auf, der sich ja bekanntlich im allgemeinen nach N oder NNW einsenkt.

Die zahlreichen, auf anderen Schächten bekannt gewordenen Aufschlüsse in dieser Zone bieten wenig Besonderheiten. Nur im holländischen Peelgebiete weicht ihre Ausbildung durch Auftreten grauer und roter Mergel und oolithischer Kalksteine etwas ab.

Die weiter im Hangenden folgenden Stufen des mittleren und oberen Zechsteins fehlen nach dem Ergebnis der zahlreichen Bohrungen am Rande der Dyas- und Triasablagerungen (z. B. bei Dorsten) fast durchweg. Die Ursache ist zum Teil in der Zerstörung der früher vorhandenen Zechsteinschichten zu suchen, wie durch das Auftreten von Zechsteinblöcken im Basalkonglomerat des Buntsandsteins der Zeche Ver. Gladbeck bewiesen wird. Andererseits liegt die Unvollständigkeit der Profilausbildung aber

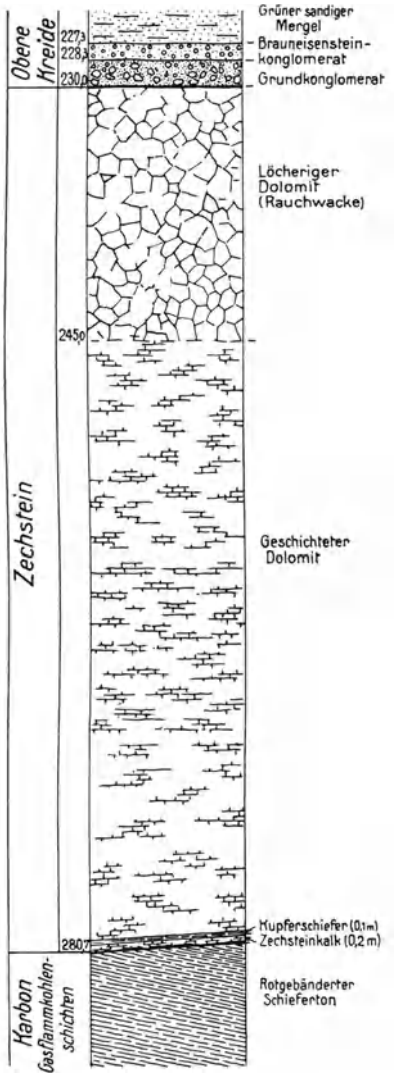


Abb. 438. Profil durch den Zechstein des Schachtes I der Zeche Arenberg Fortsetzung. Nach eigener Aufnahme.

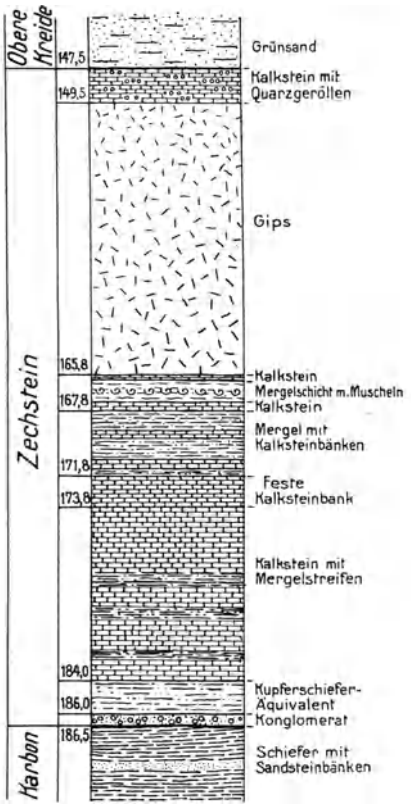


Abb. 439. Profil durch den Zechstein der Zeche Beeckerwerth, Schacht I. Nach eigener Aufnahme.

auch in der randlichen Lage des Zechsteins sowie in einem durch Auslaugung des Salzlagers erfolgten Zusammenbruch der Hangendschichten begründet.

b) Mittlerer Zechstein.

Herrschen im unteren Zechstein die klastischen Ablagerungen vor, so baut sich die mittlere Stufe aus chemischen Sedimenten auf. Damit weisen sie auf die durch Einengung des Meeresbeckens veränderten paläogeographischen Verhältnisse hin.

Die Mächtigkeit der in diesem Zeitraume am Niederrhein abgelagerten Sedimente ist gering und bewegt sich zwischen 5 und 40 m. Mit dem unteren Anhydrit bzw. Gips setzen die Schichten ein. Letzterer ist sehr gleichmäßig, fast schichtungslos und körnig

ausgebildet und je nach dem Bitumengehalt ± dunkel. Seine Mächtigkeit, die am Südrande der Verbreitung nur wenige Meter beträgt, wächst auf Beeckerwerth auf rd. 27 m an (s. Abb. 439). Bisweilen wird der Gips von Dolomit unterlagert, welch letzterer oft als „Stinkdolomit" entwickelt ist. Nach neueren Untersuchungen (Stockfisch und Fulda 1933) braucht der sog. Stinkdolomit nicht notwendig bituminös zu sein. Zu bemerken ist, daß der aus Mitteldeutschland bekannte Hauptdolomit hier fast völlig zu fehlen scheint. Bemerkenswerterweise zeigen sowohl der Dolomit als der Anhydrit nicht selten Ölspuren.

c) Oberer Zechstein.

Das wichtigste Glied des oberen Zechsteins ist dessen unterer Teil mit dem ausgedehnten Salzlager (einschließlich der Kalisalze), das im N eine Mächtigkeit bis rd. 470 m erreichen kann. Weiter nach S geht die Dicke dieser Zone immer mehr zurück, um beispielsweise in der Bohrung Baerler Busch (linke Rheinseite) nur noch rd. 12,50 m zu betragen.

Da das Vorkommen des Salzes und der wirtschaftlich besonders wertvollen Kalisalze unter „Lagerstätten des Bezirkes" im Abschnitt XVII besonders behandelt werden wird, erübrigt sich ein näheres Eingehen auf das Salzvorkommen an dieser Stelle.



Abb. 440. Letten mit Steinsalzkristallen aus dem Zechstein der Bohrung Lintfort 2. S.W.B.

Graue und rote, bis 10 m mächtige Salztone sowie Anhydrite, bunte Letten und Gips überlagern bei der üblichen Profilentwicklung das Salzlager. Sie können insgesamt eine Mächtigkeit von rd. 30 m erreichen. Führen die Salztone zahlreiche, mit rotem Fasersalz erfüllte Klüfte, so finden sich in den Letten bisweilen gut ausgeprägte Salzwürfel (s. Abb. 440). Im einzelnen setzt sich das Normalprofil, wie sich aus den Aufschlüssen der Solvaywerke ergibt, aus einer unteren Folge von Salztonschichten, einer bis 8 m mächtigen Anhydritbank (sog. „mittlerer" Anhydrit) und einer oberen Salztonfolge, deren Klüfte mit Anhydrit gefüllt sind, zusammen. Möglicherweise liegt in dieser Anhydritbank der Hauptanhydrit Mitteldeutschlands (Brenner 1922) vor. Man faßt diese sehr regelmäßig ausgebildete Schichtenreihe als sog. untere Zechsteinletten zusammen.

Nicht selten läßt sich beobachten, daß die Schichten der unteren Zechsteinletten und der höheren Ablagerungen steilgestellt und zertrümmert sind, Erscheinungen, die man auf Auslaugungsvorgänge des Salzes zurückführt.

Auf diese Schichten folgt nach dem Hangenden ein sehr kennzeichnendes Gestein, der sog. Plattendolomit, der mit einer Mächtigkeit von etwa 5—10 m das gleichmäßigste Glied der ganzen Reihe der Salzgesteine ist. Dieser vielfach flaserig-plattig ausgebildete, gelbgraue und feinkörnige Dolomit ist wie die anderen Schichten des oberen Zechsteins im allgemeinen sehr fossilarm. Vielfach zeigt das Gestein auf seinen Klüften noch Anhydrit und Gips.

Bei Raesfeld ist dieses fast überall entwickelte Gebirgsglied in 12 m Mächtigkeit festgestellt worden. In der Bohrung Öding 1 (auf der Winterswijker Schwelle) wurde seine Mächtigkeit mit rd. 20 m ermittelt, während dieser Zone bei Ochtrup nur eine geringe Bedeutung zukommt.

Überlagert wird der Plattendolomit von den oberen Zechsteinletten, die meist bis zu 20 m, örtlich aber auch bis zu 40 m anschwellen können. Sie beginnen in vielen Profilen mit einer 2—3 m dicken Gips- oder Anhydritbank (sog. „Oberer Anhydrit").

Wie der mittlere Anhydrit, ist auch dieser zuweilen als ± lockere Anhydritbrekzie (sog. „Riesenbrekzie") — als Folgeerscheinung des Einbruchs von Deckgebirgsschichten über ausgelaugten Salzlagern — entwickelt, die infolge ihrer geringen Verfestigung das Bohren sehr erschwert.

Der Basisanhydrit der oberen Letten ist weit verbreitet. Fast alle Bohrungen an der holländisch-preußischen Grenze haben ihn nachgewiesen. Er ist bisweilen rot gefärbt, wie z. B. in der Bohrung Trier 13 (bei Rüste).

Mitunter finden sich im Anhydrit von Spalten ausgehende Umbildungen in Gips oder auch unabhängig davon neugebildete sternförmige Gipspartien (s. Abb. 441).

Nach dem Hangenden zu gehen die Ablagerungen der oberen Zechsteinletten ohne scharfe Grenze in Form wechsellagernder Anhydritschnüre mit Lettenlagen in die Schichtenfolge des Buntsandsteins über.

Auffallenderweise ist in der Bohrung Vreden auch in den oberen Zechsteinletten ein wenig mächtiges Salzlager festgestellt worden.

An sehr vielen Stellen ist der Zechstein nur recht unvollständig erhalten. So wird z. B. in der Bohrung Trier 6 (bei Schermbeck) das Karbon unmittelbar vom oberen Zechstein mit anschließendem Anhydrit überlagert. Hier scheint eine Transgression des oberen Zechsteins vorzuliegen.

Nach allen Beobachtungen nimmt die Mächtigkeitsentwicklung des sich ebenso wie der Buntsandstein nach NW und NO ausdehnenden Zechsteins nördlich der Lippe in nordnordwestlicher und nordnordöstlicher Richtung zu.

So liegt in der Bohrung Vreden der Zechstein in einer Mächtigkeit von 269 m vor, ohne daß das Liegende erreicht wäre.

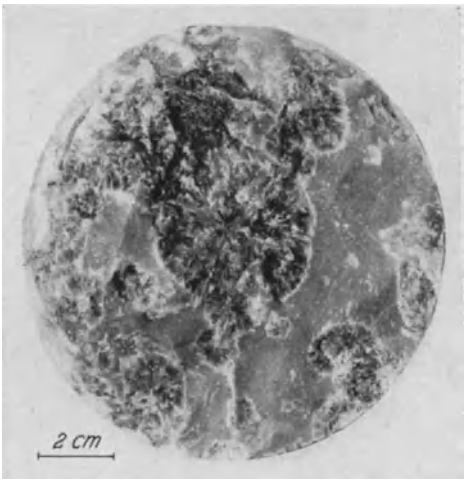


Abb. 441. Anhydrit mit Gipssternen aus dem Zechstein der Bohrung Rossenray. S.W.B.

Als Beispiel für die Ausbildung des rechtsrheinischen Zechsteins im einzelnen verweise ich auf die Profile einiger von KRUSCH und BÄRTLING untersuchten Bohrungen (Trier 10 und Trier 13) sowie der von mir bearbeiteten Bohrungen (Freudenberg 14 und Trier 12):

Tabelle 26. Bohrung Trier 10 (bei Freudenberg).

von bis m	Mächtigkeit m		
757,5—780,5	23	Anhydrit, mit roten Letten und bröckligem Mergelschiefer wechsellagernd	Oberer Zechstein
780,5—783,5	3	Stinkdolomit	
783,5—786,0	2,5	Massiger blaugrauer Kalk mit Kalkspatdrusen	Mittlerer Zechstein
786,0—787,0	1,0	Rauchwacke	
787,0—789,0	2,0	Hellgrauer Mergelschiefer (mit Bryozoen)	Unterer Zechstein
789,0—791,5	2,5	Sandiger Mergelschiefer (mit *Acanthocladia*)	
791,5—793,0	1,5	Kupferschiefer	

Tabelle 27. Bohrung Trier 13 (östlich Schermbeck).

von bis m	Mächtigkeit m		
770,7—775,8	5,1	Anhydrit (zum Teil rot gefärbt!)	Oberer Zechstein
775,8—782,0	6,2	Stinkdolomit	
782,0—794,0	12,0	Kompakter Anhydrit	
794,0—798,0	4,0	Anhydritbrekzie	
798,0—864,0	66,0	Hellblauer Anhydrit	Mittlerer Zechstein
864,0—867,0	3,0	Helle sandige Mergelschiefer	Unterer Zechstein
867,0—867,95	0,95	Kupferschiefer	

Tabelle 28. Bohrung Freudenberg 14.

von bis m	Mächtigkeit m		
995 —1004,20	9,20	Blaugrauer Ton mit Anhydrit	Oberer Zechstein
1004,20—1005,40	1,20	Anhydrit	
1005,40—1018,00	12,60	Stinkdolomit	
1018,00—1057,20	39,20	Kompakter Anhydrit	Mittlerer Zechstein
1057,20—1063,50	6,30	Mergelschiefer	Unterer Zechstein
1063,50—1065,00	1,50	Kupferschieferäquivalent	

Tabelle 29. Bohrung Trier 12 (nördlich Schermbeck).

von bis m	Mächtigkeit m		
962 — 970	8	Anhydrit mit Letten	Oberer Zechstein
970 — 975	5	Gelbbrauner Stinkdolomit	
975 — 990	15	Dichter graublauer Anhydrit	
990 — 997	7	Anhydritkonglomerat (Salzhorizont)	
997 —1103,5	106,5	Kompakter Anhydrit mit Zwischenlagen	Mittlerer Zechstein
1103,5—1104,0	0,5	Konglomeratischer Anhydrit	
1104,0—1104,5	0,5	Dolomit	Unterer Zechstein
1104,5—1105,0	0,5	Kupferschieferäquivalent	

Zur Gewinnung eines Gesamtbildes der Zechsteinausbildung im Niederrheingebiet und seiner Stellung zum Profil in Mitteldeutschland lasse ich eine Gegenüberstellung des Normalprofils des Niederrheinischen Beckens sowie des Hessisch-Thüringischen Beckens (s. Tabelle 30) nach der Ansicht FULDAs (1935) folgen.

Tabelle 30.

		Niederrheinisches Becken	Mächtigkeit m (rund)	Hessisch-Thüringisches Becken (Werra-Typus)	Mächtigkeit m (rund)
Oberer Zechstein	Oberes jüngeres Salzgebirge	—		—	
	Mittleres jüngeres Salzgebirge	Obere Zechsteinletten	25	Obere Zechsteinletten	5
	Unteres jüngeres Salzgebirge	Anhydrit	3	—	
		Plattendolomit	6	Plattendolomit	
		Untere Zechsteinletten	13	Untere Zechsteinletten	30
		Anhydrit	8	Jüngeres Steinsalz (ohne Kalisalz)	5
				Anhydrit	10
		Braunroter Salzton	10	Braunroter Salzton	10
	Älteres Salzgebirge	Oberes älteres Steinsalz	200 m im Durchschnitt	Oberes älteres Steinsalz (Werra-Typus)	100
				Oberes Kalilager (Flöz Hessen)	3
		Mittleres älteres Steinsalz (mit Carnallit und Hartsalzflözen)		Mittleres älteres Steinsalz	60
				Unteres Kalilager (Flöz Thüringen)	4
		Unteres älteres Steinsalz		Unteres älteres Steinsalz	80
Mittlerer Zechstein		Anhydrit	10	Anhydritknotenschiefer	8
Unterer Zechstein		Zechsteinkalk	7	Zechsteinkalk	4
		Kupferschiefer	2	Kupferschiefer	0,3
		Zechsteinkonglomerat	1	Zechsteinkonglomerat	2

Auf Grund dieser Gegenüberstellung ist eine Übereinstimmung in der Ausbildung der gesamten Zechsteinablagerung des Niederrheingebietes mit der des Werragebietes im großen und ganzen nicht zu verkennen. Trotzdem ist das Profil der niederrheinischen Salzablagerung so wesentlich von der Salzfolge an der Werra verschieden, daß es sich hier um einen besonderen Salztyp handeln dürfte. Dieser Unterschied kommt vorwiegend darin zum Ausdruck, daß im Niederrheingebiet eine Reihe im Salz eingelagerter, meist weniger mächtiger Kalisalzbänke entwickelt ist, während im Werragebiete nur zwei, durch ein mächtiges Salzlager getrennte, gut ausgebildete Kalisalzflöze in Erscheinung treten. Die Ähnlichkeit des niederrheinischen Profils mit der Ausbildung des „Hauptsalzes" in Thüringen (Werra-Serie SCHLÜTERs) liegt unter anderem darin, daß in beiden Profilen das jüngere Kalisalz (über der älteren Salzfolge) fehlt und weiter darin, daß auch die Kalisalze des Niederrheingebietes inmitten des älteren Steinsalzes eingelagert

sind. Schließlich kehrt sowohl im Niederrheingebiet als auch in der gesamten nördlichen und nordöstlichen Randzone der kennzeichnende „Plattendolomit" des Werragebietes im oberen Zechstein wieder.

Jedenfalls entspricht das niederrheinische Salzprofil der älteren Salzfolge dem des mitteldeutschen Profils und gehört damit zum oberen Zechstein in dem Sinne, daß das jüngere Steinsalz (mit Kalisalzen) nicht vorhanden ist. Möglicherweise ist jedoch das jüngere Steinsalz doch zur Ablagerung gekommen, aber durch posthume Auslaugung wieder zerstört worden.

Folgt man dagegen der Auffassung von SCHLÜTER und HEIDORN (1931/32), so entspricht das Hauptsalzlager des Niederrheins ebenso wie die Salzfolge des Werragebietes dem mittleren und nicht dem oberen Zechstein. Demgemäß wäre der untere Teil der Salzfolge des Niederrheins (unteres und mittleres älteres Steinsalz) in den mittleren, und der höhere Teil (oberes älteres Steinsalz) in den oberen Zechstein zu stellen. Nach ihrer Ansicht würde etwa wie folgt zu parallelisieren sein:

Tabelle 31.

	Niederrheingebiet	m	Werragebiet	m
Oberer Zechstein	Obere Letten mit Gips	30—40	Obere Letten mit Gips	10—20
	Plattendolomit	7	Plattendolomit	15—25
	Untere Letten mit Anhydrit und Gips	30	Untere Letten	35—65
	Steinsalz (Staßfurt-Serie)	40	Steinsalz (Staßfurt-Serie)	—
	Anhydrit	—	Anhydrit	—
Mittlerer Zechstein	Steinsalz mit mehreren Kalisalzlagern (Werra-Serie)	90—100	Steinsalz mit zwei Kalilagern (Werra-Serie)	200—300
	Anhydrit und Dolomit	10—15	Anhydritknotenschiefer und Anhydrit	—
Unterer Zechstein	Unterer Zechstein	—	Unterer Zechstein	—

Die Altersverhältnisse beider Bezirke sind aber bisher noch nicht genügend geklärt, um mit unbedingter Sicherheit die stratigraphische Stellung der Salz- und Kalisalzlagerstätte des Niederrheingebietes festzulegen.

3. Zur Paläogeographie und Genese des Salzes.

Wie schon bei der allgemeinen Entstehungsgeschichte der Zechsteinablagerungen kurz dargelegt worden ist, entspricht die heutige Verbreitung des Zechsteins im Industriebezirk längs der Linie Mörs, Hamborn, Gladbeck, Dorsten nicht den Grenzen des Meeres zur Zechsteinzeit. Wahrscheinlich ging das Meer noch über den Nordrand des variszischen Gebirges hinaus (s. Abb. 442), so daß nur der Kern des variszischen Gebirges von Zechstein frei blieb. Infolge der später einsetzenden Einebnungsvorgänge sind aber die weiter südlich reichenden ursprünglichen Ablagerungen des Zechsteins innerhalb des Münsterschen Beckens bis zu ihrer heutigen Begrenzung wieder abgetragen worden.

Für die ehemals weit größere Ausdehnung des Zechsteins im Becken von Münster spricht unter anderem auch das Vorkommen des schon mehrfach erwähnten „Mendener Konglomerats", das ich wegen seiner Beschaffenheit und seiner mehr als großen Ähnlichkeit mit dem Konglomerat der Zeche Wehofen in den unteren Zechstein stellen möchte. In Übereinstimmung mit dieser Ansicht steht, daß ich noch ein weiteres, sehr bemerkenswertes Vorkommen als „Zechstein" deuten konnte. In einer unter Tage im Steinkohlengebirge der ehemaligen Zeche Unna (östlich von Unna) durchfahrenen Verwerfungsspalte wurde vor langen Jahren ein verkieselter Kalkblock gefunden, der seinerzeit von BÄRTLING und mir untersucht und als Zechstein angesprochen wurde. Sein Vorkommen in der Spalte kann nicht anders als auf Einbruch überlagernden Zechsteins in die Kluft gedeutet werden.

Schwer zu sagen ist natürlich, wie weit sich das Meer in der unteren Zechsteinzeit nach S erstreckt hat. Nach unserer Kenntnis von der Verbreitung der einzelnen Stufen des Zechsteins ist anzunehmen, daß auch im Industriegebiet die Ausdehnung des Zechsteinmeeres zur untersten Zechsteinzeit am größten war (s. Abb. 442), wenngleich nicht bestritten werden soll, daß sich infolge von Transgressionsvorgängen an seinem Rande auch jüngere Zechsteinschichten unter Diskordanz über ältere, bzw. unmittelbar auf die in Gräben und Horste zerrissenen Ablagerungen des Grundgebirges legten. Sicherlich sind jedoch die höheren salinaren Schichten an diesen Transgressionen nicht mehr beteiligt. Infolge fortschreitender Verdunstung engten sich die Grenzen des Meeres immer mehr ein, das schließlich auf die relativ tiefstgelegenen Teile in Form mehrerer Einzelsalzseen (Salzpfannen) beschränkt blieb. In diesen sammelten sich die mit den leichtlöslichen Kalisalzen gesättigten Restlaugen, bis zum Schluß die Kalisalze auskristallisierten. Vom Meere zur Zeit der Salzausscheidung fast völlig getrennt, hatte jeder dieser Salzseen nunmehr sein eigenes Schicksal (s. Abb. 442). So erklärt es sich, daß alle diese Salzablagerungsgebiete, darunter auch das Werragebiet und der niederrheinische Bezirk, ihr besonderes Normalprofil besitzen, das sich nicht ohne weiteres mit dem Profil der anderen Hauptsalzgebiete vergleichen läßt. Für die Lage des niederrheinisch-westfälischen Zechsteingebietes ist beachtlich, daß es in der Hauptsache auf den Rheintalgraben im weiteren Sinne beschränkt geblieben ist, in dessen innerstem Teile es auch am weitesten nach S vorstößt. Es handelt sich hier fast um denselben Depressionsraum, in den später auch das Tertiärmeer nach S vordrang.

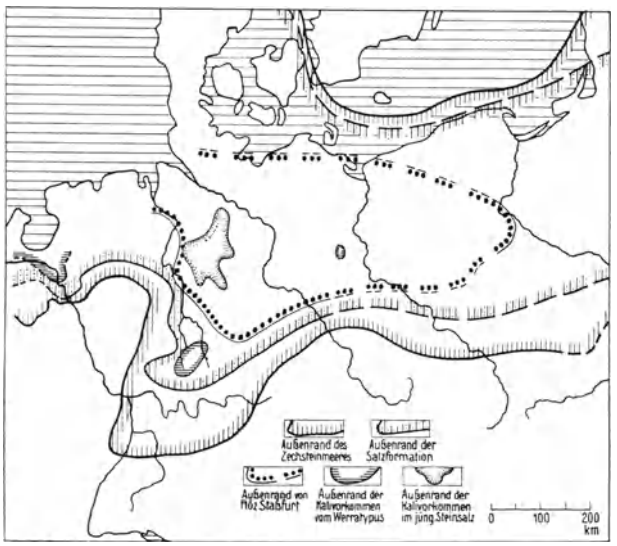


Abb. 442. Die Ausdehnung des deutschen Zechsteinmeeres und seiner Salzablagerungen. Umgez. nach STILLE.

Von den genetischen Verhältnissen der niederrheinischen Salzablagerungen im einzelnen läßt sich mangels Vorliegen ausreichender bergbaulicher Aufschlüsse und eingehender Untersuchungen noch kein abschließendes Bild gewinnen. Im großen und ganzen dürften die Vorgänge, die zur Ablagerung des Salzes am Niederrhein geführt haben, denen der anderen Salzgebiete entsprechen. Wie überall, haben sich auch hier im älteren Zechstein zunächst mechanisch gebildete, klastische Gesteine niedergeschlagen. Erst gegen Ende des unteren Zechsteins kamen infolge vollständigen Wechsels der Ablagerungsbedingungen vorwiegend chemische Sedimente (salinare Gesteine) zum Absatz. Sie verraten ihre Bildung in einem flachen, sich ständig senkenden Becken, das freilich eine Zeitlang vom offenen Meere abgetrennt blieb. Die Bildung der Salze ist der bekannten Regel gefolgt, nach der sich zuerst die schwer löslichen Salze ausscheiden, und zwar Dolomit, darauf Anhydrit (der auch hier die Basis der salinaren Schichten bildet) und dann erst Steinsalz und Kalisalz. Die am Niederrhein vorhandene Wechsellagerung von Steinsalz- und Kalisalzbänken deutet darauf hin, daß das abgeschlossene Becken während der Zeit der Salzbildung immer wieder Verbindung mit dem offenen Ozean hatte. Andererseits spricht das völlige Fehlen der im mitteldeutschen Salzprofil vorhandenen jüngeren Kalisalzfolge im Niederrheingebiet dafür, daß in der jüngsten Zeit der Salzbildung eine Abschnürung des Beckens vom offenen Ozean nicht mehr bestanden hat.

Nach beendeter Salzausscheidung griffen wieder andere Sedimentationsbedingungen Platz. Lehrt doch der charakteristische Wechsel von Salzton, Anhydrit und Letten in der Zone der unteren und oberen Letten, daß wir es hier mit wiederholten Oszillationen

des Meeres zu tun hatten. Inwieweit im übrigen die primäre Salzablagerung in späterer Zeit weitere Umbildungen erfahren hat, soll hier nicht weiter erörtert werden.

Fliegel und Wunstorf sind dagegen der Ansicht, daß es sich in dem Salzlager nicht wie in Mitteldeutschland um eine primäre Ausscheidung, sondern um eine deszendente Bildung, d. h. um eine umgelagerte Salzfolge handelt, die sich durch Ausscheidung aus den eintrocknenden, aus der Zerstörung eines echten ozeanischen Salzlagers stammenden Laugen in einem aus präpermischen Gräben und Horsten bestehenden Tiefgebiet gebildet habe.

Im Anschluß an meine Darstellung sei noch kurz angeführt, daß Fulda (1931/35) über Bildungsraum und Eindunstungsvorgang bei der Entstehung eines primären Salzlagers neue Vorstellungen geäußert hat. Gegenüber der alten Grundvorstellung von Ochsenius (1877), der von einem durch eine Barre vom Meere getrennten Meeresbusen mit spiegelgleichem Wasserstande ausgeht, nimmt Fulda als Bildungsraum eine kontinentale, unter den Meeresspiegel herabreichende Depression an, etwa nach dem Beispiel des Assalsees im Somalilande. Bei starker Eindunstung des unterirdisch in Form eines Grundwasserstroms durch die durchlässigen Gesteinsschichten dem Becken zufließenden Meereswassers kann sich in einem solchen Gebiet ein Salzsee bilden, aus dem sich dann das Steinsalz sowie die Kali- und Magnesiasalze unter Wirkung eines Wüstenklimas ausscheiden. Voraussetzung ist ein isostatisch absinkender, geosynklinaler Raum. Fulda ist weiter der Ansicht, daß die frühere Auffassung der Salze als „marine" Bildungen dahin abzuändern ist, daß die Salzsubstanz zwar mariner Herkunft ist, daß dagegen das Salz, dessen Ablagerung sich in einer kontinentalen Senke vollzog, als „kontinentale" Bildung zu betrachten ist. Neuerdings zieht Fulda (1938) zur Deutung die Großflutentheorie von Wilfarth heran.

C. Buntsandstein.

Mit Ausnahme weniger Stellen, so an der holländischen Grenze und am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges, gehen Schichten der Trias im engeren Industriebezirk nicht zutage aus. Dagegen ist die Trias im Untergrunde des weiteren Rheintalgrabens weit verbreitet. Hier ist sie durch zahlreiche Bohrungen und durch eine Reihe von Schächten gut erschlossen worden (s. Abb. 425).

Von den verschiedenen Stufen der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper) spielt für das niederrheinische Gebiet lediglich die älteste Formation, der Buntsandstein, eine Rolle. Nur er ist in größerer Verbreitung und stellenweise mit hoher Mächtigkeit nachgewiesen, während Muschelkalk und Keuper (Rhät) auf vereinzelte Grabengebiete des nordwestlichen Teiles des Bezirkes beschränkt sind. Die unterirdische Verbreitung des Buntsandsteins im Bezirk deckt sich einigermaßen mit der Ausdehnung des Zechsteins, aus dem er sich in gleichförmiger Überlagerung meist ohne scharfe Grenze entwickelt. Wie beim Zechstein hat auch beim Buntsandstein des Bezirkes eine nördliche Grenze noch nicht erkannt werden können.

Von gewisser Bedeutung für die Frage des Ablagerungsgebietes des Buntsandsteins ist der Umstand, daß auch außerhalb des geschlossenen Verbreitungsraumes schon seit langer Zeit „rote Schichten" von verschiedenen Punkten bekannt geworden sind. Da diese alten Vorkommen aber keine genügende Untersuchung erfahren haben, und daher über ihre Stellung noch nichts mit Sicherheit gesagt werden kann, können aus diesen Angaben keine sicheren Schlüsse gezogen werden. Wahrscheinlich liegen in diesen Vorkommen nichts anderes als rotgefärbte Oberflächenschichten des Steinkohlengebirges vor.

Zu diesen fraglichen Vorkommen gehören z. B. die in den alten Bohrregistern der Bohrfirmen als „Keuper", „roter Keuperton", „Keupersandstein", „rotes Gebirge", „Rotliegendes" und unter ähnlichen Bezeichnungen angeführten Schichten von Lenklar (zwischen Werne und Lünen), von Kirchdinker und manchen anderen Punkten. Unter anderem sollen auch auf der Schachtanlage Grimberg (Zeche Monopol) rotgefärbte Gesteine mit einem aus der Wettersohle ins Deckgebirge vorgetriebenen Aufbruch angefahren worden sein. Da in fast allen diesen Gesteinsvorkommen Pflanzenreste des Karbons nachgewiesen werden konnten, muß die frühere Ansicht, daß es sich hier um „Rotliegendes" handelt, zurückgewiesen werden.

Weit bekannter sind die gekritzten Gerölle und geschrammten Flächen roten Sandsteins auf Zeche Preußen II, die noch von Müller und von van Waterschoot als Belege für eine permische Eiszeit angesehen wurden. Nach der Ansicht von Krusch, der ich mich auf Grund des mir vorliegenden, von Leo Cremer gesammelten und im geologischen Institut der W.B. aufbewahrten Materials anschließe, liegt hier nur tektonisch beeinflußtes, rot gefärbtes Karbon vor.

1. Verbreitung.

Durch die zahlreichen Bohrloch- und Schachtaufschlüsse ist die Ausdehnung des Buntsandsteins ziemlich genau festgelegt worden. Wenn sie auch in etwa der Verbreitung

des unterlagernden Zechsteins entspricht, stößt der Buntsandstein im allgemeinen in den Gräben doch nicht so weit nach S vor wie der Zechstein (s. Abb. 425).

Gleich diesem unterliegt auch der Buntsandstein in seiner Mächtigkeit großen Schwankungen. So nimmt er im allgemeinen nach N zu, während er nach der Mitte des Münsterschen Beckens schnell verkümmert. Schon östlich von Klein-Reken ist er nicht mehr vertreten (s. Tafel II).

Um nur einige Zahlen zu nennen, beträgt die Mächtigkeit des Buntsandsteins links des Rheins in einer Bohrung bei Rheinberg 102 m, bei Borth 245 m und bei Wesel 225 m, und rechts des Rheins bei Schermbeck (Bohrung Trier 4) 234 m, bei Holzhausen 342 m und bei Vreden sogar 750 m. Nördlich der Lippe im Salm-Salmschen Regalgebiet schwankt seine Mächtigkeit zwischen 113,5 m (Trier 6) und rd. 656 m (Augustus 16).

Wie beim Zechstein ist auch das Ablagerungsgebiet des Buntsandsteins (s. Abb. 425) von herzynisch gerichteten Querverwerfungen begrenzt und zerrissen, die zumeist mit denen des Steinkohlengebirges zusammenfallen. Da ihr Verwurf im Buntsandstein meist größer als in der Kreide ist, müssen noch vor Ablagerung der Kreide starke Schollenbewegungen eingetreten sein.

2. Gliederung.

Entsprechend der Ausbildung des Buntsandsteins in Mitteldeutschland setzt er sich auch am Niederrhein vorwiegend aus roten und grünen (durch Eisenoxyd gefärbten) sowie hellgelben bis weißen Sandsteinen (und konglomeratischen Zonen) mit meist kalkigem und seltener kieseligem Bindemittel, ferner aus Sandschiefer, roten und grauen Letten, Gips und Anhydritablagerungen zusammen. Die meist sehr klüftigen Sandsteine entbehren stellenweise, wie z. B. links des Rheins, jedes Bindemittels und sind fast sandig entwickelt, so daß dann die Sandsteine schwimmsandähnliche Eigenschaften annehmen. Mangels eindeutiger paläontologischer Merkmale innerhalb der verschiedenen Stufen ist es manchmal schwierig, die bergbaulich angetroffenen Schichten mit Sicherheit einzustufen, zumal der niederrheinische Buntsandstein im Gegensatz zu dem süddeutschen besonders fossilarm ist. Da die meisten Bohrungen den Buntsandstein nur stoßend durchsunken haben, ist das Kernmaterial verhältnismäßig sehr bescheiden und zur stratigraphischen Ausdeutung des Gesamtprofils nicht ausreichend gewesen.

Wahrscheinlich sind im Niederrheingebiet alle drei Stufen, und zwar unterer, mittlerer und oberer Buntsandstein vertreten, wenngleich ein vollständiges Buntsandsteinprofil nur ausnahmsweise aufgeschlossen gewesen sein dürfte.

Da genaue Untersuchungen über die Einteilung des Buntsandsteins vorläufig nur vom Buntsandstein des rechtsrheinischen Salm-Salmschen Regalbezirkes vorliegen, sei von diesem ausgegangen. Für den Salm-Salmschen Regalbezirk (nördlich der Lippe) stellte Krusch (1909) folgende Gliederung des hier anscheinend nur unvollkommen ausgebildeten Buntsandsteins auf, die aber auch für das gesamte Gebiet des NW einigermaßen als Norm gelten dürfte:

Tabelle 32.

Gliederung	Petrographische Ausbildung	Bemerkungen	
Oberer Buntsandstein (Röt)	Vorwiegend rote, selten grüne Letten mit untergeordneten roten milden tonigen Sandsteinen. Häufiger Gips und Anhydritschichten. Mergel und Kalkbänke selten. Letten-Anhydritzone	Fällt häufig infolge nachträglicher Abrasion der Horste aus	Mächtigkeit 125—400 m Ursprüngliche Mächtigkeiten schwanken außerordentlich wegen der Gebirgsbewegungen zur Buntsandsteinzeit
Mittlerer Buntsandstein	Vorwiegend rote, häufig entfärbte milde Sandsteine mit untergeordneten roten oder grünen Lettenschichten, nach der Basis grobkörnig, seltener konglomeratisch. Zone milder Sandsteine		
Unterer Buntsandstein	Vorwiegend rote Letten mit zurücktretenden, sehr milden roten tonigen Sandsteinen. Untere Lettenzone	Fehlt oft auf den Horsten	

Immerhin zeigt der Buntsandstein im niederrheinischen Hauptverbreitungsgebiet eine etwas andere Ausbildung. Hier haben uns in erster Linie die Schachtaufschlüsse der Deutschen Solvaywerke (s. Abb. 443), die den Buntsandstein mit rd. 250 m durchsanken, sowie der Pattberg-, Zweckel-, Möller- und Rheinbabenschächte gute Aufschlüsse geliefert. Obwohl aber das Profil der Borthschächte wahrscheinlich alle Stufen des Buntsandsteins umfaßt, ist es doch sehr schwierig, hier zu einer befriedigenden Gliederung zu gelangen. Fehlt es doch an leitenden Schichten, um die verschiedenen Profilaufschlüsse des Buntsandsteins mit Sicherheit ihren Unterstufen zuzuweisen.

Nach Fliegel und Wunstorf (1910) scheint der Buntsandstein des Niederrheins seiner petrographischen Ausbildung nach eine Zwischenstufe zwischen dem südwestdeutschen und dem norddeutschen Buntsandstein einzunehmen. Jedenfalls sind die Gesteine des Niederrheins gegenüber der Ausbildung des Buntsandsteins im Weserbergland im allgemeinen weicher, lettenreicher sowie feinkörniger und ähneln damit derjenigen von Osnabrück. Über die einzelnen Stufen ist etwa folgendes zu sagen:

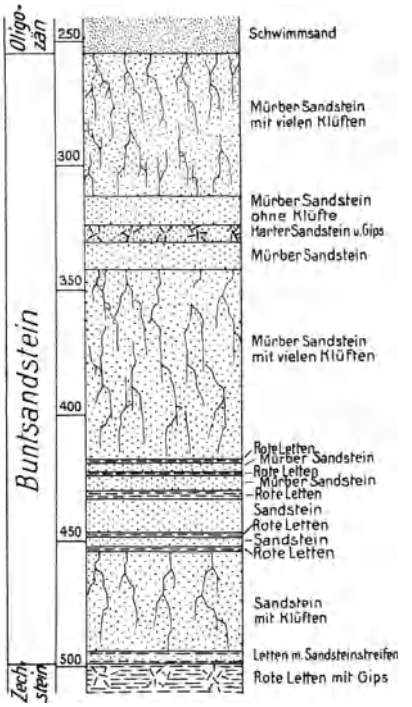


Abb. 443. Die Ausbildung des Buntsandsteins im Schacht Borth. Nach Zechenprofilen.

a) Unterer Buntsandstein.

Die hauptsächlich aus roten Sandsteinen mit vereinzelten „Konglomeraten" bestehende Stufe des unteren Buntsandsteins dürfte im Industriebezirk nur untergeordnet zur Ausbildung gekommen sein. Möglicherweise gehört die durch Konglomeratlagen ausgezeichnete untere, sandige Zone des Buntsandsteins auf den Möllerschächten bzw. auf den Pattbergschächten zur untersten Stufe. Jedenfalls ist die Mächtigkeit des unteren Buntsandsteins, falls er entwickelt sein sollte, nicht sehr groß. Höchstwahrscheinlich ist der untere Buntsandstein infolge besonderer tektonischer Ereignisse in Verbindung mit Abrasionsvorgängen in NW des Gebietes nur auf kleine Grabengebiete beschränkt. Auf den Zechsteinhorsten fehlt er anscheinend überhaupt völlig. Im übrigen ist das für diese untere Stufe bezeichnende Auftreten von „Rogensteinen" (Oolithbildungen) im Niederrheingebiet nicht festgestellt worden, während die Rogensteine weiter nördlich sowohl in den Bohrungen bei Winterswijk und Buurse als auch in den alten Bohrungen Salzreich 2 und 1 (bei Ochtrup) sowie in den Bohrungen RB 49 und RB 227 des Jahres 1936/37 in mehreren Lagen im unteren Buntsandstein beobachtet wurden. Besonders gut aufgeschlossen sind sie in den Fischgräben von Schulte-Hessing nördlich Öding. Verglichen mit den Vorkommen in Mitteldeutschland, muß in diesen Rogensteinhorizonten die obere Zone des unteren Buntsandsteins vorliegen.

b) Mittlerer Buntsandstein.

Von größerer Bedeutung ist der meist mächtigere mittlere Buntsandstein, der vielfach mit dem oberen zusammen vorkommt. Der aus einer bis zu mehrere 100 m mächtigen Schichtenfolge (bis 500 m) teils hellroter, teils weiß und grünlich gefärbter, glimmerarmer Sandsteine bestehende mittlere Buntsandstein führt untergeordnet auch geringmächtige Ton- und Lettenschichten. Da das tonige bis kalkige Bindemittel dieser Sandsteine meist nur schwach ausgebildet ist, haben die häufig klüftigen Sandsteine vielfach eine sehr mürbe Beschaffenheit. Dabei sind sie fast durchweg stark wasserführend. Je nach der petrographischen Beschaffenheit des Gesteins liegen entweder „Kluftwasser-" oder „Schwimmsandhorizonte" vor. Daher haben die Sandsteine dem Schachtabteufen stellenweise, wie auf den Schächten der Deutschen Solvay-Gesellschaft und den Pattbergschächten, außerordentliche Schwierigkeiten bereitet. Hierbei haben sich die bisweilen auftretenden Letteneinlagerungen für das Schachtabteufen

als sehr wichtig erwiesen, weil sie bei genügender Mächtigkeit wasserabschließend sein können. Neben der milden Beschaffenheit der Sandsteine sind für den Buntsandstein des Niederrheins auch die zahlreichen „Geröllagen" (Konglomeratzonen) bezeichnend, die anscheinend vorwiegend die Basis des mittleren Bunten bevorzugen. Man darf sie jedoch ihrer stratigraphischen Lage nach nicht ohne weiteres mit den aus Süddeutschland bekannten, mächtigen Konglomeratzonen vergleichen.

Auf Schacht Borth I wurden allein sechs Konglomeratlagen von 0,05—0,20 m Mächtigkeit in ganz verschiedenen Abständen voneinander beobachtet. Nach allen Feststellungen scheint ganz allgemein die Grobkörnigkeit der Konglomerate entsprechend ihrer Bildungsgeschichte von S nach N abzunehmen. Nördlich der Lippe sind nämlich nach Krusch und Bärtling Konglomeratlagen nur selten beobachtet worden. An der Zusammensetzung der Bestandteile der Konglomerate beteiligen sich neben Quarzgeröllen und Sandsteinbrocken bei kalkigem Bindemittel auch sehr mannigfaltige Gerölle aus dem Zechstein. Die teils runden, teils kantengerundeten Gerölle haben bald Taubenei-, bald Faustgröße. Merkmale, die eine genauere Horizontbestimmung gestatten könnten, wie Chirotheriumfährten, tierische oder pflanzliche Reste, Steinsalzpseudomorphosen u. a. sind meines Wissens nicht beobachtet worden. Dagegen finden sich sehr häufig die stratigraphisch charakterlosen „Wellenfurchen" und „Tongallen".

c) Oberer Buntsandstein (Röt).

Zwischen dem mittleren und dem nun folgenden oberen Buntsandstein bestehen wieder keine ausgeprägten Grenzen, zumal das für Süddeutschland so kennzeichnende Hauptkonglomerat nicht zur Ausbildung gekommen ist. Jedenfalls spricht das Auftreten von Gips und Anhydritschichten im hangenden Teil des Buntsandsteins für dessen obere Zone. Vielfach fehlen infolge von Einebnungsvorgängen vor der Kreide- und Tertiärzeit vom oberen Buntsandstein die hangendsten Zonen. So gerieten Bohrungen im Salm-Salmschen Gebiete nach Durchstoßen der Kreide nicht selten unmittelbar in den mittleren Buntsandstein. Am Niederrhein besteht der geringmächtige obere Buntsandstein (Röt) vorwiegend aus dickbankigen, meist intensiv rot, stellenweise auch grau oder grünlich gefärbten Sandsteinen. Die seltener auftretenden, tonigen Lettenschichten sind auf seinen liegenden Teil beschränkt, der schon dem mittleren Bunten angehören dürfte.

An Tierresten sind hier *Myophoria vulgaris* und *Lingula* sp., an Pflanzen nur schlecht erhaltene Reste von *Voltzia heterophylla* Brongn. nachgewiesen worden.

Das Bindemittel der Sandsteine ist ± kalkig. Dementsprechend zerfallen die Gesteine auf der Halde schon nach kurzem Lagern an der Luft völlig zu losem Sand. Wegen seiner mürben Beschaffenheit kann der Sandstein beim Schachtabteufen sogar ohne Schießen hereingewonnen werden. Nach dem Hangenden zu finden sich stellenweise geflaserte Kalkmergel, wie z. B. in der Bohrung Alfred (Schwarze Erde) 14, mit *Myophoria vulgaris, Corbula* sp. und *Lingula* sp.

Stellenweise sind auch Letten- mit Kalkschichten entwickelt. Dadurch ähnelt dieses Profil dem Steinmergelkeuper. Es stellen sich ferner „salinische" Ablagerungen, insbesondere Gips bzw. Anhydrit ein, durch die der obere Buntsandstein fester und wassertragend wird. Letztere dürften das letzte Abklingen der marinen Verhältnisse zur Zechsteinzeit bedeuten. Jedoch sind richtige Salzablagerungen, wie sie z. B. bei Bentheim (mit rd. 100 m), bei Boekelo (mit rd. 60 m) und bei Vreden (mit rd. 25 m) festgestellt wurden, und die wieder auf Meeresüberflutungen hinweisen, in diesem Horizont am Niederrhein nicht beobachtet worden.

Bergbaulich von Bedeutung ist eine rd. 20 m mächtige gipsführende Schicht, die im Schacht I der Deutschen Solvaywerke bei 320—340 m angetroffen wurde und wegen ihrer Niveaubeständigkeit und ihrer wasserstauenden Eigenschaft für den Bergbau nützlich war.

Über die Ausbildung des Buntsandsteins in einzelnen Aufschlüssen mögen die nachstehend mitgeteilten Ergebnisse verschiedener Sonderuntersuchungen unterrichten.

Nach Middelschulte liegt auf Zeche Gladbeck (Möllerschächte) gleichförmig über der Zechsteinformation zunächst eine 12—19 m mächtige „Konglomeratzone", die sich aus einzelnen Sandsteinbänken und dazwischen gelagerten, lockeren Konglomeraten aufbaut. Der Sandstein ist hier hell, fast weiß, sehr feinkörnig und mürbe, mit einem Bindemittel aus weißem, weichem Ton. Am Aufbau der Konglomerate nehmen die verschiedenartigsten Gerölle aus der Zechsteinformation teil, und zwar Anhydrit, dolomitischer Kalk, grauer Stinkkalk, hellgrauer bis gelber zelliger Stinkdolomit, poröser und dichter Dolomit von dunkler und heller Färbung, eingebettet in ein Bindemittel aus hellgrauen, sandigen Letten. Die Größe der oft nur schwach

kantengerundeten Gerölle ist sehr verschieden. Sind die harten Dolomitgerölle bisweilen so groß, daß sie nicht in den Abteufkübel geladen werden können, sondern vorher auf der Schachtsohle zersprengt werden müssen, so erreichen andere Gesteine nur Nußgröße.

Tabelle 33.

	Möllerschächte (Gladbeck I/II)		Rheinbabenschächte (Gladbeck III)	
	Teufe (m) von bis	Mächtigkeit m	Teufe (m) von bis	Mächtigkeit m
Mittlere Zone .	299—417	118	271—300	29
Untere Zone .	417—436	19	300—312	12

Auf diese als unterer Buntsandstein anzusprechende Zone folgt eine Schichtengruppe von mächtigen, dunkelroten, sehr feinkörnigen, glimmerreichen Sandsteinbänken und schwächeren, ebenfalls rot gefärbten Tonschichten in Wechsellagerung. Eine Analyse des Sandsteins ergibt 2% Eisen, 70% Kieselsäure und rd. 26% Tonerde. Sehr häufig führen diese Sandsteine auf den Schichtflächen die aus Mitteldeutschland bekannten „Wellenfurchen", wie sie im mittleren Buntsandstein häufig sind. Beide Abteilungen des Buntsandsteins erweisen sich als sehr arm an fossilen Resten.

Über die Mächtigkeit dieser Schichten in den früheren Gladbeckschächten gibt obige Zusammenstellung (s. Tabelle 33) Auskunft.

Von der Norm etwas abweichend erweist sich die Ausbildung des Buntsandsteins auf Zeche Zweckel I/II. Nach meiner Untersuchung der Schichten beim Abteufen der Schächte besteht der hier rd. 34 m mächtige Horizont (s. Abb. 444), wie üblich, fast vorwiegend aus einem milden, feinkörnigen Sandstein, der von 334 bis 341 m rötlich gefärbt ist. Von hier ab bis zur Basis (bei 368 m) hat der Sandstein eine braungelbe Farbe. Auffallend ist das aus Mitteldeutschland wohlbekannte, meines Wissens noch in keinem Aufschluß des niederrheinischen Buntsandsteins beobachtete Auftreten von „Sandsteinkugeln" (s. Abb. 445). Die faust- bis kindskopfgroßen Gebilde liegen

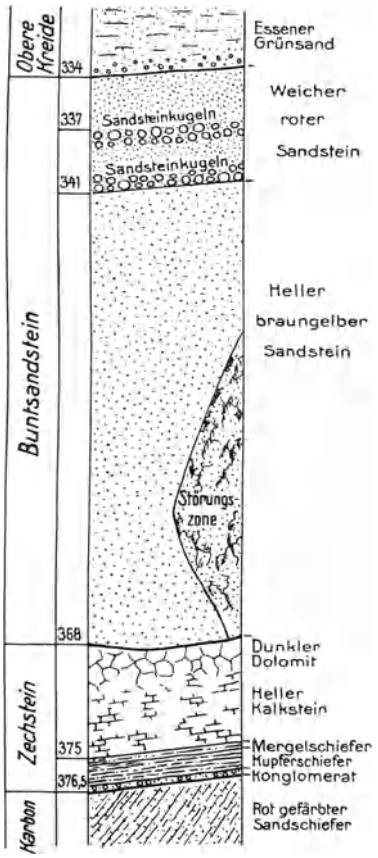


Abb. 444. Profil durch den Buntsandstein und Zechstein des Schachtes I der Zeche Zweckel. Nach eigener Aufnahme.

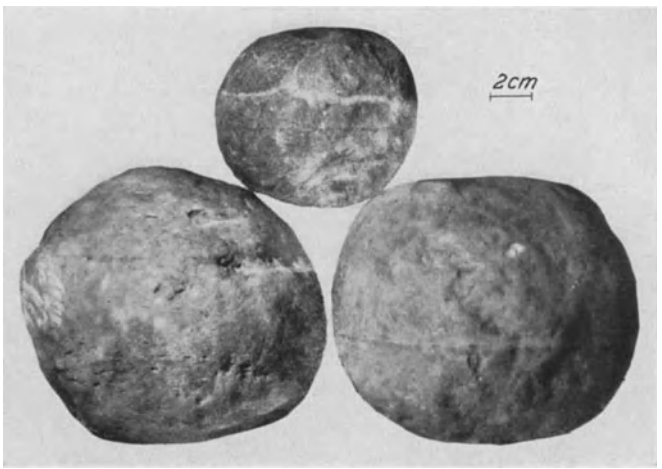


Abb. 445. Kugelige Sandsteinabsonderungen im Buntsandstein der Zeche Zweckel. S.W.B.

an zwei Stellen (bei 337 und 339 m), wo sie in mehreren Reihen ungleichmäßig übereinander vorkommen. Die in den Kugeln erkennbare Schichtung verläuft parallel mit der Schichtung des einbettenden Sandsteins. Danach handelt es sich um an Ort und Stelle entstandene Bildungen, denen das ursprüngliche karbonatische Bindemittel heute größtenteils wieder entführt ist. Die mäßigfesten Vollkugeln sind bisweilen schalig aufgebaut, gelegentlich auch nicht völlig rund, sondern mit ± tiefen, äquatorialen Einschnürungsringen versehen.

Das Vorkommen derartiger Kugeln im Buntsandstein ist dadurch von besonderem Interesse, weil sie in Deutschland fast stets an den gleichen stratigraphischen Horizont gebunden sind. So liegen die Kugelhorizonte Oberhessens, des Odenwaldes, der Pfalz, Thüringens und des Schwarzwaldes bei Heidelberg im obersten Teil des mittleren Buntsandsteins, und zwar fast durchweg dicht unterhalb des bekannten Hauptkonglomerats.

Dementsprechend dürfte man auch den Kugelhorizont auf Zeche Zweckel als obersten Teil des mittleren Buntsandsteins ansprechen.

Im Salm-Salmschen Regalbezirk wird eine Gliederung des Buntsandsteins dadurch häufig sehr schwer, daß in manchen Bohrungen die Schichten des Buntsandsteins nicht mehr in der gewöhnlichen Ausbildungsweise erhalten sind und die Form einer „Riesenbrekzie" angenommen haben, die durch Zusammenbruch der hangenden Schichten über den ausgelaugten und fortgeführten Salzen des oberen Zechsteins entstanden ist.

Weitere Einzelheiten über den Buntsandstein ergeben sich aus den vielen Bohrungen rechts des Rheins, insbesondere im Regalbezirk von Salm-Salm. In einer Bohrung bei Schermbeck hatte der Buntsandstein eine Mächtigkeit von 234 m (562—796 m), gemessen bei einem Einfallwinkel von 24°. Sein liegendstes Schichtenglied war als grauer Sandstein mit Konglomeraten entwickelt.

Aufschluß über die Ausbildung der Konglomerate des Buntsandsteins haben unter anderem die Bohrungen Holthausen 2 bei Spellen (mit einer Mächtigkeit von 30 m), Holthausen 3 in Vörde, Springsfeld 2 bei Dorsten, Hiesfeld 16 (mit 3 m), Funke 5 (mit 8 m) und Frischgewagt 3 (mit 0,4 m) gegeben.

Oberer Buntsandstein ist von G. MÜLLER in einem Bohrloch bei Wesel und in dem schon obenerwähnten Bohrloch bei Vreden nachgewiesen worden.

Das Profil des Buntsandsteins in der Bohrung bei Wesel ist folgendes:

Oberer Buntsandstein	54 m	Blaue und rote Letten
	5 m	Harte, weiße Kalkmergel
	3 m	Kalksteine, wechsellagernd mit roten Letten
	42,5 m	Sandige Kalke, kalkige Schiefer und helle Sandsteine mit Gipsknollen und Gipsadern
	43 m	Helle Mergel und Schiefertone mit Gipsadern, enthaltend *Lingula tenuissima* und *Myophoria vulgaris*
Mittlerer Buntsandstein	7,5 m	Roter Ton mit Gipseinschlüssen
	40 m	Rote, bläuliche und grünliche Letten mit Gipsadern
	260 m	Rote Sandsteine und Tone, teilweise stark glimmerhaltig
Unterer Buntsandstein?	19 m	Rote und weiße Sandsteine, an der Basis mit Anhydrit und bunten Letten (bei 30—40° Einfallen)

Darunter folgt Zechstein.

Die Zugehörigkeit der obersten versteinerungsführenden Schichtenfolge zum Röt (oberer Buntsandstein) ergibt sich aus dem Vorkommen von *Lingula tenuissima* und *Myophoria vulgaris* sowie aus der petrographischen Beschaffenheit der durchsunkenen Gesteine.

Die schon erwähnte Bohrung bei Vreden hat gleichfalls das Röt durchsunken und ein Salzlager aufgeschlossen.

MÜLLER (1902) gliedert hier das Profil des Buntsandsteins wie folgt:

Oberer Buntsandstein	211—392 m	Bunte Mergel, Letten mit Gipsschnüren
	392—417 m	Steinsalz mit 1,17 m mächtiger Einlagerung von bunten Letten und Gips
Mittlerer Buntsandstein	417—680 m	Hauptbuntsandstein mit bis zu 4 m mächtigen, groben Sandsteinbänken und Lettenlagen
Unterer Buntsandstein	680—960 m	Feinkörniger Buntsandstein mit Anhydrit, an der Basis grobkörniger Sandstein mit Anhydritlinsen
Liegendes: Zechstein		

Die Gesamtmächtigkeit des Buntsandsteins beträgt sonach bei Vreden 749 m.

D. Die Tektonik der Zechstein-Buntsandsteinablagerungen.

Im Hinblick auf das Zusammenvorkommen beider Formationen im NW des Bezirkes und das tektonisch gemeinsame Schicksal können hier beide Schichtengruppen gemeinsam behandelt werden. Wie schon weiter oben im einzelnen ausgeführt wurde, nehmen sowohl Zechstein als auch Buntsandstein nach N bzw. NW an Mächtigkeit zu, so daß sie in der Linie Wesel-Raesfeld etwa 1000 m erreichen (s. Tafel III). Zum leichteren Verständnis der eigenartigen Tektonik dieses Schichtenpaketes sei zunächst auf die Unterfläche bzw. Auflagerungsfläche (d. h. die alte Karbonoberfläche) verwiesen, deren Ausbildung auf Tafel VIII zur Darstellung gebracht ist.

Die Tiefenschichtenlinien dieser Tafel lassen erkennen, daß die Mächtigkeitszunahme der Zechstein-Triasschichten in Richtung von S nach N keine ganz gleichmäßige ist. Der Abstand der Isohypsenlinien voneinander, der am Südrande ein verhältnismäßig großer ist, wird nach NW geringer, d. h. die Schichten wachsen in dieser Richtung immer

schneller an Mächtigkeit an. Mit anderen Worten: die Schrägstellung der Zechstein-Triasplatte ist im N erheblich größer als im S. Daraus ergibt sich die Vorstellung, daß die Unterfläche der Gesamtablagerung eine gewisse Wölbung besitzt, worauf BREDDIN (1929) aufmerksam machte. Aus der Tafel VIII sieht man weiter, daß der im großen und ganzen flach nach NW einfallende Zechstein-Triasblock ähnlich wie das Steinkohlengebirge selbst durch zahlreiche, vorwiegend NW—SO verlaufende Sprünge in eine Reihe von Gräben, Horsten und Staffeln zerlegt ist, die parallel zur Richtung der Schrägstellung gerichtet sind. Profil Abb. 446 läßt die Verhältnisse im einzelnen erkennen.

Ihrem Einfallen nach NW entsprechend, springen die Schichten des Zechsteins und der Trias auf den Horsten nach N zurück, während sie in den Gräben nach S vorstoßen. Da die diese Schichten einschließenden Querstörungen die sie überlagernde Kreide in weit geringerem Maße und auch in einem anderen Sinne verworfen haben, muß die Zerstückelung der älteren Zechstein-Triasschichten schon vor Ablagerung der Kreidedecke erfolgt sein.

Eine genaue zeitliche Bestimmung dieses Vorganges ist mangels Vorliegen von Ablagerungen in diesem Gebiet, die jünger als Buntsandstein und älter als Cenoman sind, nicht möglich. Doch ist anzunehmen, daß sowohl für die Kippung der Platte als auch für ihre Zerlegung in Schollen Auswirkungen der saxonischen Orogenese, und zwar der kimmerischen Phase STILLES (an der Wende Jura-Kreide), in Betracht kommen.

Die Wirkung dieser kimmerischen Bruchphase ist nicht zu unterschätzen, weil Verwürfe von 100—200 m dieser Schichtenfolge keine seltenen Erscheinungen darstellen. Da im übrigen fast alle Störungen zur eingesunkenen Scholle einfallen, müssen die Brüche der Zechstein-Triasplatte auf Dehnung zurückgeführt werden. Der Betrag dieser Dehnung ist von BREDDIN (1929) mit 500—800 m ermittelt worden, was einem Vom-Hundertsatz von $1^1/_2$—$2^1/_2$ entspricht. Durch Konstruktion einer Karte mit den Mächtigkeitsverhältnissen der Zechstein-Triasablagerung hat BREDDIN (1929) die Sondertektonik dieser Schichtenplatte gut herausgebracht. Es sei deshalb auf seine Abb. 8 (Glückauf Bd. 65, S. 1193) verwiesen.

Was die Gräben und Horste der kimmerischen Tektonik im einzelnen angeht, so sind rechts des Rheins (vgl. auch Tafel VI, Abb. 425 und Profil 446) zwei Haupthorstgebiete und vier Hauptgrabenzonen zu unterscheiden, die ich im wesentlichen schon auf meiner ersten tektonischen Karte des Steinkohlengebirges (1910) namentlich herausgehoben hatte. Es folgen im Anschluß an die Walsumer Staffel von W nach O aufeinander (vgl. Abb. 446) der Dinslakener Perm-Trias-Graben, der Lohberger Horst, der Königshardter Perm-Trias-Graben und der Kirchhellener Perm-Trias-Graben. Dazu treten noch einige unbedeutendere Elemente, wie der Grafenwalder Perm-Trias-Horst und der Wulfener Perm-Trias-Horst. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf meine Abb. 446 und die Ausführungen BREDDINS (1929) verwiesen.

Während die Horste und Gräben in ihrem südlichen Teil dem Streichen der variszischen Sprünge entsprechen, drehen sie im nördlichen Teil gleich den Sprüngen in die WNW- (herzynische) Richtung um und bilden dann einen Übergang zu der W—O- und WNW-Richtung der kimmerischen Achsen in dem im NW folgenden holländisch-deutschen Grenzgebiet. Wie BREDDIN (1929) zuerst nachgewiesen hat, stehen die erwähnten Trias-Zechstein-

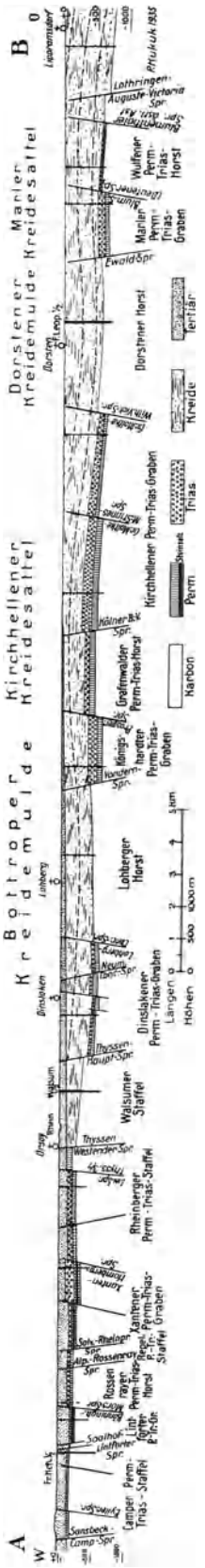


Abb. 446. *W—O*-Profil durch das Deckgebirge nach der Linie *A—B* des Grundrisses der Abb. 425.

Horste und -Gräben der kimmerischen (präkretazischen) Tektonik zu den Sätteln (Horsten) und Mulden (bzw. Gräben) der Kreideschichten der laramischen (postkretazischen) Tektonik in einer eigenartigen Beziehung. Durch Umkehr der Bewegungsvorgänge (Zerrung während der kimmerischen Phase und Pressung in der laramischen Phase der saxonischen Orogenese) ist im Verlaufe der verschiedenen Faltungsphasen auch eine Umbildung der tektonischen Elemente eingetreten (s. Abb. 447). Wie Profil Abb. 446 veranschaulicht, sind durch diese Umkehrtektonik aus Triasgräben Kreidesättel (bzw. Horste) und aus Triashorsten Kreidemulden (bzw. Gräben) entstanden. Dabei haben sich die in der kimmerischen Bruchtektonik auftretenden Zerrsprünge in der Kreidetektonik in Form von Überschiebungen ausgewirkt (s. Abb. 447). Diese Umkehr hat sich auch hinsichtlich der Neigung der Schollen und damit auch in bezug auf die Mächtigkeit der auf ihnen abgelagerten Trias- und Kreideschichten gezeigt, die daher für die einzelnen Formationen nach derselben Richtung sehr verschieden sein kann.

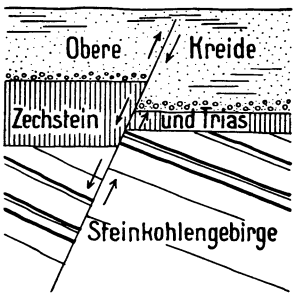


Abb. 447. Durch Wechsel von Zerrung und Pressung hervorgerufene widersinnige Bewegungen längs einer das Karbon und das Deckgebirge durchsetzenden Störung. Nach BREDDIN.

Wenn auch die Schichten des Buntsandsteins und Zechsteins innerhalb der Einzelschollen im allgemeinen recht regelmäßig nach NW bzw. N einfallen, so sind örtlich auch Steilstellungen der Schichten zu beobachten, die jedoch nichts mit den obenerwähnten Falten der Kreide zu tun haben. Diese Erscheinungen sind entweder auf Schleppung zurückzuführen, oder haben ihre Ursache in der teilweisen oder völligen Auslaugung von Zechsteinsalzen oder auch von Rötsalzlagern. Das ist gewöhnlich dann der Fall, wenn diese Steilstellungen schon im mittleren Buntsandstein oder im oberen kaum noch in Erscheinung treten.

E. Die Schichten vom Alter des Muschelkalks bis einschließlich Untere Kreide.

Neben den zwischen Karbon und Kreide sich einschiebenden Ablagerungen des Zechsteins und Buntsandsteins sind noch weitere Deckgebirgsschichten vertreten, deren Ausbildung und Verbreitung nun zu behandeln sein werden. Bei diesen fällt noch mehr als bei dem Zechstein und der unteren Trias das Fehlen vollständiger Schichtenglieder in die Augen. Die hier bestehenden Formationslücken haben ihre Ursache jedoch nicht im Ausfall von Ablagerungen, sondern in wiederholten Abtragungsvorgängen nach der Bildung der betreffenden Schichten. Ihr Vorkommen beschränkt sich daher meist auf ± eng begrenzte und versenkte Grabengebiete.

Bekanntlich hatte LEO CREMER auf Grund der damaligen Aufschlüsse die Vermutung ausgesprochen, daß sowohl Zechstein und Trias als auch untere Kreide nach S bis weit über den Parallelkreis von Münster hinaus das Steinkohlengebirge in bedeutender Mächtigkeit überlagern würden. Das Ergebnis der seit dieser Zeit niedergebrachten neueren Bohrungen, insbesondere an der holländischen Grenze, in den Thyssenfeldern sowie südlich von Münster und im NO in Richtung auf den Teutoburger Wald, hat freilich seine Ansicht über die Verbreitung dieser Zwischenschichten nicht bestätigt. Wir müssen vielmehr diese Grenzlinie weit nach N verlegen, und zwar etwa nördlich der Linie Klein-Reken, Coesfeld und Iburg (s. Tafel II).

Aus den genannten Bohrungen geht hervor, daß hier Ablagerungen des Muschelkalks, Keupers, Juras und der unteren Kreide vertreten sind, die allerdings am Aufbau des unmittelbaren Deckgebirges im Industriebezirk nur einen geringen Anteil haben.

1. Muschelkalk und Keuper.

Das Vorkommen des Muschelkalks und Keupers ist auf einige Schollen im weiteren Rheintalgraben beschränkt geblieben. Von dem nicht sehr mächtigen Muschelkalk ist meist nur die untere Abteilung in der Form oolithischer Mergelschiefer erhalten.

Fossilführend nachgewiesen wurde Muschelkalk von WUNSTORF in den Bohrungen bei Vissel (Wesel) und bei Geest. In der Ausbildung des „Wellenkalks" (unterer Muschelkalk) ist er von 401—435 m durch KRUSCH (1913) in der Bohrung Alfred (Schwarze Erde) 14 (bei Raesfeld) festgestellt worden. Diese vermutlich in einer Grabenscholle stehende Bohrung zeigt die früher nicht vermutete, größere Ausdehnung des Muschelkalks und anderer, noch jüngerer Schichten im Bereich des Münsterschen Beckens. Weitere Vorkommen finden sich unter anderem in der bekannten Bohrung Vreden (von 166 bis 206 m), in der Bohrung Bentheim (von 542—704 m) sowie über Tage bei Öding (Schulte-Hessing), bei Alstätte (an der Haarmühle) und bei Lünten. Im übrigen tritt Muschelkalk fast lediglich außerhalb des deutschen Gebietes, so bei Winterswijk, in der Bohrung Ratum (Holland), bei Buurse und anderen Stellen in Holland auf.

Keuper (Rhät) ist nur von sehr wenigen Stellen bekannt geworden, wie in der Bohrung Schermbeck 2 (bei Dorsten) und bei Geest.

Unter den durch MENTZEL (1903) aus der Bohrung Schermbeck gesammelten fossilen Resten fanden sich nach Bestimmungen der Preuß. Geol. Landesanstalt unter anderem *Ophiolepis damesi* und schlecht erhaltene Zweischaler, wie *Cardium cloacinum, Anodonta postera* und *Taeniodon ewaldi*. Sie deuten auf oberen Keuper (Rhät) hin.

Nach VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT haben auch am Niederrhein bei Wesel verschiedene Bohrungen „Keuper" in der Form dunkelbrauner Mergel nachgewiesen. Weiter sind bei Bislich nach TILMANN (1913) bläulichschwarze Kalkschiefer mit „Rhät-Fossilien" durchsunken worden, die hier als unterstes Glied einer im Jura besonders hervortretenden Transgression erscheinen. Im preußisch-holländischen Grenzgebiet wurde „Rhät" in der Bohrung Ratum festgestellt.

2. Jura.

Über die Verbreitung des Juras im NW des Industriebezirkes, der hier zweifellos früher auf einer zusammenhängenden Fläche entwickelt war, sind wir nur ganz allgemein unterrichtet. Nur wenige Bohrungen haben Jura nachgewiesen, und zwar handelt es sich wohl fast ausnahmslos um in Grabengebieten versenkte Schollen, die der allgemeinen Abtragung dieser Formation entgangen sind. So ist im Rheintalgraben bei Bislich (östlich von Xanten) eine ziemlich mächtige Scholle von Lias (mit einem rd. 10 m starken „Minettelager") durchbohrt worden, über das weiter unten berichtet wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat hier die Südgrenze des Jurameeres nicht sehr weit südlich gelegen. Weiter ist Jura, und zwar unterer und mittlerer Lias, von KOERT in den Bohrungen bei Enschenhof (südlich Xanten) und Mehr (nördlich Xanten) sowie bei Eberg und Esserden beobachtet worden. Weiter östlich des Rheintalgrabens habe ich 1913 bei der Untersuchung der Kerne der Bohrung Alfred (Schwarze Erde 14 bei Raesfeld) unterhalb cenomaner hornsteinführender Grünsandschichten bei 296 m eine 105 m mächtige Folge liassischer Schichten nachweisen können (s. Tafel II).

Die von mir gesammelten Fossilien umfassen nach der Bestimmung von Professor BÖHM (Berlin) solche aus den „Arietenschichten" mit *Arietites geometricus* oder einer eng verwandten Art. Hieraus geht die Zugehörigkeit der Schichten zum Lias (unterer Lias) hervor. Dieser Aufschluß ist als östlichste Erstreckung des Juras im westlichen Teil des Münsterschen Beckens von besonderer Bedeutung. Möglicherweise reicht der Jura aber noch etwas weiter. Vermutete doch KRUSCH das Vorkommen von Jura auch noch in der Bohrung Lothringen 1 (nördlich von Dorsten), ohne aber hierfür sichere Unterlagen beizubringen.

Jura tritt auch im Kern des Sattelhorstes von Weseke auf. Hier haben SCHULZE-BUXLOH und BÄRTLING bei Kartierungsarbeiten den ersten sicheren Nachweis von Jura durch Auffindung der „Polyplocusschichten" (Schichten des unteren Doggers mit Toneisensteinkonkretionen) erbracht. Möglicherweise steht hier auch noch unterer Lias an. Lias ist ferner in einer Bohrung bei Lünten erkannt worden, wo Schichten mit *Schlotheimia angulata* durchbohrt wurden. Die Bohrung Bentheim 1 durchsank Jura in einer Mächtigkeit von rd. 390 m. Ob auch Schichten des Malms vertreten sind, läßt sich nicht mit Sicherheit behaupten. Wie WUNSTORF und FLIEGEL annehmen, befand sich zur Malmzeit im S eine aufsteigende Schwelle oder ein Festland, das die Ablagerung des Malms verhinderte.

Der auf deutschem Boden nur gelegentlich in Tiefbohrungen beobachtete Jura ist in holländischen Bohrungen häufiger angetroffen worden, wie z. B. in Ratum bei Winterswijk (von 20,8—83,8 m). Weiter ist Jura zwischen Winterswijk und Buurse bei Großburlo über Tage festgestellt worden. Hier sind braune Mergel und Kalke des Doggers durch das Vorkommen von *Parkinsonia parkinsoni* gekennzeichnet.

Die zweifellos recht schwankende Grenze des Juras deckt sich demgemäß nicht mit der der Dyas-Triasverbreitung, sondern bleibt im allgemeinen hinter deren südlicher Grenze zurück (s. Tafel II). Immerhin liegt sie aber höchstwahrscheinlich noch etwas östlicher als der Rand des Muschelkalks.

3. Untere Kreide.

Die untere Kreide gliedert sich vom Hangenden zum Liegenden in:

Gault (= oberster Teil der marinen unteren Kreide),

Neokom (= marines Neokom),

Wealden (= Süß- oder Brackwasserfazies des ältesten Neokoms).

Das Wealden ist vornehmlich in drei Gebieten des westfälischen Raumes verbreitet (s. Tafel I): Einmal begleitet diese brackisch-limnische Fazies der unteren Kreide den Südrand des Teutoburger Waldes über Ibbenbüren, Borgloh und Bielefeld als schmaler Saum; ferner legt sie sich als breiteres Band dem Nordrand des Wiehen- und Wesergebirges an und nimmt drittens größere Gebiete westlich der Ems an der Grenze gegen Holland ein. Nur in den beiden erstgenannten Bezirken ist das Wealden flözführend entwickelt.

An der holländischen Grenze setzt sich das Wealden vorwiegend aus einer 100—500 m mächtigen Schichtenfolge grün bis schwarzer, oft bleifarbiger Tone und Tonmergel zusammen, denen örtlich feste, oft ganz aus Cyrenenschalen (s. Abb. 449) und Melanien (s. Abb. 448) bestehende Kalkbänke und Tutenmergel zwischengeschaltet sind. Überall treten auch charakteristische, zu papierdünnen Blättchen zerfallende Schiefertone auf, die stellenweise einen bescheidenen Bitumengehalt besitzen. Von ganz dünnen Kohlenschmitzen abgesehen, fehlen jedoch die Kohlenflöze. Stellenweise haben die Schichten des Wealdentons einen Reichtum an Meerestierresten erwiesen. So konnte Wegner bei Gronau das vollständige Skelett eines 3 m langen *Plesiosaurus* (*Brancasaurus brancai* Wegner n. sp.) und Bruchstücke einer über 1 m großen Meeresschildkröte (*Chelonia gwinneri* Wegner) bergen (Wegner 1911/14).

Im Liegenden des Wealdens ist bei Feldhall und Lünten nach Angabe von G. Müller auch noch „Serpulit" vertreten. Nach allen Beobachtungen liegt hier das Wealden (und stellenweise wohl auch der aufs engste mit ihm verknüpfte Serpulit) in übergreifender Lagerung auf älteren Schichten. Dies zeigen die von G. Müller beschriebenen Bohrungen Vreden und Eibergen ebenso klar wie die Verhältnisse über Tage.

Wesentlich anders ist das Wealden östlich der Ems entwickelt. Hier treten sowohl am Südrande des Teutoburger Waldes wie am Nordabfall des Wiehen- und Wesergebirges Sandsteine auf, die bei Bölhorst 2,5 m und östlich der Weser (am Osterwald) bis 150 m mächtig werden. Die etwa die Mitte der Schichtenfolge einnehmenden Sandsteine schließen hier mehrere ± bauwürdige Kohlenflöze ein. Obwohl es sich meist um unreine und wenig mächtige Flöze handelt, sind sie doch in früheren Zeiten an den verschiedensten Stellen, wie bei Bölhorst, Borgloh, Oesede und Bielefeld sowie bei Bohmte u. a. a. O. Gegenstand eines ± ertragreichen Bergbaues gewesen. Nördlich der Weserberge bei Minden, in den Bückebergen und am Deister geht noch heute lebhafter Bergbau auf diese Flöze um (vgl. den Abschnitt über die Kohlenvorkommen der Wealdenformation).

Das Neokom (marine Fazies der unteren Kreide) nimmt am Nordwestrande des Münsterschen Beckens stellenweise einen ausgedehnten Raum ein (s. Abb. 450). Vom Hangenden zum Liegenden läßt die in ziemlich großer Mächtigkeit entwickelte Formation drei Stufen erkennen:

Apt und Barrême (Oberneokom),

Hauterive (Mittelneokom),

Valendis (Unterneokom).

Die Ablagerungen der Valendisstufe bestehen größtenteils aus dunklen, fetten, schwefelkiesreichen Tonen, die stellenweise noch mit Wealdenschichten wechsellagern. Gelegentlich stellen sich Sandsteinbänke (Bentheimer Sandstein) ein. Demgegenüber setzen sich die Hauteriveschichten aus 100—300 m mächtigen Sandsteinen (sog. Gildehäuser Sandstein) zusammen. Sie sind besonders gut bei Gildehaus (südlich Bentheim) und bei Wellar (östlich Lünten) entwickelt. Bergbaulich wichtig sind die Schichten der Apt- und Barrêmestufe, die sich durch fossilreiche Tone und Tonmergel kennzeichnen und ausgedehnte Lagen von Toneisensteingeoden einschließen.

Gault. Außer der Lias- und Wealdentransgression (nach MÜLLER) am Westrand des Münsterschen Beckens ist nach den Ergebnissen der Bohrungen noch eine weitere Transgression des oberen Gaults bis über die Lippe anzunehmen, an dessen Stelle schon in den Bohrungen nördlich von Hervest-Dorsten die Transgression des Cenomans getreten ist. Unter Berücksichtigung aller Beobachtungen und mit Hilfe der nördlichsten Steinkohlenbohrungen ist es heute möglich, die Zone, in der die Südgrenze der unteren Kreide liegen muß, einigermaßen genau festzulegen. Danach ergibt sich, daß die im S des Münsterschen Beckens nicht entwickelte untere Kreide am Nord- und Ostrand der Münsterschen Bucht nach S noch über den Münsterländer Abbruch vorstößt (s. Tafel II).



Abb. 448. *Pleurocera (Melania) strombiformis* SCHLOTH. Wealden. Bentheim. S.W.B.

Schon v. DECHEN (1884) beschrieb ein 21 m mächtiges Vorkommen von Gault (mit *Belemnites minimus* und *Hoplites deshayesi*) aus einer Tiefbohrung bei Hünxe (Friedrichsfeld). Im NW greift er etwas unter dem Oberkreiderand her, da er von BÄRTLING (1908) in der Bohrung Trier 9 (6 km nordwestlich Dorsten) festgestellt wurde. Hier ist der nachgewiesene obere Gault als 0,5 m mächtiger, versteinerungsleerer, grünsandiger Ton (= Minimuston) zwischen Cenoman und Röt vertreten. Nördlich und südlich dieser Bohrung sind Schichten der unteren Kreide nicht beobachtet worden. Weiter im NW, N und NO hat die geologische Kartierung den Verlauf der unteren Kreide festgelegt (s. Tafel II).

In bergwirtschaftlicher Beziehung ist die Verbreitung der unteren Kreide wegen des Auftretens der bekannten „Toneisensteine" von Bedeutung.

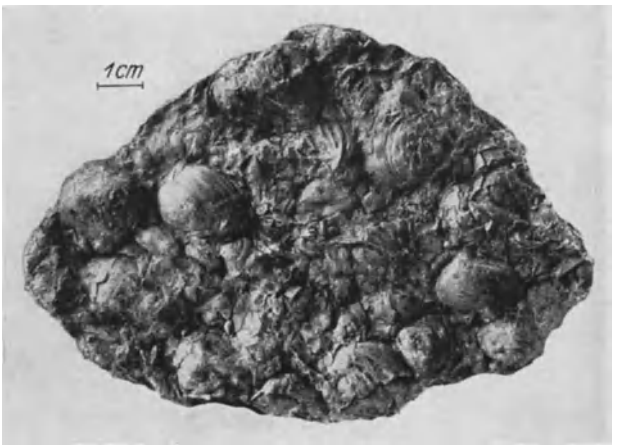


Abb. 449. *Cyrena sp.* Wealdenton. Bentheim. S.W.B.

BÄRTLING (1908) gliedert die zwischen der marinen Unterkreide (Neokom) und dem Cenoman auftretenden Schichten des Gault vom Liegenden zum Hangenden wie folgt:

Unterer Gault. Er besteht zu oberst aus tiefschwarzen, fossilarmen Tonen mit *Leymeriella tardefurcata*. Die liegendste Stufe des Gaults bildet ein mächtiger, fossilleerer Sandsteinhorizont, der reich an Brauneisensteineinlagerungen ist. Über diesem folgt dunkler, toniger, glaukonitischer Grünsand mit *Inoceramus concentricus* und *Neohibolites minimus*. Darüber lagert hellgrauer, fetter Ton mit *Neohibolites minimus* und *Hoplites splendens*.

Oberer Gault (Flammenmergel). Aus den grauen Tonen entwickeln sich nach oben die kalkreichen typischen „Flammenmergel" mit Einlagerungen hellgrauen, kieseligen Kalkes, der massenhaft *Aucellina gryphaeoides* führt.

Die obere Grenze der unteren Kreide ist nicht scharf. Sie geht ganz allmählich aus dem Flammenmergel des oberen Gault in das tiefste Cenoman über. Das Cenoman transgrediert in den nördlichsten Teilen des Kreises Ahaus noch nicht. Die Transgression setzt aber wahrscheinlich schon in der Gegend von Stadtlohn und Südlohn, sicher aber bei Weseke ein, wo eine ausgesprochene Diskordanz zwischen oberer und unterer Kreide bemerkbar ist.

4. Zur Tektonik der älteren Deckgebirgsablagerungen im Nordwesten und Norden des Gebietes.

Bekanntlich besteht das Gebiet der Münsterschen Bucht in tektonischer Hinsicht aus zwei genetisch verschiedenen Teilen: der im S gelegenen Rheinischen Masse

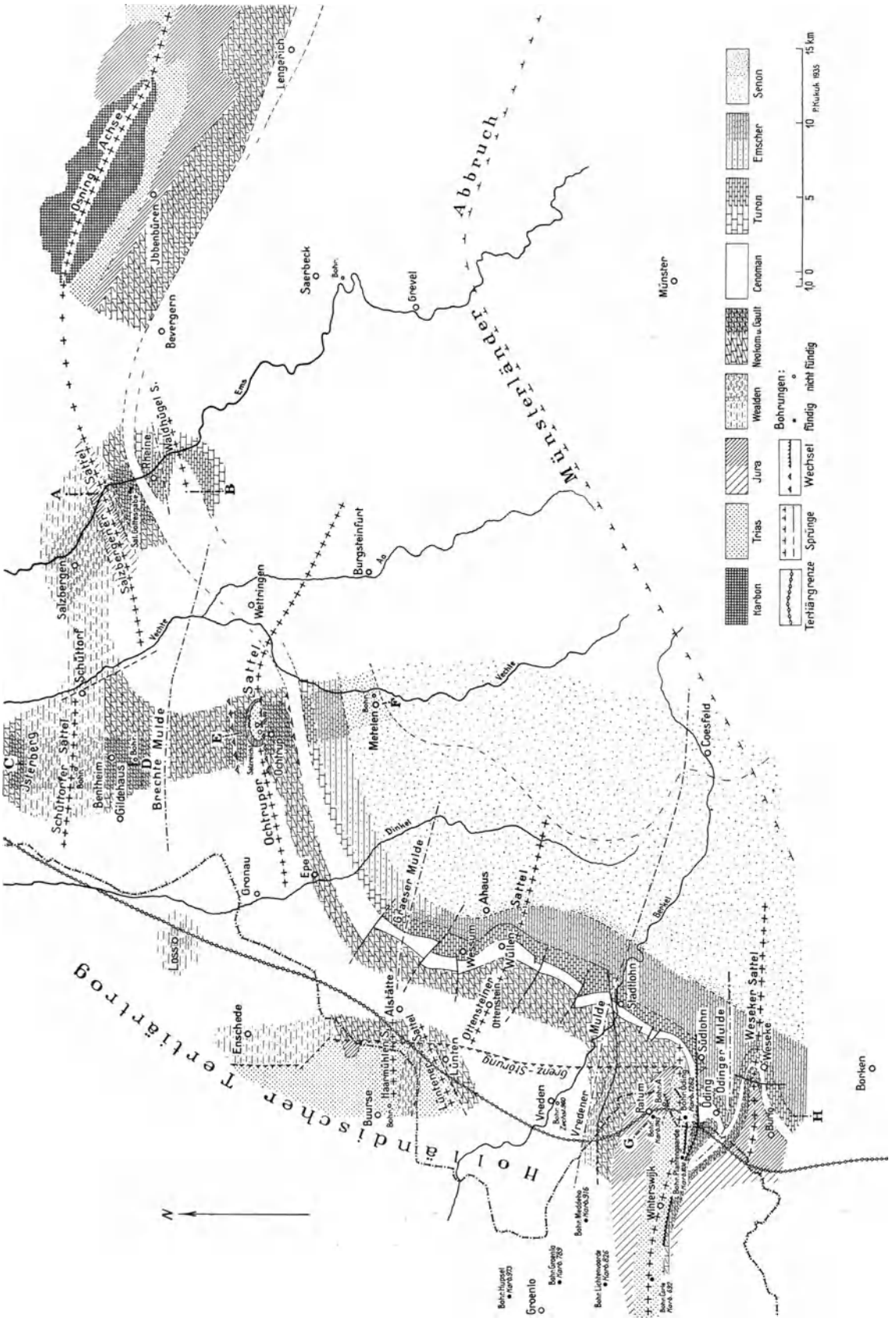


Abb. 450. Der NW-Rand des Münsterschen Beckens. Bearbeitet nach Aufnahmen des Pr. G.L.A. sowie anderen und eigenen Beobachtungen. (Dazu die Profile Abb. 451, 452, 453 und 454.)

(gefaltetes Oberkarbon mit diskordant überlagernder unterer und oberer Kreide) und dem nördlichen saxonischen Faltungsfelde, in dem das bergbaulich noch nicht erschlossene Karbon durch die gesamten Schichten des Mesozoikums (einschließlich der oberen Kreide) überlagert ist (s. Tafel II). Als Grenze beider Gebiete gilt der vermutete Münsterländer Hauptabbruch. Im nördlichen Gebiete werden innerhalb der Schichten des Diluviums und weiter der unteren Kreide sowie des Wealdens an einzelnen Stellen unvermittelt ältere Gesteinsvorkommen fensterartig sichtbar, die teils

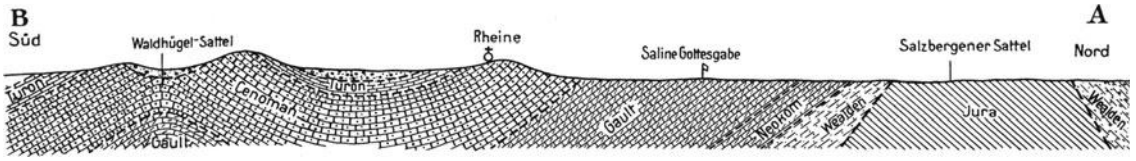


Abb. 451. Schematisches Profil durch den Salzbergener Sattel nach der Linie A—B der Abb. 450. Umgez. nach RANDEBROCK.

dem Jura, teils dem Muschelkalk oder dem Buntsandstein angehören. Ihr Auftreten steht mit zeitlich verschiedenen orogenetischen Vorgängen im Zusammenhange, die sich um die Wende Trias-Jura (altkimmerische Faltungsphase), um die Wende Jura-Kreide (jungkimmerische Phase) und zum Schluß der Oberkreidezeit (laramische Phase der saxonischen Orogenese) abgespielt haben.

Ihre Erkenntnis ist einerseits den planmäßigen geologischen Aufschlußarbeiten der Fürstlich Salm-Salmschen Generalverwaltung, andererseits der Spezialkartierung der Preuß. Geol. Landesanstalt zu verdanken (vgl. Abb. 450).

Wenn auch die tektonische Ausbildung dieser Gebilde im einzelnen und ihre Zusammenhänge untereinander trotz vieler Untersuchungen (KRUSCH 1919, BÄRTLING 1924, BENTZ 1926/27) noch nicht restlos geklärt sind, so ergeben sie doch schon das Bild

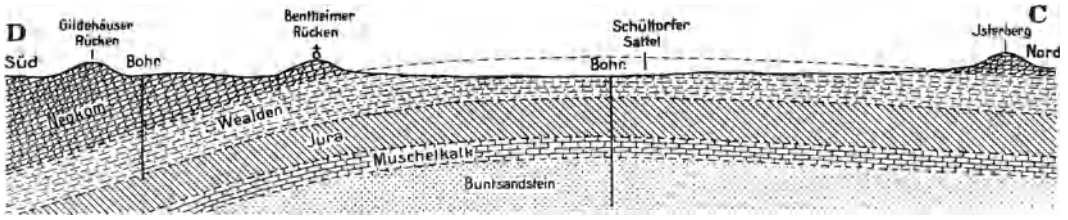


Abb. 452. Schnitt durch den Schüttorfer Sattel nach der Linie C—D. Umgez. nach HARBORT.

eines zusammenhängenden mesozoischen Grenzgebirges in Form eines saxonischen Bruchfaltungsgebirges, bestehend aus stark gestörten, schmalen Sätteln und breiten, einfach gebauten Mulden. Die wichtigsten Tektogene sollen hier an Hand des Grundrisses (s. Abb. 450) und von Spezialprofilen kurz aufgezeigt werden.

Profil A—B der Abb. 451 läßt zunächst den Aufbau des Salzbergener Sattels mit einem Kern aus Jura erkennen. Sein Südflügel besteht aus einseitig nach S zu einfallenden Schichten der unteren und oberen Kreide, denen weiter nach S zu im „Waldhügel" ein aus oberer Kreide gebildeter Sattel vorgelagert ist.

Über den domförmigen Bau des Schüttorfer Sattels (Bentheim-Isterberg-Sattel) (HARBORT 1907, BÄRTLING 1924) gibt das Profil C—D (Abb. 452) ausreichenden Aufschluß. Diesem Sattel schließt sich im S die Brechte-Mulde an (s. Profil E—F, Abb. 453). Das südlich vorgelagerte Ochtruper Gebiet stellt im Ochtruper Sattel ein hochgepreßtes Gebilde mit überschobenem Südflügel dar, in dessen Kern Buntsandstein (niedersächsisch-ostelbischer Fazies) zutage ausgeht (s. Abb. 453, Profil E—F) (BÄRTLING 1924). Der südlich von Wettringen nach SO umbiegende Sattel läßt sich bis nordöstlich von Burgsteinfurt nachweisen. Nach LEISING und BÄRTLING ist er in seinem allgemeinen Aufbau dem Osning-Sattel ähnlich. Man hat ihn mit den jüngsten Bohrungen bei Ochtrup (R.B. 49 und 227) erneut aufgeschlossen. Im SW reiht sich die mit Schichten der unteren und oberen Kreide angefüllte breite Graeser Mulde an. Ältere Schichten, insbesondere unterer Muschelkalk (= Wellenkalk), sind dann wieder in der Gegend von

Alstätte bekannt geworden. Sie bilden im sog. Sattel von Haarmühle ein Sattelgewölbe, das dem Ochtruper und Bentheimer Sattel parallel verläuft. Weiter südlich weist ein gestörtes Muschelkalkvorkommen auf einen weiteren, WSW—ONO streichenden Sattel, den Sattel von Lünten, hin, dem nach SO der wohl selbständige, regelmäßig gebaute Ottensteiner Sattel folgt. An ihn legt sich nach S die breite Vredener Mulde an.

Vornehmlich durch die zahlreichen Bohrungen der holländischen Geologen ist dann noch der auf der Südseite von Überschiebungen begleitete Buntsandsteinsattel

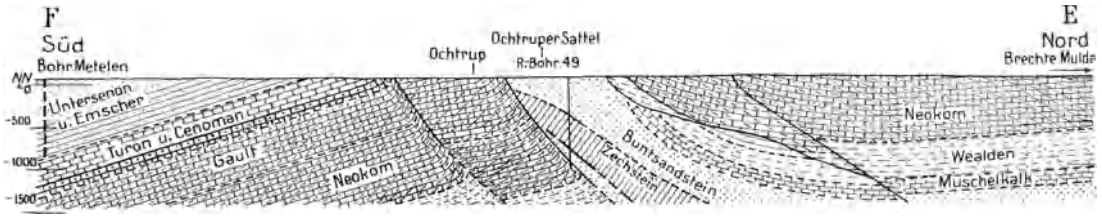


Abb. 453. Schematischer Schnitt durch den Ochtruper Sattel nach der Linie E—F. Umgez. nach LEISING und BÄRTLING.

von Winterswijk erkannt worden (s. Profil G—H, Abb. 454), der im Kern aus Zechstein und Karbon besteht. Verbunden durch die Ödinger Mulde, erscheint als letzte Aufwölbung der flache Weseker Sattelhorst (KRUSCH 1928).

Ihrer gesamten Ausbildung nach entsprechen die mehr oder weniger W—O streichenden Aufwölbungen des saxonischen Faltungsfeldes denen des Teutoburger Waldes, mit denen sie in einem genetischen Zusammenhang stehen dürften. Es ist daher die Frage

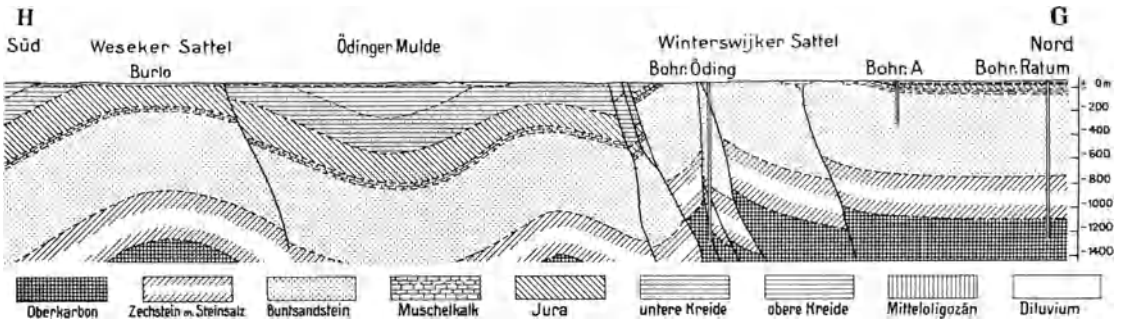


Abb. 454. NS-Profil durch den Winterswijker Sattel nach der Linie G—H. Umgez. nach Aufnahmen der Pr. G.L.A.

zu erörtern, auf welchen Linien die Fortsetzung der Achsen des Teutoburger Waldes zu suchen bzw. mit welchen Sätteln des Nordwestrandes sie zu parallelisieren sind. Nach der Ansicht WEGNERs (1926) verläuft die Osning-Achse bis nördlich von Rheine. Hier soll sie im Gewölbe des Salzbergener Sattels aus der NW-Richtung in die WSW-Richtung umbiegen, um westlich der Vechte ihre Fortsetzung im Sattel von Ochtrup zu finden. Die zur Osning-Achse parallele Piesberg-Pyrmonter Achse sieht WEGNER im Schüttorfer (Bentheimer) Sattel.

Im Gegensatz dazu fassen BÄRTLING und BENTZ als Fortsetzung der Osning-Achse den Salzbergener Sattel und weiter den Schüttorfer Sattel auf. BENTZ (1926) stellt außerdem die Berlebecker Achse und den Rothenfelder Sattel dem Sattel von Ochtrup gleich. Die weitere Annahme: Driburg-Achse = Lüntener Sattel und Warburger Achse = Winterswijker Sattel ist meines Erachtens noch zu hypothetisch, um hier besprochen zu werden.

Von Bedeutung für die Tektonik des Gebietes ist noch eine rheinisch (N—S) streichende Störung, die preußisch-holländische Grenzstörung (BENTZ 1926), die höchstwahrscheinlich eine Überschiebung mit 400—500 m Verwurf darstellt (s. den Grundriß Abb. 450). Sie scheidet einen westlichen, stark herausgehobenen Teil von einem weniger stark bewegten östlichen Teil, dem saxonisch gefalteten Kreidegebiet. Östlich dieser Störung fallen die Schichten der Kreide mit 10—15° nach O ein, die der Trias dagegen nach W.

XIII. Abschnitt.

Die Obere Kreide.

A. Stratigraphie der Oberen Kreide.

1. Allgemeiner Überblick.

Die große bergbauliche Bedeutung der Kreide als wichtigste Deckgebirgsformation unseres Steinkohlengebirges läßt es als gegeben erscheinen, auf ihre Ausbildung etwas ausführlicher einzugehen. Das ausgedehnte westfälische Kreidegebiet erstreckt sich über den größten Teil des zwischen dem Nordabfall des Rheinischen Schiefergebirges im S, der Egge im O, dem Osning im NO, dem Rhein im W und der Grenze gegen Holland im NW gelegenen Raumes. Diese Bildungen haben den Bergbau bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts von dem Vordringen nach N abgehalten. Und noch lange nachher, als die Scheu vor dem Durchteufen des Mergels schon überwunden war, stellten die starke Wasserführung und die stellenweise ungünstigen Gebirgsverhältnisse der Kreideablagerungen das Schachtabteufen vor große technische Schwierigkeiten.

Rein wirtschaftlich betrachtet, ist die Bedeutung der innerhalb des Ruhrbezirkes auftretenden Kreideschichten gering, da ihre Gesteine nur örtlich in ± größerem Umfange, sei es als Baumaterial, zur Kalk- bzw. Zementherstellung oder zur Ziegelgewinnung, herangezogen werden können.

Die zahlreichen, über 800 hinausgehenden Schacht- und Bohrlochaufschlüsse im Industriebezirk boten in Verbindung mit jahrzehntelangen Beobachtungen an Talhängen und Steinbrüchen am südlichen Ausgehenden der Kreide sowie an vielen anderen Oberflächenaufschlüssen des Gesamtablagerungsgebietes dem Bergmann und Geologen eine vortreffliche Gelegenheit, die sehr verschiedenartigen Ausbildungsformen der einzelnen Unterstufen der oberen Kreide und ihre tektonischen Verhältnisse genauer kennenzulernen. Lange Zeit haben jedoch die starken faziellen Verschiedenheiten gleichaltriger Schichten der genauen Erkenntnis der stratigraphischen Verhältnisse Schwierigkeiten bereitet. Ihr Verständnis wurde weiter dadurch erschwert, daß infolge der zeitweise stürmischen Entwicklung des Bergbaues beim Schachtabteufen und bei den unter dem Drucke der Lex Gamp beschleunigt heruntergebrachten zahlreichen Bohrungen systematische Gesteins- und Fossilaufsammlungen aus den Kreideschichten nur gelegentlich erfolgten, so daß viele Schachtaufschlüsse und Bohrungen nicht mit der erforderlichen Sorgfalt geologisch bearbeitet werden konnten. Hierdurch sind manche wertvolle Unterlagen für die geologische Gliederung des Deckgebirges verloren gegangen.

Erst im letzten Jahrzehnt ist es unter anderem auf Grund der durch die geologische Abteilung der W.B. veranlaßten systematischen Aufsammlung von Fossil- und Gesteinsbelegstücken auf den in den letzten Jahren abgeteuften Schächten möglich geworden, genaue geologische Deckgebirgsprofile aufzustellen. Zu einer erschöpfenden Erkenntnis dieser in ihren Unterstufen und Gesteinen so verschiedenartig beschaffenen Kreidebildungen sind wir aber auch heute noch nicht durchgedrungen. Manche Fragen, insbesondere ihrer Bildungsgeschichte, harren noch der Lösung.

Eine kurze historische Übersicht über die Entwicklung unserer Kenntnis der Münsterschen Kreideablagerungen sei vorausgeschickt.

Seit den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts ist das Münstersche Kreidebecken, die größte zusammenhängende Ablagerung der Kreide Norddeutschlands, Gegenstand ausgiebiger geologischer Forschungen gewesen. Fr. Hoffmann (1830) erkannte als erster die Zugehörigkeit der westfälischen Ablagerungen zur Kreide und gab auf seiner Karte des nordwestlichen Deutschlands die Verbreitungsgrenzen der Kreide an. Er schied dabei nur sandige und kalkig-tonige Gesteine aus. Ihm folgte A. Roemer, der 1840 eine auf paläontologischer Grundlage aufgebaute Gliederung der Kreide zu geben versuchte. Nach verschiedenen wertvollen weiteren Vorarbeiten, insbesondere durch Becks (Münster), der schon die wesentlichsten Züge der Gliederung aufführte, ferner durch Heinrichs (Essen), Ferdinand Roemer (1854) und Strombeck (1859) gab Schlüter (1871/76) auf Grund der Faziesausbildung und der Fossilien die erste eingehendere, noch bis vor kurzem gültige Gliederung der oberen Kreide. Auf sie wird noch zurückzukommen sein. Eine Zusammenstellung dieser früheren Anschauungen findet sich in Bd. I des Sammelwerkes.

Die gewonnenen Erkenntnisse sind dann später durch MIDDELSCHULTE (1902), der den Mergel — soweit er für den Bergmann in Betracht kommt — näher untersuchte, und durch zahlreiche weitere Forscher vertieft worden. Ein besonderes Verdienst gebührt hierbei der Preuß. Geol. Landesanstalt, die durch die systematische Kartierung des Deckgebirgsgebietes nicht wenig zur Klärung der vielen Fragen beigetragen hat. Von den die Erkenntnis fördernden Einzelforschern erwähne ich nur MÜLLER, STILLE (1903), WEGNER (1905/26), KRUSCH (1908), BÖHM (1911/19), KÖPLITZ (1920), BÄRTLING (1908/28), LÖSCHER (1911/28), KAHRS (1927), FIEGE (1927), HEINZ (1928/33/34), BREDDIN (1929), HEINE (1929), RIEDEL (1931/33) und BEYENBURG (1934/36).

Wie schon oben ausgeführt wurde, verdanken die das Münstersche Becken erfüllenden Kreideablagerungen ihre Entstehung jener großen Meerestransgression bzw. Ingression an der Wende der Unter- zur Oberkreidezeit, die auch außerdeutsche Gebiete überschritt. Sie ist die Folgeerscheinung einer allgemeinen Senkung des heutigen Gebietes des Münsterschen Beckens unter den Meeresspiegel, das im Laufe der Zeit schon zur Verebnungsfläche geworden war. Das von N gegen S vorstoßende Meer traf nur im S geringe Erhebungen an, die erst zu Inseln und dann zu untermeerischen Klippen wurden, und drang über den Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges bis ins Sauerland vor.

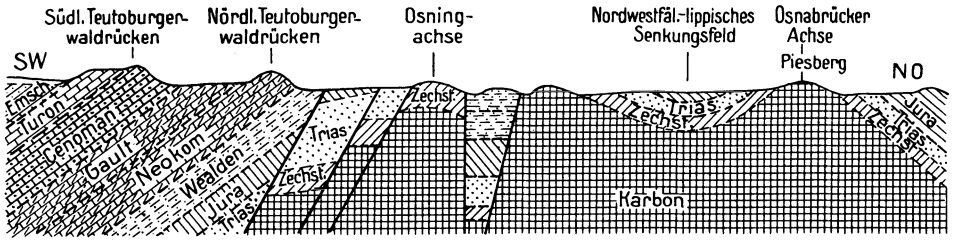


Abb. 455. Schematischer Schnitt durch das nordwestfälische Bergland bei Lengerich. Umgez. nach WEGNER.

Die heutige Beschränkung des Vorkommens der Kreide auf die Münstersche Ebene hatte früher zu der Auffassung geführt, daß sich die Schichten der Kreide in einem geschlossenen Becken abgelagert hätten. Tatsächlich hängt jedoch die Begrenzung der Ablagerungen, mit Ausnahme längs der schon zu jurassischer Zeit herausgehobenen Egge, auf das engste mit gebirgsbildenden Vorgängen zusammen, wie unter anderem WEGNER (1926) nachwies. So entstanden um die Mitte der jüngeren Kreidezeit die heute kaum mehr erkennbaren Auffaltungen des nordwestlichen Gebirgsrandes an der holländischen Grenze. Annähernd gleichzeitig bildeten sich auch im nördlichen Westfalen und anschließend in Hannover und Lippe Schwellen (insbesondere die Osning-Schwelle) heraus (s. Abb. 455). Hierdurch wurde das Meer gezwungen, sich völlig aus jenen Hebungsgebieten zurückzuziehen, während im Anschluß daran die auf den Schwellen abgelagerten Kreideschichten ± vollständig der Abtragung anheimfielen.

Im Gegensatz zu der Ausbildung der Kreide in anderen Gebieten besteht die westfälische Kreide vorwiegend aus Mergelbänken, d. h. Gesteinen aus Ton und Kalk, die entweder in ± mächtigen, planparallelen Bänken oder in Wechsellagerung von tonigen und kalkigen Bänken (sog. „Plänerfazies") auftritt. Der Begriff „Mergel" ist daher im Ruhrkohlenbezirk von altersher zur Gesamtbezeichnung für alle Ablagerungen der oberen Kreide geworden. Berücksichtigt man jedoch die tatsächlich vorhandene Verschiedenartigkeit der am Aufbau beteiligten Gesteine im einzelnen, so trifft die Zusammenfassung aller Kreidegesteine unter der petrographischen Bezeichnung „Mergel" nicht ganz zu. Finden sich doch in den Schichten der Kreide, wenn auch nicht in allen Stufen, nicht nur Mergel, sondern auch Quarzsande bzw. an Glaukonit reiche Grünsandsteine, ± reine Kalksteine (mit 80—92% $CaCO_3$) und mergelige Tone.

Die im Münsterschen Becken abgelagerten Kreideschichten zerfallen vom Hangenden zum Liegenden in nachfolgende vier Stufen nebst ihren Untergliederungen (s. Tab. 34).

Ihre fazielle Ausbildung ist starken Änderungen unterworfen. Wie als erster BÄRTLING nachgewiesen hat, werden im allgemeinen die Schichten des Cenomans, Turons, Emschers und Senons in Richtung nach SSW immer grobkörniger, glaukonitreicher und kalkärmer, bis schließlich im W bei Oberhausen, Meiderich, Osterfeld, Sterkrade und Holten fast die gesamte Schichtenfolge der oberen Kreide in der Fazies des Grünsandes

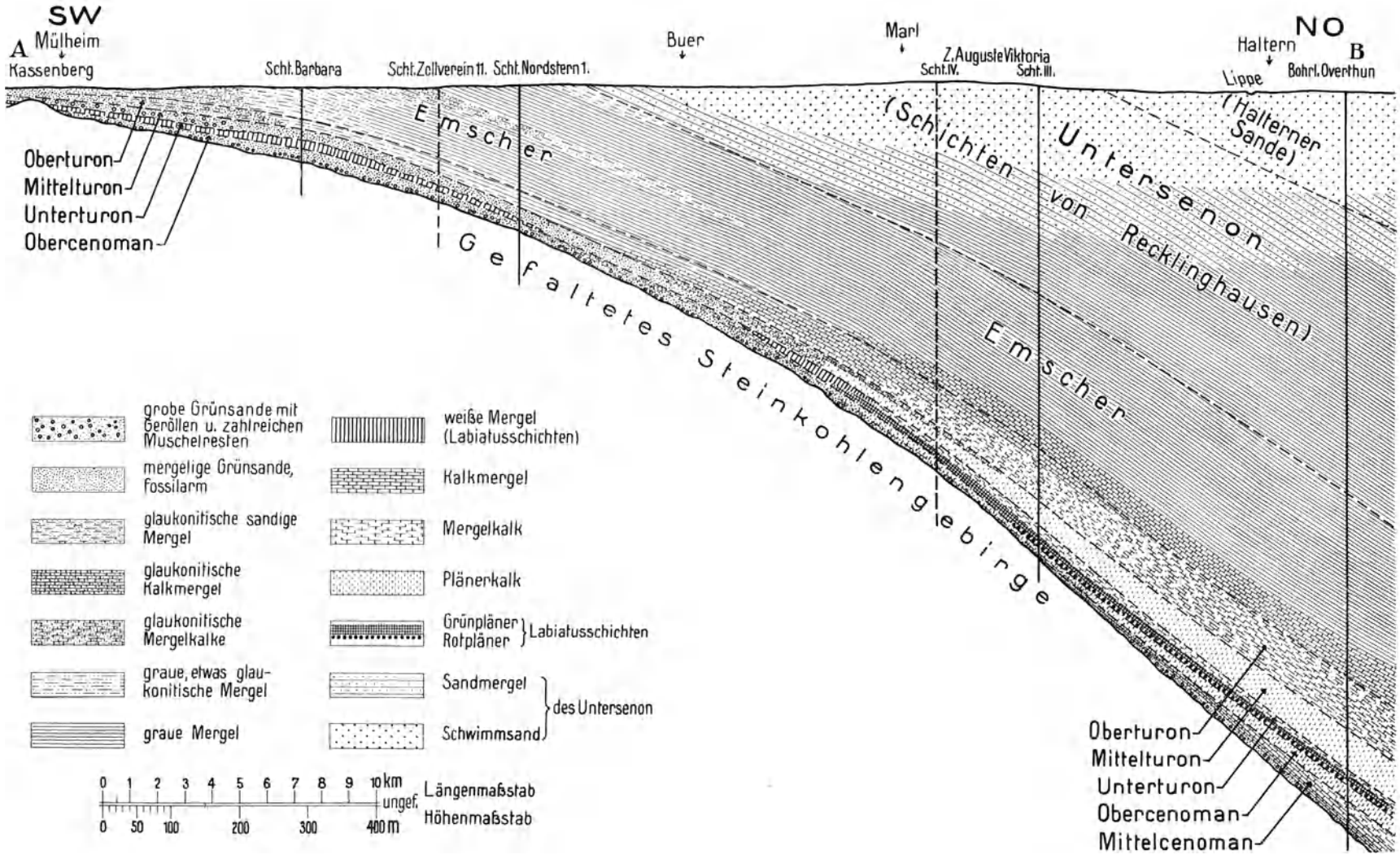


Abb. 456. Faziesprofil der oberen Kreide nach der Linie A—B der Tafel IX. Umgez. nach BREDDIN.

entwickelt ist. Diese Abwandlung geht auch aus der von BREDDIN (1934) entworfenen Übersichtskarte (s. Tafel IX) und dem Profil klar hervor (s. Abb. 456).



Abb. 457. Küstenlandschaft zur Kreidezeit. Nach den Angaben von P. KUKUK (Bochum) entworfen und gemalt von Kunstmaler W. KUKUK (Düsseldorf). Urbild im Geologischen Museum der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum.

Tabelle 34.

Senon	Oberes	Mukronatenschichten z. T.
	Unteres	Balticusschichten?
		Patootensisschichten
		Pinniformisschichten
Emscher	Oberer	Cordiformisschichten
	Mittlerer	Undulatoplicatusschichten
	Unterer	Involutusschichten
Turon	Oberes	Schloenbachischichten
	Mittleres	Scaphitenschichten
		Soester Grünsand
		Lamarckischichten
		Bochumer Grünsand
	Unteres	Labiatusschichten
Cenoman	Oberes	Rhotomagensisschichten,
	Mittleres	Essener Grünsand,
	Unteres	Toneisenstein- und Transgressionskonglomerat

Dabei ist der Glaukonitgehalt der Gesteine stets mit der sandigen Fazies des Mergels verbunden, während die glaukonitfreien Schichten vorwiegend tonig-mergelig sind. In den Deckgebirgsschichten des Ruhrbezirkes liegt daher ein allmählicher Übergang der kalkig-tonigen Fazies der oberen Kreide des Teutoburger Waldes zu der vorwiegend sandig-tonigen der Gegend von Aachen vor.

Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß sich die Ablagerungen des O in einem ruhigen Meere bei größerer Entfernung von der Küste bildeten, während die sandigen Schichten des W in größerer Küstennähe entstanden sind.

Sehr bemerkenswert ist der Charakter des Lebensbildes der Kreideschichten, d. h. ihrer reichen Tier- und Pflanzenwelt (s. Abb. 457). Im Hinblick auf den Zweck des Buches kann hier nur einiger der wichtigsten Formen hinweisend gedacht werden. In der Tierwelt ist es die nach Verbreitung und Zahl bedeutungsvolle Gruppe der Kopffüßer (Ammoniten und Belemniten), unter denen die Ammoniten eine ganz besondere Größe erreichen, wie der bekannte *Pachydiscus seppenradensis* mit 2,5 m Durchmesser (s. Abb. 458). Kennzeichnend ist weiter das häufige Vorkommen von Schwämmen sowie besonders der Muschelgattungen *Inoceramus* und *Ostrea*, vieler Brachiopodenformen, ungestielter Seelilien, der irregulären Seeigel und der selteneren Rudisten.

An Fischen finden sich Haie, Rochen und Knochenfische (s. Abb. 459). Funde von Resten höherer Tiere (z. B. von *Mosasaurus*, *Plesiosaurus* und *Chelonis*) sind nur gelegentlich gemacht worden.

Verglichen mit der Häufigkeit der Tierreste, sind Abdrücke von Pflanzen selten. Die Pflanzenwelt der Oberkreide ist ausgezeichnet durch das unvermittelte Auftreten von Blütenpflanzen, die, in der Unterkreide noch nicht vorhanden, den entwicklungsgeschichtlichen Umschwung zur Neuzeit vorbereiten. Wenigen Arten der Koniferen und Kryptogamen stehen viele Arten von Dicotyledonen und Monocotyledonen gegenüber (s. Abb. 460 u. 461).



Abb. 458. *Pachydiscus seppenradensis* LANDOIS. Untersenon von Seppenrade. Abguß. S.W.B.

Soweit die Schichten der Kreide für den Bergbau in Frage kommen, bilden sie ein flach nach N einfallendes Schichtenpaket, das in der gleichen Richtung sowohl im ganzen als auch hinsichtlich der einzelnen Unterstufen ziemlich regelmäßig an Mächtigkeit zunimmt. Darüber hinaus steigen die Schichten der Kreide nach einer Zone fast ebener

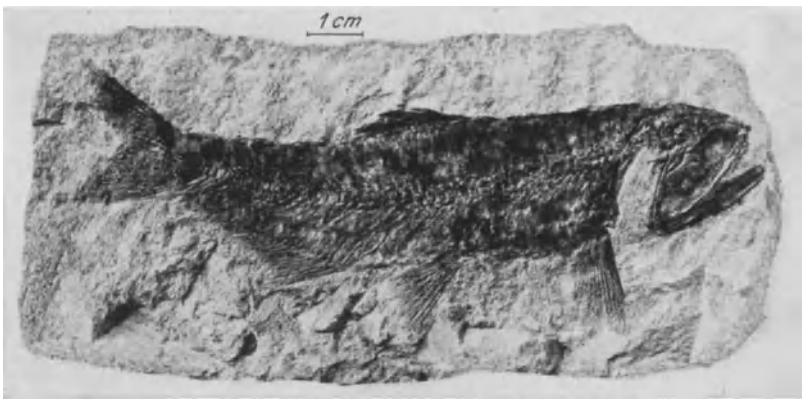


Abb. 459. *Sardinius cordieri* v. d. MARCK. Obersenon. Baumberge. Steinbruch Faltmann. S.W.B.

Lagerung nach den Rändern des Münsterschen Beckens im NW, N und NO wieder ± steil in die Höhe (s. Abb. 462). Hier ist die Aufrichtung der Schichten in der Hauptsache die Folge einer an der Wende der Kreide zum Tertiär eingetretenen tektonischen Druckbeanspruchung.

Für den Bergbaubezirk ist die heutige südliche Begrenzung der oberen Kreide im Münsterschen Becken von besonderer Wichtigkeit. Sie durchschneidet den Ruhrbezirk seiner ganzen Länge nach und bedingt seine Teilung in zwei Gebiete, in ein südliches, in dem das Steinkohlengebirge unmittelbar zutage ausgeht, und in ein nördliches, von der Kreide überdecktes Gebiet. Es braucht kaum besonders betont zu werden, daß diese Erosionsgrenze nicht mit der ursprünglichen Küstenlinie des Kreidemeeres zusammenfällt.

Diese Südgrenze läßt sich im W über Tage von Speldorf über Mülheim nach Essen verfolgen, berührt bei Steele die Ruhr und setzt sich dann südlich von Bochum über Langendreer, Hörde, Aplerbeck, Billmerich und Bausenhagen (südöstlich von Unna) fort (s. Tafel X und Abb. 463). Sie kann dann in großen Zügen weiter über Anröchte (südöstlich von Soest), Büren und Fürstenberg nachgewiesen werden. Hier verschwindet der Essener Grünsand. Die Grenze der Kreide biegt nunmehr bei Meerhoff in nördliche Richtung um und zieht östlich an Lichtenau vorbei über Altenbeken bis westlich Horn. Unter abermaliger Änderung der Richtung



Abb. 460. *Quercus westfalica* Hosius u. v. d. Marck. Obersenon. Haldem. S.W.B.



Abb. 461. *Credneria triacuminata* Hampe. Untersenon. Stimmberg. S.W.B.

streicht sie dann, dem Zuge des Teutoburger Waldes parallel, nordwestlich von Brackwede, östlich von Halle, Iburg und Bevergern bis Rheine. Die weitere nordwestliche Begrenzung der Münsterschen Kreide, die allerdings nicht mit gleicher Deutlichkeit zu erkennen ist, verläuft unter Überdeckung durch jüngere Schichten von Rheine über Ochtrup, südlich von Gronau, westlich von Ahaus, westlich von Borken und östlich von Bocholt auf Wesel zu weiter nach Dinslaken, wo die Grenze sich dem Rhein nähert.

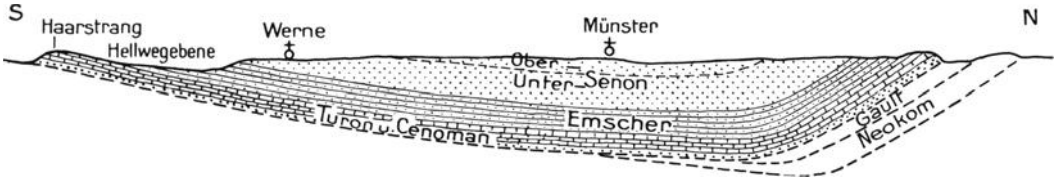


Abb. 462. Schematisches Querprofil durch das Kreidebecken von Münster.

Links des Rheines sind nur auf der Schachtanlage Wallach Reste von Kreide, wahrscheinlich von unterer Kreide, festgestellt worden, deren Zusammenhang mit dem Hauptvorkommen noch nicht klargestellt ist.

Im nachstehenden sei auf die Ausbildung der vier Hauptstufen der oberen Kreide näher eingegangen.

Die beiden ältesten Stufen: Cenoman und Turon, bilden die Umrahmung der Münsterschen Ebene (Haarstrang, Paderborner Hochfläche, Teutoburger Wald, Höhenzug Rheine-Ochtrup-Stadtlohn-Weseke), während das in der Mitte gelegene Obersenon ein ellipsenförmiges Gebiet mit NW—SO-Richtung einnimmt, das von Untersenon und Emscher umfaßt wird (s. Abb. 463).

Zur Gewinnung eines klareren Überblickes über die Grenzen der verschiedenen am Aufbau der Kreide beteiligten Formationsglieder sowie ihre Mächtigkeitsentwicklung habe ich vier grundrißliche Einzelbilder beigegeben, auf die im nachstehenden Bezug genommen werden wird.

2. Cenoman.

Seiner Bildungsgeschichte entsprechend, setzt das Cenoman meist mit einem — nicht sehr mächtigen — Transgressionskonglomerat ein, das aus dem durch Wellen-

schlag zertrümmerten Material der unmittelbaren Untergrundgesteine gebildet ist und die vorhandenen Unebenheiten der Oberfläche des Steinkohlengebirges ausfüllt. Die Geringmächtigkeit des Konglomerats entspricht der allgemeinen Beobachtung bei

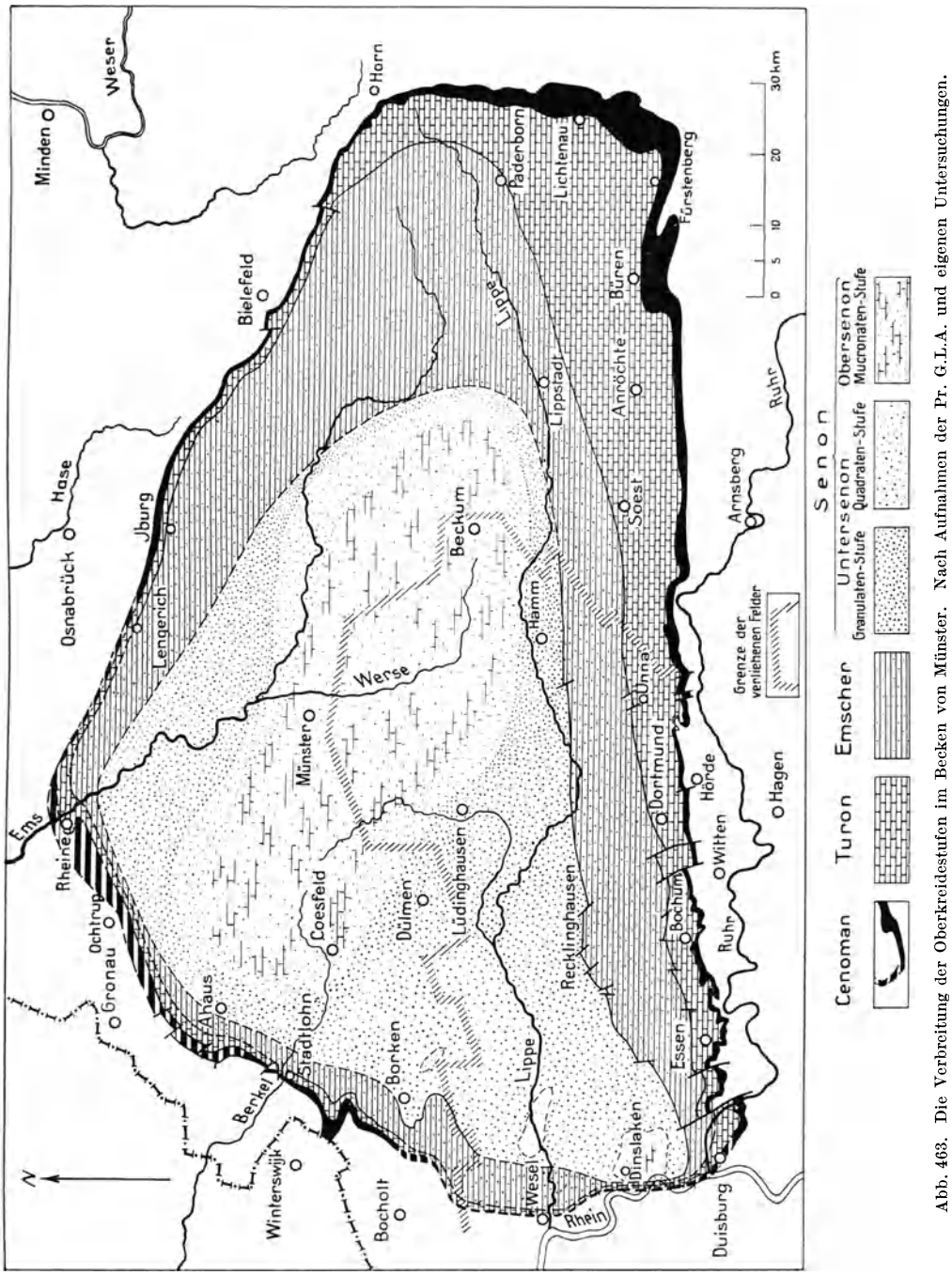


Abb. 463. Die Verbreitung der Oberkreidestufen im Becken von Münster. Nach Aufnahmen der Pr. G.L.A. und eigenen Untersuchungen.

Transgressionskonglomeraten. Je nach der petrographischen Beschaffenheit des Untergrundes bestehen die in den verkitteten mergelig-tonigen Grünsanden eingeschlossenen, ± gerundeten Gerölle dieses Konglomerats vorwiegend aus karbonischem Sandstein, Quarzkonglomerat (s. Abb. 464), Toneisenstein und Schieferton.

In einem Falle beobachtete ich auf einem der eingeschlossenen Schiefertonbrocken des Karbons den ausgezeichnet erhaltenen Abdruck eines Farnrestes. Auch dem Flözführenden fremdes Material wie Gang-

quarze, Kieselschiefer, Grauwacke, Briloner Roteisensteine u. a. ist festgestellt worden. Es ist wahrscheinlich durch Flüsse aus dem Hinterland hineingeflößt worden (BÄRTLING 1911).



Abb. 464. Karbonisches Quarzkonglomerat als Geröll im cenomanen Basiskonglomerat. Zeche Hugo Ost. S.W.B.

Die Größe der Gerölle ist sehr verschieden. Bald handelt es sich um faust- bis wagenradgroße, wenig gerundete Brocken, bald sind die verschiedenen Komponenten bis auf Linsengröße abgerollt und gesteinsweise aufbereitet.

Sehr häufig zeigen die größeren der eingeschlossenen Gerölle („Strandgerölle" BÄRTLINGS) auf der Oberfläche ± tiefe, von Bohrmuscheln (*Gastrochaena ostreae* GEIN.) gebohrte Löcher (s. Abb. 465), deren meist birnenförmig oder zylindrisch gestaltete, bis 4 cm tiefe Löcher mit Grünsand oder Kalkspat erfüllt sind (s. Abb. 466).

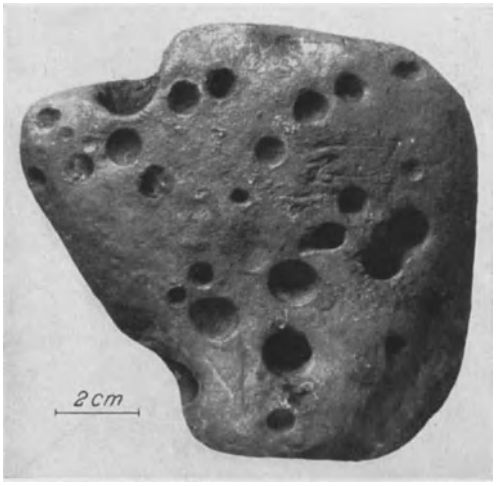


Abb. 465. Kohlensandsteingeröll mit Bohrmuschellöchern aus dem cenomanen Basiskonglomerat. S.W.B.

Weiter vom Rande der Kreide nach der Mitte des Beckens zu scheint das Basalkonglomerat fast vollständig zu fehlen.

Über dem Grundkonglomerat, bisweilen aber auch als unmittelbare unterste Schicht, stellt sich fast durchweg das bekannte Toneisensteinkonglomerat ein. Diese etwa 0,30 m bis mehrere Meter mächtige Bildung verdankt ihre Entstehung einer Zerstörung und Aufarbeitung toneisensteinführender Schichten des Karbons, deren Material nicht weit von der Stelle ihres Anstehenden kiesartig abgelagert wurde. Sie fehlt im Gebiet der Trias.

Die Farbe dieses Konglomerats ist in unverwittertem Zustande intensiv grün. Die grüne Farbe geht aber nicht auf den Glaukonit zurück, da er hier fehlt; sie haftet vielmehr an der tonigen grünen Grundmasse. Verwittert ist das Toneisensteinkonglomerat gelb bis graubraun oder rostbraun und wird dann richtiger als Brauneisensteinkonglomerat angesprochen. Unter dem Einfluß der Atmosphärilien ist es örtlich auch schon unter Tage gelb bis graubraun gefärbt. Bemerkenswert ist das örtliche Auftreten von faustgroßen Phosphoritknollen mit hohem Fe-Gehalt.

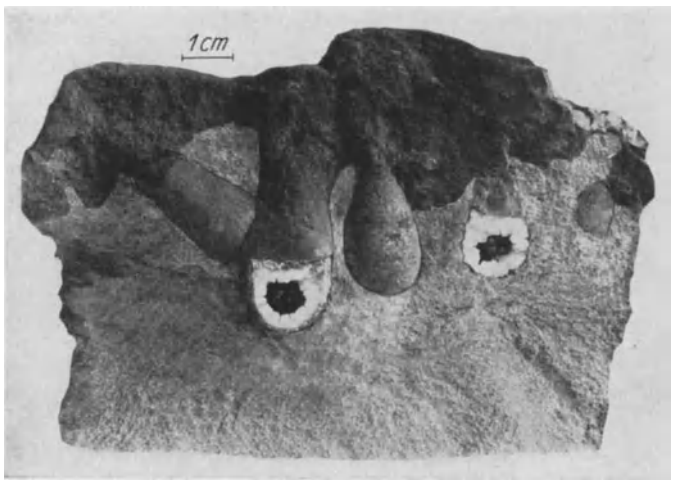


Abb. 466. Aufgebrochenes Karbonsandsteingeröll aus dem cenomanen Basiskonglomerat, von Bohrmuscheln angebohrt. Schacht Grimberg IV. S.W.B.

Da das vorrückende Meer den stellenweise sehr widerstandsfähigen karbonischen Untergrund nicht völlig einzuebnen vermochte, bildete sich insbesondere am Südrande der Kreide eine durch die Brandung wesentlich beeinflußte, unruhige Landschaft (Schärenlandschaft) heraus, in der stark abgerundete, ± hohe Klippen und Inseln aus Steinkohlensandstein über den flachen Strand herausgeragt haben müssen, wie aus zahlreichen Aufschlüssen über und unter Tage (s. Abb. 468) gefolgert werden kann. Sehr schöne Auswaschungswannen, Strudellöcher, Buckel und Rillen finden sich im SW, am Kassenberg bei Mülheim (s. Abb. 469). Hier sieht man nicht selten auch eine siebartige Durchlöcherung der Klippenoberfläche durch Bohrmuscheln sowie einen Bewuchs mit Resten von Austern und Schwämmen.

KAHRS (1927) und FIEGE (1928) haben den Verhältnissen des Kassenberges bei Mülheim und des Bahneinschnittes bei Heißen-Mülheim besonders eingehende Darstellungen gewidmet, auf die hier verwiesen wird.

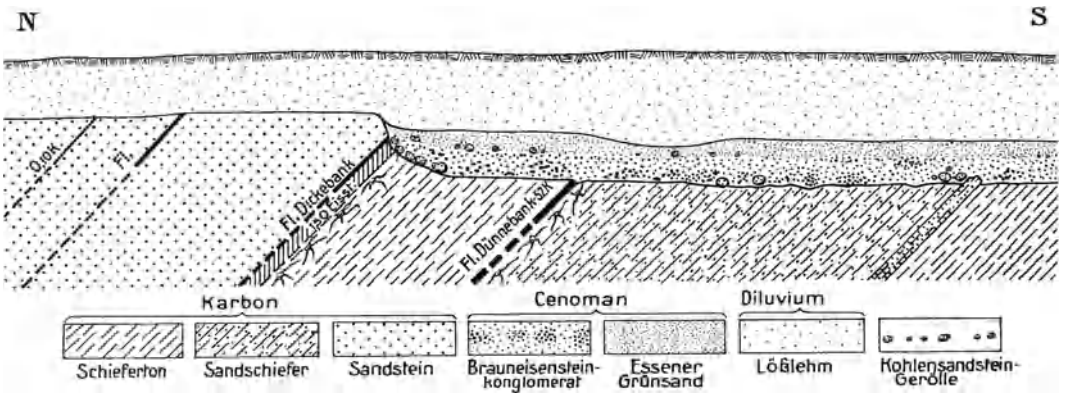


Abb. 467. Bei der Transgression des Oberkreidemeeres herausgeformtes Relief der Karbonoberfläche. Links stehengebliebene Sandsteinklippe. Steinbruch der Gels. B. A. G. an der Querenburger Straße in Bochum.

Die Schichten des ältesten Cenomans bzw. tiefsten Turons sind hier nur in den taschenartigen Vertiefungen der Karbonoberfläche abgelagert und haben keine geschlossene Decke bilden können. Es fehlt deshalb auf den Schwellen häufig das tiefste Cenoman, manchmal aber auch das gesamte Cenoman, so daß hier stellenweise nur die höheren Schichten des Cenomans bzw. des unteren Turons das Karbon unmittelbar überlagern. Wo dagegen das Cenomanmeer weichere Schichten, insbesondere die weniger widerstandsfähigen Schichten des Flözleeren, transgredierend überschritt, konnte sich das Meer tiefer einarbeiten und eine vollständigere Schichtenfolge zum Absatz bringen. Das ist z. B. ganz allgemein östlich von Unna, und zwar östlich von Schelk, der Fall (s. Abb. 471).



Abb. 468. Essener Grünsand, diskordant das Steinkohlengebirge überlagernd. Schachtabteufen auf Zeche Sälzer und Neuack. Aufn. WINDMÖLLER.



Abb. 469. Vom Kreidemeere abgeschliffene Karbonoberfläche am Kassenberg bei Mülheim. Aufn. SEIPP.

Die über dem Konglomerat folgenden jüngeren Gesteinsablagerungen des Cenomans sind petrographisch in der Regel ziemlich scharf von dem unterlagernden Gestein geschieden. Sie bestehen zu unterst, und zwar am ganzen Südrande, im W und in der Mitte, aus fein- bis mittelkörnigem Glaukonitsand, sog. Essener Grünsand, der durch Mergelsubstanz verfestigt ist (s. Abb. 470). Seine Mächtigkeit kann mehrere Meter betragen. Weiter im O bzw. im NO folgen im Hangenden wenig glaukonitführende, helle Kalkmergel, die sog. armen Rhotomagensisschichten, örtlich mit

Einlagerungen von Hornsteinen. Abgeschlossen wird die Schichtenfolge durch eine Bank mit stellenweise konglomeratartiger Beschaffenheit, den sog. Knollenkalk (s. Abb. 471).

Das in der Verkennung seiner Entstehung früher von den Bergleuten als „Bohnerzlager" bezeichnete Toneisensteinkonglomerat bildet stratigraphisch keine besondere Zone, sondern stellt nur eine fazielle Ausbildung des unteren Cenomans dar. Die Größe dieser stellenweise in Brauneisenstein umgewandelten Toneisensteingerölle (nebst ± zahlreichen Schiefertongeröllen) schwankt zwischen Erbsen- und Nußgröße (s. Abbildung 472).

Kennzeichnend für die in ein fast glaukonitfreies, vorwiegend toniges, stellenweise auch sandig-kalkiges Bindemittel eingebetteten Toneisensteingerölle, aber auch für die groben Gerölle des tiefer gelegenen Basalkonglomerats, ist ihr meist wahrnehmbarer Hochglanz, der nach PETRASCHECK (1922) auf

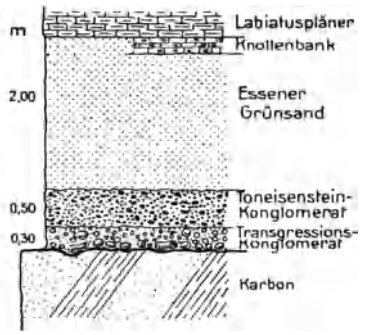


Abb. 470. Schematisches Profil des Cenomans am SW-Rande der Kreide.

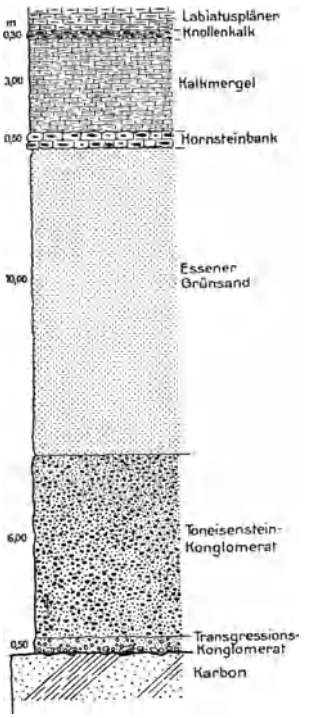


Abb. 471. Die Ausbildung des Cenomans im SO des Bezirkes bei Bausenhagen.

„Schlammpolitur" durch schlammig-trübes Wasser zurückzuführen ist. Leitfossilien wie *Pecten asper* und Ostreen werden in dieser Schicht nur selten gefunden.

Stellenweise sind die Toneisenstein- bzw. Brauneisenerzgerölle durch natürliche Aufbereitung zu einer richtigen Eisenerzlagerstätte (Trümmerlagerstätte) angereichert, wie in der Gegend von Hörde, im Grubenfelde der Zeche Minister Achenbach, in den früheren Kohlensandsteinbrüchen bei Frohnhausen, auf den Zechen Prosper II, Ewald III/IV und an zahllosen anderen Stellen.



Abb. 472. Toneisensteinkonglomerat mit polierten Geröllen im Cenoman der Zeche Prosper II. S.W.B.

Der Eisengehalt des Erzes ist meist nicht sehr hoch. Von der Zeche Tremonia wird er im Mittel von 20 Analysen zu 20,2% Fe angegeben, von anderen Vorkommen mit 14—17% Fe. Örtlich können diese Vorkommen jedoch an Eisen reicher sein, so daß sie früher, wie bei Hörde und Bausenhagen, versuchsweise auf Eisenerze bergmännisch ausgebeutet worden sind.

In Richtung auf die Mitte des Beckens und auf die Paderborner Hochfläche zu nimmt die Dicke des Toneisensteinkonglomerats, die z. B. in der Essener Gegend bis 9 m, bei Hörde (am Kipsburgschacht) rd. 6 m mächtig werden kann, im allgemeinen bis zum völligen Verschwinden östlich des Haarstranges ab.

Gelegentlich ist es unter anderem von BÄRTLING (1920) noch in der Tiefbohrung Ascheberg 14 und bei Drensteinfurt, und von mir nördlich der Lippe unter anderem im Schacht Radbod I und in der Bohrung Hohe Mark 1 festgestellt worden.

Örtlich, wie im Gebiet des Blattes Mülheim, ist an Stelle des Konglomerats eine „Muschelbrekzie" getreten, die als alter Strandwall aufzufassen ist. Dieser Muschelsand verschwindet nach N, NO und O vollständig.

Nach dem Vorgange von Cl. Schlüter hat man früher das gesamte Cenoman (vom Hangenden zum Liegenden) auf Grund von Fossilien in drei Horizonte eingeteilt:

c) Zone des *Acanthoceras rhotomagense* Defr. (s. Abb. 473) (und des *Holaster subglobosus* Lck.).
b) Zone der *Schloenbachia varians* Sow. (s. Abb. 474) (und des *Holaster griepenkerli* Stb.).
a) Zone des *Pecten asper* Lck. (s. Abb. 475) (und des *Catopygus carinatus* Ag.).



Abb. 473. *Acanthoceras rhotomagense* Defr. Oberes Cenoman. Wattenscheid. S.W.B.

Die von Schlüter auf das Vorkommen bestimmter fossiler Tierreste aufgebaute Gliederung des Cenomans entspricht aber nicht mehr den Erfordernissen der neuesten stratigraphischen Erkenntnisse, da die sog. „Leitfossilien" dieser Horizonte sich durchaus



Abb. 474. *Schloenbachia varians* Sow. Mittelcenoman S.W.B.

nicht, wie Schlüter angenommen hat, auf diese Horizonte beschränken. Vielmehr treten die vermuteten „Zonenfossilien" teils nebeneinander, teils in allen drei Unterzonen auf (s. u. a. Löscher 1924). Beispielsweise kommen sowohl *Pecten asper* als *Schloenbachia varians* innerhalb der Fazies des Grünsandes im gesamten Cenoman vor.

Daher ist auch die naheliegende Frage nach der Mächtigkeit der einzelnen Stufen nicht genau zu beantworten. Weder aus den Schachtprofilen, noch den Bohrtabellen, noch den Tagesaufschlüssen sind sichere Anhalte für ihre Grenze zu gewinnen. Doch scheint die Mächtigkeit des sog. Variansplänes fast durchweg größer als die der Zone des *Pecten asper* zu sein. Die Gesamtmächtigkeit beider Zonen im S des Beckens bewegt sich zwischen 1 und 25 m.

Zu bemerken ist noch, daß der sog. Essener Grünsand kein Äquivalent der Zone des *Pecten asper* bzw. der *Schloenbachia varians* ist, sondern je nach der Lage zur Küste größere oder kleinere Teile des gesamten Cenomans umfaßt.

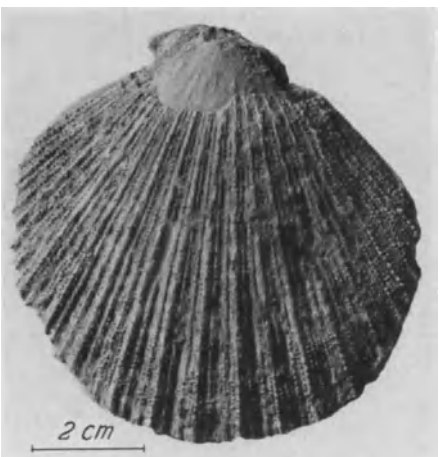


Abb. 475. *Pecten asper* Lam. Cenoman. Essener Grünsand. S.W.B.

Eine wirklich befriedigende Gliederung auf paläontologischer Grundlage kann erst nach Durchführung einer sehr eingehenden faunistischen Untersuchung und Gleichstellung der verschiedenen Ablagerungen erfolgen. Bis dahin erscheint es zweckmäßiger, das vollständig entwickelte Profil nach petrographischen Gesichtspunkten zu gliedern, wie das z. B. schon durch Bärtling bei seinen Kartierungen auf den Blättern der geologischen Karte der Preuß. Geol. Landesanstalt geschehen ist. Er unterscheidet: das basale Toneisensteinkonglomerat, den Essener Grünsand und den hangenden Cenomankalk.

Ebenso legt Stille seiner Gliederung der Kreide im O des Bezirkes die petrographische Ausbildung der Gesteine des Cenomans zugrunde und teilt das Cenoman vom Hangenden zum Liegenden ein in:

Cenomankalk (Obercenoman), Cenomanpläner (Mittelcenoman) und Cenomanmergel (Untercenoman), eine Gliederung, die sich aber für unser engeres Ruhrgebiet nicht durchführen läßt.

Da aber eine auf rein petrographischer Grundlage aufgebaute Gliederung nicht restlos zu befriedigen vermag, möchte BREDDIN eine solche nach den etwas willkürlichen „Grenzflächen" durchführen.

Um zu einer allgemein brauchbaren Einteilung zu kommen, dürfte es daher das richtigste sein, den epirogenetischen Oszillationen des Meeres entsprechend, das vollständig entwickelte Cenoman in drei Stufen unterzugliedern, und zwar vom Hangenden zum Liegenden in:

Oberes Cenoman: Fossilarme Mergelkalke (zum Teil mit *Acanthoceras rhotomagense*).

Mittleres Cenoman: Vorwiegend grünsandige bzw. kalkig-mergelige Ausbildung (zum Teil mit *Schloenbachia varians*).

Unteres Cenoman: Konglomeratische bzw. sandige oder kalkige Ausbildung (zum Teil mit *Pecten asper*).

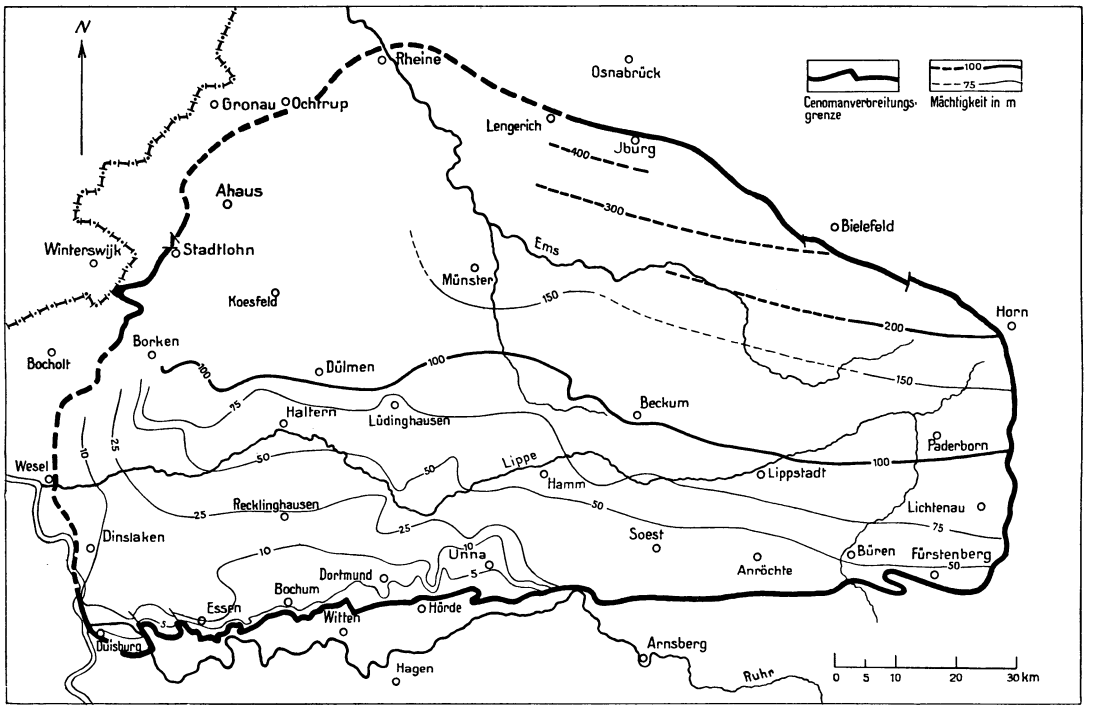


Abb. 476. Die Mächtigkeitsverhältnisse des Cenomans (unter Heranziehung der Angaben von BÄRTLING).

Wie Abb. 476 ersehen läßt, erstrecken sich die Mächtigkeitslinien des heute vorhandenen Cenomans im allgemeinen von WNW nach OSO. Dementsprechend ist auch der alte Küstenrand des Cenomanmeeres (s. Abb. 11) in der Richtung von Mülheim nach OSO anzunehmen. Wichtig ist weiter, daß die Mächtigkeit des Cenomans in Richtung auf den Teutoburger Wald schnell zunimmt und auf das Doppelte bis Dreifache anwächst. Diese Erscheinung dürfte zu dem Auftreten des Münsterländer Abbruches in gewisser Beziehung stehen.

Zahlenmäßig ergibt sich das folgende Bild (s. Abb. 476): Die Mächtigkeit des gesamten Cenomans, die am Südrande bei Essen rd. 5—10 m mißt, steigt etwa bis zur Linie Dorsten-Sinsen auf rd. 30 m, bei Haltern auf rd. 50 m und bei Münster auf rd. 170 m an, d. h. sie wächst auf einer Strecke von rd. 75 km auf rd. 160 m an. Dagegen nimmt sie von hier bis Lengerich (am Teutoburger Wald) viel schneller zu, und zwar von 170 m auf über 400 m, d. h. auf einer Länge von rd. 30 km um rd. 230 m.

Ausweislich der drei Nordsüdprofile (s. Abb. 477) beträgt die Mächtigkeit des Cenomans:

im Westen: auf Schacht Barbara rd. 12 m, auf Zeche Nordstern I rd. 7 m, auf Zeche Hugo Ost rd. 9 m, auf Zeche Auguste Victoria V rd. 27 m und in der Bohrung Hohemark rd. 54 m;

in der Mitte: auf Zeche Zollern II rd. 2 m, auf Zeche Erin rd. 8 m, auf Zeche Emscher Lippe V rd. 39 m, in der Bohrung Lüdinghausen 28 rd. 75 m und in der Bohrung Senden rd. 64 m;

im Osten: in der Bohrung Königsborn 5 rd. 8 m, auf Schacht Humbert rd. 57 m und in der Bohrung Hoetmar rd. 122 m.

Rein faziell gesehen, liegen im SW, und zwar südlich der Linie Dorsten-Dortmund, alle drei Stufen des Cenomans in der Fazies des Grünsandes (Essener Grünsand) vor (s. Tafel IX). Infolge fortschreitender Transgression des Cenomans ist weiter nach NO, etwa bis zur Linie Haltern-Werne, nur die untere und mittlere Zone in der Fazies des Grünsandes vertreten, während das obere Cenoman schon in „Planerfazies" (d. h. Wechselfolge von grauen Mergeln und hellen Kalken) erscheint. Noch weiter nach NO, also in noch größerem Abstand von der ehemaligen Küste, etwa bis zur Linie Münster-Geseke, ist nur noch das Untercenoman als Grünsand entwickelt, während schon das mittlere und obere Cenoman ganz „Planercharakter" tragen.

Demgemäß sind auch weiter im O, so bei Billmerich, noch alle drei Stufen in der Ausbildung des Essener Grünsandes vertreten, während bei Frömern und Bausenhagen (s. Abb. 478) infolge immer größerer Entfernung von der ehemaligen Küste schon das obere Cenoman in Kalkfazies, und bei Soest sogar das mittlere Cenoman als Pläner entwickelt ist. Östlich von Schelk (südöstlich von Unna) erreicht das gesamte Cenoman schon eine Mächtigkeit bis zu 30 m.

Auch im nördlichen Teil des Bezirkes, wie

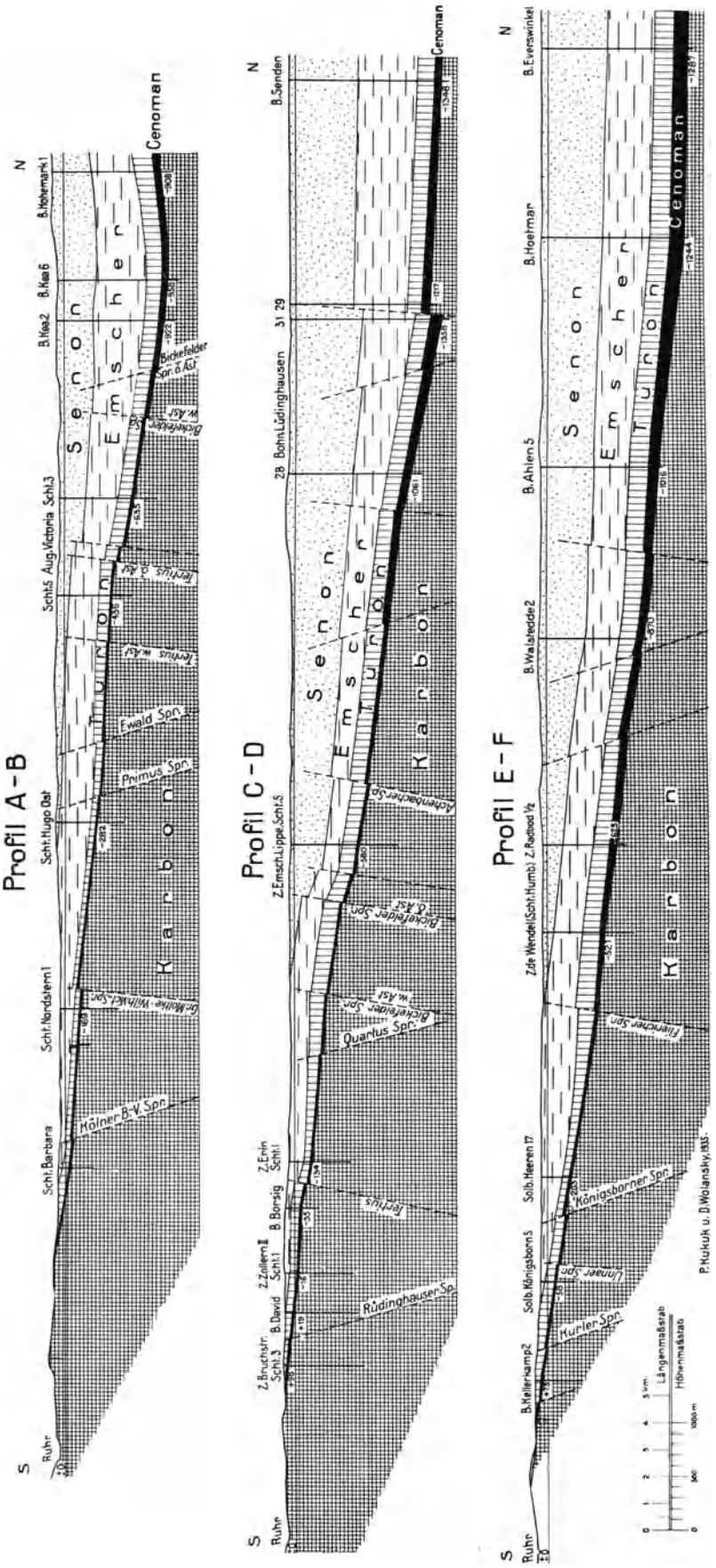


Abb. 477. Die Mächtigkeitszunahme der Kreidestufen von S nach N. Profil A–B im W, C–D in der Mitte und E–F im O des Bezirkes. (Siehe Grundriß Tafel X.)

auf der Zeche Auguste Victoria, ferner bei Ascheberg u. a. a. O. ist das untere Cenoman noch in glaukonitischer Ausbildung vorhanden. Noch weiter — auf den Münsterländer Abbruch zu — verliert sich die Fazies des Essener Grünsandes allmählich vollständig.

Schon in dem Bohrloch Hohenzollern (bei Datteln) soll der Grünsand völlig fehlen, ebenso wie im allgemeinen in den Bohrlöchern der Gegend von Ahlen und Dolberg (nordöstlich von Hamm). Hier ist die Zone nicht glaukonitisch-sandig, sondern mergelig ausgebildet. In der Gegend von Ascheberg-Drensteinfurt ist das tiefere Cenoman in der Fazies eines harten, kieseligen Kalksandsteins mit Phosphoritknollen und großen vereinzelten Glaukonitkörnern mit etwa 5 m entwickelt.

Wo das Cenoman als küstennahe Seichtwasserbildung zur Entwicklung gekommen ist, zeigt es neben einer stark sandigen Ausbildung einen Reichtum an grünem Glaukonit.

Dieser Glaukonit (wasserhaltiges Kali-Eisenoxydsilikat mit 2—15% Kali) bildet sich auch noch heute im Meere in Küstennähe dort, wo kalte, sauerstoffreiche, aufsteigende Meeresströmungen sich mit warmen Oberflächenwassern mischen (nach HUMMEL, zitiert bei KAHRS 1927). Eine ältere Analyse ergibt: $SiO_2 = 58{,}17\%$, $Al_2O_3 = 10{,}09\%$, $FeO = 18{,}75\%$, $MgO = 3{,}37\%$, $K_2O = 3{,}37\%$, $H_2O = 6{,}25\%$ (nach v. DECHEN 1855). Wegen seines Gehaltes an Kali, Phosphor und Kalk ist er zur Düngung der Felder zu verwenden.

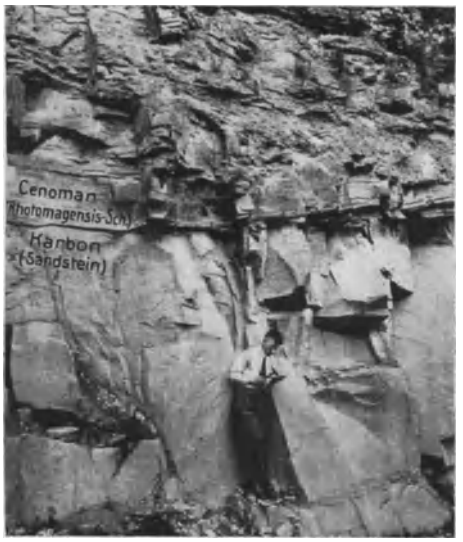


Abb. 478. Diskordante Überlagerung des Karbonsandsteins durch Cenoman (Rhotomagensiskalke). Steinbruch bei Frömern. Aufn. SCHLÜTER.



Abb. 479. Harzeinschluß im Essener Grünsand. Schacht Grimberg IV. S.W.B.

Kennzeichnend für den Essener Grünsand ist seine Farbe. Unverwittert durchläuft sie alle Schattierungen von dunkelgrün, blaugrün über graugrün zu hellgrün; verwittert ist sie gelb bis braun, je nach der Zahl, Größe und dem Verwitterungszustande der beigemengten Glaukonitkörner. Hierbei wandeln sich die Eisenoxydverbindungen in Eisenhydroxyd um. Nicht selten finden sich allerhand Einschlüsse im Grünsande.

Sehr häufig sind helle, graubraune, knollige Einschlüsse aus Phosphorit. Sie werden als „Koprolithen" gedeutet.

Phosphoritknollen aus der von mir untersuchten Bohrung Kea 6 enthielten unter anderem 39,1% $Ca_3 \cdot (PO_4)_2$ und 17,9% P_2O_5.

Eine Analyse von Knollen aus dem Grünsand der Zeche König Ludwig VII/VIII ergab nach BÜCHLER: $SiO_2 = 0{,}32\%$, $F_2O_3 = 5{,}86\%$, $Al_2O_3 = 13{,}40\%$, $CaO = 13{,}87\%$, $MgO = 0{,}77\%$, $P_2O_5 = 24{,}38\%$, $SO_3 = 0{,}10\%$ und noch viel CO_2 sowie etwas sulfitischen Schwefel.

Außerdem führt der Grünsand von Spongien herrührende Kieselsäurekonkretionen. Als Seltenheit möchte ich noch einen Einschluß von topasfarbigem Harz im Grünsand der Zeche Grimberg IV erwähnen (s. Abb. 479).

Häufig ist der cenomane Grünsand so fest den Gesteinen des Karbons aufgelagert, daß es wiederholt gelungen ist, beim Bohren auf Kohle einen Kern zu ziehen, der in demselben Stück den horizontal gelagerten Grünsand diskordant über aufgerichtetem Karbongestein zeigt (s. Abb. 480).

Auch Kohle mit fest anhaftendem Grünsand ist keine Seltenheit.

Von ganz besonderer Bedeutung für den Betrieb des Bergbaues ist die Eigenschaft des Grünsandes, für einen großen Teil des Bezirkes die wasserstauende Schicht zu bilden (vgl. im übrigen den Abschnitt „Wasserführung des Gebirges").

Ein weiteres Kennzeichen des Essener Grünsandes ist sein großer Versteinerungsreichtum, der sich meist auf die ganze Zone des Grünsandes erstreckt.

Fast alle geologischen Museen Deutschlands (vornehmlich von Bonn, Berlin, Essen, Bochum) besitzen ± gute Fundstücke aus dem Essener Grünsand. Bemerkenswerterweise ist die Tierwelt sowohl innerhalb der verschiedenen Faziesbildungen des Cenomans als auch an den einzelnen Fundpunkten sehr verschiedenartig entwickelt.

Häufig vorkommende Reste sind (ohne besondere Berücksichtigung der Klippenfazies) unter anderem: Armfüßer *(Terebratula tornacensis* und *biplicata)*, Austern *(Ostrea carinata* und *diluviana, Exogyra conica)*, Kammuscheln *(Pecten asper, P. orbicularis, P. elongatus* und *P. beaveri)*, Inoceramen *(Inoceramus virgatus, In. pictus, In. cripsi)*, Schnecken (Gattungen *Pleurotomaria, Trochus, Turritella, Turbo, Natica*), Kopffüßer *(Acanthoceras rhotomagense, A. laticlavium, Mantelliceras mantelli, Hyphoplites laurenti* Böhm, *Nautilus cenomanensis, Schloenbachia varians, Schl. coupei, Puzosia subplanulata* Schl., *Actinocamax plenus)*, Seeigel *(Catopygus carinatus, Discoidea subucula, Cidaris vesiculosus, Holaster subglobosus, H. nodulosus)*, zu denen örtlich noch Schwämme *(Pachytilodia pomum)*, Korallen und Moostiere treten, sowie einige Vertreter der aus mediterranen Zonen bekannten Rudisten. Wirbeltierreste sind mit Ausnahme von Schuppen und Zähnen von Fischen (vorwiegend Haien) sowie einzelner Wirbel von Sauriern sehr selten.

Umfassende Fossillisten haben Kahrs (1927), Riedel (1933) und Laurent (1935) aufgestellt, auf die hier verwiesen wird.

Eine sehr eigenartige Ausbildung zeigen die Tierreste in der näheren Umgebung der Klippen, so am Kassenberge, bei Wattenscheid, bei Billmerich und bei Frömern. Hier hat sich in den taschenartigen Vertiefungen des Karbonstrandes eine sonst fremde Tierwelt von großer Arten- und Individuenzahl angesiedelt, von denen unter anderem Kahrs (1927) ein ausführliches Verzeichnis gegeben hat. Wegen ihrer lediglich paläontologischen Bedeutung sei auf diese Sonderformen hier nicht weiter eingegangen.



Abb. 480. Grenzkern mit steilstehendem Karbonsandschiefer (*k*) und dem Transgressionskonglomerat (*t*) des Essener Grünsandes. Bohrung Westfalen 25. S.W.B.

Im Salm-Salmschen Regalgebiet besteht das tiefe Cenoman aus hellem bis dunklem Mergelkalk und mehreren mächtigen Grünsandhorizonten. Hier sind die Grünsandlagen nicht im strengen Sinne niveaubeständig, sondern verteilen sich auf das gesamte Cenoman, dessen Gesamtmächtigkeit etwa 30—45 m beträgt.

Mit dem Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit von SW nach NO geht naturgemäß auch eine Änderung der Fossilführung Hand in Hand. Die aus dem S und SW bekannten Formen der Ammoniten, Muscheln, Brachiopoden und Seeigel verschwinden in der Richtung nach N und O. Statt ihrer treten unter anderem *Inoceramus virgatus*, *Inoceramus cripsi* und *Inoceramus orbicularis* auf, welch letzterer geradezu als Leitfossil erscheint.



Abb. 481. Hornsteinführende Bank (*3*) zwischen Rhotomagensiskalken (*2*). An der Basis Grünsand (*1*). Hof Schlünder bei Bausenhagen. Aufn. Kukuk.

Das obere Cenoman (zum Teil Zone des *Acanthoceras rhotomagense* Defr.) ist im SW des Bezirkes im Gebiet von Speldorf und Mülheim noch nicht auszuscheiden. Im SO und nach der Mitte des Bezirkes zu ist, wie erwähnt, das obere Cenoman als glaukonitarmer und meist auch fossilarmer, heller Mergelkalk (sog. „arme Rhotomagensisschichten" Strombecks) ausgebildet, der ein im Cenoman des engeren Ruhrbezirkes ganz neues Element darstellt.

Besonders gut sind die Rhotomagensiskalke im SO in der Gegend zwischen Bausenhagen und Grünebaum (Blatt Werl) aufgeschlossen. Hier treten an ihrer Basis ein bis drei je 0,30—0,70 m mächtige „Hornstein"

führende Bänke auf (s. Abb. 481), die nach BÄRTLING (1908) von Bosselbahn bei Bausenhagen bis Drüggelte bei Soest verfolgt werden können. Sie bilden nach unten die Grenzschicht gegen die gelblichen, schwach kieseligen Kalke des mittleren Cenomans der Varianszone. Noch weiter östlich zeigt das Cenomanprofil der Gegend von Soest folgende Gliederung:

Hangende Mergelkalke (= arme Rhotomagensisschichten SCHLÜTERS)	rd. 15—20 m,
Hornsteinbank	rd. 0,5 m,
Untere Mergelkalke (Variansplänер)	rd. 10 m,
Glaukonitische Mergel (= Essener Grünsand)	rd. 2—5 m.

Die hornsteinführenden Bänke sind sogar noch im NW an der Lippe (Zeche Baldur) nachzuweisen. Hier wurde beim Abteufen des Schachtes Baldur II folgendes Profil festgestellt (BÄRTLING 1920):

Weiße fossilarme Kalke	2 m
Helle glaukonitische Kalkmergel mit Hornsteinbänken	21 m
Hornsteinreiche, glaukonitische Mergelbank	1 m
Strandkonglomerat, vorwiegend aus Buntsandsteinblöcken (?) und Karbonsandstein, im festen, stark mit Glaukonit imprägnierten Mergel eingebettet	1,5 m
Gesamtmächtigkeit des Cenomans	25,5 m

Beachtenswert ist hier die große Mächtigkeit der glaukonitführenden Schichten einschließlich der hornsteinführenden Bänke.

Nördlich von Haltern an der Lippe zeigen die von mir untersuchten Kea-Bohrungen, wie z. B. Bohrung 6 und 11, wieder vollständige Cenomanprofile.

Bohrung Kea 6.

Versteinerungsarmer, weißer Kalkmergel mit dunklen Zwischenlagen und häufigen Einlagerungen von Schwefelkiesknollen	28,7 m
Fossilreicher, hellgrauer Kalkmergel mit *Inoceramus virgatus, Rhynchonella* und Seeigelresten	15,0 m
Glaukonitreicher, graugrüner Kalkmergel mit Phosphoritknollen und Inoceramen	4,9 m
	48,6 m

Bohrung Kea 11.

Weißer, versteinerungsleerer Kalkmergel mit dunklen Zwischenlagen	13,24 m
Weißgrauer Kalkmergel mit dunklen Zwischenlagen	12,5 m
Hellgrauer Kalkmergel mit *Inoceramus sp.*	19,8 m
Glaukonitischer, graugrüner Kalkmergel mit Phosphoritknollen und Inoceramenresten	5,2 m
	50,74 m

In ähnlicher Weise sind auch die Äquivalente der „armen Rhotomagensiskalke" ganz im NW im Salm-Salmschen Regalbezirk ausgebildet. Hier bestehen die 30—105 m mächtigen Schichten aus stylolithischen oder rot bis grün marmorierten Kalken oder Mergeln, die im Liegenden mit hornsteinführenden Kalkmergelbänken abschließen.

Weiter nach der Mitte des Münsterschen Beckens zu werden die Kalke immer reiner, die Fauna bleibt aber sehr arm. Dagegen wird im O, in den Steinbrüchen der Gegend von Unna, die Fauna wieder reicher.

Es finden sich hier nicht selten *Acanthoceras rhotomagense, Nautilus cenomanensis, Puzosia subplanulata, Pecten beaveri, Holaster subglobosus* u. a.

Als wichtige Grenzschicht des oberen Cenomans gegen das überlagernde Turon ist die in Form einer knolligen, 0,30—0,70 m mächtigen Kalkbank auftretende sog. Knollenbank anzusehen. Sie ist schon bei Broich und Mülheim-Heißen, Gelsenkirchen, Essen und Wattenscheid über Tage (s. FIEGE 1926 und KAHRS 1927) festgestellt, und auch unter Tage beim Abteufen der Schächte König Ludwig VII/VIII und Adolf von Hansemann IV/V als kennzeichnende Grenzschicht von mir wieder erkannt worden (s. Tafel XI). Am Südrande des Cenomans läßt sie sich über Tage weiter über Barop, Hörde, Billmerich, Frömern, Bausenhagen (s. Abb. 471) bis nach Wickede a. d. Ruhr verfolgen (s. Abb. 482). Sie konnte von mir aber auch auf dem Schacht V der Zeche Minister Stein, Schacht IV der Zeche Gneisenau, Wetterschacht Grevel der Zeche Preußen-Gneisenau, Schacht Humbert der Zeche de Wendel nachgewiesen werden (vgl. Tafel XI).

Weiter nach N scheint die Knollenbank schnell zu verschwinden, beispielsweise ist sie in den Aufschlüssen der Zechen Alter Hellweg und Unna nicht mehr so klar entwickelt.

Diese an Fossilien im allgemeinen nicht reiche Bank bildet auch das Bett des *Actinocamax plenus*, der sich hier, wenn auch vielfach zerbrochen und mit gegeneinander verschobenen Teilen, nicht selten findet (LAURENT 1935).

Ihre eigenartige Ausbildung hat den Forschern viele Rätsel aufgegeben. So erinnern die unregelmäßigen Knollen an Feuersteinknollen der senonen Kreide, wenn sie auch anderer Zusammensetzung sind. Die Knollen sind aber auch keine Strandgerölle. Da die Bank nach LAURENT dort, wo sie auf Karbon auflagert, auch Karbongerölle führt, muß sie als Bildung der Brandung angesehen werden. Besonders eigenartig ist die wulstige Oberfläche, die man als Emersionsfläche gedeutet hat. Da sie als solche der Erosion ausgesetzt war, würde sie — mindestens stellenweise — zerstört worden sein. Das ist aber keineswegs der Fall. Es muß vielmehr bald nach ihrer Bildung eine Verfestigung der Schicht eingetreten sein, da man auf ihr Fossilien des unteren Labiatus aufsitzend findet (LAURENT 1935).



Abb. 482. Knollenbank (*2*) der oberen Rhotomagensisschichten (*1*) bei Wickede (Ruhr). Aufn. KUKUK.

Jedenfalls stellt die Knollenbank das Anzeichen der ersten größeren Regression des Kreidemeeres dar (LÖSCHER 1924, FIEGE 1926, LAURENT 1935).

Im Gegensatz zu der eben geschilderten Ausbildung des oberen Cenomans sind die ganz am Nordwestrande zwischen Stadtlohn und Gronau auftretenden Horizonte als schreibkreideähnliche Bildungen entwickelt. Diese sog. „Galeritenschichten" stellen nach LÖSCHER (1910) eine Seichtwasserbildung dar. Dagegen besteht hier die tiefere Abteilung des Cenomans (*Varians*- und *Pecten asper*-Zone) aus Mergeln, die durch Ton und Sand verunreinigt sind.

Im Hinblick auf die durch den gegebenen Raum gebotene Beschränkung muß von einer eingehenden Behandlung der Verhältnisse des Cenomans im NW und NO des Bezirkes abgesehen werden (s. Abb. 463). Sie findet sich unter anderem in WEGNERs Geologie Westfalens. Ob Cenomanschichten auch auf der linken Rheinseite auftreten, ist noch nicht mit Sicherheit geklärt, obwohl unter den dort nachgewiesenen Kreideschichten auch Grünsande festgestellt sind.

3. Turon.

Wie das Cenoman bildet auch das Turon ein ununterbrochen umlaufendes ± breites Gesteinsband, dessen Schichten nach der Mitte des Beckens hin einfallen (Abb. 463.) Auch im Turon lassen sich die Schichten in solche einer „küstennahen" Fazies westlich des Haarstranges und dessen Fortsetzung nach W, und in die einer „küstenfernen" Fazies östlich des Haarstranges, in der Paderborner Hochfläche, am Teutoburger Walde sowie in der Mitte des Münsterschen Beckens gliedern. Da wir es innerhalb des engeren Industriebezirkes vorwiegend mit der küstennahen Ausbildung am Südrande des Turons zu tun haben, soll hier vornehmlich dieser ersteren gedacht werden.

Das westfälische Turon oder der obere „Pläner" umschließt im wesentlichen die hellen, ± festen, kalkig-tonigen bis kalkigen Mergelgesteine, die vom westfälischen Bergmann unter dem Gesamtbegriff des „Weißen Mergels" zusammengefaßt werden. Weiter nach SW und W gehen die kalkigen Mergel größtenteils in mergelige Grünsande und untergeordnet in graue Mergellagen über. Der fazielle Wechsel der Schichtenausbildung wird aus der von BREDDIN (1934) entworfenen Tafel IX und seinem Profil Abb. 456 deutlich erkennbar.

Am Nordwestrande des Kreidebeckens zwischen Graes und Öding nimmt, wie das Cenoman, auch das Turon in seinem mittleren und unteren Teil eine schreibkreideähnliche Zusammensetzung an.

Die härteren, kluftreichen Bänke in der Mitte und im O der Münsterschen Kreidetafel wechsellagern mit weichen, tonig-mergeligen und fast kluftlosen Zwischenlagen sowie gelegentlichen glaukonitreichen Kalksandsteinbänken. Letztere sind meist ± als deutlich ausgeprägte Grünsandhorizonte (sog. „Soester" und „Bochumer" Grünsand) entwickelt und bilden hier ± scharfe Grenzlagen der turonen Schichtenfolge.

Dort, wo die Variansplänerschichten sowie die Rhotomagensiskalke des Cenomans ebenfalls vorwiegend als helle feste Kalke entwickelt sind, wie im O des Bezirkes, gehören auch sie — rein bergmännisch betrachtet — zum „Weißen Mergel".

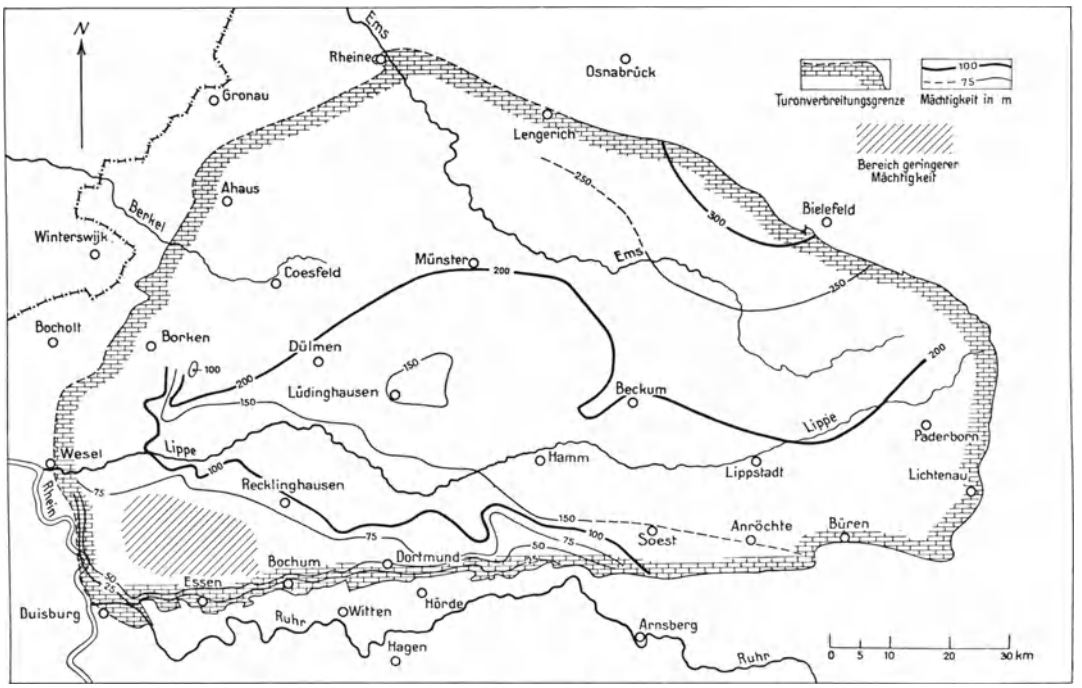


Abb. 483. Die Mächtigkeitsverhältnisse des Turons (unter Heranziehung der Angaben von BÄRTLING).

Wie aus Abb. 483 hervorgeht, wächst das gesamte Schichtenpaket des Turons in seiner Mächtigkeit von etwa 25 m in der Linie Gelsenkirchen-Bochum auf rd. 150 m (nördlich der Lippe) an, um von hier auf rd. 300 m (westlich von Bielefeld) anzusteigen.

Im einzelnen zeigt das Turon in den drei Nordsüdprofilen (s. Abb. 477) folgende Mächtigkeiten: Im W: Schacht Barbara rd. 50 m, Zeche Nordstern rd. 50 m, Zeche Hugo Ost rd. 49 m, Zeche Auguste Victoria rd. 92 m, Bohrung Kea 2 rd. 130 m, Bohrung Hohemark rd. 184 m; in der Mitte: Zeche Zollern I rd. 70 m, Zeche Erin rd. 55 m, Zeche Emscher Lippe V rd. 130 m, Bohrung Lüdinghausen 28 rd. 166 m, Bohrung Senden rd. 150 m; im O: Bohrung Königsborn rd. 102 m, Schacht Humbert rd. 168 m, Bohrung Hoetmar rd. 190 m.

Über den genaueren Verlauf des Turonausgehenden gibt Abb. 483 Aufschluß. Seine südliche Grenzlinie ist durch die Einflüsse der nach Ablagerung der Kreide wieder auflebenden Bewegungen längs der alten Karbonstörungen stellenweise ebenso verworfen, wie das Ausgehende des Cenomans (Tafel X).

Mit dem Beginn des Turons setzt die zweite große Meerestransgression der oberen Kreide ein, die an Ausmaß die cenomane Überflutung übertrifft. Sie ist an verschiedenen Stellen, so insbesondere am Südostrande bei Frömern und Billmerich, anscheinend aber auch am Südwestrande des Bezirkes bei Broich (LAURENT 1918) und in mehreren anderen Steinbrüchen in Form eines deutlich entwickelten, turonen Basalkonglomerates (mit eingeschlossenen Karbongeröllen) und leitenden turonen Fossilien unmittelbar über dem Karbon gut nachzuweisen.

Die an zonenbeständigen Leitformen (Makrofossilien), und zwar insbesondere an Inoceramen reichen Schichten des Turons werden seit altersher nach diesen Fossilien gegliedert. Eine feinere Unterteilung auf Grund verschiedenartiger Tiergruppen (Ammo-

niten, Inoceramen, Seeigel u. a.) sowie von Mikrofossilien (Foraminiferen und Ostracoden) ist noch nicht durchgeführt worden.

Im Jahre 1920 teilte BÄRTLING das Turon am Südrande des Beckens von Münster (vom Hangenden zum Liegenden) nach dem Vorgange SCHLÜTERs ein in die (s. Tabelle):

d)	Zone des *Inoceramus schloenbachi* (= Cuvierischichten)	Oberturon
c)	Zone des *Scaphites geinitzi* (= Scaphitenschichten) (mit dem Soester oder oberen Grünsand)	
b)	Zone des *Inoceramus lamarcki* (= Brongniartischichten) (mit dem Bochumer oder mittleren) Grünsand)	Mittelturon
a)	Zone des *Inoceramus labiatus* (= Mytiloidesschichten)	Unterturon

In dieser Gliederung wird die schon von SCHLÜTER aufgestellte Unterstufe des Turons, die Zone des *Actinocamax plenus* (s. Abb. 484) in der Ausbildung grauer glaukonitischer Mergel, von BÄRTLING nicht mehr genannt.

Demgegenüber wird von anderen Forschern, so insbesondere von LÖSCHER (1924/25), darauf hingewiesen, daß die Zone des *Actinocamax plenus* aus paläontologischen und petrographischen Gründen als selbständige Zone, und zwar als tiefste Zone des Turons, wieder eingeführt werden müsse. Mit ihr trete eine Reihe neuer Tierformen, wie *Galerites subsphaeroidalis, Ptychodus decurrens, Synhelia gibbosa* nebst Rudistenarten auf, die auf das Eintreten der neuen Lebensbedingungen zur Turonzeit hinweise. Feststellungen von HEINZ (1932/33) scheinen diese Auffassung zu stützen.

Nach den sorgfältigen Untersuchungen von LAURENT (1935) ist jedoch das Vorkommen von *Actinocamax plenus* fast völlig auf die sog. oberste Knollenbank des Obercenomans beschränkt, wenn er auch vereinzelt von ihm in der Klippenfazies des Labiatuspläners bei Broich und Frömern nachgewiesen wurde.

Aus diesem Grunde soll hier die Plenuszone als besonderer Horizont des Turons ausscheiden.



Abb. 484. *Actinocamax plenus* BLAINV. Oberes Cenoman. Mülheim. S.W.B.

Wegen ihrer guten Kennzeichnung sind die schon oben erwähnten beiden turonen Grünsandhorizonte: Bochumer (= mittlerer) und Soester (= oberer) Grünsand bezüglich der Gliederung des Turons für den Bergbaubezirk von großer Bedeutung. Beide lassen sich innerhalb des größeren Teiles dieses Gebietes sowohl unter Tage als über Tage in Form ± glaukonitischer Kalksandsteine bzw. mergeliger Sandsteine mit meist ausgesprochener Grünfärbung nachweisen (vgl. im übrigen Tafel X und XI). Wie Tafel X ersehen läßt, erstreckt sich der Soester Grünsand viel weiter nach O als der Bochumer Grünsand, und zwar etwa bis Borchen (südlich von Paderborn). Dagegen scheint sich der Bochumer Grünsand schon südöstlich von Hamm zu verlieren. Im N scheint bald der Bochumer Grünsand über den Soester (wie nördlich Lünen und nordöstlich Recklinghausen), bald der Soester Grünsand über den Bochumer (wie südöstlich von Marl) hinauszugreifen. Beide Horizonte lassen sich im W und SW (d. h. westlich einer Linie Dortmund-Recklinghausen) nicht mehr durchweg als scharf getrennte Zonen verfolgen. Von hier aus nach W und SW ist nur ein Grünsand vorhanden, der durch das häufig beobachtete Auftreten einer deutlichen Emersionsfläche innerhalb des Grünsandes auf ein Zusammenliegen beider Horizonte hinweist. Nach der Literatur soll jedoch in diesem Gebiete stellenweise nur der Soester Grünsand vorhanden sein, der dann unter Ausfall des Bochumer Grünsandes unmittelbar die Schichten des unteren Turons (Labiatuspläner) überlagert.

Im N des Ruhrgebietes, insbesondere nördlich der Lippe (wie im Salm-Salmschen Regalbezirk), scheinen beide Grünsande ganz verschwunden zu sein, allerdings mögen sie als ± sandige Einlagerung, jedoch ohne grüne Färbung, noch viel weiter nach N zu verfolgen sein.

Stellen auch die obengenannten turonen Grünsande (Bochumer und Soester) nur fazielle Ausbildungsformen der Zonen des *Inoceramus lamarcki* bzw. des *Scaphites geinitzi* dar, so lassen sie sich doch für die Zwecke einer Gliederung der Kreide im Hauptbergbaugebiete für die besonderen Zwecke des Bergbaues gut verwenden.

Demgemäß können wir für den O, und zwar östlich der Linie Dortmund-Gladbeck, folgendes Gliederungsschema aufstellen:

Dabei sollen dem Vorgehen der Preuß. Geol. Landesanstalt entsprechend nur die Schlönbachischichten zum oberen Turon gestellt werden (BEYENBURG 1934).

Tabelle 35. Gliederung des Turons östlich von Dortmund-Gladbeck.

Zone des *Inoceramus schloenbachi*	Schloenbachischichten	Heller Mergelkalk, stellenweise nach dem Hangenden mit dunklen Schlieren	Oberturon
Zone des *Scaphites geinitzi*	Scaphitenschichten	Helle Mergelkalke (gelegentlich ± glaukonitführend)	Mittelturon
	Soester Grünsand	Lebhaft (meist giftgrün) gefärbter fester kalkiger Grünsandstein	
Zone des *Inoceramus lamarcki*	Lamarckischichten	Helle dickbankige Mergelkalke (häufig mit Hornsteinknollen)	
	Bochumer Grünsand	Graugrüner mergeliger Grünsand (stellenweise mit Tonbänken)	
Zone des *Inoceramus labiatus*	Labiatusschichten	Leicht grüngraue bis hellgraue tonige Mergel	Unterturon

An Stelle dieser Gliederung muß jedoch für den W bzw. SW des Industriebezirkes einschließlich der Gegend von Essen und Gelsenkirchen eine andere treten, da sie hier infolge verschiedener Trans- und Regressionserscheinungen und des dadurch bedingten Fehlens verschiedener Stufen des Turons nicht mehr durchzuführen ist. Für dieses Gebiet läßt sich nach dem Vorschlage von FIEGE (1928) etwa folgendes Schema aufstellen:

Tabelle 36. Ausbildung und Gliederung des Turons im SW und W des Bezirkes. (Nach FIEGE 1928.)

Graue, grünsandarme oder grünsandfreie Mergel bzw. glaukonitische Mergelsande	Oberturon
Giftgrüne, lockere oder kalkig verfestigte Grünsande (Soester Grünsand)	Mittelturon
Mergeliger Grünsand (Bochumer Grünsand)	
Weiße oder helle Mergel, gelegentlich mit Kalkbänken, an der Basis grünsandig	Unterturon

Demgegenüber ergibt sich für den NO bzw. N des Bezirkes (außerhalb der Verbreitung der turonen Grünsande) folgende Gliederung:

Hellgraue Plänerkalke	Ober- und Mittelturon
Leicht graugrüne Tonmergel	Unterturon

a) Labiatusschichten (Unterturon).

Die Auflagerungsfläche der Labiatusschichten als Oberfläche der durchweg vorhandenen Knollenbank des Cenomans (mit *Actinocamax plenus*) ist — wenigstens am Südrande — meist recht scharf ausgeprägt und läßt die der Labiatustransgression vorausgehende Regression deutlich erkennen. Rein petrographisch betrachtet, setzt sich die Schichtenfolge des Labiatuspläners im mittleren Teil des Hauptbergbaugebietes im allgemeinen aus einer Wechsellagerung nahe der Oberfläche hellgrauer bis gelbweißer, dick- bis dünnbankiger, ± fossilführender Kalkmergelbänke zusammen, die mit dünnschichtigen, tonreichen und fossilarmen Schichten wechsellagern. Nach dem Liegenden zu werden die Schichten meist sehr tonig und schließen mit einer an Fossilarten armen, aber an Individuen ungemein reichen Zone ab. Als hangendste Schicht des Labiatus beobachtet man häufig eine Tonbank. Örtlich finden sich in einigen Kalkbänken des Labiatusmergels kieselige, fossilführende Knollen (Kieselschwämme). Kennzeichnend für einen großen Teil des Labiatus ist die von Ausscheidungen auf Kluftflächen ausgehende, schwache lichtgrüne Farbe, die weiter nach N allmählich grauer wird. Auch nach W verliert sich die grüne Farbe und macht westlich von Essen einer weißen Farbe Platz.

Am Südrande bei Hörde besteht die etwa 20—30 m mächtige Zone zu oberst aus rd. 25 m mächtigen, stellenweise brotlaibartig verwitternden hellen Mergeln in Plänerfazies und zu unterst aus rd. 5 m sehr tonigen fossilreichen Mergeln.

In der Richtung nach W steigt der Tongehalt der Labiatusschichten an, so daß z. B. am Kassenberg bei Mülheim die Bänke schon fast zu reinen Tonlagen geworden sind. Außerdem stellt sich, wie auch BÄRTLING und KAHRS nachwiesen, in den untersten Schichten des Labiatus — etwa von Wattenscheid ab nach W — ein bescheidener Glaukonitgehalt ein, der auf die alte Grenze hinweist. Die Schachtaufschlüsse zeigen weiter, daß die Schichtflächen des Labiatus vielfach nicht ganz eben, sondern wellenförmig ausgebildet sind. Ob es sich hierbei, wie vermutet wird, um Druckerscheinungen handelt, ist noch nicht einwandfrei geklärt.



Abb. 485. *Inoceramus labiatus* SCHLOTH. Labiatusschichten. Unterturon. S.W.B.

Infolge Umlaufs von eisenhaltigen Wässern auf den Klüften hat sich auf deren Flächen häufig ein dünner Absatz von Eisenhydroxyd abgeschieden, der die Kluftflächen des ursprünglich graublauen Gesteins stellenweise graugelb bis rostbraun gefärbt hat.

Wie an vielen Stellen Norddeutschlands, treten örtlich an der Basis des Labiatuspläners teils rotgefärbte, teils hellrot- und grüngeflammte Schichten, sog. „Rotpläner", auf, der dem Rotpläner des Teutoburger Waldes und des Wiehengebirges sowie bei Geseke und im holländischen Grenzgebiet entspricht.

Diese am Südrande nicht zu beobachtende Erscheinung findet sich noch in der Mitte des Beckens, wo sie nach BÄRTLING (1920) auf den Zechen Emscher Lippe III/IV und Hermann I/II, nach RAUB auf Zeche de Wendel (Schacht Humbert) und von mir auf der Anlage Auguste Victoria (Schacht III) mit rd. 3 m festgestellt werden konnte. Auch in den Keabohrungen (nördlich Haltern) konnte ich den Rotpläner beobachten. Von Interesse ist, daß nach RIEDEL (1933) auch im Senon der Zeche Ewald Fortsetzung (Schacht V) eine Bank mit Rotpläner auftritt.

Wie kaum ein anderer Horizont der Kreide ist der Labiatuspläner durch das auf eine geringmächtige Zone am Liegenden beschränkte massenhafte Vorkommen des dünnschaligen *Inoceramus labiatus* SCHLOTH (s. Abb. 485) gekennzeichnet. Dieses Fossil, das allerdings an den verschiedenen Fundorten sehr variable Formen zeigen kann (SEITZ 1935) und überall dort angetroffen wird, wo Labiatusschichten zur Ausbildung gekommen sind, ermöglicht die sichere Erkenntnis der stratigraphischen Höhe der einbettenden Schicht.

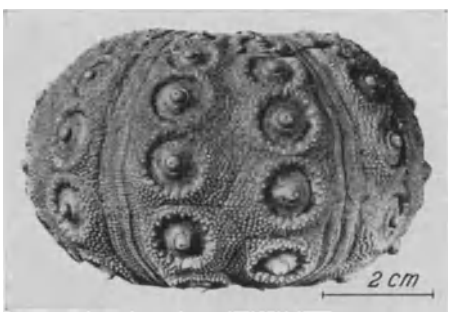


Abb. 486. *Dorocidaris subvesiculosus* D'ORB. Labiatuspläner. Altenbochum. S.W.B.

Weitere Inoceramenarten sind selten vertreten. Doch finden sich häufig andere Fossilien, wie *Rhynchonella cuvieri, Terebratula gracilis, Discoidea subucula* GOLDF., *Cardiaster truncatus, Dorocidaris subvesiculosus* (s. Abb. 486), *Mammites nodosoides, Pachydiscus peramplus, P. lewesiensis, Puzosia rauffi, Synhelia gibbosa* sowie röhrenartige Gebilde (*Gastrochaena amphisbaena* GOLDF.).

Bisweilen treten auch Radioliten (Rudisten), wie *Durania mortoni* MANT. und *Sauvagesia westfalica* WEGNER, Wurmröhren, ferner Reste von schollenähnlichen Fischen wie *Beryx ornatus,* weiter von Muschelkrebsen sowie von Sauriern auf. Auf Schacht Unna fand der bekannte Sammler FALK (Lünen) Knochenreste, die nach JAEKEL einer nicht bestimmbaren Schildkrötenart angehören. Auch die Kleinlebewelt ist durch das massenhafte Auftreten von Foraminiferen und Ostracoden reich vertreten.

Dort, wo der Labiatuspläner in Klippenfazies entwickelt ist, wie bei Frömern, Billmerich, Broich u. a. O., zeigt auch die Fauna eine Sonderausbildung, auf die aber hier nicht eingegangen werden kann. Erwähnung verdient, daß hier von LAURENT 7 Perlen von Inoceramen gefunden worden sind, die sich zum Teil noch im Schalenverbande befanden.

Im Gegensatz zu dem sonst allgemein zu beobachtenden Anwachsen der Kreideschichten nach N nimmt die Labiatuszone in dieser Richtung teilweise bis zum Verschwinden ab (s. Abb. 487).

Ihre Mächtigkeit, die am Ausgehenden etwa 25 m, bei Essen 10—20 m und bei Gelsenkirchen noch rd. 10—15 m erreicht, geht nach W und N bis zur Linie Buer—Gladbeck rasch auf wenige Meter herab und

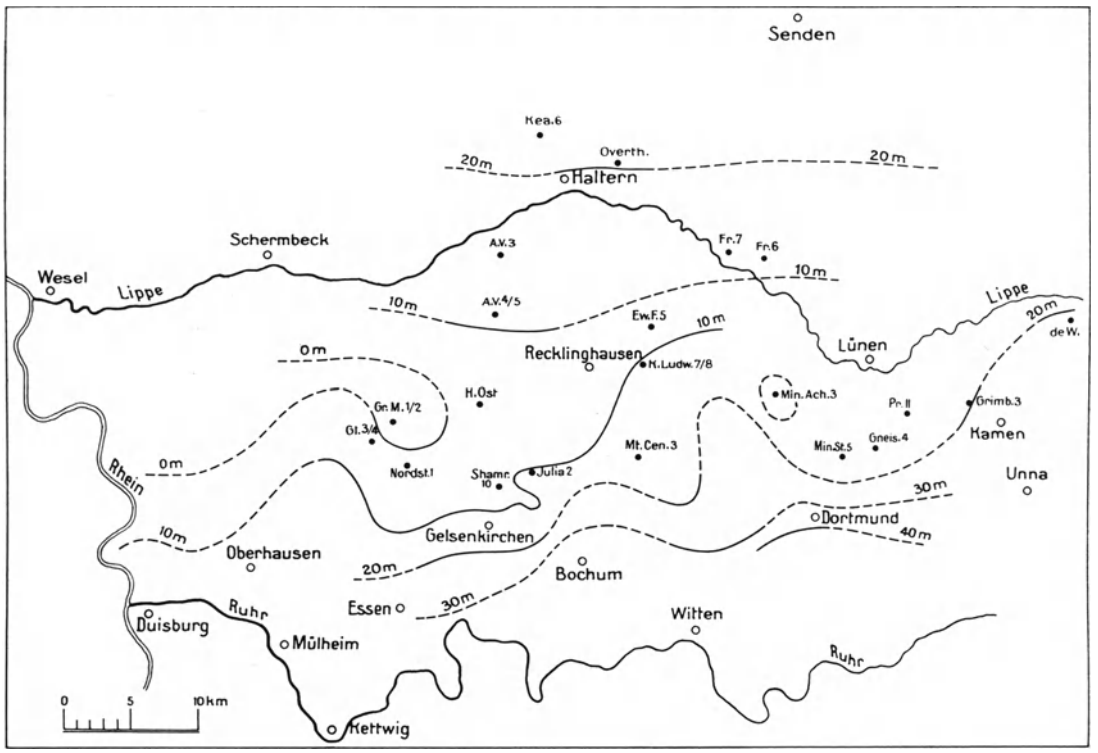


Abb. 487. Linien gleicher Mächtigkeit im weißen Labiatus-Mergel. Zum Teil nach OBERSTE-BRINK.

beträgt z. B. auf den Rheinbabenschächten 3 m und auf Graf Moltke III/IV nur mehr rd. 1 m. Auf der Zeche Graf Moltke I/II scheint sie ganz verschwunden zu sein. Dementsprechend ist sie z. B. auch auf Friedrich Thyssen II/V sowie auf der Zeche Lohberg I/II nicht mehr vorhanden, während sie auf Schacht Friedrich Thyssen III/VII 5 m und auf IV/VIII noch 5,50—20 m mißt.

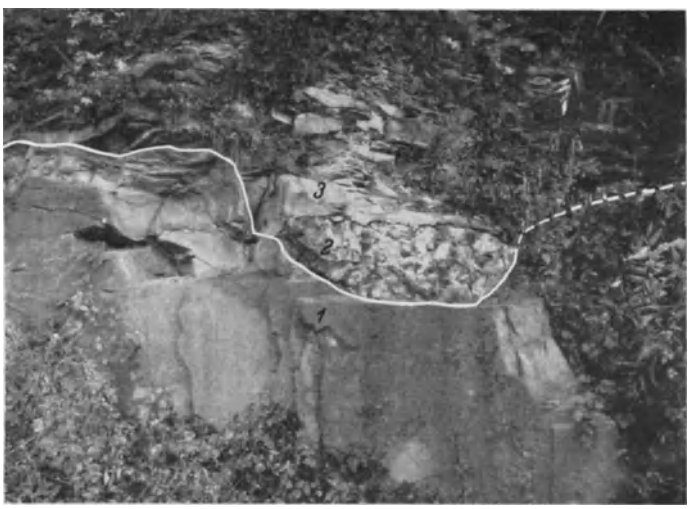


Abb. 488. Tasche im Sandstein *(1)* der Magerkohlenschichten, gefüllt mit fossil- und geröllführendem Klippenlabiatus *(2)*, darüber normaler Labiatuspläner *(3)*. Steinbruch bei Frömern (östlich Stoß). Aufn. KUKUK.

Weiter im N wächst sie jedoch wieder an und erreicht auf Zeche Auguste Victoria rd. 10 m und mehr und nördlich der Lippe in den Keabohrungen 20 m und mehr.

Wie schon erwähnt, transgrediert der Labiatuspläner an einzelnen Stellen des Südrandes über das Cenoman hinaus, so bei Dorney (Blatt Witten), bei Billmerich (im Steinbruch Bals) und im östlichen Steinbruch bei Frömern. Hier ist der Labiatus in typischer Klippenfazies entwickelt (s. Abbildung 488). Von einer allgemeinen Transgression des Turons östlich der Bickefelder Verwerfung, wie sie auf den älteren Blättern der Geologischen Landesanstalt dargestellt ist, kann jedoch trotzdem keine Rede sein.

Wegen der im allgemeinen stark tonigen Beschaffenheit seiner Schichten tritt der Labiatuspläner als Wasserführer nur untergeordnet in Erscheinung, obwohl die stark

zerklüfteten kalkigen Bänke vielfach wasserführend sind. Beispielsweise entnimmt die Bochumer Schlegel-Brauerei ihr Betriebswasser den Labiatusschichten.

Der am Ausgehenden zu brotlaibartiger Verwitterung neigende Labiatusmergel gibt bei stärkerer Verwitterung einen schweren tonigen Boden ab. An der Oberfläche wird er infolge seiner geringen Härte meist als Senke sichtbar.

Der Charakter der tonig-kalkigen Gesteine spricht für die Bildung in einem tiefen Meere in größerem Abstande von der Küste, das zur Labiatuszeit eine größere Ausdehnung als das Cenomanmeer gehabt haben dürfte.

Sehr gering ist die technische Verwendung des Labiatusmergels. Das in sog. „Mergelkuhlen" gewonnene Material diente früher in großem Umfange, stellenweise auch heute noch, zum Mergeln der Felder. Bei Wickede a. d. Ruhr wurden vor dem Kriege Labiatusmergel und Cenomankalk gemischt zur Zementfabrikation verwandt. In Billmerich hat man die verwitterten tonigen Mergel zur Herstellung von Blumentöpfen benutzt.

b) Der Bochumer Grünsand (Mittelturon).

Die Basis der nächst höheren Zone des *Inoceramus lamarcki (= Inoceramus brongniarti)* wird von grünsandigen Lagen gebildet, die als eine fazielle Ausbildung der Lamarcki-Zone aufzufassen sind. Sie spiegeln die zweite große Regression der oberen Kreide wieder. In dem Bochumer Grünsand handelt es sich um ein etwa 2—25 m mächtiges Paket glaukonitreicher, mergeliger Feinsandsteine bzw. Kalksandsteine oder sandiger Mergelbänke von grüner Farbe. Gegenüber der vielfach dunkelgrünen Farbe des Essener Grünsandes ist die des Bochumer Grünsandes durchgehend heller und kräftiger. Dabei ist die Größe seiner Glaukonitkörner meist etwas kleiner als beim cenomanen Grünsande. Wegen seiner in der Umgebung von Bochum und Langendreer besonders kennzeichnenden, stellenweise über 20 m mächtigen Ausbildung ist dieser sog. Mittlere Grünsand von BÄRTLING (1920) als Bochumer Grünsand bezeichnet und als eine eigene Zone ausgeschieden worden. Bemerkenswerterweise besteht als Folgeerscheinung der zu Beginn dieser Zone einsetzenden Regression des Meeres zwischen dem Bochumer Grünsand und den Labiatusschichten kein normaler Übergang.

Vielmehr greift der Bochumer Grünsand stellenweise in Rillen und Kolken in den Labiatusmergel ein. Außerdem sieht man die Oberfläche des Labiatuspläners an vielen Stellen angebohrt und die Bohrgänge bzw. -röhren mit graugrünem Sand erfüllt. Es handelt sich hier also um eine richtige „Emersionsfläche" mit ganz den gleichen Erscheinungen, wie sie sich auch an der hangenden Begrenzungsfläche des Bochumer Grünsandes gegen den Soester Grünsand beobachten lassen. Der Bochumer Grünsand führt daher bisweilen an seiner Basis Knollen und Fetzen aufgearbeiteten unterturonen Materials, wie z. B. auf der Anlage Friedrich Thyssen II/V.

Wie die vielen Schacht- und Tagesaufschlüsse bewiesen haben, ist der Bochumer Grünsand, der früher vielfach mit dem oberen, dem „Soester Grünsand", verwechselt wurde, am ganzen Südrande aus der Gegend des Kassenberges bei Mülheim über Essen, Bochum, Dortmund bis Bausenhagen bei Unna (s. Tafel X) als leicht erkennbarer Leithorizont zu verfolgen. Weiter nach O, aber auch nach N, geht die Grünsandfazies (strandnahe Flachwasserfazies) ganz allmählich in glaukonitarmen Kalksandstein bzw. sandigen Kalkmergel des Lamarckipläners über. So wird in den Schächten der Zeche Auguste Victoria der Bochumer Grünsand nicht mehr angetroffen. Dagegen konnte er in der Vorbohrung für Schacht III der Zeche Lohberg noch festgestellt werden. Über seine Erstreckung nach NW, N und NO gibt Tafel X Aufschluß.

Die gelegentlich in der Literatur vertretene Behauptung, daß der „Bochumer Grünsand" in der Dortmunder Gegend kaum noch vorhanden sei, ist irrig. Im Gegenteil! Er ist nicht nur nördlich von Dortmund, an der Schnettkerbrücke, wo er aus drei Grünsandlagen und drei Tonbänken besteht (s. Tabelle 37) sowie bei Hörde (s. weiter unten), sondern auch in den Schächten Gneisenau IV, im Wetterschacht Grevel, bei Kamen (so z. B. in den Grimbergschächten) und weiter noch in den Schächten de Wendel von mir festgestellt worden (s. Tafel XI). Allerdings ist er im letzteren Falle nicht mehr als eigentlicher Grünsand, sondern als wenig glaukonitführender Kalksandstein entwickelt.

Bei Dortmund besteht das Profil ähnlich wie bei Hörde aus drei Grünsandbänken mit zwischengelagerten mergeligen Tonbänken. Von Hörde bis Unna nimmt dann die Gesamtmächtigkeit des Bochumer Grünsandes von rd. 11 m auf rd. 7,50 m ab (s. Abb. 489), wie aus der nachstehenden Zusammenstellung deutlich hervorgeht.

Tabelle 37. Drei Profile des Bochumer Grünsandes. Nach LAURENT 1933.

Ziegelei Wilms (nördlich Hörde)		Dortmund (Schnettkerbrücke)	Unna-Landwehr
Hangendes: Lamarckikalke		Lamarckikalke	Lamarckikalke fehlen (erodiert)
3. **Grünsand**	c) stark glaukonitisch . . . . 1,50 m b) schwach glaukonitisch (dünnplattig) . . . . . 1,50 m a) schwach glaukonitisch (dickbankig) . . . . . 1,20 m	rd. 4,00 m	1,80 m (reduziert)
3. Tonbank	0,60 m	0,30 m	1,40 m
Kalkbank	0,60 m	0,30 m	0,20 m
2. Tonbank	1,20 m	0,50 m	0,40 m
2. **Grünsand**	1,80 m	1,50 m	0,50 m
1. Tonbank (glaukonitisch)	0,70 m	0,70 m	Ton 0,50 m Kalk 0,10 m Ton 0,50 m
1. **Grünsand**	etwa 2,00 m	2,00 m	0,70 m
Insgesamt	11,10 m	9,30 m	6,10 m
Liegendes: Labiatuspläner			

Die Gegenüberstellung zeigt die rhythmische Wechsellagerung verschiedener (meist dreier) Grünsand- und Tonmergelbänke mit einer (oder mehreren) zwischengeschalteten Kalkbank. Ihre gleichartige Wiederkehr dürfte auf wiederholte Schwankungen des Meeresbodens zurückzuführen sein.

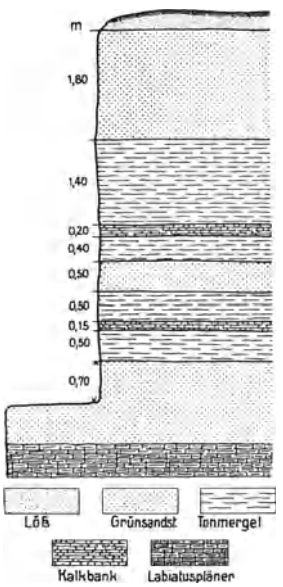


Abb. 489.
Profil durch den Bochumer Grünsand bei Unna-Landwehr. Nach LAURENT und KUKUK.

Im Gegensatz zum fossilreichen Labiatusmergel ist der Bochumer Grünsand weniger reich. Er ist aber auch nicht arm an Tierresten. Stellenweise weist sich die Fauna allerdings als Kümmerfauna aus. An anderen Stellen, wie am Nordwestrande bei Ahaus, ist sie in der sog. „Galeritenfazies" sogar recht reich entwickelt.

Häufiger sind nach LAURENT nur der mit zahlreichen ± langen Stacheln besetzte *Spondylus spinosus*, ferner *Ostrea vesicularis, Galerites albogalerus, Echinocorys sp., Discoidea subuculus, Nautilus neubergicus, N. sublaevigatus* und Haifischzähne. Bisweilen finden sich *Pachydiscus peramplus* (in großen Exemplaren), *Prionotropis cf. woolgari*, Kalk- und Kieselschwämme, niedere Krebse *(Loricula pulchella)* sowie schöne Pflasterzähne *(Ptychodus mammillaris)* und andere Fischreste *(Beryx ornatus* und Wirbel von *Lamna appendiculata)*. Von LAURENT wird das häufige Vorkommen von *Terebratulina rigida* SOW. als so kennzeichnend hingestellt, daß man in ihr gewissermaßen ein örtliches Leitfossil sehen darf. Nicht selten zeigt das grüne Gestein einfache oder kreuzförmig verzweigte Röhren von Strohhalm- bis Armdicke, deren Inneres mit hellem glaukonitfreiem Kalk und dunklem Kern ausgefüllt ist. LAURENT hält diese Bildungen für Hornschwämme, deren Skelettelemente nicht erhaltungsfähig waren. Möglicherweise handelt es sich auch um „Bohrschwämme". Auch „dreibeinige" Gebilde unbekannter Art wurden gefunden.

Seeigel scheinen im allgemeinen seltener zu sein als im Soester Grünsand.

Nach BÄRTLING und LÖSCHER stellt der Bochumer Grünsand die erste größere Regressionserscheinung des Meeres in der mittleren Oberkreide dar, welche in der Essener Gegend noch bis weit in das oberste Turon anhält. Am Südrande der Kreide, so bei Frömern und Billmerich, ist die unmittelbar das Karbon überlagernde Zone des Bochumer Grünsandes in Klippenfazies entwickelt, auf deren Ausbildung hier aber nicht näher eingegangen werden kann.

Da im O der Bochumer Grünsand härter als der Labiatuspläner ist, bildet er im Gelände vielfach eine schwache Terrainkante. Wegen seines Glaukonitgehaltes (2—15% K_2O) wird auch der Bochumer Grünsand zum Düngen der Äcker verwandt.

c) Lamarckischichten (Mittelturon).

Die sog. Lamarckischichten treten teils unmittelbar im Hangenden des Bochumer Grünsandes, teils als fazielle Ausbildung des Grünsandes weiter im N in Erscheinung.

Sie bestehen aus wechsellagernden, grobbankigen, festen Kalkmergelbänken, die an der Oberfläche weiß, in der Tiefe graublau sind und mit geringmächtigen grauen schiefrigen, fast glaukonitfreien Mergellagen wechsellagern. Sie führen ihren Namen nach dem *Inoceramus lamarcki,* der jedoch seiner Rolle als „Leitfossil" keine Ehre macht. Weiter nach dem Inneren des Beckens zu werden die Kalkmergel härter und weißer und erreichen hier (ausschließlich des Bochumer Grünsandes) 10—40 m Mächtigkeit. Bei Unna (Zeche Alter Hellweg) beträgt seine Mächtigkeit rd. 20 m. Nach O wachsen sie (einschließlich des Bochumer Grünsandes) in der Gegend von Hamm sowie südlich auf rd. 40 m an und nehmen hier sehr ausgedehnte Gebiete ein. Fast durchweg findet man Einlagerungen von „Hornsteinknollen" bzw. von einer bis mehreren ausgeprägten Hornsteinbänken, wie z. B. auf den Zechen König Ludwig (Schacht VII/VIII), Adolf v. Hansemann (Schacht IV), Minister Stein (Schacht V), Gneisenau (Schacht IV), Wetterschacht Grevel, Grimberg (Schacht IV) und de Wendel (Schacht Humbert) (s. Tafel XI).



Abb. 490. *Inoceramus lamarcki* PARK. Mittelturon. Lamarckischichten. S.W.B.

Am Nordwestrande des Beckens, bei Ahaus und Wessum, sind die Schichten wieder in schreibkreideähnlicher Fazies entwickelt.

Im SW des Industriebezirkes zeigt das Mittelturon (Bochumer Grünsand und Lamarckischichten einschließlich der Scaphitenschichten) eine abweichende fazielle Ausbildung. Schon von Essen ab scheint der Lamarckipläner in der üblichen Fazies ganz zu fehlen (s. Tafel IX), während der Bochumer Grünsand lediglich als feinkörniger mergeliger, sehr fossilarmer Grünsand



Abb. 491. Lamarckikalk (Bohrkern) mit „Schädelnahtstruktur". Bohrung Westfalen 7 bei Dolberg. S.W.B.



Abb. 492. Angewitterte Wand des Lamarckipläners. Unnaer Schweiz bei Unna. Aufn. KUKUK.

vertreten ist. Auch auf Zeche Hugo Ost (bei Buer) konnten die Lamarckischichten als solche nicht mehr ausgehalten werden (s. Tafel XI).

Die Fossilführung der Lamarckischichten ist auffallend arm. Hauptvertreter ist der *Orthoceramus (Inoceramus) lamarcki* (s. Abb. 490) und *Inoceramus inaequivalvis* SCHLÜT. Ferner finden sich *Echinoconus albogalerus, Prionotropis woolgari, Pachydiscus lewesiensis, P. peramplus* u. a.

Die feinkörnige Beschaffenheit und der hohe Kalkgehalt der Kalkmergel sprechen für ihre Bildung im offenen Meere bei größerer Tiefe (300—500 m), während die Schreibkreideschichten des Westrandes bei Ahaus mit ihrer Galeritenfauna (mit *Echinoconus albogalerus* LAM.) als Seichtwasserbildung anzusehen sind. Bemerkenswerterweise fand sich dieser Seeigel auch noch auf Zeche Baldur bei Dorsten, ein Beweis dafür, wieweit die fazielle Ausbildung der Galeritenschichten nach S ausstrahlt.

Ebenso wie die Sohlfläche gegen den Labiatusmergel zeigt auch die Dachfläche gegen den nächsthöheren Soester Grünsand zahlreiche bohrgangartige Bildungen. Kennzeichnend für gewisse harte Lamarckikalkbänke sind die häufig zu beobachtenden stylolithischen Verzahnungsflächen mit einer dunklen, bituminösen Zwischenschicht, die auf den Zylinderwänden von Bohrkernen die bekannte auffallende „Schädelnahtstruktur" (s. Abb. 491) erzeugen.

Die Widerstandsfähigkeit der Lamarckischichten gegenüber der Allgemeinverwitterung ist — besonders in der Gegend von Unna — verhältnismäßig groß (s. Abb. 492). Daher bilden sie auch von Dortmund bis Paderborn die höchste Erhebung des Haarstranges.

Sehr beachtenswert ist ihre große Wasserführung auf den zahlreichen, das Gestein durchsetzenden Klüften (s. Abb. 694). Sie ist auch die Ursache, daß in früheren Jahren fast alle Schächte im Lamarckipläner ersoffen sind.

Die technische Verwertbarkeit des Gesteines ist recht gering. Nur gelegentlich sind härtere Bänke zu Bauzwecken benutzt worden, wie einige alte Bauten bei Unna zeigen. Anscheinend ist es auch zur Kalkgewinnung nur selten herangezogen worden.

d) Soester Grünsand des Scaphitenpläners (Mittelturon).

Der Soester (= Werler) oder obere Grünsand, die glaukonitische Fazies der Zone des *Scaphites geinitzi,* weist auf eine starke Regression des Kreidemeeres am Schlusse der Lamarckizeit hin. Das im frischen Anbruch meist grün bis blaugrün (giftgrün) gefärbte sandige Gestein sieht im verwitterten Zustande heller aus. Es

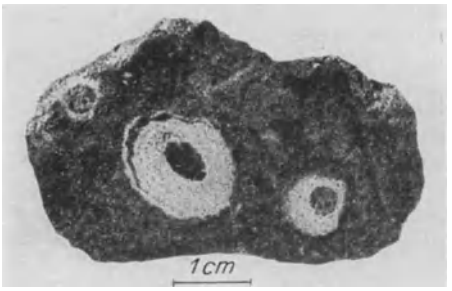


Abb. 493. Querschnitte von Hornschwämmen im Soester Grünsand. S.W.B.



Abb. 494. Schwammröhren (nach LAURENT) im Soester Grünsand der Zeche Hugo Ost. S.W.B.

setzt sich vorwiegend aus hellen Quarzkörnern, Quarzfeinsanden und Glaukonitkörnern zusammen. Außerdem sind örtlich Brauneisensteinkörnchen und größere Kieselgerölle beigemengt, wie mir z. B. das Transgressionskonglomerat im Schacht Bismarck IX zeigte. Als Bindemittel findet sich ein heller Mergel oder grünschlickiger Ton. Die grüne Farbe bezieht sich auf unverwittertes Gestein. An der Oberfläche nimmt er eine graugelbliche Farbe an. Gleichwie beim Bochumer Grünsand ist auch die Mächtigkeit des Soester Grünsandes nicht sehr bedeutend und beträgt bei Soest und Dortmund etwa 20 m.

Auch der Soester Grünsand ist vielfach von wurmartigen, heller gefärbten und mit einem dunklen Kern versehenen Röhren durchzogen (s. Abb. 493), die von LAURENT als „Schwammröhren" gedeutet werden. Sie treten besonders zahlreich an der Basis auf und verleihen dem Gestein eine hieroglyphenartige Zeichnung (Abb. 494).

Im allgemeinen wechsellagern bei ihm härtere, dickere Bänke mit dünnen, feinschichtigen Lagen. Stellenweise, wie in der Gegend von Hemmerde und Dreihausen, schließen die Grünsande nach oben mit einer hornsteinführenden Bank ab.

In der Gegend von Soest (Anröchte, Westbüderich und Ampen) ist der Soester (oder Werler) Grünsand so fest geworden, daß zwei härtere Bänke dieses Grünsandes als Steine für große Bauten und als Material für Bildhauerzwecke gebrochen werden (s. Abb. 495). Nach ZÖLLNER (1927) enthält der Soester Grünsand im Durchschnitt = 37,5% SiO_2, 11,5% (Al_2O_3 + Fe_2O_3), 44% $CaCO_3$, 3,13% $MgCO_3$, 1,47% P_2O_5 und 2,2% K_2O.

Leider ist der an sich sehr schöne Baustein gegen die zerstörenden Einflüsse der Atmosphärilien sehr wenig widerstandsfähig, wie die alten Bauwerke der Stadt Soest (z. B. Wiesenkirche) deutlich erkennen lassen.

Vorwiegend am Südrande der Kreide entwickelt, zieht sich der Soester Grünsand westwärts von Soest über Werl, Unna, Dortmund bis etwa in die Höhe des Quartussprungs, wo er sich mit dem Bochumer Grünsand zu vereinigen scheint (s. Tafel X). Über seine Weitererstreckung nach NW, N und NO gibt Tafel X Aufschluß. Im NO (bei



Abb. 495. Abbaubetrieb im Soester Grünsand bei Ampen. Aufn. KUKUK.



Abb. 496. *Spondylus spinosus* SOW. Mittelturon. Scaphitenschichten (Soester Grünsand). S.W.B.

Hamm) nimmt das Gestein den Charakter des sandigen Scaphitenpläners vom Teutoburger Wald an. Nach O geht die Soester Grünsandfazies fast bis in das Gebiet des Teutoburger Waldes hinein.

Untersuchungen von KAHRS (1927) und HEINZ (1932) auf paläontologischer Basis haben ergeben, daß der Grünsand des Kassenberges (über dem Labiatuspläner), der nach BÖHM (1909) zum Emscher, nach BÄRTLING (1913/25) zum Untersenon und nach LÖSCHER (1925) an die Grenze Emscher-Senon gestellt wird, dem Alter nach dem Soester Grünsande entspricht.

Tierreste sind im Soester Grünsand sehr ungleichmäßig vertreten. Im allgemeinen finden sie sich häufiger als im Bochumer Grünsand. Beobachtet wurden unter anderem: *Spondylus spinosus* (Abb. 496), *Puzosia austini, Heteroceras reussianum, Terebratula subglobosa, T. subrotunda, Rhynchonella plicatilis, Micraster cortestudinarium, Echinoconus albogalerus, Holaster subglobosus* und *Echinocorys gravesi*, ferner Kieselschwämme *(Discodermia antiqua* und *Periphragella simplex)*, Kalkschwämme und Gebilde, die von LAURENT (Hörde) als „Hornschwämme" gedeutet werden. Scaphiten sind dagegen auffallenderweise äußerst selten. Weiter finden sich Wirbel und Zähne von Fischen. Nach LAURENT wurden auf Zeche Alter Hellweg noch Reste einer Riesenschildkröte und eines Sauriers gefunden. Im Soester Grünsand kommen *Micraster cortestudinarium* und *Echinocorys gravesi* häufig vor. Nach SCHULTE (1937) ist der Grünsand des Haarstranges besonders reich an Fischresten. Auch Koniferenreste sowie ein Farnstamm (*Protopteris punctata* STERNB.) wurden hier gefunden.

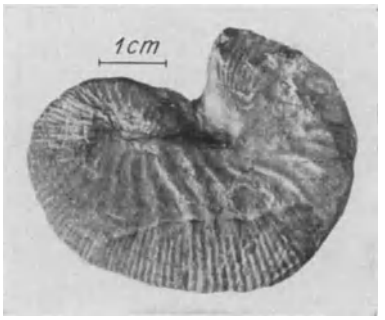


Abb. 497. *Scaphites geinitzi* D'ORB. Mittelturon. Scaphitenschichten. Lengerich. Geologisches Institut Münster.

Der Soester Grünsand als strandnahe Seichtwasserbildung ist als das Ergebnis der dritten großen Regressionserscheinung der oberen Kreide anzusehen.

Die große Beliebtheit, der sich der Soester Grünsand in früheren Zeiten für Bauzwecke (insbesondere für Kirchen) erfreute, ist infolge der durch die Industrialisierung des Bezirkes sich geltend machenden starken Verwitterung des Gesteines sehr gesunken. Immerhin wird das Material auch heute noch in ± großem Umfange gewonnen.

e) Scaphitenschichten (Mittelturon).

Sind die Scaphitenschichten nicht in der Fazies des „Soester Grünsandes" entwickelt, wie im O in der Gegend von Unna, Werl, Soest (BESCHOREN 1927), bestehen sie, besonders nördlich der Lippe bei Haltern, Datteln und Olfen, bald aus grünlich grauen,

glaukonitischen Mergeln, bald aus dickbankigen, ± glaukonitführenden Kalkmergeln (mit gelegentlichen Hornsteinknollen). Ähnlich ist auch ihre Ausbildung bei Hamm und Beckum. Stellenweise handelt es sich auch um helle Mergelkalke, wie auf Zeche de Wendel und den Schächten Gneisenau IV und Grevel. Ihre Mächtigkeit schwankt insgesamt etwa zwischen 10 und 30 m und ist wegen der schwierigen Erkennung der Grenze gegen die hangenden Schloenbachischichten nicht leicht zu bestimmen.

An kennzeichnenden Fossilien finden sich *Inoceramus vancouverensis* Shum., *Inoceramus stillei* Heinz und *Scaphites geinitzi* d'Orb. (s. Abb. 497). Da das angebliche Leitfossil dieser Schichten, der *Scaphites geinitzi*, aber auch höher und tiefer vorkommt, dürfte die Benennung des Schichtenpaketes nach diesem Scaphiten keine ganz glückliche sein.

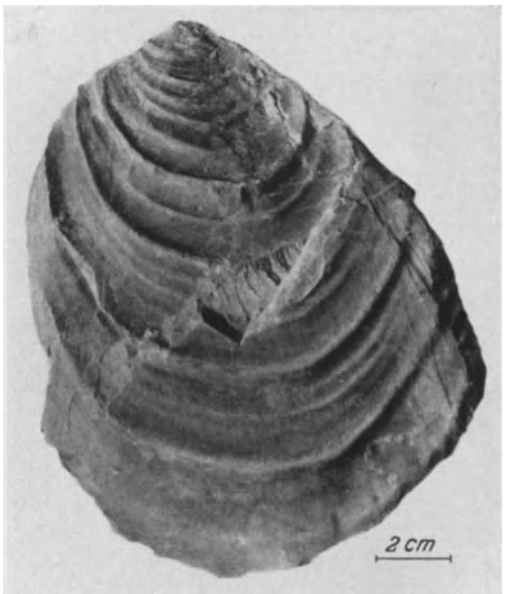


Abb. 498. *Inoceramus schloenbachi* J. Böhm. Schloenbachischichten. Oberturon. S.W.B.

f) Schloenbachischichten (Oberturon).

Das im Hangenden der Scaphitenschichten folgende Gestein ist verhältnismäßig gleichmäßig ausgebildet. Es handelt sich in der Gegend von Soest, Unna, Hamm,



Abb. 499. *Epiaster brevis* Desor. Oberturon. S.W.B.

Dortmund, Recklinghausen um helle (weißgraue) und ziemlich harte, vielfach Schwefelkieskonkretionen führende, klüftige Mergelkalke (mit geringem Glaukonitgehalt) und zahlreichen, schlierenartig zwischengelagerten Tonbänken. Stellenweise geht die glaukonitreiche Ausbildung der Scaphitenschichten in der Fazies des Soester Grünsandes bis in die Schloenbachizone hinauf, wie z. B. bei Borbeck und Mülheim, wo eine stärkere Anreicherung an Glaukonit bemerkbar wird. Ganz im SW des Bezirkes sind die faziellen Verhältnisse des Oberturons wieder etwas andere. In der Gelsenkirchener Gegend hat man es im NO mit hellgrauen Kalkmergeln und Mergelkalken, im SW dagegen mit grauen, zum Teil glaukonitischen Mergelsanden von insgesamt 30—50 m Mächtigkeit zu tun. Hier geht nach dem Hangenden zu der Schloenbachipläner allmählich in die Tonmergel des Emschers über.



Abb. 500. Östlicher Teil einer prielartigen Erosionsrinne im Schloenbachipläner südöstlich von Soest. Aufn. Kukuk.

Als Grenze zum Emscher ist, wie auch Riedel annimmt, das letzte Auftreten des *Inoceramus schloenbachi* anzusehen. Nach dem Liegenden zu sind die Schloenbachischichten nicht scharf abzugrenzen.

Die Versteinerungsführung der Schichten ist ziemlich reich. Der hauptsächlichste Vertreter ist der bis kopfgroße *Inoceramus schloenbachi (Inoceramus cuvieri)* (s. Abb. 498). Bemerkenswert ist ferner das schlagartige Einsetzen zahlreicher Seeigel an der Basis (RIEDEL 1931), wie *Epiaster brevis* (s. Abb. 499) und *Echinocorys gravesi*.

Nach der Art seiner Ausbildung scheint das Gestein vorwiegend in größerer Tiefe (200—300 m nach BÄRTLING) entstanden zu sein. Stellenweise wird es sich jedoch um eine Flachsee gehandelt haben, wie aus der schönen, von BEYENBURG (1932) näher beschriebenen „prielartigen Rille" in der Nähe von Soest (s. Abb. 500) gefolgert werden kann.

Die einigermaßen gleichbleibende Mächtigkeit des Oberturons läßt sich zahlenmäßig nicht immer genau angeben, da, wie erwähnt, eine scharfe Abgrenzung gegen die liegenden und hangenden Schichten häufig unmöglich ist. Sie ist im Durchschnitt mit etwa 50—60 m anzusetzen.

Von einer technischen Verwendung der Turongesteine im Ruhrbezirk kann im allgemeinen nicht gesprochen werden. Örtlich, wie bei Geseke, werden Schloenbachischichten für die Zwecke der Zementindustrie in großen Steinbrüchen ausgiebig gewonnen.

4. Emscher.

Der von SCHLÜTER (1874) nach Aufschlüssen im Emschertal als besonderes Schichtenglied zwischen Turon und Senon ausgeschiedene Emschermergel (sog. Grauer Mergel der Bergleute) setzt sich im mittleren Teil des Bergbaubezirkes aus einer mächtigen,

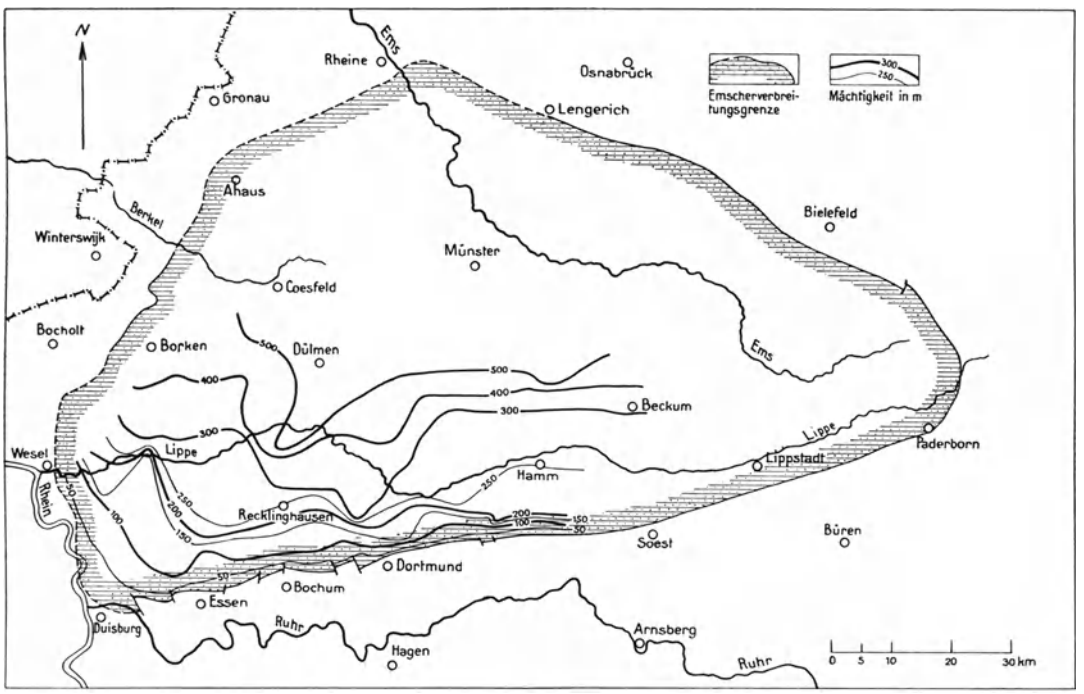


Abb. 501. Die Mächtigkeitsverhältnisse des Emschers (unter Heranziehung der Angaben von BÄRTLING).

unscharf gebankten Schichtenfolge milder, grauer oder graublauer Tonmergel zusammen, die in der Mitte und im oberen Teil ± sandig werden. Östlich der Linie Hamm-Lüdinghausen liegt der Emscher in der Fazies gleichmäßiger grauer Mergel vor. Westlich der Linie Gelsenkirchen-Dorsten wird der gesamte Mergel feinsandig-mergelig und führt etwa in seiner Mitte eine oder mehrere, ± mächtige Grünsandlagen mit *Gryphaea vesicularis* u. a., wie im Gebiet der Zechen Nordstern, Graf Moltke III/IV, Mathias Stinnes, Hugo u. a. Diese Grünsandfazies nimmt in O—W-Richtung an Mächtigkeit zu, so daß z. B. im Felde der Zeche Friedrich Thyssen der Emscher zu oberst aus grauem, sandigem Mergel und zu unterst aus mergeligem Grünsand besteht. Ganz im SW ist der Emscher sogar fast ausschließlich durch glaukonitische Mergel bzw. mergelige Grünsande gekennzeichnet (vgl. im übrigen Abb. 544).

Wenn auch der Emscher, wie aus Tafel X hervorgeht, flächenmäßig einen weit geringeren Raum als die älteren Stufen des Turons und Cenomans einnimmt, so ist er doch nicht nur am Südrande, sondern auch am West-, Südwest-, Nordwest- und am Ostrande des Münsterschen Beckens vertreten.

Wegen der im O vorhandenen großen petrographischen Gleichartigkeit der Schichten des Emschers und des Untersenons in der Fazies des Tonmergels war man früher zu übertrieben hohen Zahlen (500—600 m) über die Mächtigkeit des Emschers innerhalb des Bergbaugebietes gekommen. Neuere Untersuchungen haben auf Grund des Fossilinhaltes zu der Erkenntnis geführt, daß der Emscher innerhalb des eigentlichen Bergbaubezirkes — selbst im Gebiete seiner größten Mächtigkeit (d. h. im mittleren Lippetal) — eine Dicke von rd. 400 m nicht übersteigt, im Durchschnitt aber 250—350 m beträgt.



Abb. 502. *Inoceramus involutus* Sow. aus der Involutuszone des Emschers. S.W.B.



Abb. 503. *Inoceramus cardissoides* Goldf. Oberemscher und Untersenon. Zeche Grimberg III. Abguß. S.W.B.

Wie bei allen anderen Kreidestufen wird auch die Mächtigkeit beim Emscher im allgemeinen von S nach N größer. Seine Stärke, die in der Linie Dortmund-Gelsenkirchen etwa 100 m ausmacht, nimmt über das heutige Bergbaugebiet hinaus schnell zu und erreicht schon nördlich der Lippe rd. 400 m (s. Abb. 501). Noch weiter nordöstlich in Richtung auf den Teutoburger Wald wächst sie plötzlich, und zwar jenseits des Münsterländers Abbruches, überraschend stark an. Das beweist auch die bekannte Bohrung Saerbeck, die, angeblich von 17 m an im Emscher stehend, bei 1397 m das Turon noch nicht erreicht hatte.

Für die Zunahme der Mächtigkeit ergeben sich im einzelnen längs mehrerer Nordsüdprofile (s. Abb. 477) folgende Werte:

Im W: auf Schacht Barbara rd. 28 m, auf Zeche Nordstern I rd. 155 m, auf Zeche Hugo Ost rd. 282 m, auf Zeche Auguste Victoria V rd. 270 m, in der Bohrung Hohemark rd. 415 m;

in der Mitte: auf Schacht Erin I rd. 140 m, auf Zeche Emscher Lippe Schacht V rd. 330 m;

im O: in der Bohrung Königsborn 5 rd. 15 m, auf Schacht Humbert rd. 240 m, in der Bohrung Ahlen 5 rd. 600 m.

Südlich von Dortmund, Bochum, Essen, bei Heißen und am Kassenberg ist dagegen der Emscher nicht mehr nachzuweisen (s. Abb. 501). Der angeblich hier vorhandene Emscher ist später in Untersenon und neuerdings in mittleres Turon umgedeutet worden.

Stellenweise sind die Schichten des Emschers infolge der mehrere Meter tief reichenden Einwirkung der Verwitterung nahe der Oberfläche durch Ausscheidung von Eisenoxydhydrat auf den Klüften rostbraun gefärbt, während sie in der Tiefe eine blaugraue Farbe zeigen. Wegen seiner leichten Verwitterbarkeit sieht man ihn selten über Tage anstehend. Auch auf der Halde unterliegt das Gestein schnell dem Einfluß der Verwitterung und zerfällt in eine sandigschlammige Masse, wobei die graue Farbe bleichend in eine grauweiße übergeht.

Für den Betrieb des Bergbaues hat der Emschermergel eine besondere Bedeutung. Seine milde, tonige Beschaffenheit als Tonmergel innerhalb eines großen Teiles des Bergbaugebietes macht ihn in Verbindung mit seiner fast kluftlosen, geschlossenen Ausbildung trocken und standfest, so daß er dem Abteufen keine

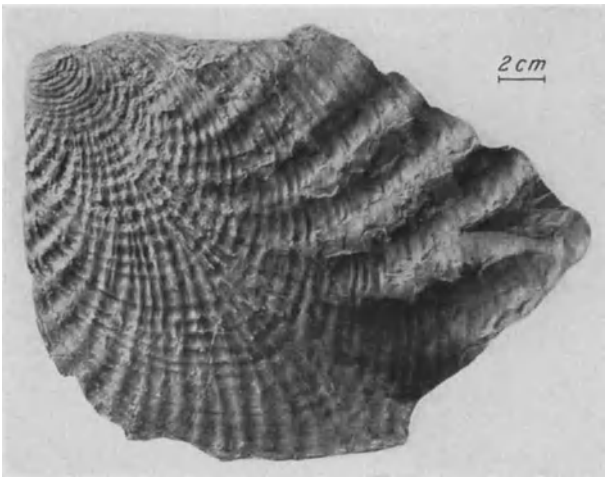


Abb. 504. *Inoceramus undulato-plicatus* F. ROEM. Mittlerer Emscher. S.W.B.



Abb. 505. *Texanites pseudotexanum* DE GROSS. Emscher. Zeche A. v. Hansemann V. S.W.B.

Schwierigkeiten bereitet. Außerdem stellt die undurchlässige Schichtenfolge auch einen guten Abschluß für die in den höheren Schichten des Untersenons zusitzenden Wasser dar.

Bemerkenswerterweise ist die jeweils oberste Zone des Emschers an seinem Ausgehenden auf etwa 40—80 m Tiefe durchweg klüftig und meist auch stark wasserführend. Hier stammt das Wasser (Süßwasser) vorwiegend aus den natürlichen Niederschlägen am Ausgehenden des Emschers.



Abb. 506. *Actinocamax (Gonioteuthis) westfalicus* SCHLÜTER. Oberer Emscher. S.W.B.



Abb. 507. Mit Zähnen besetzter Kieferrest eines Krokodils. Unterer Emscher der Zeche Minister Stein V. S.W.B.

Wasserreich sind aber auch die dem Emscher zwischengelagerten mergeligen Grünsande sowie seine Schichten in glaukonitischer Fazies im SW des Bezirkes.

Sorgfältige Aufsammlungen von Fossilien aus den Schichten des Emschers beim Abteufen der Schächte haben zunächst ergeben, daß älteren Anschauungen entgegen auch der Emschermergel durchweg sehr reich an fossilen Resten ist. Unter den Zweischalern sind besonders Inoceramen häufig, die hier den Höhepunkt ihrer Entwicklung finden. Erwähnt seien: *Inoceramus cordiformis, I. kleini, I. percostatus, I. sublabiatus, I. koeneni, I. involutus* (s. Abb. 502), *I. digitatus, I. umbonatus, I. haenleini, I. cycloides, I. undabundus, I. pachti, I. cardissoides* (s. Abb. 503), *I. steenstrupi, I. flexuosus, I. undulatoplicatus* (s. Abb. 504), *Lima*

hoperi, ferner Ostreen, *Arca*, *Cardium* u. a., Schnecken *(Cerithien)*, Cephalopoden *[Gauthiericeras margae, Texanites pseudotexanum* (s. Abb. 505), *T. emscheris*, *Scaphites sp.*, *Scaphites binodosus*, *Actinocamax westfalicus* (s. Abb. 506)*]*, Schwämme *(Coscinopora sp.*, *Ventriculites sp.)*, Seeigel *(Echinocorys sp.)*, Crinoiden *(Bourgueticrinus ellipticus)* u. a. Nicht ganz selten sind Krusterreste. So wurden nach Bestimmung von BEURLEN (1935) Scherenreste von *Enoploclytia heterodon* SCHLÜT. und von *Ischnodactylus macrodactylus* SCHLÜT. gefunden. Als große Seltenheit sei das Vorkommen von Resten eines Krokodilschädels (s. Abb. 507) erwähnt. Häufig sind auch die als *Terebella* bezeichneten Wurmröhren (s. Abb. 508).

Auf Grund des Reichtums des Emschermergels an Foraminiferen der Gattung der Globigerinen kann angenommen werden, daß die Ablagerungen des Emschers in großer Tiefe entstanden sind. Da sich im Mergel stellenweise gut erhaltene Laubblätter finden, kann die Entfernung von der Küste jedoch nicht allzugroß gewesen sein. Auch Holzreste konnte ich häufiger sammeln, so auf Schacht IV der Zeche Grimberg. Nach Untersuchungen von GOTHAN handelt es sich um *Gedroxylon*-ähnliches Koniferenholz mit Holztüpfelchen.

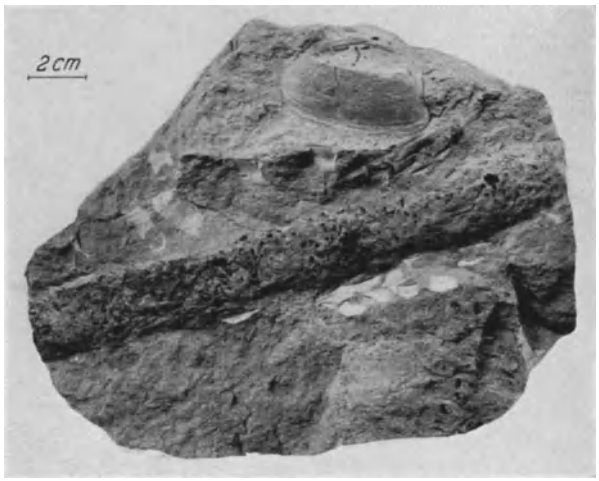


Abb. 508. *Terebella* (mit Fremdkörpern ausgekleidete Wurmröhre). Emscher. Zeche Hugo-Ost S.W.B.

An der Oberfläche bildet der verwitterte Mergel einen schweren Tonboden (Kleiboden), der, für die Landwirtschaft weniger geeignet, meist mit Wald bestanden ist. Der leichte Zerfall an der Oberfläche bedingt die ausgiebige Verwendung des Mergels für Düngezwecke. Vereinzelt wird das Material auch zur Herstellung von Ziegeln benutzt, die – im Gegensatz zu den aus diluvialem Lehm gebrannten roten Ziegeln – gelb aussehen.

Die obere Grenze des Emschers gegen das Senon liegt heute noch nicht ganz einwandfrei fest. Während HEINZ (1928) den Emscher mit dem Schluß der Cordiformis-Stufe einschließlich beenden will, sieht HEINE (1929) als obere Grenze das erste Auftreten des *Inoceramus cardissoides* an. Auch RIEDEL möchte (1930) diese Grenze an das Ende der Cordiformis-Stufe und an den Beginn der Schichten mit *Inoceramus pinniformis* legen, die gleichzeitig in Form eines örtlich vorhandenen Konglomerates eine Regressionsphase anzeigt. Leider ist dieses für die Grenzziehung wichtige Konglomerat nicht überall, insbesondere nicht im O, entwickelt.

Gliederung des Emschers. Die erste Gliederung erfolgte durch GOTTFRIED MÜLLER (1900), der auf Grund der damals bekannten dürftigen Fauna vom Hangenden zum Liegenden folgende Einteilung vornahm:

d) Zone des *Inoceramus haenleini*.
c) Zone des *Inoceramus digitatus* (und *Inoceramus subcardissoides*).
b) Zone des *Inoceramus involutus* (und *Inoceramus exogyroides*).
a) Zone des *Inoceramus koeneni (Inoceramus kleini* und *Inoceramus sublabiatus)*.

Im Jahre 1928 stellte HEINZ ein neues Inoceramenprofil für die Kreide Lüneburgs auf, das auch als Normalprofil für die westfälische Oberkreide gedacht war. Wegen seiner rein paläontologischen Unterlagen soll auf die dort gegebene Gliederung hier nicht näher eingegangen werden.

Ein Jahr später versuchte HEINE (1929) den westfälischen Emscher auf Grund seiner Untersuchung der hier auftretenden Inoceramen neu zu gliedern (s. nachstehende Gliederung, Tabelle 38).

Untersuchungen von RIEDEL (1930), HEINZ und BEYENBURG (1934) gelangten zu etwas anderen Ergebnissen. Nach ihnen soll die Zone des *Inoceramus cordiformis* mit dem angeblichen Leitfossil *Inoceramus cardissoides*, die als weitere leitende Form das *Hauericeras clypeale* führt, noch zum Emscher gehören. Der Beginn des Untersenons wird also von diesen Autoren etwas höher verlegt. Sie sehen den Anfang des Untersenons in dem ersten Auftreten des *Inoceramus pinniformis* WILLETT. Wie ich mich bei der Durchsicht der Fossilreste aus den Übergangszonen des Emschers zum Senon in vielen Schachtaufschlüssen überzeugen konnte, scheint diese letztere Form sehr horizontbeständig und damit auch für eine Gliederung brauchbar zu sein.

Tabelle 38. Gliederung des Emschers. Nach HEINE.

Stufe	Zone des	Mächtigkeit	Begleitende Inoceramen
Unteres Untersenon	Noch nicht sicher bekannt		*Inoceramus cardissoides* GOLDF. „ *cycloides* WEGN. „ *balticus* J. BÖHM.
	Inoceramus haenleini G. MÜLL.	170—180 m	*Inoceramus cardissoides* GOLDF. „ *flexuosus* v. HAENL. „ *pinniformis* WILLETT „ *steenstrupi* DE LOR. „ *pachti* ARKH.
	Inoceramus cordiformis SOW.	40 m	*Inoceramus cardissoides* GOLDF. „ *cycloides* WEGN. „ *cycloides* WEGN. *var. undulata* HEINE „ *steenstrupi* DE LOR. „ *pachti* ARKH.
Emscher	*Inoceramus undulatoplicatus* RÖM.	90—100 m	*Inoceramus subquadratus* SCHLÜT. „ *cycloides* WEGN. „ *digitatus* SOW. „ *fasciculatus* HEINE
	Inoceramus involutus SOW.	120—130 m	*Inoceramus undabundus* MEEK. „ *koeneni* MÜLLER „ *umbonatus* MEEK. „ *sublabiatus* MÜLLER „ *percostatus* MÜLLER „ *digitatus* SOW.
Turon	*Inoceramus schloenbachi* JOH. BÖHM	15—35 m	

Demgemäß läßt sich der Emscher nach den neuesten Auffassungen gliedern in:
Oberen Emscher (= Stufe des *Inoceramus cordiformis*).
Mittleren Emscher (= Stufe des *Inoceramus undulatoplicatus*).
Unteren Emscher (= Stufe des *Inoceramus involutus*).

5. Senon.

Das Senon setzt anscheinend mit einer größeren Transgression über einen schon recht erheblich eingeebneten Untergrund ein. Wahrscheinlich wurden bei diesem Vorstoß stellenweise große Teile älterer Kreideschichten wieder zerstört. Diese Transgression ist im W (z. B. im Profil des Schachtes Franz Haniel) nach LÖSCHER (1926) durch ein Konglomerat mit fossilführenden Phosphoritgeröllen an der Basis gekennzeichnet. Im O des Bezirkes hat man das Konglomerat jedoch noch nicht beobachtet. Das wichtigste Merkmal des Senons im Gebiete der Münsterschen Bucht besteht in seiner überaus verschiedenartigen faziellen Ausbildung. Sie ist die Ursache, daß wir von einer durchaus befriedigenden Gliederung des Senons auch heute noch weit entfernt sind.

Hinsichtlich seiner heutigen Gesamtausdehnung bleibt das Senon, insbesondere seine oberste Zone (das Obersenon), wieder sehr erheblich hinter der des Emschers und weiter des Turons und Cenomans zurück (s. Abb. 463). Über die Mächtigkeitsentwicklung des Senons gibt die Abb. 509 Aufschluß. Aus ihr geht zunächst hervor, daß östlich einer Linie Dülmen-Recklinghausen das Senon regelmäßig und schnell von S nach N zunimmt, und zwar von rd. 25 m in der Linie Recklinghausen-Lippstadt auf rd. 500 m in der Linie Dülmen-Lüdinghausen. Westlich dieser Linie zeigt sich entsprechend der schon im Emscher zum Ausdruck gekommenen Einbuchtung nach SW ein noch schärferes Abbiegen der Mächtigkeitskurven zunächst nach SW und dann steil nach NNW (schief zum Westrande des Kreideausgehenden).

Im einzelnen ergeben sich folgende Einzelwerte von S nach N: Es beträgt die Mächtigkeit des Senons im W auf Schacht Hugo Ost rd. 34 m, Schacht V Auguste Victoria rd. 100 m, Zeche Auguste Victoria Schacht III rd. 240 m, Bohrung Kea 2 rd. 330 m, Bohrung Hohemark 1 rd. 338 m. Für den O liegen weniger genaue Angaben vor. Schacht Humbert, Zeche de Wendel, hat rd. 110 m und Bohrung Ahlen 5 rd. 220 m aufgeschlossen.

Die südliche Grenze des Senons innerhalb des engeren Industriebezirkes läßt Tafel X ersehen.

Die erste Unterteilung des Senons geht auf BECKS und SCHLÜTER zurück. Letzterer gliederte 1876 auf Grund der Fauna diese ganze Schichtenfolge wie folgt:

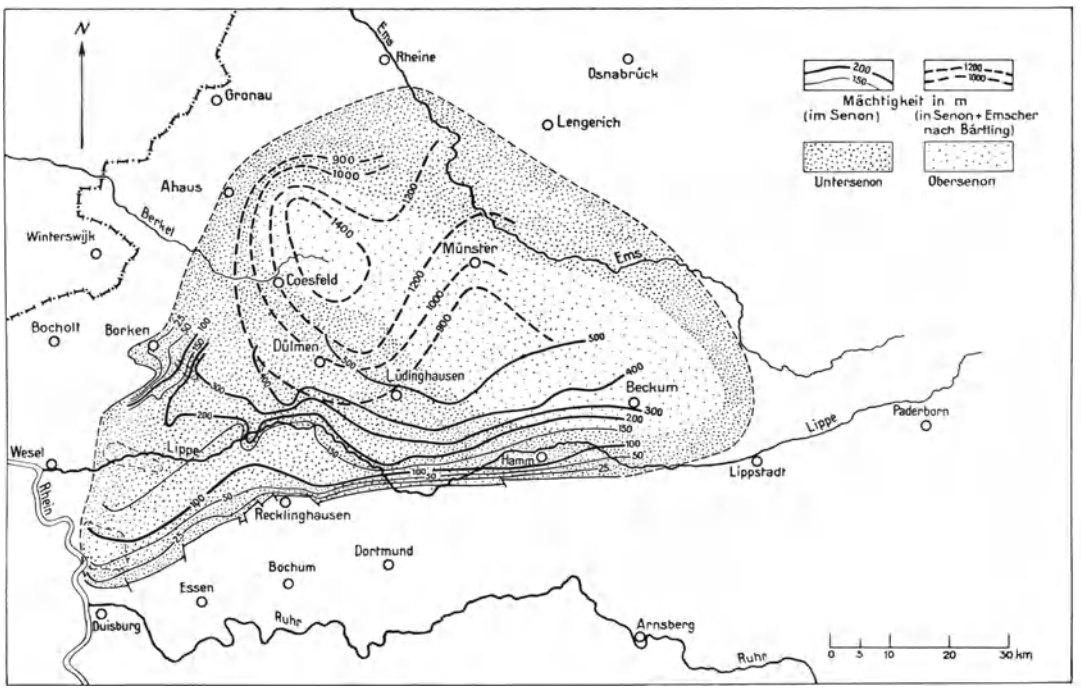


Abb. 509. Die Mächtigkeitsverhältnisse des Senons (unter Heranziehung der Angaben von BÄRTLING).



Abb. 510. *Belemnitella mucronata* SCHLOTH. Obersenon. Mucronatenschichten. S.W.B.



Abb. 511. *Actinocamax (Gonioteuthis) quadratus* BLV. Untersenon. Quadratenschichten. Zeche Sterkrade II. S.W.B.



Abb. 512. *Actinocamax (Gonioteuthis) granulatus* BLV. Untersenon. Granulatenschichten. Geologisches Institut Münster.

Obersenon (= Coeloptychienkreide).

c) Zone des *Heteroceras polyplocum* A. RÖMER (= Obere Mukronatenkreide).
b) Zone des *Ammonites coesfeldiensis* SCHLÜT. (= Untere Mukronatenkreide).
a) Zone der *Becksia soekelandi* SCHLÜT. (= Obere Quadratenkreide).

Untersenon (= Untere Quadratenkreide) mit *Inoceramus lingua* und *Exogyra laciniata*.

c) Kalkig-sandige Gesteine von Dülmen (mit *Scaphites binodosus*).

b) Quarzige Gesteine von Haltern (mit *Pecten muricatus*).

a) Sandmergel von Recklinghausen (mit *Marsupites ornatus*).

Nach Untersuchungen, die sich auf STOLLEYS Arbeiten (1916) stützen, läßt sich das deutsche Senon auf Grund der Belemniten einteilen in:

Mukronatenkreide (= Obersenon) (s. Abb. 510).
Quadratenkreide (= Mittleres Senon) (s. Abb. 511).
Granulatenkreide (= Untersenon) (s. Abb. 512).

Diese Dreiteilung nach den leitenden Belemnitenformen wandte WEGNER (1905) vorübergehend auch auf das westfälische Senon an. Aus der später gewonnenen Einsicht heraus, daß die die drei Stufen angeblich kennzeichnenden Belemnitenformen für den westfälischen Raum nicht durchaus leitend sind, ließ WEGNER (1910) zunächst die Bezeichnung „Granulatenkreide" für das Untersenon wieder fallen.

Eine auch die Kreideablagerungen anderer Länder berücksichtigende Gliederung gibt HEINZ (1933). Sie möge zum Vergleich mit der im W üblichen Einteilung des westfälischen Bezirkes im nebenstehenden wiedergegeben werden.

Dan			
Senon	Maastricht	Mukronaten-Senon	
	Campan	Quadraten-Senon	
	Santon	Granulaten-Senon	
	Coniac	Emscher	
Lüneburg	Turon	Turon	
	Cenoman	Cenoman	HEINZ 1933

a) Untersenon.

Wie schon erwähnt, besteht das Untersenon im SW aus sandig-kalkigen Schichten mit Geröllagen innerhalb der Sande und an ihrer Basis, im O (etwa östlich der Linie Lünen-Dülmen) aber aus grauen, tonigen Mergeln, in der Mitte dagegen aus sandig-mergeligen Ablagerungen (s. Abb. 545). Ihr gegenseitiges Altersverhältnis ist wegen der Unbeständigkeit der lithologischen Schichtenausbildung trotz vieler Versuche immer noch nicht völlig geklärt. Wahrscheinlich stellen die verschiedenartigen Gesteinsausbildungen — mindestens teilweise — fazielle Erscheinungen dar.

WEGNER versuchte 1905/06 die vorerwähnte SCHLÜTERsche stratigraphische Einteilung des Untersenons („Recklinghäuser Sandmergel", „Halterner Sande" und „Kalksandsteine von Dülmen") mit der von MÜLLER auf paläontologischer Grundlage aufgebauten Einteilung zu verbinden. In der Erkenntnis, daß die drei Stufen nur teilweise altersverschieden sind, gliederte er die Granulatenkreide, d. h. das Untersenon, wie folgt:

Stufen		Faziesausbildung	
		im S und W	im O und N
Untersenon	Zone des *Scaphites binodosus* *Inoceramus lobatus*	Kalkig-sandige Gesteine von Dülmen Quarzige Gesteine von Haltern (oberer Teil)	graue, mürbe Mergel
	Zone des *Marsupites ornatus* *Inoceramus lobatus*	Quarzige Gesteine von Haltern (unterer Teil)	
	Zone des *Uintacrinus westfalicus* *Inoceramus brancoi* *Inoceramus regularis*	Recklinghäuser Sandmergel (zum Teil mit festen sandigen Kalksteinbänken)	
	Zone des *Inoceramus cardissoides*	Graue lockere sandige Mergel	
Emscher		Emschermergel (= Westfalicus-Stufe)	

Eine zusammenfassende Übersicht der sehr verschiedenartigen Gesteinsausbildungen hat dann BÄRTLING (1925) gegeben (s. Tabelle 39).

Die Bedeutung der auf Küstennähe hinweisenden Faziesverschiedenheiten der Gesteine für die Kenntnis des Untersenons zwingt jedoch dazu, die früher übliche Gliederung des Senons (vom Hangenden zum Liegenden) in Sandkalke von Dülmen, Sande von Haltern, Sandmergel von Recklinghausen fallen zu lassen und statt dessen eine fazielle Gliederung vorzunehmen, und zwar:

Untersenon in mergeliger Ausbildung,
Untersenon in sandiger Ausbildung,
Untersenon in der Ausbildung als Mergelsand bzw. Sandmergel.

Tabelle 39. Vergleich der Ausbildungsformen des Untersenons im Becken von Münster. (Nach BÄRTLING 1925.)

	Gegend von Dorsten	Wesel, Osterfeld, Mülheim (Ruhr)	Dülmen, Haltern, Recklinghausen, Herne, Bochum, Essen	Netteberge, Kappenberg, Lünen	Münster, Beckum, Hamm	Ochtrup, Metelen, Burgsteinfurt
Zone des *Hoploscaphites binodosus*	Sande	Sandmergel mit Sanden wechsellagernd	Dülmener Sandkalke Sande von Haltern	Graue Mergel Sande von Netteberge Graue Mergel	Graue tonige Mergel	
Zone des *Marsupites ornatus*	Sandmergel Sande	Formsande von Osterfeld Sandige Mergel	Recklinghauser Sandmergel	Sandmergel Graue, schwach sandige Mergel		Graue sandig-kalkige Mergel mit Muschelbrekzien und Phosphoritbänken
Zone des *Uintacrinus westfalicus*	Sandmergel Geröll- und Konglomeratschichten	Grünsand mit groben Geröllschichten	Graue tonige Mergel	Graue tonige Mergel mit schwachem Sandgehalt		
Zone des *Inoceramus cardissoides*	Graue, z. T. sandige, tonige Mergel und Sande		Grünsand	Graue tonige Mergel		Graue tonige, z. T. schwach sandige Mergel
Unterlage	Emscher	Paläozoicum, Trias bis Unterturon	Unterturon bis Emscher	Emscher	Emscher	Emscher?

Diese Begriffe decken sich nur in etwa mit den alten Schichtstufen. Wegen der in der Literatur fast ausschließlich vertretenen Dreiteilung sei auf diese faziellen Zonen etwas näher eingegangen.

Untersenon in mergeliger Ausbildung (zum Teil „Sandmergel von Recklinghausen"). Nach der Auffassung von BREDDIN umfassen diese Schichten die ganze Schichtengruppe zwischen dem Emschermergel



Abb. 513. *Marsupites ornatus* SOW. Basalansicht einer stiellosen Seelilie. Untersenon. Lippe-Seitenkanal. S.W.B.



Abb. 514. *Scaphites inflatus* A. ROEM. Untersenon. Dülmen. Geologisches Institut Münster. (Original: WEGNER 1926, S. 256, Fig. 157.)

und dem höchsten Teil der Halterner Sande. Die etwa 300 m mächtigen Schichten zeigen eine recht verschiedenartige Ausbildung, und zwar vollzieht sich die Änderung sowohl in der Vertikalen (vom Hangenden zum Liegenden), als auch in der Horizontalen

von W nach O bzw. richtiger von SW nach NO (s. Abb. 516). Zu unterst sind die Schichten als graue Mergel entwickelt, die denen des Emschers ähneln und daher früher mit dem Emschermergel zusammengefaßt worden sind. Es folgen Sandmergel (vom Charakter der eigentlichen Recklinghäuser Sandmergel), darauf Mergelsande und zum Schluß mittel- bis grobkörnige Sande. Weiter nach O dürften die letzten Ausläufer in den „Kappenberger Sandmergeln" bei Kappenberg zu sehen sein.



Abb. 515. Relief des Gebietes der Haard, der Borkenberge und der Hohen Mark bei Haltern. Aufn. STRICKLING.

Im allgemeinen bestehen die Recklinghäuser Sandmergel (als fazielle Ausbildung des Untersenons bei Recklinghausen) aus gelben und braunen, in der Tiefe meist grauen, sandigen, schwachglaukonitischen, 0,5—2 m mächtigen, mergeligen und vielfach wasserführenden Feinsanden, denen 0,10—0,40 m dicke, feste, stark zerklüftete, oft knollig ausgebildete und örtlich besonders stark wasserführende Kalksandsteinbänke zwischengelagert sind. Nach der Tiefe zu verschwinden die Kalksandsteinbänke und machen tonigen Mergeln Platz (graue Mergel BREDDINs). Hierdurch wird ein allmählicher Übergang zum Emschermergel herbeigeführt.

Im Gegensatz zum Emschermergel bilden die Recklinghäuser Schichten, insbesondere in der Fazies der Recklinghäuser Sandmergel, wegen der Einlagerung fester Bänke einen niedrigen Höhenrücken von 3—7 km Breite nördlich des Emscherbruchs. Wo diese Schichten zutage ausgehen, sind sie stellenweise stark verlehmt und rufen dann gegenüber den wasserführenden Diluvialsanden einen ± guten Wasserabschluß hervor.

Kennzeichnend für diese als Marsupitenzone bezeichneten Schichten ist ihr Reichtum an Versteinerungen. An Fossilien finden sich unter anderem *Inoceramus pinniformis* (s. Abb. 527), *Inoceramus cycloides, Actinocamax granulatus, Actinocamax quadratus, Marsupites ornatus* (s. Abb. 513), *Ostrea semiplana, Neithea quinquecostata, Scaphites inflatus* A. RÖM. (s. Abb. 514).

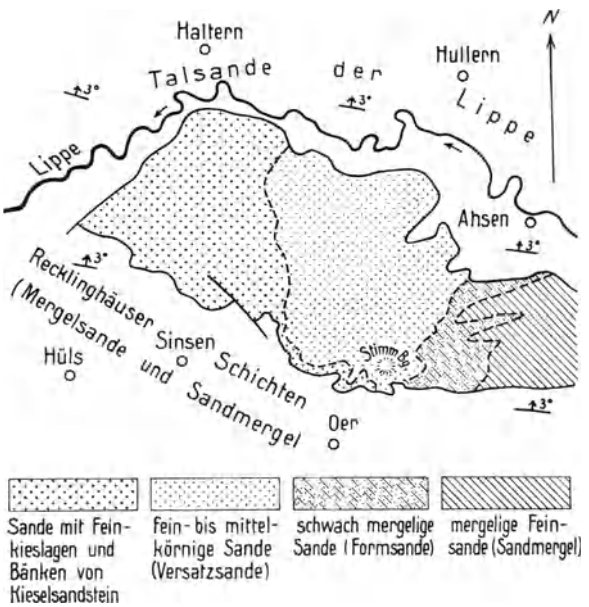


Abb. 516. Die Änderung der Ausbildung der Halterner Schichten von W nach O im Gebiete der Haard und ihrer Umgebung. Umgez. nach BREDDIN.

Die südliche Grenze der Sandmergel verläuft etwa von Recklinghausen auf Gladbeck zu. Von hier aus nimmt die Mächtigkeit nach N schnell zu und beträgt auf der Zeche Auguste Victoria III schon rd. 240 m (s. Abb. 509). Nördlich der Lippe erfolgt die größte Mächtigkeitszunahme (östlich von Haltern) in Richtung nach NO. Gegen NW und nach dem Hangenden zu entwickeln sich die Sandmergel (BREDDIN 1932) durch Abnahme des Tongehaltes und Gröberwerden des Kornes zu „Mergelsanden". Hier führen dann die fein- bis mittelkörnigen Sande nur noch seltener Bänke von Kalksandstein, wie Wasserbohrungen auf dem Gelände der Zeche Brassert bei Marl bewiesen haben.

Noch weiter gegen SW (westlich von Buer) wird die Ausbildung mittel- und grobkörnig bei geringem Tongehalt und muß als „Schwimmsandfazies" angesprochen werden. Nicht selten sind die Sande auch glaukonitisch ausgebildet und gehen dann in die „Osterfelder Formsande" über.

Wo die Schichten nicht mehr standfest sind, müssen sie bei größerer Mächtigkeit mittels Gefrierverfahrens durchteuft werden.

Die meist starke Wasserführung hat dem Bergbau früher große Schwierigkeiten bereitet. Im allgemeinen ist die Standfestigkeit der Schichten des normalen Recklinghäuser Sandmergels jedoch so groß, daß das Gefrierverfahren nicht angewendet zu werden braucht. Das Abteufen durch diese Schichten zwecks Abschluß der bisweilen recht starken Wasserzugänge aus den Kalksandsteinbänken kann vielmehr lediglich unter Anwendung des Zementierverfahrens erfolgen.



Abb. 517. Schematische Darstellung der verschiedenen Verwitterungszonen in den Halterner Sanden der Haard. Umgez. nach BREDDIN.

Untersenon in sandiger Ausbildung (zum Teil Sande von Haltern) (Zone des *Pecten muricatus*). Nördlich von Recklinghausen erheben sich drei Hügelgebiete: die Haard (mit dem Stimmberg) und, durch die Lippe getrennt, die Hohe Mark sowie die Borkenberge bei Haltern (s. Abb. 515). Alle drei bestehen fast ausschließlich aus sandigen Schichten, den sog. „Halterner Sanden", deren Mächtigkeit entsprechend ihrem Einfallen nach N zunimmt, so daß sie in der Bohrung Overthun (nördlich Haltern) schon rd. 300 m erreichen. Während man früher die Halterner Sande und die Recklinghäuser Sandmergel als zwei ganz verschiedene Schichtenstufen ansah, hat sich diese Auffassung durch die Ergebnisse der neuen Kartierungen als irrig erwiesen. Nach BREDDIN gehen die Sande der Haard nach O allmählich in mergelige Feinsande (Sandmergel) über, während die Sandmergel von Recklinghausen bereits bei Marl vorwiegend durch Mergelsande und Schwimmsande vertreten sind, die den Halterner Sanden sehr ähneln.

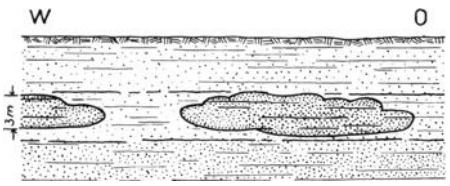


Abb. 518. Verkieselte Bänke in den Halterner Sanden der Haard.



Abb. 519. Durch Kieselsäure verkittete Sandsteinbank des Untersenons (Halterner Sande) mit eigentümlichen wulstigen Oberflächenerscheinungen. Stimmberg bei Recklinghausen. Aufn. VORLÄUFER.

Die fazielle Entwicklung der Halterner Sande im Gebiete der Haard gibt im einzelnen Abb. 516 nach BREDDIN wieder. Aus ihr geht hervor, daß sich vier verschiedene Gesteinsausbildungen in der Richtung von W nach O bzw. NW nach SO ablösen, und zwar mittelkörnige Sande mit grobsandigem Material und eingelagerten kieseligen Sandsteinen, fein- bis mittelkörnige Sande (Versatzsande), schwach mergelige bis mittelkörnige Sande (Formsande) und mergelige Feinsande (Sandmergel) mit festen Kalksandsteinbänken.

Die eigentlichen Sande von Haltern setzen sich durchweg aus weißen oder gelb bis rötlichen, tonfreien, fast reinen und lockeren, wasserdurchlässigen Quarzsanden zusammen; sie zeigen eine Reihe von Sondermerkmalen.

Durch tiefgründige Verwitterung wahrscheinlich zur Zeit des Tertiärs (s. Abb. 517) sind hier infolge Verkittung der Sande durch Kieselsäure (oder Eisenhydroxyd) zahlreiche Knollen, die sog. „Halterner Knauer" (mit dem Leitfossil *Pecten muricatus*) entstanden. In selteneren Fällen ist es durch Ausfällung von Kieselsäure zur Verkittung des Sandes und zur Entstehung mächtiger und horizontal geschichteter Sandstein- oder Quarzitbänke (s. Abb. 518) gekommen, die zahlreiche Steinkerne von Fossilien bzw. Reste mit Schalen aus Kieselsäure führen. Möglicherweise hat diese Verkieselung schon zur Zeit der Bildung der Schichten in der Kreidezeit begonnen.

Ein besonders schöner Aufschluß in diesen zur Zeit der großen Verwitterung verkieselten Bänken wurde in der Haard unmittelbar unterhalb der Spitze des Stimmberges bei Neuanlage eines Steinbruches im Jahre 1933 freigelegt. Hier hat die mehr oder weniger vollständige Verkittung des Sandes an der Oberfläche der orizontal gelagerten Bänke zu ± großen, kugeligen, an die Verwitterungsformen der Badlands ı Dakota (USA.) erinnernden Gebilden geführt (vgl. ıbb. 519). Stellenweise sind die diskordant zur normal gelagerten Kreide liegenden Bänke örtlich jungektonisch weiter beeinflußt worden, wie aus Abildung 520 hervorgeht.

An anderen Stellen der Haard und der Hohen Mark finden sich infolge des großen Schwefelkiesehaltes des Sandes durch tiefgründige Verwitterung, der, wie Steusloff (1936) annimmt, als an der

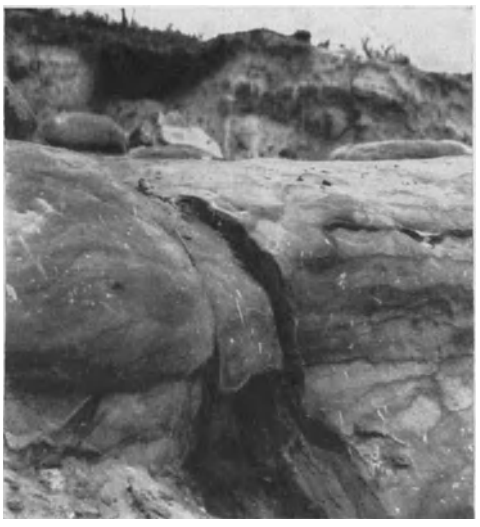


Abb. 520. Durch tektonische Vorgänge bedingter Grabenbruch in einer Kalksandsteinbank der Halterner Sande am Stimmberg. Aufn. Kukuk.

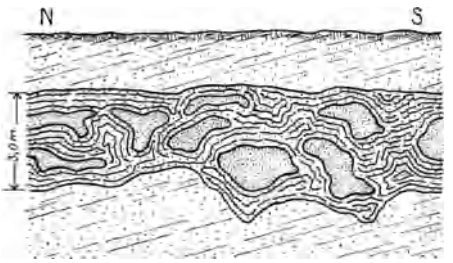


Abb. 521. Diagonal zur Schichtung verlaufende Eisenschwarten mit sandgefüllten Zwischenräumen in den Halterner Sanden der Haard.

Oberfläche früherer Grundwasserspiegel entstandene Bildungen, braun bis schwarz gefärbte Eisensandsteine (mit bis zu 30% Fe) in Form von Schalen, Röhren, Knollen und Scherben im Sande (s. Abb. 521). Bisweilen zeigen sich in den hellen Sanden schlierenförmige schokoladenfarbige Vererzungszonen, wie z. B. südlich von Flaesheim (s. Abb. 522). In jener Gegend werden die borkenartigen Schalen nicht selten zur Einfriedigung der Höfe verwendet (s. Abb. 523). Stellenweise sind die Eisensandsteinschalen und -brocken durch eiszeitlichen Windschliff glänzend poliert worden.

Untersenon in der Ausbildung als Mergelsand bzw. Sandmergel (zum Teil Sandkalke von Dülmen mit *Scaphites binodosus*). Während Bärtling diese Zone im wesentlichen für stratigraphisch jünger als die Halterner Sande hält, sieht Wegner (1905/10) aus faunistischen und stratigraphischen Gründen die Dülmener Sandkalke als Äquivalent der Halterner Sande an, und zwar als eine küstenferne Fazies derselben.



Abb. 522. Schlierige Eisensandsteinbildungen in den Halterner Sanden der Haard zwischen Oer und Flaesheim. Aufn. Heinecke.

Die heute nicht mehr gut aufgeschlossenen kalkig-sandigen, graugrünen Ablagerungen sind hauptsächlich zwischen Coesfeld und Velen entwickelt. Hier werden sie von sandigen Mergeln überlagert, die von Schlüter als Zone der *Becksia soekelandi* bezeichnet wurden. Möglicherweise handelt es sich in ihnen aber schon um eine fazielle Ausbildung eines Teiles des unteren Obersenons, so daß es zweifelhaft erscheinen muß, ob hier wirklich eine besondere Stufe vorliegt.

Von besonderer Wichtigkeit — auch für den Bergbau — ist nun die Frage, wie die beiden großen Faziesgebiete im W und O ineinander übergehen. Nach Untersuchungen Bärtlings ist das nicht allmählich, sondern in Form einer Verzahnung durch auskeilende Wechsellagerung der Fall (s. Abb. 524 und 525), und zwar etwa auf der Linie Lünen-

	Ausbildung des Senons im W des Beckens	Ausbildung des Senons zwischen Lünen und Lüdinghausen	Ausbildung östlich von Hamm
Untersenon	Sandkalke von Dülmen	Sandkalke von Dülmen	Graue Mergel
		Graue Mergel III. Zone	
	Sande von Haltern	Graue Mergel mit Kalksandsteinknollen	
		Sande vom Netteberge	
		Graue Mergel II. Zone	
	Sandmergel von Recklinghausen	Sandmergel von Kappenberg	
		Graue Marsupitenmergel I. Zone	
Emscher	Stark glaukonitische Mergel	Graue Uintacrinusmergel	Graue Mergel
		Grauer Mergel	



Abb. 523. Eisensandsteinzaun eines Gehöftes in Westrup bei Haltern. Aufn. OBERKIRCH.

Kappenberg - Lüding - hausen. Das kennzeichnende Leitfossil dieser Schichten ist allgemein der *Inoceramus patootensis* DE LOR. *(= Inoceramus lobatus)*.

Zur Veranschaulichung dieser Übergangserscheinungen sei hier die Zusammenstellung von BÄRTLING (1925) aufgeführt.

Da es hier zu weit führen würde, die faziellen Ausbildungsformen der oben angeführten Einzelaufschlüsse zu untersuchen, sei wieder auf BÄRTLING verwiesen, der sie in seinem Geologischen Wanderbuch (1925) im Zusammenhange behandelt hat.

Nur eines Aufschlusses nahe der stillgelegten Zeche Hermann bei Bork sei hier besonders gedacht, der die sehr bezeichnenden Verhältnisse der Sande des Netteberges gut erkennen läßt (s. Abb. 526). Man sieht hier nicht nur die zonaren Verwitterungserscheinungen der sich zersetzenden Schwefelkiesknollen, sondern auch die flözartigen Aneinanderreihungen örtlich entstandener Eisenkonzentrationsringe.

Ganz anders liegen die Verhältnisse des Untersenons im SW. Hier haben wir die besten Oberflächenaufschlüsse u. a. am Vonderberg bei Osterfeld (beiderseits der Straße von Osterfeld nach Bottrop), wo die bekannten, für die Technik wichtigen Osterfelder Formsande so reich an Ton und Mergel sind, daß sie in fast senkrechten Wänden abgebaut werden können. Die Sande zeichnen sich durch einen starken Glaukonitgehalt und durch weiße Röhren mit dunklen Glaukonitkörnern (Reste von Kalkschwämmen) aus, die das Gestein in der schon aus dem Turon

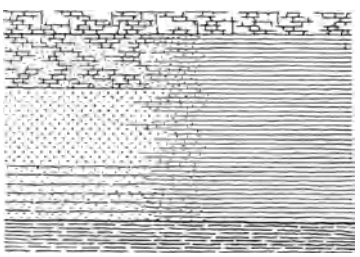


Abb. 524. Ältere Auffassung über das Zustandekommen des Faziswechsels im westfälischen Untersenon. Umgez. nach BÄRTLING.

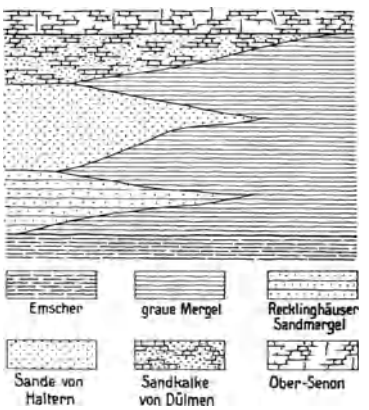


Abb. 525. Neue Darstellung des Faziswechsels im westfälischen Untersenon. Umgez. nach BÄRTLING.

bekannten Weise nach allen Richtungen durchsetzen. Kennzeichnende Fossilien sind die Belemniten, die nach RIEDEL zu rd. 75% als Vertreter der echten *Gonioteuthis granulata*

Blv. zu bestimmen sind. Das früher behauptete Vorkommen von *Belemnitella mucronata* (Roemer 1854) ist allerdings nicht sicher zu erweisen. Demnach dürften die Osterfelder Sande zum tieferen Untersenon (= Granulaten-Senon) gehören. Nach dem Liegenden zu werden die Sande stellenweise gröber und geröllführend und sollen hier den Emscher diskordant überlagern.

Wegen der Bedeutung der Frage nach der Grenze zwischen Emscher und Senon für die bergbauliche Praxis sei noch einmal auf ihre Festlegung auf Grund neuerer Anschauungen eingegangen.

Im Gegensatz zu den älteren Bearbeitern zieht Riedel (1930/33) zwecks Erkenntnis des Alters der verschiedenen Faziesbildungen neben den früher fast ausschließlich zugrunde gelegten Inoceramen, Ammoniten und Scaphiten in erster Linie die Belemniten heran, die in ihrem Verhältnis zwischen Alveolentiefe und Länge ihres Rostrums ein gutes Mittel ihrer Altersstellung besitzen. Danach ergibt sich:



Abb. 526. Aus der Zersetzung von Schwefelkiesknollen hervorgegangene Brauneisenerz-Konzentrationsringe in den Netteberger Sanden der früheren Zeche Hermann bei Bork.

Tabelle 40. Stratigraphische Übersicht über den Oberen Emscher und das Untersenon am Südrande des Beckens von Münster. (Nach Riedel 1930.)

	Inoceramen	Ammoniten	Aberrante Ammoniten	Scaphiten	Belemniten (Verhältnis der Alveolentiefe zur Rostrumlänge)	Crinoiden
Untersenon	*In. patootensis* de Lor. *In. lingua* Goldf.	*Hauericeras pseudogardeni* Schlt.		*Scaphites binodosus* A. Röm. *Scaphites aquisgranense* Schl.	*Gonioteuthis quadrata* Bl. etwa $^1/_4$	*Marsupites testudinarius* v. Schl.
	In. pinniformis Will. *In. steenstrupi* de Lor.		*Boehmoceras krekeleri* Wegn. *Boehmoceras löscheri* Riedel	*Scaphites bärtlingi* Riedel *Scaphites fischeri* Riedel	*Gonioteuthis granulata* Bl. etwa $^1/_6$	
Oberemscher	*In. cordiformis* Sow.	*Hauericeras clypeale* Schl. *Puzosia mengedensis* Schl.			*Gonioteuthis westfalica* Schlüt. etwa $^1/_{10}$	

Aus der Zusammenstellung Riedels geht hervor, daß die Grenze zwischen Oberemscher und Untersenon höher liegt, als früher von Heine (1929) angenommen wurde. Demnach ist *Inoceramus pinniformis* (s. Abb. 527) das leitende Fossil für den untersten Teil des Untersenons, während für den oberen Teil der Schichten *Inoc. patootensis* (= *lobatus*, s. Abb. 528) bezeichnend ist.

Der Zone des *Inoc. pinniformis* entsprechen etwa die Schichten mit *Gonioteuthis granulata* (Verhältnis 1:6) und der Zone mit *Inoceramus patootensis* die Ablagerungen mit *Gonioteuthis quadrata* (Verhältnis 1:4).

Auf Grund dieser paläontologischen Belege gelang es Riedel, das ungestörte Einfallen der Kreideschichten in der Mitte und im O des Bezirkes, und weiter die schon vor ihm durch Löscher und Breddin auf anderen Beobachtungen aufgebaute Erkenntnis der Sattel- und Muldentektonik der Kreideschichten im NW auch paläontologisch zu erweisen. Wegen der näheren Begründung seiner Schlußfolgerungen muß auf die Riedelsche Arbeit verwiesen werden.

Die nächst höhere Zone des Untersenons ist noch nicht genauer bekannt, führt aber häufiger als kennzeichnendes Fossil den *Inoceramus balticus* BÖHM. (s. Abb. 529). Ob sich allerdings auf Grund dieses einen Fossils eine besondere Stufe ausscheiden läßt, wie BEYENBURG (1936) anzunehmen geneigt ist, müssen noch weitere Untersuchungen ergeben.

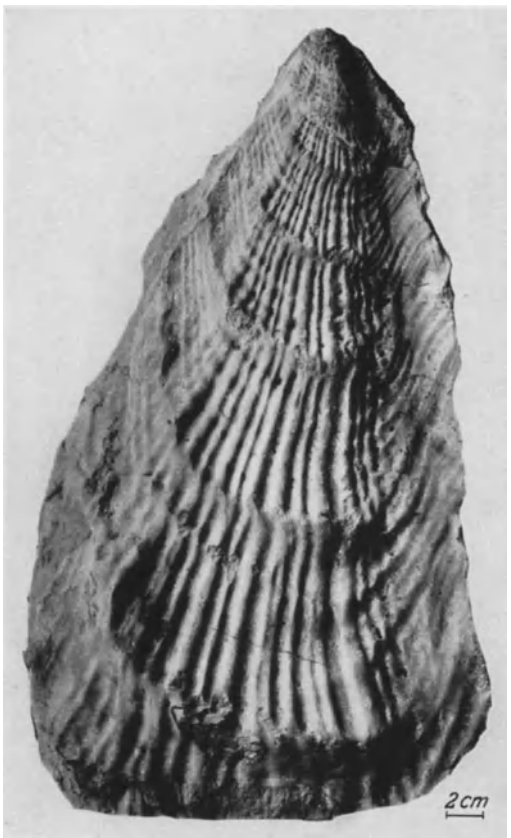


Abb. 527. *Inoceramus pinniformis* WILL. Untersenon. Pinniformisschichten. Zeche Ewald Fortsetzung. S.W.B.

b) Obersenon.

Die Ablagerungen des Obersenons beginnen mit einer einen deutlichen Sedimen-



Abb. 528. *Inoceramus patootensis* DE LOR. Untersenon. Patootensisschichten. Lippe-Seitenkanal bei Ahsen. S.W.B.

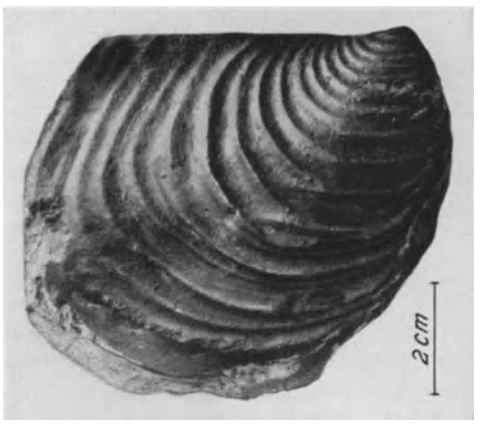


Abb. 529. *Inoceramus balticus* J. BÖHM. Untersenon. Quadratenschichten. S.W.B.

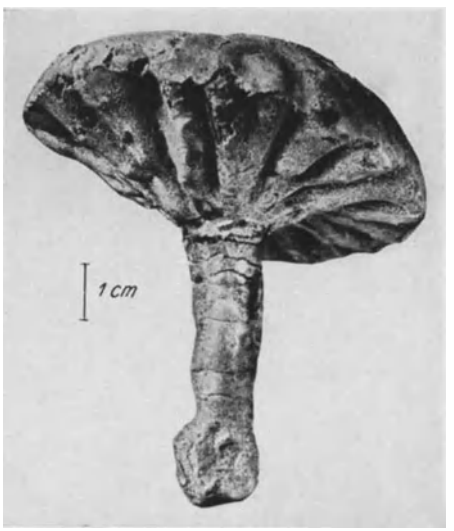


Abb. 530. *Coeloptychium sulciferum* ROEM. Obersenon. Coesfeld. Geologisches Institut Münster.

tationswechsel anzeigenden Schichtenserie sehr kalkreicher Mergel, die nach der neuen Terminologie der Preuß. Geol. Landesanstalt als „Mergelsteine“ bezeichnet werden.

Sie sind vorwiegend auf eine langellipsenförmige Zone im mittleren Teil des Münsterschen Beckens beschränkt, deren Längsachse etwa von NW—SO verläuft (s. Abb. 463). Nach dem Vorkommen der kennzeichnenden *Belemnitella mucronata* (s. Abb. 510) werden diese Schichten [mit *Act. quadratus, Coeloptychium sulciferum* Roem (s. Abb. 530) u. a.] als Mukronatenschichten bezeichnet. Eine Verbindungslinie der Ortschaften: Coesfeld, Schöppingen, Horstmar, Telgte, Warendorf, Ölde, Stromberg, Dolberg, Capelle und Senden begrenzt die Ausdehnung dieser Ablagerungen, die sich auch schon im Gelände durch eine Terrainkante herausheben.

Demgegenüber werden die im allgemeinen schlecht aufgeschlossenen und nur am Außenrande der Mukronatenschichten erscheinenden älteren Quadratenschichten (mit *Act. quadratus, Inoceramus patootensis* und *Inoceramus balticus* J. Böhm) nach dem Vorgehen der Preuß. Geol. Landesanstalt noch zum Untersenon, und zwar in dessen höchste Stufe, gestellt (Beyenburg 1936).

Ungeklärt ist noch die Frage, ob obersenone Schichten auch im Westen vertreten sind, wie Löscher und besonders Breddin (1935) annehmen.

Löscher wies 1926 als erster auf Grund von Fossilfunden (*Echinocorys ovatus* Des. *var. magna* Nietsch) aus den oberen Teufen des Schachtes Franz Haniel II darauf hin, daß echtes Obersenon auch im W vorhanden sei, zumal schon in Osterfeld und Sterkrade früher *Belemnitella mucronata* gefunden sein soll. Riedel (1930) bestreitet die Möglichkeit des Vorkommens des Obersenons nicht, betont aber das Fehlen leitender Belemniten.

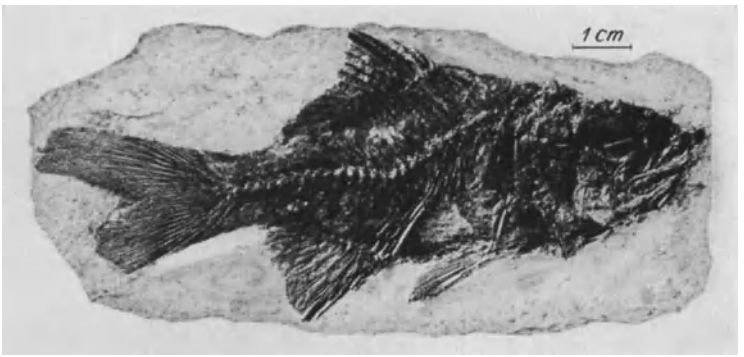


Abb. 531. *Sphenocephalus fissicaudus* Ag. Obersenon. Baumberge. S.W.B.

Nach Breddin tritt Obersenon an mehreren Stellen im W (Muldengebieten) auf, die von ihm als Bottroper, Dorstener und Wulfener Kreidemulde bezeichnet werden. Hier scheinen die sog. „Bottroper Mergel" die älteren Kreideschichten ungleichförmig zu überlagern (s. Tafel I).

Wenn es auch sehr wohl möglich ist, daß die Kernschichten der Bottroper Mulde in Form grauer, geröllführender, stellenweise glaukonitischer Mergel den Mukronatenschichten äquivalent sind, so dürften die die Dorstener und Wulfener Mulde erfüllenden Ablagerungen ihren Fossilien nach noch der Quadratenstufe angehören (Riedel 1930).

Im Hauptverbreitungsgebiet des nordwestlichen Teiles des Obersenons in der Gegend von Coesfeld und in den Baumbergen lassen die rd. 500 m mächtigen Mukronatenschichten vom Hangenden zum Liegenden zwei Stufen erkennen (Wegner 1926):

Zone des *Bostrychoceras polyplocum* (= Obere Mukronatenkreide).

Zone des *Dechenoceras coesfeldiense* (= Untere Mukronatenkreide).

Schon oben wurde gezeigt, daß die tiefste der alten Schlüterschen Stufen, die Zone der *Becksia soekelandi,* wohl nur als eine fazielle Ausbildung der unteren Mukronatenschichten anzusehen ist, die als selbständige Zone nicht mehr ausgeschieden zu werden braucht (vgl. Giers 1934).

Die ältere Zone des *Dechenoceras coesfeldiense* besteht aus einer etwa 170 m mächtigen Folge wechsellagernder, gutgebankter, glaukonitarmer, sandiger Kalkmergel und weicher Tonmergellagen.

Für diese Schichten in der Fazies der Kalkmergel ist *Dechenoceras coesfeldiense* (in großen Exemplaren) und *Belemnitella mucronata* bezeichnend, während der Ammonit in den Tonmergeln nicht mehr vorkommt. Aus diesen Gesteinen baut sich ein Teil der „Baumberge" (südlich der Linie Darfeld-Nottuln) sowie das Hügelland der „Roruper Mark" und des „Coesfelder Berges" auf.

Das früher sehr gesuchte Gestein wird heute nur noch in wenigen Steinbrüchen (Coesfelder Berg, Hanrorup) gebrochen.

Die nächst jüngere, mindestens 130 m mächtige Zone des *Bostrychoceras (Heteroceras) polyplocum* und des *Parapachydiscus wittekindi* setzt sich aus oberen hellgrauen, glaukonitarmen Kalkmergeln und unteren glaukonitischen, grünen Kalkmergeln (= Billerbecker Grünsand) zusammen. Ihre Schichten beteiligen sich am Aufbau des nördlichen Teiles der Baumberge (nördlich der Linie Darfeld-Nottuln).

Wie Wegner (1926) nachwies, liegen in den Baumberger Schichten Bildungen wattenmeerähnlicher Meeresräume vor. Er stützt seine Anschauung auf die Feststellung ausgefüllter „Erosionsrillen" in den zwischen planparallelen Werksteinbänken gelegenen Kalkmergeln (Steinbrüche Hesselmann-Worthmann u. a.), die er als Ausfüllungen von „Prielen" oder „Tiefs" (d. h. als Meereskanäle eines Wattenmeeres), durch Wirkungen einer Gezeitenerosion entstanden, anspricht.

Abgesehen von ihrer Bedeutung für die Paläogeographie dieses Gebietes haben diese Schichten schon seit alter Zeit durch ihre reichen „Fischfunde" eine wissenschaftliche Berühmtheit erlangt. Fanden sich doch in einer Lage dieser Bänke (sog. „Flies") ungewöhnlich gut erhaltene Skelette von Knochenfischen, und zwar Flachwassser- (s. Abb. 531) und Tiefseeformen, die heute die Prachtstücke der Kreidesammlung des Geologischen Instituts zu Münster bilden.

Im SO des Obersenongebietes kennen wir die Mukronatenstufe vorwiegend aus der Gegend von Beckum-Neubeckum und Ennigerloh, wo sie die Grundlage einer bedeutenden Zementindustrie bildet. Am Aufbau des stellenweise mehr als 120 m über NN gelegenen Beckumer Plateaus beteiligen sich graue Mergel mit hellen und dunklen Kalkmergel- und harten Mergelkalksteinbänken in Wechsellagerung, denen örtlich glaukonitische Kalksandsteinbänkchen zwischengelagert sind.

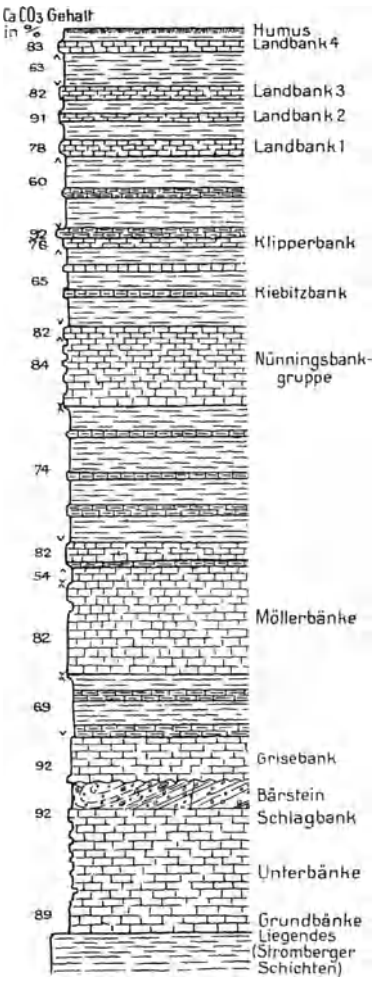


Abb. 532. Die Ausbildung der obersenonen Beckumer Schichten im Steinbruch Anna bei Beckum. Nach Giers.

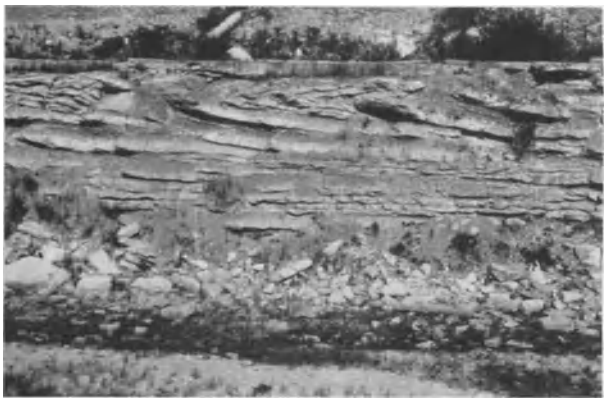


Abb. 533. Bärsteinbildung (wiederausgefüllte Rillen) in den unteren Mukronatenschichten bei Beckum. Aufn. Kukuk.

Die mergeligen Schichten bestehen aus etwa 0,50—3 m dicken, ursprünglich grauen Mergelbänken (sog. „Klamms") mit etwa 30—60% Kalk. Die für die Zementindustrie geeigneten, bis 3 m dicken Mergelkalkbänke haben einen $CaCO_3$-Gehalt von 75—92% bei 7—20% Al_2O_3. Dagegen ist die Mächtigkeit der glaukonitischen Kalksandsteinbänke (mit rd. 50% $CaCO_3$) sehr gering.

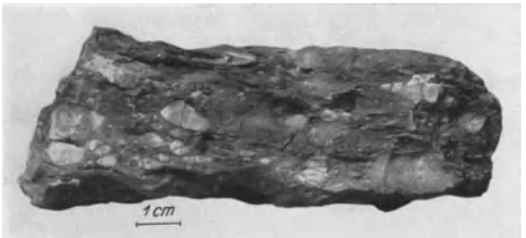


Abb. 534. Konglomerat aus aufgearbeiteten Brocken härterer Kreidekalke innerhalb des tieferen Obersenons. Zeche Westfalen, Schacht „Magdeburg". S.W.B.

Nach den Untersuchungen von Giers (1934) lassen sich die hier ausgebildeten Schichten vom Hangenden zum Liegenden gliedern in:

c) Vorhelmer Schichten (rd. 53 m): vorwiegend fossilreiche Mergel, Mergelkalke und glaukonitische Bänkchen (mit *Dechenoceras coesfeldiense* und *Inoceramus regularis* u. a.);

b) Beckumer Schichten: vorwiegend fossilarme Mergel und Kalkmergel (mit *B. mucronata, Hoplites dolbergensis, Pachydiscus pseudostobaei, Hoploscaphites gibbus, Inoceramus tegulatus* u. a.).

a) Stromberger Schichten: vorwiegend fossilarme, wenig widerstandsfähige Mergel mit glaukonitischen Bänkchen (mit *B. mucronata* und *A. quadratus, Ancyloceras retrorsum, In. wegneri* u. a.).

Bemerkenswerterweise greift die sandige Fazies in den Grenzschichten der Quadraten- und Mukronatenkreide 50 km weit nach O über. In den Vorhelmer Schichten herrscht die sandige Fazies im ganzen O vor.

In den zahlreichen Aufschlüssen des Gebietes sind die technisch verwertbaren Mergelkalkbänke der Beckumer Schichten fast alle an petrographischen Sondermerkmalen gut wiederzuerkennen. Sie werden nach GIERS seit altersher mit Namen bezeichnet wie Landbänke, Klipperbank, Nünningsbankgruppe, Deelbank, Möllerbank, Grisebank, Schlagbank, Unterbank und Grundbank (s. Abb. 532).

Als besonders bemerkenswerte Erscheinungen der Beckumer, aber auch der Vorhelmer und Stromberger Schichten sind die innerhalb des Gesamtprofils 5—7mal auftretenden „Bärsteinbildungen" anzusprechen, d. h. zum Teil konglomeratisch ausgebildete Zonen, deren Ablagerungen diskordant zum Hangenden und Liegenden verlaufen. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind sie auf örtliche Gezeitenerosion zurückzuführen, wie sie das Wattenmeer in den Prielen erzeugt. Abb. 533 zeigt diese Erscheinung zwischen Knudelsbank und Grisebank. Wahrscheinlich haben wir es hier mit den gleichen Vorgängen zu tun, über die WEGNER (1926) aus den oberen Mukronatenschichten der Baumberge und der Schleuse bei Münster berichtete. Auch Regressions- und Transgressionserscheinungen als Belege für Meeresoszillationen sind in den verschiedensten Horizonten nicht selten vorhanden (s. Abb. 534).

6. Der Nordwestrand der Kreide.

Ein kurzes Wort ist noch über die Ausbildung der Kreide im NW längs der holländischen Grenze zu sagen. Gleichwie am Südrande des Beckens von Münster und am Fuße des Teutoburger Waldes (s. Abb. 463) gehen auch am West- und Nordwestrande unter dem die Mitte des Münsterschen Beckens einnehmenden Senon die Schichten des Turons und Cenomans, und weiter nach dem Außenrande zu Ablagerungen der unteren Kreide (sowie stellenweise ältere Schichten des Juras und der Trias), zutage aus (s. Abb. 450 und die zugehörigen Profile). Ihrer ± großen Verwitterbarkeit entsprechend, haben wir es hier in den Ablagerungen der oberen Kreide (wie im Gebiet von Metelen-Ahaus-Weseke) teils mit flachen Höhen, teils mit Senken zu tun.

Nach W auf die holländische Grenze zu wird der Weitererstreckung der oberen Kreide durch einen nur aus einzelnen Erhebungen bestehenden, zunächst von NO nach SW und später fast NS verlaufenden breiten Höhenrücken in Richtung der Orte Rheine-Ochtrup-Stadtlohn-Südlohn-Weseke ein Ende gesetzt. Im Gegensatz zu der harten, kalkigen Ausbildung der Schichten des Cenomans und Turons des Teutoburger Waldes besteht die obere Kreide hier aus weißen, mürben Gesteinen, die der bekannten „Schreibkreide" ähneln.

Sie sind durch das Auftreten eines hochkegeligen Seeigels, des *Galerites albogalerus*, gekennzeichnet, nach dem die in dieser Fazies auftretenden Schichten des Labiatus- und Lamarckipläners als „Galeritenfazies" bezeichnet werden. Die noch weiter westlich erscheinenden Schichten der unteren Kreide sind im Gegensatz zu der sandigen Ausbildung der unteren Kreide im O (Egge) als weiche Mergel und Schiefertone entwickelt.

B. Tektonik der Oberen Kreide.

1. Im engeren Ruhrgebiet.

Unsere Vorstellungen von der Tektonik des Kreidedeckgebirges im Ruhrbezirk, die bei der Abfassung des Sammelwerkes, Band I, noch sehr einfache waren, haben den durch die Ergebnisse vieler neuer Bergbau- und Tagesaufschlüsse sowie durch weitere Untersuchungen im Raum gewonnenen neuen Erkenntnissen Platz machen müssen. Die Klärung dieser Verhältnisse ist in erster Linie LÖSCHER (1928) und BREDDIN (1929/34) zu danken.

Von der alten bergbaulichen Erfahrung ausgehend, daß die Schichten des Deckgebirges mit etwa 1,5—5° regelmäßig nach N einfallen, nahm man früher an, daß dieses Merkmal für die gesamte Kreideablagerung zutreffend sei. Tatsächlich läßt aber die Kreidedecke zwei tektonisch recht verschiedenartige Gebiete erkennen. So haben wir es im Hauptbergbaubezirk (etwa östlich einer Linie Haltern-Recklinghausen und südlich einer Linie Recklinghausen-Hamborn), im Gebiet der sog. „Blockgebirgstektonik" (s. Abb. 535), im allgemeinen mit regelmäßig abgelagerten und ungefalteten Kreideschichten zu tun, die ständig nach N, d. h. dem Beckeninneren zu einfallen, also schräg gestellt sind. Diese Schrägstellung erfolgte zur oberen Senonzeit etwa gleichzeitig mit der laramischen Phase der saxonischen Orogenese. Wie schon erwähnt, ist diese Kreideplatte durch zahlreiche wiederaufgerissene alte (vorkretazische) Sprünge in eine Reihe

in der Höhenlage gegeneinander verschobener Streifen zerlegt, die ihrerseits wieder als „Hoch-“ und „Tiefgebiete“ entwickelt, aber nicht durchweg einheitlich gebaut sind (s. Tafel VIII).

Wesentlich anders liegen dagegen die Verhältnisse im NW des Bezirkes (s. Abb. 535), im Gebiet der sog. „Bruchfaltentektonik“ (im sog. saxonischen Faltungsfelde von Stille), das gewissermaßen als dessen Ausläufer zu betrachten ist. Hier sind durch die auf geologischer Grundlage fußenden Beobachtungen von Löscher (1929), Breddin (1929) und Wegner — unterstützt durch bergbauliche Aufschlüsse — in den Ablagerungen der Kreide sehr flach ausgebildete Sättel und Mulden festgestellt worden, Falten, die den durch Bärtling (1924) und Bentz (1927) schon im preußisch-holländischen Grenzgebiet (in der Gegend von Stadtlohn und Borken) nachgewiesenen entsprechen. In diesen im nördlichen Teile einigermaßen herzynisch (WNW), im südlichen Teil dagegen mehr in der Richtung der alten Querstörungen (NNW) (s. Abb. 535) streichenden Querfalten der Kreide handelt es sich um Gebilde, die auf einen bei der Aufrichtung des Osnings an der Wende von Kreide zum Tertiär wirksam gewesenen Druck senkrecht zum Schichtenstreichen des vorwiegend außerhalb der Rheinischen Masse gelegenen Deckgebirges zurückzuführen sind. Daß neben diesen Falten auch noch zahlreiche, das Deckgebirge verwerfende Querstörungen auftreten, braucht nicht betont zu werden (s. Abbildung 536). Von besonderer Bedeutung hierbei ist, daß im Gebiete der „Bruchfaltentektonik“ längs der Mehrzahl der vorkretazischen Sprünge Überschiebungen eingetreten sind (sog. Rückwärtsverwürfe Breddins), während im Gebiet der „Schollentektonik“ längs der Sprünge einfache Verwerfungen (Sprungverwürfe) überwiegen.

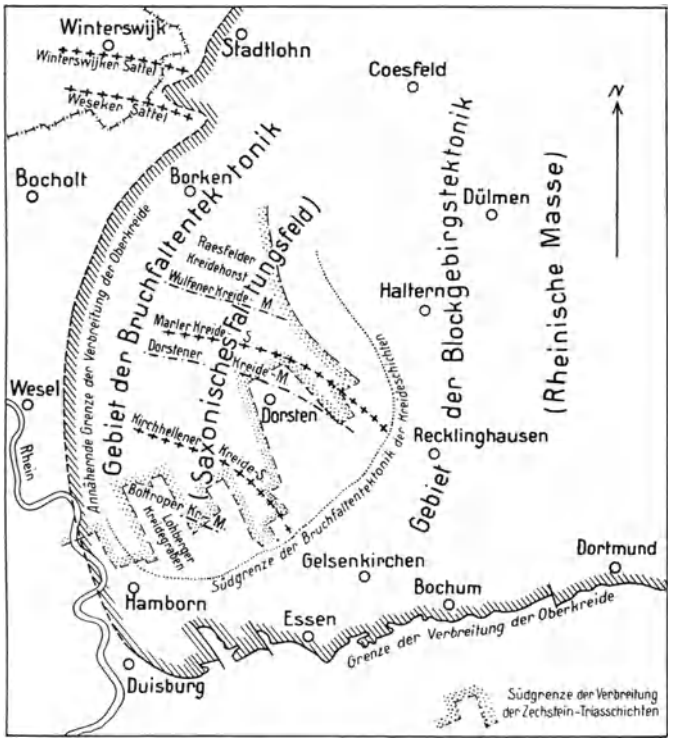


Abb. 535. Das Gebiet der Bruchfaltentektonik der Kreideschichten im Südwestteil des Münsterschen Kreidebeckens. Umgez. nach Breddin.

Die vorerwähnten Falten sind jedoch nicht auf das Gebiet der Bruchfaltentektonik beschränkt geblieben. Wie u. a. die Aufschlüsse in den Quadratenschichten an der Schleuse nördlich von Münster (Wegner 1921) sowie weiter im N in den Baumbergen (nördlich von Coesfeld) und bei Greven (Ems) beweisen, sind auch hier deutlich schwache Falten zu beobachten. Außerdem finden sich weiter im O in den harten Beckumer Kalken als der Kreide sonst fremde Elemente flach einfallende Überschiebungen (s. Abb. 537), deren Entstehung ich auf einen Ausgleich verhinderter Faltung als Ausfluß der laramischen Phase der saxonischen Orogenese zurückführen möchte.

Breddin unterscheidet im Gebiete der Bruchfaltentektonik von S nach N folgende, sehr flache Sättel und Mulden (vgl. Abb. 535):

die Bottroper Kreidemulde
den Kirchhellener Kreidesattel (Gladbecker Sattel Löscher's)
die Dorstener Kreidemulde
den Marler Kreidesattel (Freudenberger Sattel Löscher's),
die Wulfener Kreidemulde (Raesfeld-Erler Mulde Löscher's)
den Raesfelder Kreidehorst.

Auf dieses letzte Gebilde muß nach N bzw. NNW wieder eine Kreidemulde folgen, damit ein Anschluß an den bekannten Weseker Sattel (Bentz) vorhanden ist.

In Richtung nach SO gehen die vorgeschilderten Falten in die alten Bruchelemente über, so daß aus Sätteln bzw. Horstsätteln Kreidehorste und aus Mulden bzw. Muldengräben Kreidegräben werden. Beispielsweise wird aus dem Marler Kreidesattel der Marler Kreidehorst usw.

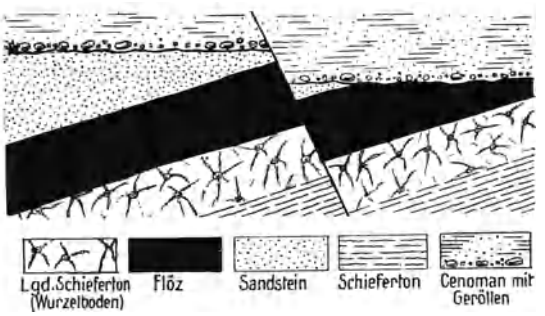


Abb. 536. Nach Ablagerung der Kreide erfolgtes Absinken an einer Sprungkluft.

Diese Faltenelemente werden stellenweise von wiederaufgerissenen, primären, alten Karbonstörungen begleitet, die sich schon in der kimmerischen Phase der Faltung des Teutoburger Waldes infolge von Zerrungsvorgängen wieder bewegt hatten, indem die Zechstein- und Triasschichten fast in der gleichen Weise wie das Steinkohlengebirge in der Spätkarbonzeit in Horste und Gräben zerlegt worden waren. Infolge späterer, nach Ablagerung der Kreide zur Zeit der laramischen Phase Stilles in SSW—NNO-Richtung wirkenden Pressungsvorgänge stiegen die Zechstein-Buntsandsteingräben erneut in die Höhe, während gleichzeitig entsprechende Horste in die Tiefe sanken. Dabei wurden die überlagernden Kreideschichten zu den oben genannten Mulden bzw. Sätteln zusammengeschoben.

Die auf diese Weise entstandenen Mulden und Sättel (besser Muldengräben und Sattelhorste) der oberen Kreide (aus der Zeit der laramischen Orogenese) sind also als Äquivalente der Horste und Gräben des Zechsteins und der Trias (aus der Zeit der kimmerischen Phase) bzw. des Karbons zu betrachten. Demgemäß entspricht z. B. der Lohberger Trias-Horst nebst Randstaffeln dem Lohberger Kreidegraben bzw. der Bottroper Kreidemulde, der Kirchhellener Triasgraben dem Kirchhellener Kreidesattel, der Dorstener Trias-Horst der Dorstener Kreidemulde und der Marler Triasgraben nebst Wulfener Triashorst dem Marler Kreidesattel (s. Abb. 446; s. auch Abb. 538).

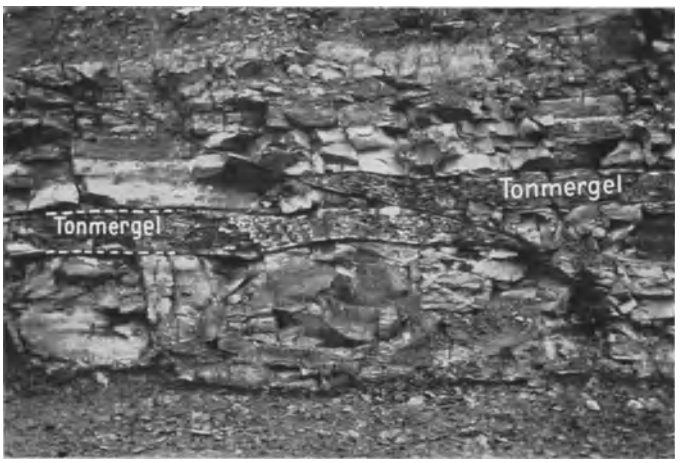


Abb. 537. Überschiebung in den Vorhelmer Schichten. Obersenon. Kreuzbergbruch bei Beckum. Aufn. Kukuk.

Da die Einzelheiten dieser Elemente noch vor kurzem von Breddin (Glückauf 1929) in sehr eingehender Weise behandelt worden sind, soll hier von ihrer näheren Darstellung abgesehen werden.

Daß die übergreifenden Wirkungen der laramischen Faltungsvorgänge auch noch in der sonst ungefalteten Kreide im S und O des Bezirkes (im Gebiete der Rheinischen Masse) zum Ausdruck gekommen sind, beweisen die vielfach nachgewiesenen Überschiebungserscheinungen der Kreideschollen längs der zahlreichen alten Sprünge (Tafel VIII).

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese neuere Erkenntnis des Sattel- und Muldenbaues des Kreidedeckgebirges für den Bergbau von großer Bedeutung ist. Ist es doch allein für das Schachtabteufen von großer Wichtigkeit, zu wissen, ob man mit dem abzuteufenden Schacht in eine wasserführende Kreidemulde oder auf einen wasserarmen Kreidesattel herunterkommt, zumal der in Muldengebieten zirkulierende Grundwasserstrom auch auf die Sicherheit von Gefrierschächten von Einfluß sein kann (vgl. im übrigen Löscher 1929).

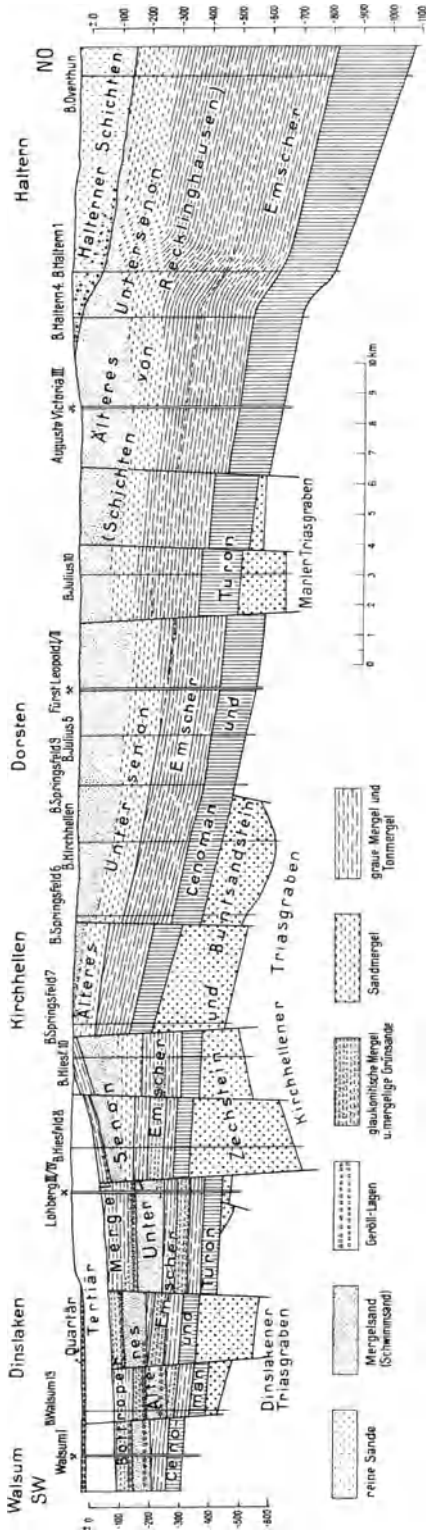


Abb. 538. Die Tektonik und fazielle Ausbildung von Emscher und Senon im nordwestlichen Ruhrbezirk. Umgez. nach Breddin 1932.

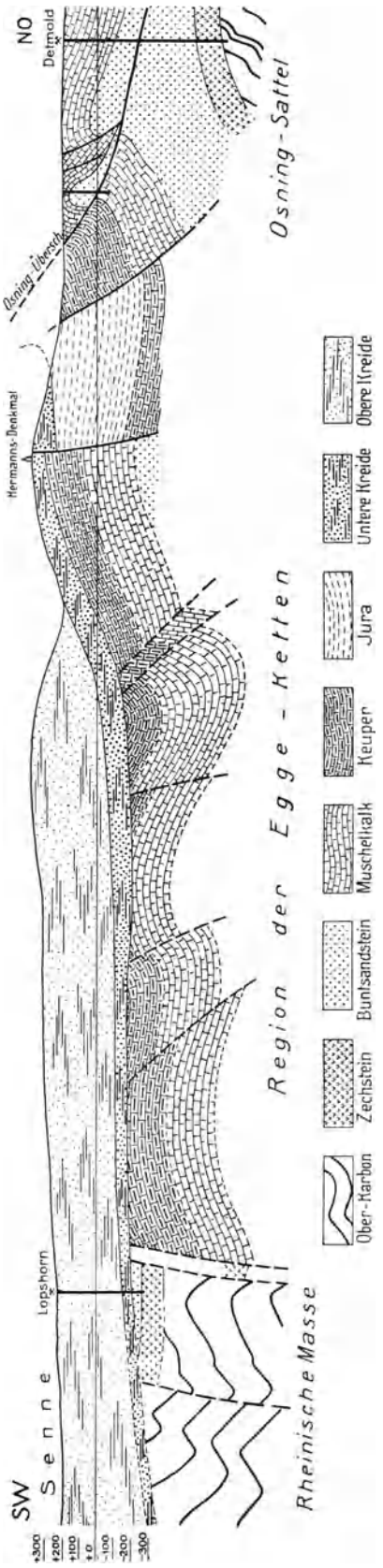


Abb. 539. Profil in der Linie Detmold-Lopshorn mit den Staffeln des Münsterländer Abbruchs bei Lopshorn. Umgez. nach H. Stille und G. Richter.

2. Am Nordwest- und West- bzw. Nordost- und Ostrand der Kreide.

Wie schon erwähnt, sind die Schichten der oberen Kreide auch im NW und NO des Münsterschen Beckens aufgebogen und fallen dort mit 10—30° nach SO und O bzw. SW und W ein (s. Abb. 462). Nördlich und nordwestlich bzw. nordöstlich und östlich des Cenoman-Turon-Rückens erstreckt sich die untere Kreide (s. Tafel I).

Dort, wo im NW die sandigen Gesteine der unteren Kreide verfestigt sind, heben sie sich an zahlreichen Stellen, wie im Gildehäuser, Bentheimer und Isterberger Rücken (s. Abb. 452), ferner im Rotenberg (bei Wettringen), in den Barler Bergen (bei Ahaus) und im Wellar (bei Alstätte) zu flachen Höhen heraus.

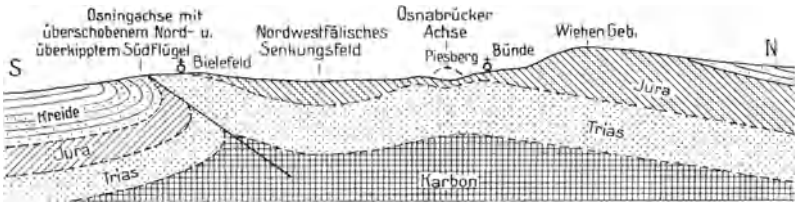


Abb. 540. Schematisierter Schnitt durch das nordwestfälische Bergland bei Bielefeld. Umgez. nach WEGNER.

Weiter nach SW läßt sich, wie Tafel I zeigt, das Ausgehende der nach O bzw. SO einfallenden Schichten der oberen Kreide — unter jüngeren Schichten verborgen — in Richtung Stadtlohn-Südlohn-Rhede-Brünen-Wesel bis zum Anschluß an das im Gebiete südlich der Lippe durch Bohrungen festgestellte Ausgehende der Kreide mit einiger Sicherheit nachweisen. Auch hier sind an verschiedenen Stellen (zwischen Rheine und Ochtrup), sowie längs der holländischen Grenze, wieder flache Kreidefalten zu beobachten.

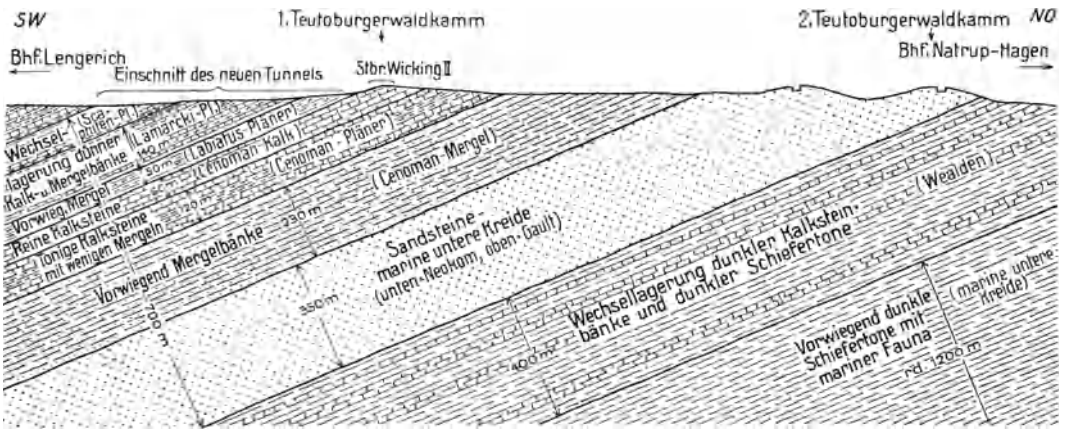


Abb. 541. Schnitt durch die Teutoburger Waldkämme bei Lengerich. Umgez. nach WEGNER.

Verfolgen wir die Kreide am Südrande nach O (s. Tafel I), so läßt sich erkennen, daß die den Haarstrang aufbauenden Schichten des Cenomans und Turons nach NO in die Paderborner Hochfläche und weiter nach O in die Ablagerungen der Egge übergehen. Hier wird die obere Kreide statt von Karbon und Devon zunächst von unterer Kreide unterlagert (s. Abb. 539). Dabei macht das bis dahin nördliche Einfallen der Kreideablagerungen in Richtung auf die Egge zu allmählich einem nordwestlichen und später westlichen bzw. südwestlichen Einsinken Platz. Gleichzeitig richten sich die in der Paderborner Hochfläche flach einfallenden Schichten im Gebiete der Egge immer steiler auf. Noch weiter nach N verliert das Ausgehende der oberen und unteren Kreide immer mehr an Breite, bis sich aus ihm im Gebiete der Dörenschlucht (bei Detmold) die Falten des Osnings entwickeln. Von der Dörenschlucht ab nach NW zeigen die Kreideschichten sogar eine völlige Überkippung, d. h. fallen nach N ein (s. Abb. 540). Diese Überkippung hält etwa bis Iburg an, von wo aus die Schichten allmählich wieder ihr flaches Einsinken zur Muldenmitte (nach SW) annehmen (s. Abb. 541). Ursache dieser Auffaltung am Ostrande, insonderheit des bis zur Überkippung gesteigerten Einfallens der den Osning aufbauenden Schichten, ist der in Richtung NO—SW wirksam gewesene saxonische Faltungsdruck.

C. Paläogeographie der Oberen Kreide.

Von Dr. phil. Dora Wolansky-Bochum.

1. Überblick über die Grundlagen einer paläogeographischen Darstellung der Kreide im Ruhrbezirk.

Die Darstellung der Oberkreide im Ruhrbezirk wäre ohne eine Betrachtung der paläogeographischen Verhältnisse unvollständig. Es kann sich dabei jedoch nur um einen kurzen, allgemeinen Überblick handeln, da längere Darlegungen über den Rahmen dieses Werkes hinausgehen würden.

Die Kreidebildungen des Industriebezirkes stellen nur einen kleinen Ausschnitt im Rahmen der mitteleuropäischen Kreideablagerung dar, und die Meeresbewegungen jener Zeit in unserem Gebiet schließen sich infolgedessen eng an das allgemein erkannte Bild an. Dabei kommt jedoch in der westfälischen oberen Kreide, namentlich am Südrande, besonders deutlich ein wichtiges Kennzeichen dieser Formation zum Ausdruck: die weit über einen alten Untergrund hinweg übergreifende Lagerung der Schichtabsätze infolge eines bedeutenden Meeresvorstoßes. Während die Kreidebildungen in Norddeutschland im allgemeinen einen mesozoischen Untergrund überlagern, ein Gebiet, das mit nur kurzen Unterbrechungen fast immer Senkungsbereich und Sedimentationsraum war, wird mit dem Überschreiten des angenommenen sog. „Münsterländer Abbruches" ein Gebiet vom Meere wiedererobert, das als alter Rumpf während des Mesozoikums viel stabiler war als beispielsweise das nordwestdeutsche Becken. Selbstverständlich muß sich diese Tatsache auch in der Art der Meeresvorstöße, der Sedimentation und der Tektonik der Kreideschichten ausprägen. Wir haben hier am Südrand ein weitflächiges, langsames Übergreifen des Meeres, ohne daß größere Hindernisse, abgesehen von gelegentlichen Klippen, das Bild eines uneinheitlichen, bewegten Meeresbodens hervorgerufen hätten. Die intrakretazischen tektonischen Bewegungen, die weiter im N das Ablagerungsbild der Kreide so bewegt machen, angefangen von Egge und Osning bis zu den Bildungen des Harzrandes, wo Winkeldiskordanzen, Heraushebungen und erneute Transgressionen mehrfach festzustellen sind, haben sich am Südrande nur schwach ausprägen können. Die Meeresvorstöße und Rückzüge haben sich mehr weitflächig ausgewirkt und sind daher häufig nur aus den allmählichen Faziesübergängen zu erkennen. Eine starke Schollenbewegung oder Bruchbildung während der Kreidezeit können wir, abgesehen von den laramischen Bewegungen am Ende derselben, am Südrand nicht beobachten.

So ergibt sich als paläogeographische Vorstellung folgendes einfache Schema, wie es Kahrs (1927, Abb. 6, S. 663) entworfen hat (vgl. Abb. 11, S. 18). Nur einige große Elemente beherrschen das Bild die ganze Oberkreidezeit hindurch: die „Westschwelle" von Nymwegen und die (nordwestfälisch-lippische) „Ostschwelle", denen die West- bzw. die Osttiefe als Saumtiefen vorgelagert sind. Diese ihrerseits werden durch einen schwach ausgeprägten Vorsprung der germanischen Insel, eine Mittelschwelle, getrennt. Diese Elemente machen während der ganzen Oberkreidezeit die anderwärts viel stärker ausgeprägten Hebungen und Senkungen getreulich mit und beeinflussen die Schichtenausbildung immerhin soweit, daß die anderweitig beobachteten Bewegungen auch hier aus dem Sediment abgelesen werden können. Diese paläogeographischen Verhältnisse in großen Zügen oder in Einzelheiten sind der Gegenstand zahlreicher Arbeiten gewesen, von denen unter anderem Autoren wie Wegner (1913/26), Löscher (1921/26), Bärtling (1920/27), Fiege (1926/28), Kahrs (1927) und Riedel (1930) genannt sein mögen.

Was den heutigen Rahmen des Kreidebeckens von Münster betrifft, so herrschte früher die Anschauung, daß der heutige Kreiderand in der Gegend von Öding, Südlohn und Stadtlohn eine durch spätere Vorgänge etwas modifizierte alte Kontinentalgrenze sei. Wie Wegner (1926) ausführt, ist dies jedoch nicht der Fall. Weder im Teutoburger Wald, im Osning und in der Egge noch in den Kreidehöhen des westlichen Münsterlandes handelt es sich um eine natürliche Begrenzung des Cenomans und Turons. Die Mächtigkeit nimmt zwar nach NW hin ab, jedoch setzen die Oberkreideschichten diesseits eines ziemlich gestörten Gebietes von älterer Kreide, Jura und Trias unmittelbar in erheblicher

Mächtigkeit ein. Ebenso wie am Teutoburger Wald die Kreideablagerungen zwischen ihrer heutigen Ostgrenze in Egge und Osning und den im NO bekannten Vorkommen abgetragen worden sind, sind sie auch an der holländischen Grenze infolge der durch tektonische Vorgänge hervorgerufenen Heraushebung und Denudation völlig verschwunden. Die heutige Südgrenze der Kreide deckt sich ebenfalls nicht mit der Südgrenze des Meeres zur Oberkreidezeit. BÄRTLING (1920) versuchte erstmalig, aus der Ausbildung der Schichten auf die ehemalige Küstenlage zu schließen, und trotz mancher Änderungen im einzelnen müssen seine Anschauungen auch heute noch als Grundlage dienen.

Selbstverständlich ist dabei der Einwand von KAHRS zu beachten, daß es nicht möglich ist, einen so großen Zeitraum, wie es jede einzelne Stufe der Oberkreide darstellt, in einer Kartenskizze zu erfassen, denn die zum Teil sehr bedeutenden Küstenveränderungen innerhalb der Stufe werden dabei nicht berücksichtigt. Nichtsdestoweniger ist es jedoch angebracht, für einen kurzen Gesamtüberblick wenigstens von jeder Stufe eine allgemeine paläogeographische Skizze zu geben, um wenigstens die Richtung der Meeresbewegungen andeuten zu können. In den im folgenden beigegebenen Kärtchen soll also keineswegs die absolute Küstenlage für die betreffende Stufe dargestellt werden, sondern nur eine ungefähre Lage, gefolgert aus den während des gesamten Zeitabschnittes mutmaßlich am weitesten vorgeschobenen Uferlinien. Man könnte auf die gleiche Weise auch eine Linie für die weitesten Meeresrückzüge innerhalb einer Stufe festzulegen suchen und erhielte somit zwei Grenzlinien, innerhalb derer die Küstenlage während des betreffenden Zeitabschnittes gependelt hat. Für eine solche Darstellung reicht das Beobachtungsmaterial jedoch nicht aus. Die auf den Skizzen angegebenen faziellen Verhältnisse stützen sich hauptsächlich auf die Karten von BÄRTLING (1920), jedoch wurden sie, wo erforderlich, nach neueren Veröffentlichungen und Untersuchungsbefunden ergänzt. So war es z. B. jetzt auch möglich, Emscher und Senon getrennt darzustellen, wozu BÄRTLING auf Grund mangelnden Materials noch nicht in der Lage war.

Bei der Besprechung der paläogeographischen Verhältnisse der Kreide kommt die Unterkreide in ihren wesentlichen Stufen für den eigentlichen Industriebezirk nicht in Betracht und wird daher fortgelassen. Ausgangspunkt der Betrachtung muß jedoch ihr jüngster Teil sein, denn hier wie in Mitteleuropa beginnt die große Kreidetransgression mit den höheren Teilen des Gaults, wenn sie sich in Westfalen auch noch nicht in dem bedeutenden Maße ausgewirkt hat, wie in anderen Gebieten. Nach WEGNER (1926) liegt die Grenze des Gaultmeeres etwa in der Linie Warburg-Marsberg-Lippstadt-Gütersloh-Greven-Burgsteinfurt-Coesfeld-Haltern-Buer und muß sich weiterhin südlich an Wesel vorbei fortsetzen, da LANDGRAEBER (1913) Gault im Schacht Wallach II bei Borth nachgewiesen hat (vgl. Abb. 11). Die Ausprägung in Westtiefe, Osttiefe und Mittelschwelle (vgl. KAHRS 1927, S. 663) ist hier noch sehr deutlich, während diese Elemente später in so schroffer Form nicht mehr hervortreten. In dem Überschreiten des inzwischen wieder eingeebneten „Münsterländer Abbruches" zeigt sich jedoch schon der Ansatz zur Eroberung eines Teiles des variszischen Rumpfes durch die Meere der Kreidezeit.

2. Paläogeographie und Fazies des Cenomans.

Die eigentliche Überflutung setzt mit dem Cenoman ein, welches weitflächig über eine denudierte Rumpffläche hinweggreift (vgl. WEGNER 1926, BROCKAMP 1927). Klippen und Untiefen, hervorgerufen durch die verschiedene Härte der Gesteine des Untergrundes, sorgen stellenweise für eine Sonderausbildung der Schichten. Im allgemeinen ist die Fazies jedoch sehr gleichmäßig die eines Basal- bzw. Toneisensteinkonglomerates mit überlagerndem Grünsand. Daß der Ablagerungsraum zur Cenomanzeit noch nicht sehr tief eingesenkt war, zeigt die außerordentlich langsame Mächtigkeitszunahme der Cenomanschichten nach N hin (vgl. die Profile durch das Münstersche Kreidebecken Abb. 477). Ein NW—SO-Generalstreichen der Küstenlinien, die entsprechend den Faziesverhältnissen am östlichen Südrande zum Teil weit über die heutige Grenze hinweggegriffen haben müssen, wie es z. B. auch die isolierten Cenomanvorkommen von Warstein und Brilon beweisen, muß nach der Ausbildung der Schichten angenommen werden.

Allerdings wird heute die Küstenlage der einzelnen Kreidestufen, wie BÄRTLING (1920) sie darstellt, von einzelnen Autoren angezweifelt (PAECKELMANN, SCHULTE 1937). Insbesondere soll das Kreidemeer im SO nicht über die alte Grenze des Hauptgrünsteinzuges südlich Brilon hinweggegriffen haben. Andererseits sprechen die Fazies- und Mächtigkeitsverhältnisse der Kreidestufen immer noch schwerwiegend für BÄRTLINGs Auffassung. Eine starke Abtragung ehemals vorhandener Kreideschichten im SO kann sehr wohl möglich gewesen sein. Beispielsweise wird vielfach eine Meeresbedeckung des Harzes zur Cenomanzeit als erwiesen angesehen, obwohl heute keine Spuren von Cenomanschichten auf diesem Gebirge mehr nachzuweisen sind. So kann meines Erachtens die Frage der Meeresgrenzen noch nicht als endgültig gelöst betrachtet werden.

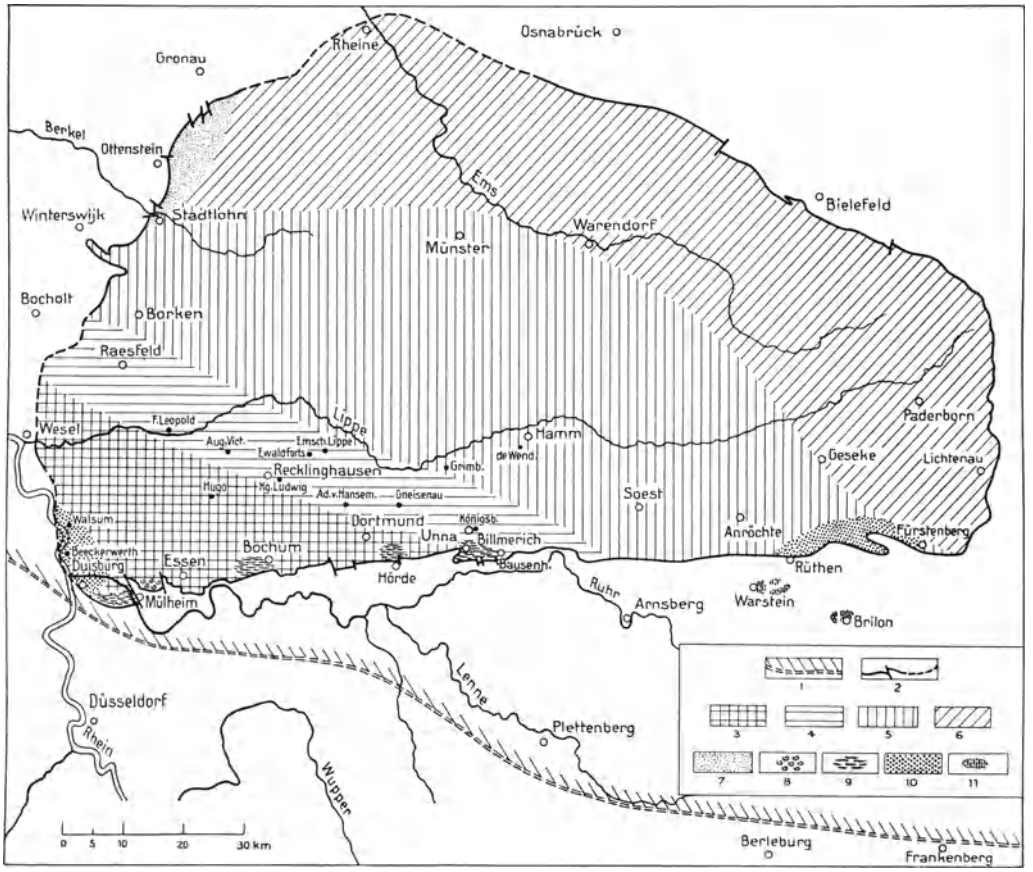


Abb. 542. Die fazielle Ausbildung des Cenomans.
1: Mutmaßlich äußerster Vorstoß des Meeres zur Cenomanzeit; 2: heutige Grenze des Cenomans; 3: gesamtes Cenoman als Grünsand entwickelt; 4: unteres und mittleres Cenoman = Grünsand, oberes Cenoman = Kalk; 5: unteres Cenoman = Grünsand, mittleres und oberes Cenoman = kalkig-mergelig; 6: gesamtes Cenoman = kalkig-mergelig; 7: küstenferne Seichtwasserfazies im oberen Cenoman; 8: Muschelbrekzie von Heißen; 9: Felsenküsten (= Klippen); 10: sandiger Festlandschutt, ins Meer transportiert; 11: Erosionsfetzen von Warstein und Brilon.

Entsprechend den Darstellungen von BÄRTLING, an der die neuen berücksichtigten Ergänzungen durch Schacht- und Bohrlochaufschlüsse nichts grundlegend verändern können, ist im SW das gesamte Cenoman als Grünsand ausgebildet, während nach NO zu diese Fazies nur auf die tieferen Teile beschränkt bleibt und schließlich jenseits der Küstenlinie des ehemaligen Gaultmeeres, wo schon vor Beginn des Cenomans ein Meeresbereich war, ganz verschwindet. Die heutige, nur auf tektonischen Ursachen beruhende, nicht aber ursprüngliche Abgrenzung des Cenomangebietes ergibt sich recht klar aus dem unmittelbaren Abstoßen der NW—SO-streichenden Faziesbereiche im SO und im holländischen Grenzgebiet, in welch letzterem durch die geologische Kartierung der dortigen Meßtischblätter nunmehr manche Klarheit geschaffen worden ist. Eine Andeutung der Westschwelle ergibt sich aus der küstenfernen Seichtwasserfazies in Gestalt reiner, schreibkreideähnlicher Kalke des oberen Cenomans in der Gegend von Stadtlohn-Ottenstein.

Mit der faziellen Ausbildung des Cenomans im einzelnen und den daraus zu ziehenden paläogeographischen Folgerungen befassen sich vor allem FIEGE (1926) und KAHRS

(1927). Die mannigfachen Meeresbewegungen lassen sich außer aus der Fazies auch in den Klippenbereichen des Cenomans ablesen, von denen Billmerich, Hörde, Wattenscheid-Bochum und als berühmtester der Kassenberg bei Mülheim genannt seien. Danach zeigen die Cenomanablagerungen eine Dreigliederung in Unter-, Mittel- und Obercenoman, welche durch drei epirogenetische Oszillationen bedingt und in Küstennähe mit Trans- und Regressionen verbunden sind. Die Cenomanzeit setzt mit einer allgemeinen Transgression ein, der schon bald nachher eine Regression folgt. Deren Linie liegt etwa in der Richtung Bocholt-Bausenhagen. Bei der folgenden Transgression geht das Meer wieder über diese Linie hinaus. Sie wird durch eine zweite Regression beendet, welche nicht soweit zurückschreitet, um erst gegen Ende des Cenomans durch eine dritte neue Transgression abgelöst zu werden. Die Faziesverhältnisse, von denen aus auf die obenerwähnten Meeresbewegungen geschlossen wird, sind in der beigefügten Kartenskizze (Abb. 542) zum Ausdruck gekommen.

Ganz kurz sei an dieser Stelle auf den Kassenberg näher eingegangen, da es sich hier mit um den bekanntesten Kreideaufschluß des Reviers handelt, der durch KAHRS (1927) eine eingehende Bearbeitung erfahren hat. Entgegen der Meinung dieses Autors bestreitet LAURENT in einer unveröffentlichten Arbeit auf Grund seiner Foraminiferenstudien das Vorhandensein des Cenomans am Kassenberg und stellt alle Transgressions- und Klippenbildungen ins Turon. Meines Erachtens spricht aber das Vorhandensein von *Actinocamax plenus, Schloenbachia varians* und phosphoritisierten, aufgearbeiteten Cenomanfossilien an der Basis des turonen Grünsandes doch dafür, daß das Cenoman im Bereiche der Kassenbergklippe ehemals zur Ablagerung gekommen ist; jedenfalls ergibt sich für die paläogeographische Darstellung kein Grund zur Änderung der Auffassung, zumal die Stratigraphie der Oberkreide vermittelst der Foraminiferen noch viele ungelöste Probleme bietet.

3. Paläogeographie und Fazies des Turons.

Im Turon werden die im Cenoman angebahnten Verhältnisse weiter fortgesetzt. Wenn sich auch recht starke Schwankungen der Uferlinien innerhalb dieser Stufe nachweisen lassen, so hat man gegenüber dem Cenoman doch den Eindruck einer größeren Vertiefung des Beckens und eines Weitervorgreifens des Meeres wenigstens in einzelnen Vorstößen. Die Küstenlage wurde daher schematisch gegenüber der des Cenomans etwas nach S zu verschoben gezeichnet. In der Zeit einer Rückzugsphase mag die Land-Meergrenze dagegen gelegentlich bis zu einer Linie Recklinghausen-Hamm (KAHRS 1927) zurückverlegt worden sein. Das Turon beginnt mit der weitreichenden Transgression der Labiatusschichten, die sich am Rande stellenweise einigen aus dem geringmächtigen oder wieder abgetragenen Cenoman herausragenden Karbonerhebungen unmittelbar auflagern. Solche Klippenbildungen sind unter anderem von Billmerich, Wattenscheid und dem Kassenberg bekannt.

Im W des Bezirkes, der mutmaßlichen Küste am nächsten, zeigt sich eine Abweichung darin, daß der „weiße Mergel" des Labiatuspläners an Mächtigkeit stellenweise stark abnimmt und gelegentlich ganz verschwindet, um erst südlich der unteren Lippe wieder aufzutreten (vgl. Abb. 487). KAHRS erwähnt einen regelrechten Grünsandhorizont innerhalb der Labiatusschichten in der Gegend von Mülheim-Essen. So wäre es möglich, daß der Labiatushorizont an sich nicht fehlt, jedoch infolge seiner Grünsandfazies zum liegenden Essener oder hangenden Bochumer Grünsand gerechnet wurde, wenn keine Fossilien vorlagen. Stellenweise ist jedoch mit einer wirklichen Zerstörung und Abtragung des Labiatusmergels zu rechnen. Möglicherweise ergibt sich daraus der Grund für die insgesamt geringere Mächtigkeit des Turons in diesem Bereich (vgl. Abb. 483). Vielleicht ist es aber dort von vornherein nur in geringerer Mächtigkeit abgelagert worden.

Am Ende der Labiatuszeit tritt eine bedeutende Regression ein. Die küstennahe Glaukonitzone schiebt sich ziemlich weit in das Becken hinein und bildet auf diese Weise den „Bochumer Grünsand" an der Basis der Lamarckischichten. Eine nachfolgende Transgression lagert darüber, wenigstens im nördlichen und östlichen Teil des Industriebezirkes, die hellen Mergelkalke der höheren Lamarckischichten ab, während im SW die Grünsandausbildung bleibt. Als Auswirkung einer weiteren Rückzugsphase setzt sich darüber der jüngere turone „Soester Grünsand " an der Basis bzw. innerhalb der Scaphitenschichten ab, welche nach dem Vorgange der Preuß. Geol. Landesanstalt noch

zum mittleren Turon gerechnet werden. Über die Verbreitung dieser beiden markanten Grünsandhorizonte herrschen abweichende Meinungen (Bärtling 1920, Kahrs 1927).

Unter Berücksichtigung der in neuerer Zeit gemachten Aufschlüsse dürfte sich jedoch folgendes ergeben: Östlich einer Linie Dortmund-Recklinghausen sind beide Horizonte durch hellere Mergelkalke der Lamarckischichten getrennt und daher leicht stratigraphisch einzuordnen. Westlich dieser Linie liegt nur ein Grünsandhorizont vor, den Kahrs entsprechend der Darstellung auf seinem Kärtchen im wesentlichen für den Soester Grünsand hält. Gestützt wird diese Annahme durch paläontologische Befunde am Kassenberg, den Schächten Garf Bismarck IX, Nordstern I, Alstaden III u. a., wo der Soester Grünsand unmittelbar über Unterturon transgrediert. Demgegenüber gibt Fiege (1928) ein Normalprofil des Turons im westlichen Industriebezirk, kombiniert aus den Schächten Carolus Magnus, Christian Levin II, Hannover VI und Heinrich

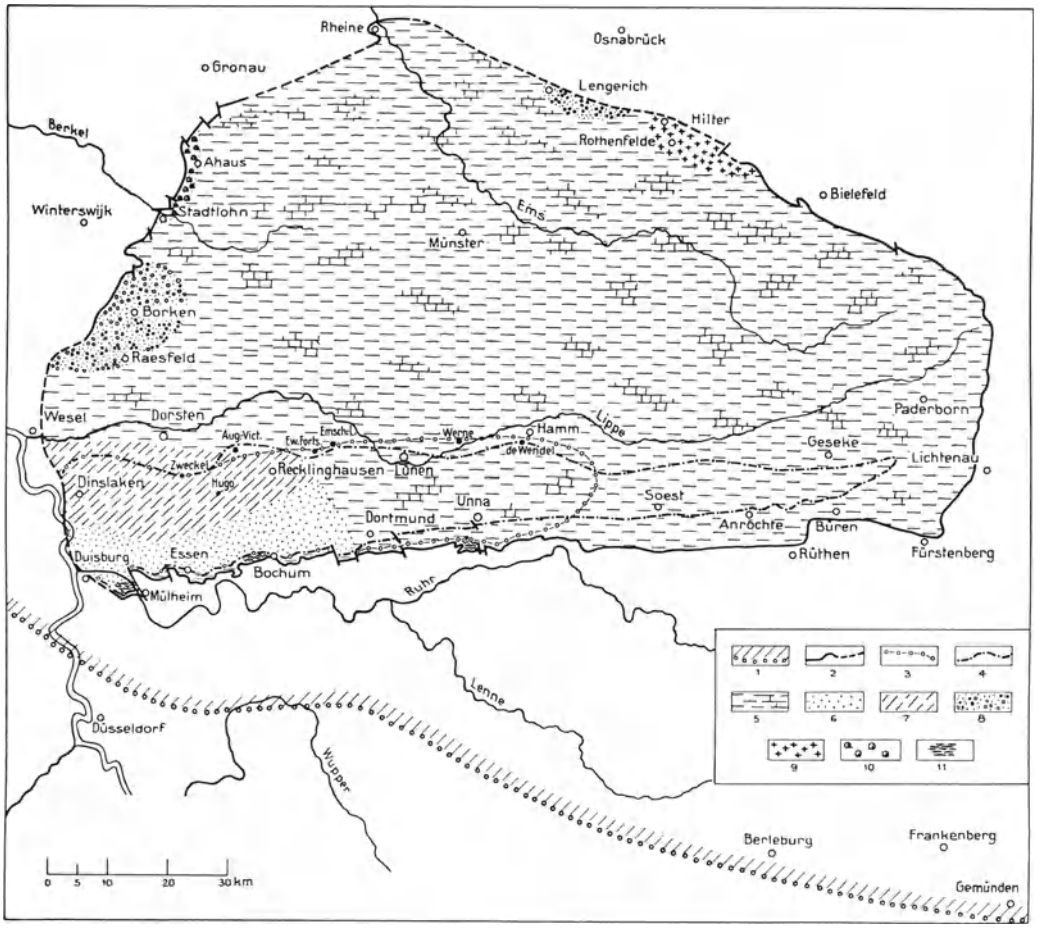


Abb. 543. Die fazielle Ausbildung des Turons.
1: Mutmaßlich äußerster Vorstoß des Meeres zur Turonzeit; 2: heutige Grenze des Turons; 3: Verbreitungsgebiet des Bochumer Grünsandes; 4: Verbreitungsgebiet des Soester Grünsandes; 5: Kalk- und Mergelfazies (Pläner); 6: unvollständige Ausbildung, im SW grünsandig; 7: unvollständige Ausbildung namentlich der Labiatusschichten; 8: Sand- und Quarzgerölleinlagerungen an der Basis der Lamarckischichten; 9: Grünsand in den oberen Scaphitenschichten; 10: Galeritenschichten; 11: Felsenküsten (= Klippen).

(Luftschacht), nach dem der Soester unmittelbar über dem Bochumer Grünsand lagert. Riedel (1928) beschreibt von den Schächten Zollverein XI und Barbara die Transgression eines giftgrünen (= Soester) Grünsandes über einen dunkelglaukonitischen (= Bochumer) Grünsand. Die Überlagerung eines dunklen, fossilfreien Grünsandes von einem giftgrünen, mit dicken Inoceramenschalenprismen erfüllten Grünsand ergab sich auch beim neu abgeteuften Schacht Hugo Ost in Buer. Aus der Vorbohrung von Schacht Lohberg III bei Dinslaken geben Oberste-Brink und Heine über dem Cenoman „grüne Glaukonitmergel mit Bänken heller, sandiger Kalke" an. Von Fossilien tritt *Inoceramus lamarcki* auf. Aus dem Gesagten ergibt sich, daß stellenweise der Soester Grünsand wohl unmittelbar über Unterturon transgrediert, nämlich dort, wo der Bochumer Grünsand inzwischen wieder abgetragen worden ist bzw. gar nicht zur Ablagerung kam. Andererseits überlagert er den letzteren aber noch an verschiedenen Stellen, und man muß annehmen, daß auch der Bochumer Grünsand ursprünglich nach W fast bis an den heutigen Rheinlauf heran gereicht hat.

Daher wurden die beiden Grünsande auf der Karte, nach den neuesten Befunden ergänzt, im W als übereinanderliegend eingetragen, während sich im O die küstennahe

Fazies des Soester Grünsandes viel weiter erstreckt hat. Das Ganze gibt ein deutliches Bild von der unruhigen und unvollständigen Sedimentation einzelner Unterstufen des Turons in der Nähe der Küste, wie es auch die Karte (Abb. 543) zeigt.

Die Westschwelle macht sich in den küstenfernen Seichtwasserbildungen der „Galeritenfazies" der Gegend von Stadtlohn und Ahaus bemerkbar. Gegen Ende der Turonzeit setzt mit den oberen Scaphiten- und den Schloenbachischichten eine erneute Transgression ein, die das zu Beginn des Turons überflutete Gebiet wieder einnimmt.

4. Paläogeographie und Fazies des Emschers.

Der Emscher zeigt von allen Stufen der Oberkreide die ruhigste und gleichmäßigste Ablagerungs- und Ausbildungsform. Aus der starken und schnellen Mächtigkeitszunahme

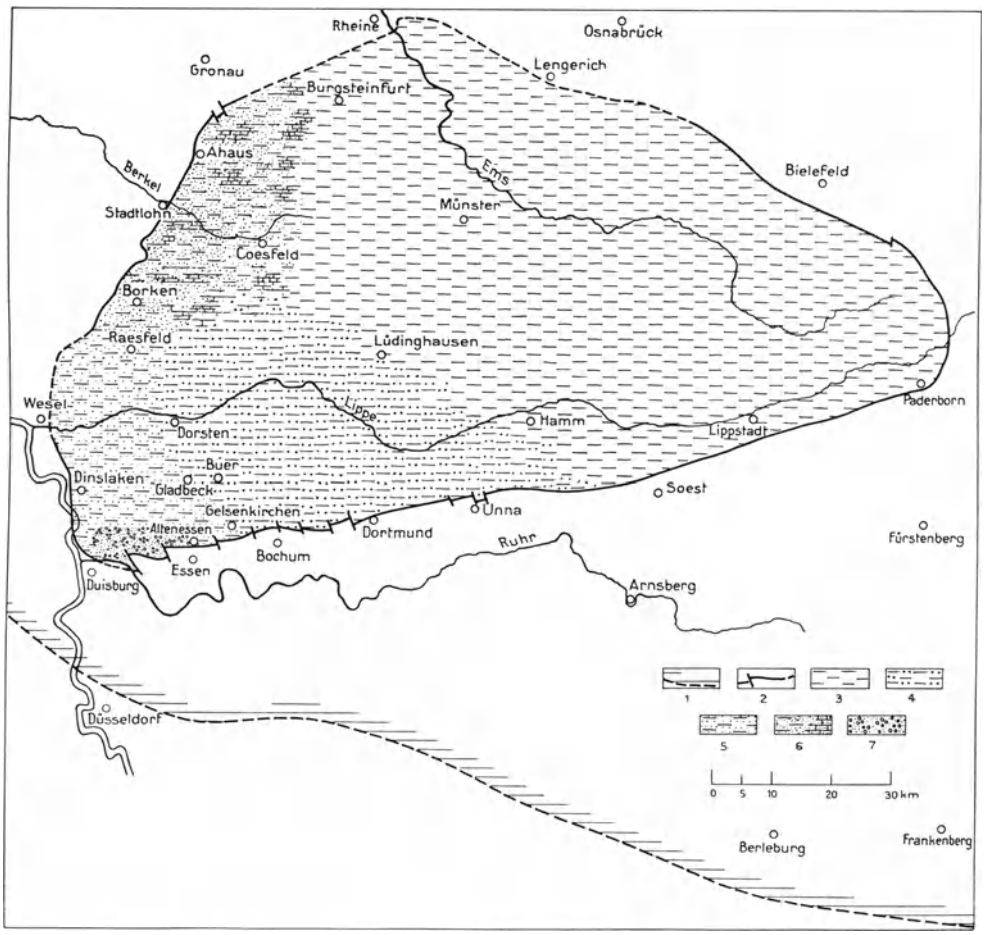


Abb. 544. Die fazielle Ausbildung des Emschers.
1: Mutmaßlich äußerster Vorstoß des Meeres zur Emscherzeit; 2: heutige Grenze des Emschers; 3: grauer Mergel; 4: grauer Mergel, im mittleren bzw. oberen Teil sandig werdend; 5: glaukonitische, feinsandige Mergel bzw. graue Mergel mit Einschaltung glaukonitischer Lagen, namentlich im höheren Teil des Emschers; 6: graue oder helle, sandige glaukonitische Mergel mit sandigen Kalken und Kalksandsteineinlagerungen; 7: Grünsand, zum Teil mit Geröllen, im oberen Emscher.

nach NO hin (vgl. die Profile Abb. 477) ergibt sich nunmehr eine tiefe Einsenkung des Beckens. Obgleich durch die Abtragung heute die Südgrenze des Emschers gegenüber der des Cenomans und Turons weit zurückverlegt erscheint, muß aus der faziellen Ausbildung geschlossen werden, daß gegenüber dem Turon noch eine weitere Vertiefung des Ablagerungsraumes stattfand. Deshalb ist schematisch die am weitesten vorgeschobene Küstenlage zur Emscherzeit noch etwas jenseits der Turonlinie angegeben worden (vgl. Abb. 544). Das NW—SO-Generalstreichen der Küste muß im Emscher noch beibehalten worden sein, wie es sich aus der Anordnung der Faziesbereiche

(s. Abb. 544) ergibt. Eine schwache Oszillation macht sich im Oberemscher im SW des Gebietes durch Grünsandlagen mit Geröllen und einem belemnitenreichen Grenzhorizont bemerkbar (KAHRS 1927). Gegen Ende des Emschers deutet sich in der Zunahme des Sandgehaltes der Beginn einer Regression an.

5. Paläogeographie und Fazies des Senons.

Zur Senonzeit bemerken wir einen grundlegenden Wandel der Verhältnisse. Die Sedimentation von küstennahen Bildungen häuft sich jetzt derart auf weite Bereiche hin,

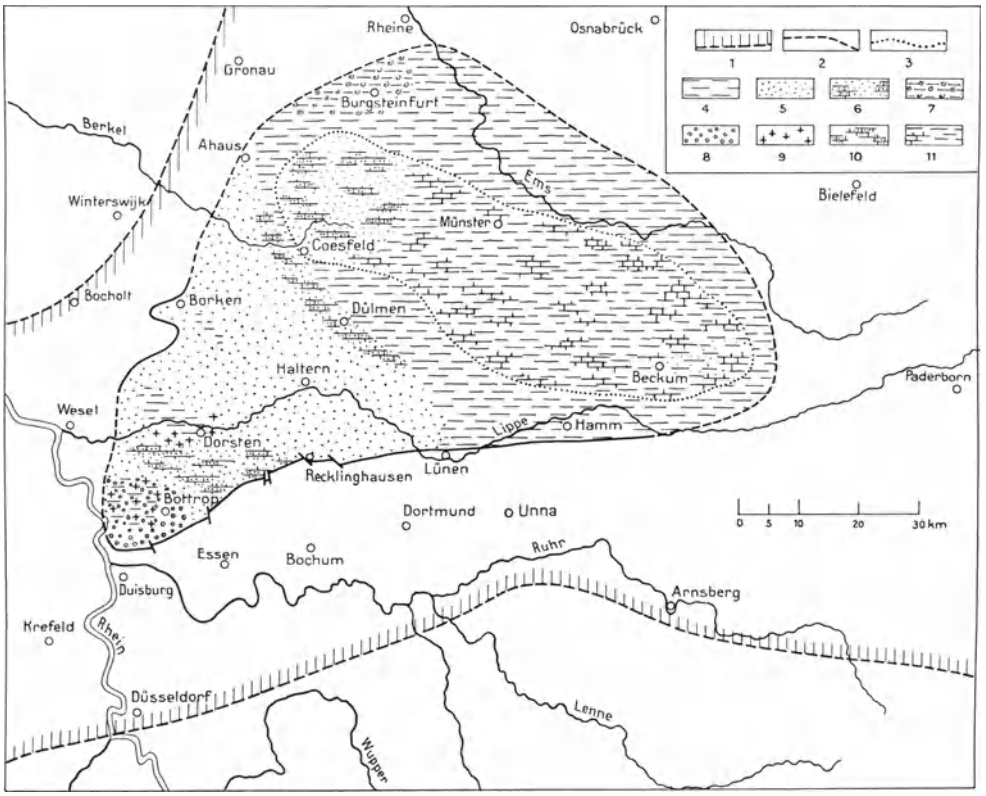


Abb. 545. Die fazielle Ausbildung des Senons.
1: Mutmaßlich äußerster Vorstoß des Meeres zur Senonzeit; 2: heutige Grenze des Untersenons; 3: heutige Grenze des Obersenons; 4: graue Mergel, im W etwas glaukonitische „Bottroper Mergel"; 5: Sande; 6: Sande mit Kalkeinlagerungen; 7: küstennahe Fazies mit Muschelbrekzien und Phosphoriten; 8: Geröllhorizont in glaukonitischen Sanden an der Basis des Untersenons; 9: Geröllhorizonte innerhalb des Untersenons; 10: sandige Kalksteine und Kalkmergel; 11: Mergel und Kalke. (4—9 Untersenon, 10 und 11 Obersenon.)

daß man starke Landhebungen im Bereich der germanischen Insel annehmen muß, die das Sediment geliefert hat (KAHRS 1927). Die Küstenlage muß jedenfalls im allgemeinen hinter derjenigen der früheren Stufen beträchtlich zurücktreten; wie auch WEGNER (1926) betont, ergibt sich kein Anhalt, die Land-Meergrenze des Senons so weit nach SO reichend anzunehmen, wie BÄRTLING das tut. Vielmehr wird die Küste wohl nicht viel weiter südlich gelegen haben, als es dem heutigen Ruhrlauf entspricht. Andererseits muß die Senonverbindung nach dem W zur Aachener und holländischen Kreide zwischen der nunmehr wahrscheinlich landfest gewordenen Westschwelle und der germanischen Insel hindurchgegangen sein, wie es auf der Skizze (Abb. 545) zur Darstellung gekommen ist.

Im SW beginnt das Untersenon mit einem grünsandigen Geröllhorizont mit Phosphoriten und Quarzen (Schacht Franz Haniel II, RIEDEL 1930) und setzt sich in den küstennahen Faziesbildungen der Recklinghäuser Sandmergel, Halterner Sande und Sandkalke von Dülmen bis an die Linie Lünen-Dülmen-Coesfeld-Ahaus fort. Erst östlich dieser

Linie treten die küstenfernen grauen Mergel auf, in denen sich allerdings gelegentlich noch sandige Einschaltungen finden[1].

Besonders ufernahe Bildungen, die nach WEGNER (1926) auf Einwirkungen der cheruskischen Faltungsphase zurückzuführen sind, finden sich in der Gegend von Burgsteinfurt. Bodenunruhen innerhalb des Untersenons zeigen sich auch in Geröllhorizonten innerhalb der Schichtenfolge in den Schächten und Aufschlüssen der Bottroper Gegend sowie bei Dorsten.

Beim Übergang zum Obersenon zeigt sich namentlich im Bereich der Westtiefe zunächst eine Vertiefung des Meeres in der Fazies der grauen Bottroper Mergel, die, heute in Muldenkernen erhalten, die dort jüngsten Kreidebildungen darstellen. Diese Meeresvertiefung zu Beginn des Obersenons muß infolge der Faziesausbildung gegenüber dem Untersenon wohl allgemein angenommen werden, wenn auch infolge der Abtragung das Obersenon in NW—SO-Erstreckung heute nur noch den Kern der Münsterschen Kreidemulde bildet. Das Obersenonmeer zeigt nunmehr jedoch gegenüber den früheren Bildungen wattenmeerähnliche Erscheinungen, z. B. in den „Bärsteinen" innerhalb der Mergel und Kalke der Beckumer Hochfläche, oder in besonders schöner Ausprägung in den Rillenbildungen und kräftigen Sedimentationsdiskordanzen der Kalksandsteine und Mergel in den Baumbergen (WEGNER 1926). Nach WEGNER sind diese eigenartigen Verhältnisse und die Herausbildung des Wattenmeeres als eine Folge der im Emscher-Untersenon eingetretenen Landzungenbildung der saxonischen Faltung im nordwestfälischen Bergland anzusprechen.

Die Weiterentwicklung des Münsterschen Kreidebeckens läßt sich infolge des Fehlens der jüngsten Kreide- bzw. ältesten Tertiärschichten nicht genauer verfolgen, doch läßt sich immerhin aussagen, daß die heutige Verbreitung der einzelnen Stufen nicht ihrem einstigen Ablagerungsbereich entspricht. Infolge tektonischer Bewegungen an der Wende Kreide-Tertiär, stellenweise schon früher (WEGNER 1926), wurde der Rahmen herausgeformt, innerhalb dessen heute die restlichen Kreideschichten liegen. Durch die Abtragung der am höchsten herausgehobenen randlichen Teile kommen dort die ältesten Schichten zutage, während im tiefer gelegenen Kern die jüngeren Schichten liegen blieben. Wenn man von den verhüllenden Schichten des Tertiärs und Diluviums absieht, so haben wir heute im Münsterschen Kreidebecken (vgl. Abb. 463) geradezu ein Schulbeispiel für eine regelmäßig entwickelte geologische Mulde, wie sie sonst in dieser Klarheit in Deutschland nur selten zu beobachten ist.

XIV. Abschnitt.

Das Tertiär.

Mit Ausnahme einer Reihe verstreut liegender, unbedeutender Vorkommen sind zusammenhängende größere Tertiärablagerungen im weiteren Industriebezirk auf das Gebiet der sog. „Niederrheinischen (Kölner) Bucht" beschränkt. Hier haben die vorwiegend aus Sanden bzw. tonigen Sanden und untergeordnet aus Tonen bestehenden Schichten, die örtlich eine große Mächtigkeit erreichen können, schon wegen der starken Wasserführung und ihrer feinsandartigen Beschaffenheit für den Bergbau eine besondere Bedeutung. Bekanntlich stellten diese Ablagerungen den Bergbau in früheren Zeiten vor fast unüberwindliche Aufgaben (ich erinnere unter anderem an die beim Abteufen der Schächte Rheinpreußen aufgetretenen, ungewöhnlich großen Schwierigkeiten). Auch heute noch erfordern sie die Anwendung kostspieliger Abteufverfahren.

Unsere geologischen Kenntnisse über das Tertiär der Niederrheinischen Bucht stützten sich bis zu Beginn dieses Jahrhunderts im wesentlichen auf die Mitteilungen v. DECHENS. Einen großen Fortschritt in der Erkenntnis des Tertiärs bedeuteten die Arbeiten von G. FLIEGEL (1910/22), welche auf Grund der durch

[1] Sehr lehrreich für die Erkenntnis der Faziesverhältnisse und -schwankungen innerhalb des Senons ist das Profil des im Jahre 1937 abgeteuften Schachtes Magdeburg der Zeche Westfalen bei Ahlen, das überaus sorgfältig aufgenommen worden ist und Gegenstand einer eigenen Bearbeitung sein wird.

die Tiefbohrungen zu Beginn des Jahrhunderts geschaffenen Aufschlüsse auch eine Klärung der geologischen Verhältnisse des tieferen Untergrundes der Niederrheinischen Bucht brachten.

Trotzdem war die genaue Kenntnis des Tertiärs im engeren Ruhrbezirk wegen der geringen Zahl guter Aufschlüsse über Tage sowie planmäßig geologisch untersuchter Schachtaufschlüsse und der vorwiegend nur mit Meißel und Wasserspülung heruntergebrachten Bohrungen bezüglich seines Aufbaus und seiner Bildungsgeschichte bis vor kurzem noch unbefriedigend. Erst das Ergebnis der Bohrungen inmitten des Braunkohlengebietes bis auf das alte Gebirge, die Neuerschließung und die geologische Untersuchung der Tertiärschichten bei Gelegenheit des Abteufens neuer Schächte auf beiden Seiten des Rheins (wie der Borth- und Wallachschächte, Rheinpreußen, Walsum I/II, Lohberg I/II) in Verbindung mit den überraschenden Aufschlüssen der während der Jahre 1927/31 westlich des Erftsprunges im Gebiet der noch bergfreien Teile der niederrheinischen Braunkohlenablagerung niedergebrachten Bohrungen ermöglichten die richtige Erkenntnis des Aufbaus des tertiären Schichtenkomplexes sowie die Eingliederung der Schichtenfolge ins Zeitenschema.



Abb. 546. Verbreitung des Tertiärs im westfälisch holländischen Grenzgebiet. Nach BENTZ.

A. Verbreitung des Tertiärs.

Mit Ausnahme der ausgedehnten Ablagerungen in der Niederrheinischen Bucht ist das Tertiär im Industriebezirk bzw. seinen Rändern nur an vereinzelten Stellen und hier meist nur in geringem Umfange vertreten (s. Tafel I). Das ist auch der innere Grund, weshalb wir über den geologischen Werdegang von Rheinland und Westfalen während dieser Zeitepoche noch nicht in allen Einzelheiten unterrichtet sind.

Von den fünf Hauptstufen dieses Zeitabschnittes sind die beiden ältesten Unterabteilungen (Paleozän und Eozän) im niederrheinisch-westfälischen Gebiete anscheinend überhaupt nicht zur Ablagerung gekommen. Kennzeichnend für die anderen Zeitspannen des Tertiärs ist der wiederholte Wechsel zwischen Ablagerungen des Landes und des Meeres.

Höchstwahrscheinlich hatte das Meer — vornehmlich rechts des Rheins — zur Oberoligozänzeit seine größte Ausdehnung. Es zog sich dann unter erheblichen Schwankungen nach N bzw. NW zurück, um in der jüngeren Tertiärzeit von neuem das Gebiet der Niederrheinischen Bucht zu überfluten, ohne jedoch die frühere Ausdehnung des älteren mitteloligozänen bzw. oberoligozänen Meeres zu erreichen. Es überschritt die Lippe, aber nicht die Emscher.

Sehr erhebliche Flächen jungtertiärer Ablagerungen finden sich dann wieder weiter nördlich an der holländischen Grenze zwischen Dingden, Winterswijk und Groenlo, sowie noch höher im N (s. Abb. 546). Kleinere Tertiärvorkommen kennt man in den nordöstlichen und östlichen Randgebieten Westfalens, so bei Ankum, Astrup, Friedrichsfeld (bei Osnabrück), am Schafberge (Ibbenbüren), am Piesberg (bei Osnabrück), am Doberg (bei Bünde), in Holzhausen (bei Driburg), im Lippischen Gebiet von Hohenhausen (bei Warburg) und bei Dörentrup (östlich Lemgo) (Tafel I). Im engeren Industriebezirk ist Tertiär weiter bekannt im NW und N, unter anderem nordöstlich von Dinslaken, bei Schermbeck, Gahlen, Dorsten, Raesfeld, Borken, Öding und Vreden, ferner im südlichen Teil bei Velbert, Heiligenhaus, Schwelm, Hohenlimburg u. a. a. O., sodann nördlich des Wiehengebirges bei Emsbüren und Bersenbrück und schließlich im O bei Wahmbeck, Lügde, Nieheim u. a. a. O. Auch im Sauerlande und im Bergischen sind seit langem Fetzen von Tertiär nachgewiesen worden, ebenso wie im westfälischen Teile des Westerwaldes

(bei Daaden und Dreschendorf). Die hier zur Ausbildung gekommenen Ablagerungen gehören teils dem Oligozän, teils dem Miozän an.

Unter den nordwestfälischen Tertiärvorkommen ist der 105 m hohe Doberg (bei Bünde) besonders bekannt geworden. Seine aus Schichten des Oberoligozäns (glaukonitische Mergel und Kalkmergel mit *Cytherea beyrichi*), des Mitteloligozäns (glimmerige Rupeltone) und des Unteroligozäns (sandige glaukonitführende Mergel) bestehenden Ablagerungen bilden hier eine O—W streichende flache Mulde (s. Abb. 567).

Da alle diese kleineren Vorkommen von WEGNER in seiner Geologie Westfalens eingehend besprochen worden sind, erübrigt es sich, hier näher darauf einzugehen.

Für das Industriegebiet sind die auf das Gebiet der weiteren Niederrheinischen Bucht entfallenden Ablagerungen des Tertiärs besonders wichtig. Ihre Bedeutung liegt nicht nur darin, daß sie am Aufbau des Deckgebirges des Steinkohlengebirges beiderseits des Rheins maßgebend beteiligt sind, sondern vorwiegend in dem Umstand, daß die Tertiärablagerungen im Gegensatz zu den meist aus standfesten Mergeln aufgebauten Schichten der Kreide aus Schwimmsandschichten bestehen, die nur mittels des „Gefrierverfahrens" durchteuft werden können.

Das Hauptablagerungsgebiet des Tertiärs, die Niederrheinische oder Kölner Bucht (als eine Zunge des tertiären Meeres), hat bekanntlich die Gestalt eines sich nach N öffnenden Füllhorns, dessen Spitze südlich von Bonn liegt (vgl. Abb. 603). Verläuft die südwestliche Begrenzung dieser Bucht über Euskirchen, Düren und Maastricht, so wird die Bucht im O etwa von einer Linie Siegburg, Bergisch-Gladbach, Erkrath (östlich von Düsseldorf), Lintorf, Ruhrort, Schermbeck, Borken, Vreden begrenzt. Damit schiebt sich das Tertiärgebiet trennend zwischen devonische, karbonische und kretazische Ablagerungen ein. Südlich und westlich davon liegen die Eifel und das Hohe Venn, östlich das Bergische und die Ruhrberge sowie die Münstersche Kreideplatte.

B. Die Stratigraphie des Tertiärs im Bereiche der Niederrheinischen Bucht.

Wenn auch die Untersuchungen über das Tertiär der Niederrheinischen Bucht und insbesondere des mächtigen Braunkohlenflözes noch nicht als völlig abgeschlossen gelten können, so sind doch die wichtigsten Züge seiner stratigraphischen und tektonischen Ausbildung unter anderem durch die älteren Beobachtungen von FLIEGEL sowie die jüngeren Feststellungen von JURASKY (1928), BREDDIN (1930/36), BENTZ (1930), PHILIPP (1933), WEYLAND (1932), WÖLK (1935) und FLIEGEL (1935/37) schon soweit herausgearbeitet, daß man sie im wesentlichen als geklärt betrachten kann.

Bezüglich der Stellung der verschiedenen tertiären Ablagerungen in der Niederrheinischen Bucht im geologischen Zeitschema haben sich die Ansichten seit den Zeiten v. DECHENS sehr gewandelt. Glaubte man auf den geologischen Karten der Preußischen Geologischen Landesanstalt die im südlichen Teil der Niederrheinischen Bucht vorhandenen Tertiärbildungen in Schichten des Mittel- und Untermiozäns, des Ober- und Mitteloligozäns und des Eozäns gliedern zu müssen, so machen es vornehmlich die Untersuchungen BREDDINs wahrscheinlich, daß die Verhältnisse wesentlich einfacher liegen. Danach erlaubt das Tertiär der Niederrheinischen Bucht eine Gliederung in zwei mächtige Schichtengruppen, die durch das Hauptflöz der Ville getrennt sind. Die jüngere Serie (Kieseloolithstufe) liegt diskordant über dem Hauptflöz, das seinerseits von einer Zone liegender Sande und Tone (mit den sog. Kölner Flözen) unterlagert wird.

Die nach der neuen Auffassung (BREDDIN 1930/35) „oberoligozäne" Braunkohlenformation ist für die Niederrheinische Bucht vom wirtschaftlichen Standpunkt aus die bedeutungsvollste Schichtengruppe. Sie enthält bekanntlich am Vorgebirge (Ville) zwischen Bonn und Köln sowie weiter westlich das ausgedehnte, im S rd. 40 m, in NW stellenweise bis 100 m mächtige Braunkohlenflöz (Hauptflöz), die Grundlage der bedeutenden rheinischen Braunkohlenindustrie (vgl. im übrigen die Ausführungen in Abschnitt XVII).

Gerade das „terrestre" Glied der Tertiärformation, die Braunkohle selbst, scheint im Ruhrgebiet völlig zu fehlen bzw. nur ganz untergeordnet ausgebildet zu sein.

Auf Grund der neueren Untersuchungen haben wir innerhalb des niederrheinisch-westfälischen Bezirkes (im weiteren Sinne) zu unterscheiden:

Pliozäne Meeres- und Süßwasserablagerungen miozäne Meeressande und Glimmertone	Kieseloolithschichten
oberoligozänes Braunkohlenflöz (zum Teil) oberoligozäne glaukonitische Mehlsande und Septarientone	Braunkohlenschichten
mitteloligozäne Tonmergel und Meeressande unteroligozäne (?) glaukonitische bzw. glimmerreiche Sande	Liegendschichten

Diese einzelnen Schichten entsprechen, wie schon oben angegeben, den von BREDDIN unterschiedenen Hauptstufen des Tertiärs der südlichen Niederrheinischen Bucht, und zwar den Kieseloolithschichten im Hangenden des Flözes, den eigentlichen Braunkohlenschichten und den Liegendschichten. Dabei ist zu bemerken, daß sich die Ausbildung der das Hauptflöz über- und unterlagernden Schichten in nordwestlicher Richtung faziell stark ändert. So werden die nördlich Euskirchen (unterhalb der Braunkohle) entwickelten mächtigen Braunkohlentone von S nach N immer mehr durch weiße Braunkohlensande ersetzt, bis sie ganz im N durch Glaukonitsande (mit Meeresmuscheln) vertreten sind. Aber auch die Kieseloolithschichten zeigen eine entsprechende Änderung.

Eingegliedert in das Zeitenschema, erhalten wir für die Niederrheinische Bucht nach BREDDIN (1932) folgendes Bild:

<table>
<tr><th></th><th>Marine Ausbildung im N</th><th>Braunkohlenfazies im S</th><th></th></tr>
<tr><td>Pliozän</td><td>Pliozäne Meeres- und Süßwasserablagerungen</td><td>Helle Sande und Tone</td><td rowspan="2">Kieseloolith-schichten (3—400 m)</td></tr>
<tr><td>Ober- und Mittelmiozän</td><td>Miozäne Meeressande und Glimmertone (mehrere 100 m)</td><td>Glaukonitische Mehl- und Feinsande bzw. helle Sande mit Quarzkiesen (Ungleichförmigkeitsfläche)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Oberoligozän

(Mittel-oligozän?)</td><td rowspan="2">Meeressande von Krefeld und Düsseldorf,

tonige Mehlsande von Sterkrade und Lohberg,

Septarienton (bis 300 m)</td><td>Hauptflöz (bis 100 m mächtig)
Weiße Sande mit Tonen und Kohlenflözen
Glaukonitische Mehl- und Feinsande
Mehl- und staubsandige Tone (Septarienton)
(Ungleichförmigkeitsfläche)</td><td rowspan="2">Braunkohlen-schichten (400—600 m)</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td>Mitteloligozän</td><td>Ratinger Ton (Tonmergelstufe) (10—20 m)
Walsumer Meeressand (10—15 m)
Tonbank von Hamborn (6—10 m)
Untere Sande von Hamborn (0—10 m)</td><td>Basisschichten (Flußablagerungen)

(Diskordanz)</td><td>Liegend-schichten (15—35 m)</td></tr>
<tr><td>Devon</td><td colspan="3">Devonisches Grundgebirge</td></tr>
</table>

Jedenfalls finden die mächtigen braunkohlenführenden Schichten des südlichen Teiles der Niederrheinischen Bucht ihr Äquivalent in den oberoligozänen Sanden des nördlichen Teiles (Meeressande von Krefeld und Düsseldorf), während die Schichten des unteren Teiles der Braunkohlenschichten nach N in die mächtigen Septarientone übergehen. Die Kieseloolithschichten bilden die stratigraphische Fortsetzung der marinen jungtertiären Ablagerungen des nördlichen Teiles der Niederrheinischen Bucht.

C. Schichtenausbildung innerhalb des engeren Ruhrbezirkes.

Schichten des **Alttertiärs** (Paleozän, Eozän und Unteroligozän) sind im Bergbaugebiet überhaupt nicht vorhanden. Sie sind dagegen in geringem Umfange am Südrande der Niederrheinischen Bucht, an gewissen Stellen des nördlichen Rheintalgrabens und an der westfälisch-holländischen Grenze vertreten. Hier ist Paleozän unter anderem in den Bohrungen Ootmarsum und Oldenzaal (Provinz Overyssel), und Eozän längs eines Streifens zwischen Eibergen und Ootmarsum bekannt geworden (vgl. Abb. 546).

Der Grund für das Fehlen dieser ältesten Ablagerungen im engeren Ruhrrevier ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß der größte Teil Westfalens während der Paleo- und Eozänzeit Festlandgebiet war.

Wir kommen zur Besprechung der Einzelstufen:

1. Oligozän.

Im Gegensatz zu den vorgenannten Ablagerungen spielen die Schichten des Oligozäns eine große Rolle beim Aufbau des Deckgebirges im Ruhrbezirk.



Abb. 547. Das Profil des Mitteloligozäns am Schnabelhuk bei Duisburg. Aufn. Hill.
(Die Bezeichnungen „Grundmoräne" und „Hauptterrasse" sind zu vertauschen.)

Ablagerungen des Unteroligozäns (?). Als ältestes Tertiär der linken Rheinseite dürften die von Landgräber (1914) beim Abteufen der Schächte I und II der Deutschen Solvay-Werke bei Borth festgestellten, teils glaukonitischen, teils glimmerigen Sande anzusehen sein, die von ihm ins Unteroligozän (?) gestellt werden. Die rd. 22 m mächtige Schichtenfolge (mit Schwimmsandcharakter) beginnt mit einem Transgressionskonglomerat, das den Buntsandstein diskordant überlagert.

Von Fossilien werden unter anderem *Pecten janus* Goldf. und *Ostrea ventilabrum* Goldf. angeführt.

Schichten des Mitteloligozäns. Hierhin gehören die Ablagerungen an der Basis des Oberoligozäns, die vorwiegend aus plastischen, blaugrauen bis grüngrauen, fetten Tonen in der Fazies der sog. Septarientone bestehen. Breddin hat sie als Tonmergelstufe bezeichnet. Die meist fossilarmen, grauen, 5—25 m mächtigen Tone führen teils häufiger, teils seltener brotlaibförmige Kalkgeoden (sog. Septarien). Ein besonders schöner Aufschluß bot sich bei der Verbreiterung der Gleisanlagen am Schnabelhuk (nordöstlich von Duisburg) (s. Abb. 547).

Von Fossilien sind im allgemeinen nur Foraminiferen, stellenweise auch Dentalien und recht häufig auch das für das Mitteloligozän als typisch angesehene Leitfossil *Leda deshayesiana* Duch. (s. Abb. 548) vertreten. Zweifellos handelt es sich hier um Ablagerungen eines ruhigen und tiefen Meeres.



Abb. 548. *Leda deshayesiana* Duch. Mitteloligozän. Zeche Beeckerwerth. S.W.B.

Die Tonmergelstufe Breddins ist anstehend in größeren und kleineren Fetzen etwa auf einer durch die Orte Ratingen, Kettwig und Duisburg begrenzten dreieckigen Fläche zwischen Rhein und Ruhr vorhanden (s. Abb. 549). Unterhalb der rd. 8—20 m mächtigen tonigen Ablagerung finden sich einige Meter mächtige, weiße, tonfreie Feinsande mit reicher Fauna *(Cardium* und *Cyprina)*, die diskordant die obere Kreide bzw. das gefaltete Karbon überlagern. Zweifellos handelt es sich hier um die weiter im N gut aufgeschlossenen Walsumer Meeressande Breddins.

Gute Tagesaufschlüsse finden sich unter anderem bei Brill (südlich von Ratingen) und südlich von Werntgeshof am Nordrande des Speldorfer Waldes (zwischen Duisburg und Mülheim), wo der plastische Ton der Tonmergelstufe zu Töpferwaren verarbeitet wird. Weitere Aufschlüsse zeigen verschiedene, im Duisburger und Speldorfer Stadtwald gelegene Gruben, z. B. die Ziegelei von Kamann (früher Becker) a. d. Monning und die Speldorfer Tonwerke (am Lierberg). Hier wird der Septarienton teils zu Ziegeln, teils zu Dachpfannen verarbeitet.

Einen der besten Aufschlüsse bietet die Grube an der Monning mit einem rd. 10 m mächtigen Septarienton (s. Abb. 550). Die hier verhältnismäßig seltenen, aus dichtem hellem Kalkstein bestehenden Septarien haben gelegentlich einen Durchmesser bis zu 2 m und ein Gewicht von mehreren Zentnern.

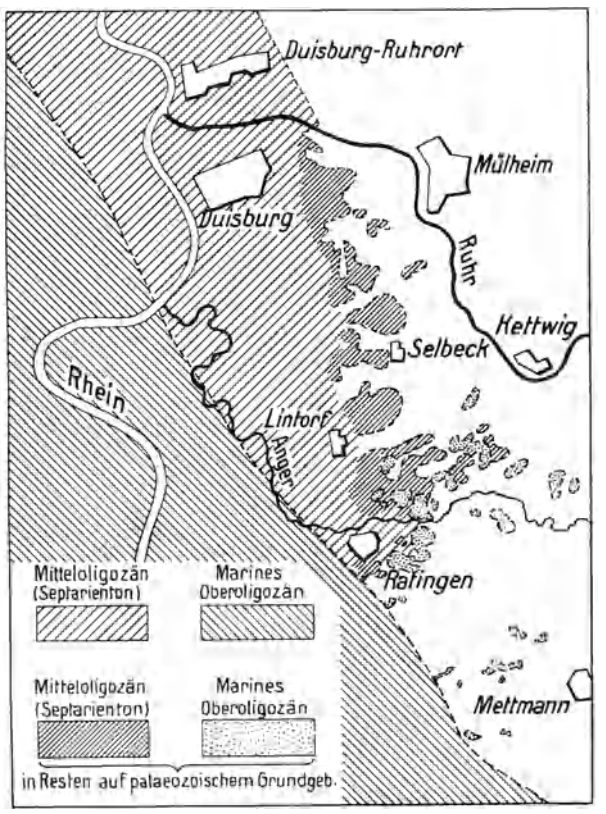


Abb. 549. Die Verbreitung des Tertiärs zwischen Rhein und Ruhr. Umgezeichnet nach Aufnahmen der Pr. G.L.A.

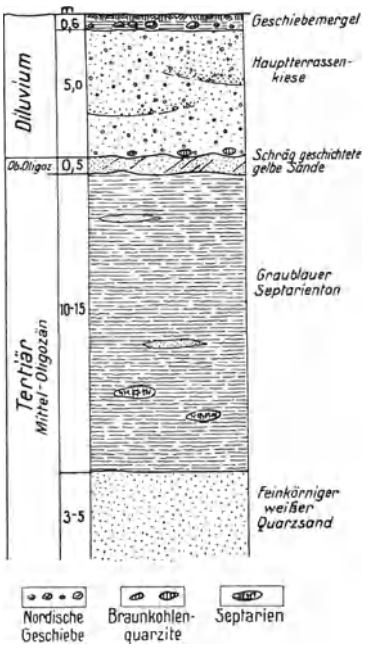


Abb. 550. Aufschluß des Septarientons in der Ziegelei Becker an der Monning.

Ihre radialstrahlig angeordneten Schwundrisse sind vielfach mit Kristallen von weingelbem Kalkspat, gelegentlich auch mit Zinkblende oder Gips ausgekleidet. Aus den Hohlräumen läuft beim Zerschlagen nicht selten schwefelwasserstoffreiches Wasser aus. Häufig führen die Tone aber auch vielgestaltige, messinggelbe Pyritknollen sowie kleinere und größere, teilweise schön ausgebildete, wasserklare Neubildungen von Gipskristallen (Schwalbenschwanzzwillinge), die aus der Einwirkung der bei der Zersetzung des Schwefelkieses entstandenen Schwefelsäure auf die Kalkkarbonate entstanden sind.

Die im allgemeinen foraminiferenführenden, sonst aber meist fossilarmen Schichten enthalten stellenweise Dentalien und zuweilen *Leda deshayesiana* Duch. nebst Wirbeln, Gräten, Gehörknöchelchen sowie Fischzähnen.

Reste größerer Tiere sind selten. Immerhin wurden Cetaceenwirbel und in einem bei Anlage der Reichsautobahn geschaffenen Aufschluß nordwestlich der Monning das gut erhaltene Skelett eines *Halitherium*



Abb. 551. Halitheriumskelett im Septarienton vom Kaiserberg bei Duisburg (aufgeschlossen beim Bau der Reichsautobahn 1934). Aufn. STAMPFUSS.

schinzi (s. Abb. 551) gefunden. Hierdurch und durch seine Septarienführung sind die Tone als „marines Mitteloligozän" hinlänglich gekennzeichnet.

Die Tone werden wieder von weißen Quarzsanden unterlagert, unter denen nochmals Tone auftreten sollen (s. Abb. 552).

Mitteloligozäne glimmerreiche Tone (Septarien- oder Rupeltone) — stellenweise mit



Abb. 552. Septarienton und Feinsand des Mitteloligozäns am Kaiserberg bei Duisburg. Aufn. KUKUK.

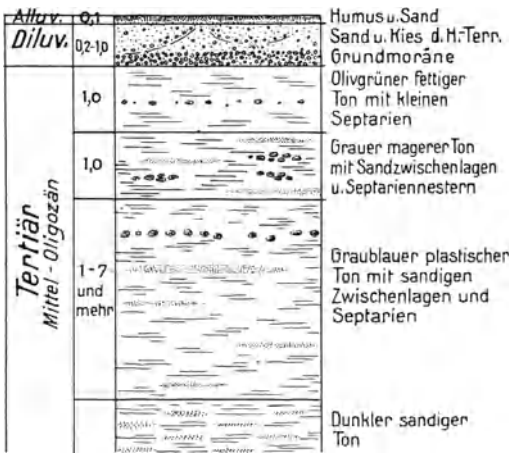


Abb. 553. Schematischer Schichtenschnitt des Septarientons bei Schermbeck.

Septarien bis zu Wagenradgröße — sind auch am Nordrande des Münsterschen Beckens vorhanden, so bei Bünde, Dörentrup und Bentheim, ferner im NW des Industriebezirkes südwestlich von Gahlen, bei Schermbeck (s. Abb. 553), Rhedebrügge und Raesfeld sowie im westfälisch-holländischen Grenzgebiet bei Vreden, Winterswijk und Öding. Hier bilden sie örtlich den Gegenstand größerer Betriebe auf Ton. Dagegen

fehlen hier über dem Septarienton die oberoligozänen, mächtigen, oberen, glaukonitischen Mehlsandschichten.

An ihre Stelle treten örtlich, wie bei Dingden, diskordant aufgelagerte mitteloligozäne Schichten in Form von grünen Glaukonitsanden oder dunklen bis schwarzen Glimmertonen.



Abb. 554. *Cyprina rotundata* A. Braun. Mitteloligozän des Niederrheingebietes. S.W.B.

Als Basisschichten des Tertiärs kommen sowohl nach den Tagesaufschlüssen in der Umgebung von Mülheim und Duisburg, als nach den Schachtprofilen unterhalb der Tonmergel die Walsumer Meeressande in Form lockerer, unverfestigter feiner Sande in Betracht. Sie erreichen nach den beim Schachtabteufen geschaffenen unterirdischen Aufschlüssen 5—20 m Mächtigkeit.

Die hier erhaltene, individuenreiche Fauna mit *Cyprina rotundata* (s. Abb. 554) und anderen Zweischalern weist nach Schmierer auf Mitteloligozän hin.

In der Umgebung von Hamborn hat Breddin (1931) unterhalb dieser Walsumer Meeressande noch ältere Schichten des Tertiärs festgestellt, welche mit einem Transgressionskonglomerat diskordant die Ablagerungen der oberen Kreide überlagern. Diese Schichten setzen sich aus einer wasserstauenden Tonschicht, dem Septarienton (sog. Tonbank von Hamborn) von 5—14 m Mächtigkeit und einer darunter liegenden Fließsandschicht von 0—10 m Dicke (sog. unterer Sand von Hamborn) zusammen. Auch an anderen Stellen der weiteren Umgebung von Duisburg sind diese Hamborner Schichten beobachtet worden, doch bilden sie anscheinend keine durchgehenden Ablagerungen.

Entsprechend einer aus der Tonbank von Hamborn des Schachtes Beeckerwerth (aus 124 m Teufe) stammenden Meeresmuschel *(Nucula sp.)* gehören auch diese Schichten noch dem Mittelgoliozän an.

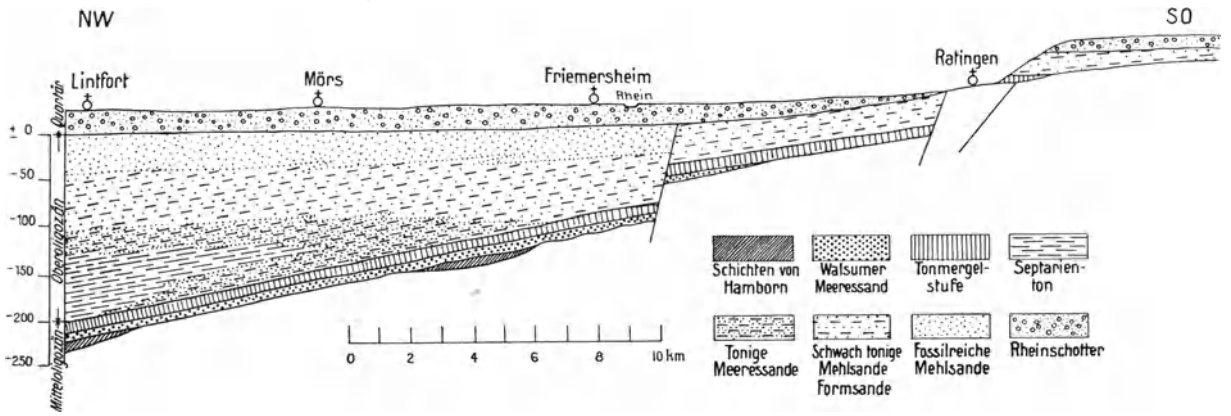


Abb. 555. Schematischer Schnitt durch die tertiäre Schichtenfolge des östlichen Niederrheingebietes. Umgez. nach Breddin.

Ablagerungen des Oberoligozäns. Auf die mitteloligozäne Tonmergelstufe Breddins folgen im Ruhrbezirk oberoligozäne helle, graugelbe, feine Sande und feinsandige Tone (s. Abb. 555), die den weißen Sanden und Tonen im Liegenden des Brühler Hauptflözes identisch sind.

Die Bildung dieser Schichten deutet auf ein Flacherwerden des Meeres hin, das nach S und O über das Gebiet der Ablagerung der mitteloligozänen Tone hinübergreift.

Nach Breddin, der die verhältnismäßig mächtige oberoligozäne Schichtenfolge in einer Reihe von Schachtaufschlüssen untersuchte, liegen im Bereich des engeren Ruhr-

bezirkes vorwiegend bräunlichgraue, tonige Mehlsande und mehlsandige Tone vor. Sie werden von ihm als Mehlsandschichten zusammengefaßt. Nach den unterirdischen Aufschlüssen, z. B. auf Schacht Norddeutschland, zu urteilen, können die oberoligozänen Sande links des Rheins bis zu 180 m Mächtigkeit erreichen. LANDGRÄBER (1914) gibt die Mächtigkeit der wechsellagernden hellen Tone und schwachsandigen aschgrauen Tone und Mergelschichten auf Zeche Borth I/II mit rd. 125 m an.



Abb. 556. Oberoligozäne Mehlsandschichten (*M*), diskordant überlagert von Kiesen der Rheinhauptterrasse (*T*). Ziegeleigrube der Zeche Lohberg. Aufn. WESTERMANN.

Aufschlüsse über Tage in dieser „Mehlsandstufe" finden sich unter anderem zwischen Sterkrade und Lohberg (s. Abb. 556), an der unteren Lippe bei Gartrop und an der holländischen Grenze. Stellenweise sind in diesen Schichten Braunkohlenquarzite des Oberoligozäns festgestellt worden, als Reste einer früher vorhandenen, aber weiter ausgedehnten Decke (s. Abb. 557).

Im hangenden Teil der sog. Mehlsande ist sowohl auf den Zechen Norddeutschland I und Rheinpreußen VI als auch auf den Borthschächten eine an verschiedenen Arten reiche Muschelschicht festgestellt worden, deren fossile Reste ein oberoligozänes Alter dieser Stufe sicherstellten (s. Abb. 558/562).

Ausweislich der Schacht- und Bohrprofile gehen die tonigen Mehlsande nach S in schwach tonige und glaukonitische Sande (Formsande) über.



Abb. 557. Braunkohlenquarzitblock bei Mülheim (Ruhr)-Speldorf. Aufn. DREESKAMP.



Abb. 558. *Pectunculus philippii*. Oberoligozän. Pattbergschacht II. S.W.B.

Sie stehen über Tage als Erosionsreste einer durch diluviale Vorgänge vielfach zerrissenen Decke in dem schon genannten Dreieck Ratingen, Hösel, Lintorf und Heiligenhaus (s. Abb. 549) an. Östlich von Düsseldorf bilden die fossilführenden, als „Sande von Grafenberg" bezeichneten Feinsande bei Grafenberg, Gerresheim und Mettmann bis südlich von Erkrath eine niedrige Terrasse zwischen dem Rheintal und dem Gebirge. Gute Aufschlüsse liegen östlich von Ratingen.

Hier werden die aus eisenreichen, verschiedenartig gefärbten Lagen zusammengesetzten, sehr feinkörnigen Quarzsande wegen ihres gleichmäßigen und feinen Korns als Formsande für Gießereizwecke in großen Gruben gewonnen. Die ursprünglich glaukonitischen, bis 18 m mächtigen gelben Sande zeichnen sich durch besonders auffallende Farbigkeit der einzelnen Lagen und eigentümliche, an LIESEGANGsche Ringe erinnernde

farbige Schlieren aus (s. Abb. 563). Nach dem Liegenden zu treten als Folge von chemischen Verwitterungsvorgängen (Einwirkungen eisenentziehender humussaurer Lösungen auf die eisenreichen, glaukonitischen Meeressande) sehr kennzeichnende feste Einlagerungen eisenschüssiger Bänke auf, die stellenweise, wie z. B. in Erkrath und Gerresheim bei Düsseldorf, in kieseliges, fossilführendes „Brauneisenerz" (Eisenschwarten und -krusten) übergehen. Bemerkenswerterweise sind die angetroffenen Sande häufig als an Glaukonitkörnern reiche Grünsande entwickelt, was die Gelbfärbung der Grafenberger Sande an der Oberfläche erklärt.

Die in Form von Steinkernen dickschaliger Muscheln und Schnecken auftretende Fauna (*Cyprina rotundata*, *Cytherea depressa*, *Panopaea* u. a.) kennzeichnet sie als Küstenbildung des „marinen Oligozäns" (Litoralzone mit stärkerem Wellenschlag).

Tabelle 41. Tertiärprofil des Schachtes Norddeutschland I (bei Lintfort).

von bis m	Mächtigkeit m	Beschaffenheit der Schichten	Stellung im geologischen Zeitschema	
24,5—80	55,5	Mehl- und Feinsande (Schwimmsande)	Oberoligozäne Mehlsandschichten	Tertiär
80—147	67	Mehl- und Staubsande (Schwimmsande) durch Tonbeimengung weniger beweglich, mit einigen Einlagerungen standfesten Gebirges (mit *Leda deshayesiana*)		
147—205	58	Tonige Mehl- und Staubsande (Wechsellagerung von fließendem und standfestem Gebirge)		
205—213	8	Fester, standfester Tonmergel (mit *Cyprina rotundata*)	Mitteloligozäne Tonmergelstufe	
213—224	11	Lockerer Mehl- und Feinsand (ausgesprochener Schwimmsand) sehr wasserreich (mit *Cyprina rotundata*)	Mitteloligozän (Walsumer Meeressand)	

Tabelle 42. Tertiärprofil des Schachtes Walsum I.

von bis m	Mächtigkeit m	Beschaffenheit der Schichten	Stellung im geologischen Zeitschema	
17—86	69	Bräunlichgraue, tonige Mehlsande und mehlsandige Tone. Tonreichere Lagen wechseln mit etwas tonärmeren ab; im oberen Teil sind die Gesteine durch Beimengung von Glaukonit vielfach etwas grünlich gefärbt. Keine Versteinerungen. Bei 37, 53 und 61,5 m Septarienlagen von 10—20 cm Stärke	Oberoligozän (Mehlsandschichten)	Tertiär
86—95	9	Hellgrauer, zäher, stark plastischer Tonmergel	Mitteloligozän (Tonmergelstufe)	
95—107	12	Graue und hellgraue, lockere Fein- und Mehlsande. Schwimmsande mit einigen eingeschalteten Lagen toniger Mehl- und Feinsande. Die Sande sind tonfrei und völlig locker mit einer artenarmen, aber sehr individuenreichen Zweischalerfauna	Mitteloligozän (Walsumer Meeressand)	

Tabelle 43. Profil Lohberg III/IV (Schachtvorbohrung).

von bis m	Mächtigkeit m	Beschaffenheit der Schichten	Stellung im geologischen Zeitschema	
4—64	60	Bräunlichgraue, tonige Mehl- und Staubsande mit Einlagerungen mehlsandiger Tone. Der Tongehalt ist nicht erheblich; er scheint nach unten hin etwas zuzunehmen (oft fließend)	Oberoligozän (Mehlsandschichten)	Tertiär
64—75	11	Grauer, fetter Ton, stark plastisch (mit *Leda deshayesiana*)	Mitteloligozän (Tonmergelstufe)	
75—92	17	Hellgrauer, tonarmer Mehlsand mit untergeordneten Lagen toniger Mehl- und Staubsande (oft fließend)	Mitteloligozän (Walsumer Meeressand)	

Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die vorstehenden Profile BREDDINs (1931) verwiesen.

Aus den Profilen ergibt sich, daß der von WUNSTORF-FLIEGEL und ZIMMERMANN hier vermutete 100—150 m mächtige „Septarienton" (an der Basis der Mehlsandschichten) nicht vorhanden ist. Erst weiter nördlich des Bergbaugebietes findet er sich bei Wesel, Bocholt und Winterswijk als echter Septarienton.

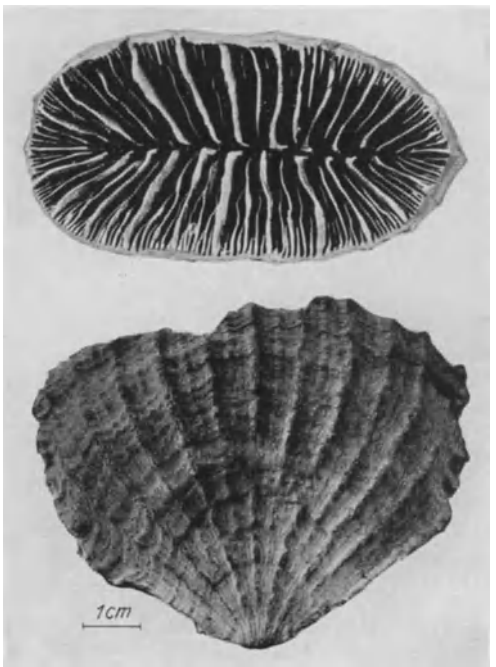


Abb. 559. *Flabellum roissyanum* E. H. Oberoligozän des Niederrheingebietes. S.W.B.



Abb. 560. *Cardium cingulatum* GOLDF. Oberoligozän. Pattbergschacht II. S.W.B.

Wie schon erwähnt, fehlt die hangendste Stufe des Oberoligozäns, das Braunkohlenflöz, das am „Vorgebirge" (bei Köln) so großartig entwickelt ist, im Industriegebiet vollständig. Die braunkohlenführende Zone erstreckt sich vom Vorgebirge aus in nordwestlicher Richtung, ohne jedoch östlich bis an den Rhein heranzutreten. Erst rd. 25 km



Abb. 561. *Pecten decussatus* MÜNST. Oberoligozän des Niederrheingebietes. S.W.B.



Abb. 562. *Tritonium flandricum* DE KON. Oberoligozän. Pattbergschacht II. S.W.B.

westlich von Düsseldorf ist sie zwischen München-Gladbach und Viersen bei Helenabrunn wieder nachgewiesen.

Andere Bohrlochaufschlüsse des Braunkohlenvorkommens liegen bei Tönisberg, Nieukerk und im Stadtwald von Cleve. Von dieser im südlichen Teil der Niederrheinischen Bucht so bedeutungsvollen Ablagerung sind innerhalb des westfälischen Gebietes nur gelegentliche Erosionsreste bekannt.

Terrestrisches Oberoligozän ist weiter anzunehmen im Lippischen Bergland, im Solling, ferner in Schlotten und Dolinen der verkarsteten Massenkalk- oder

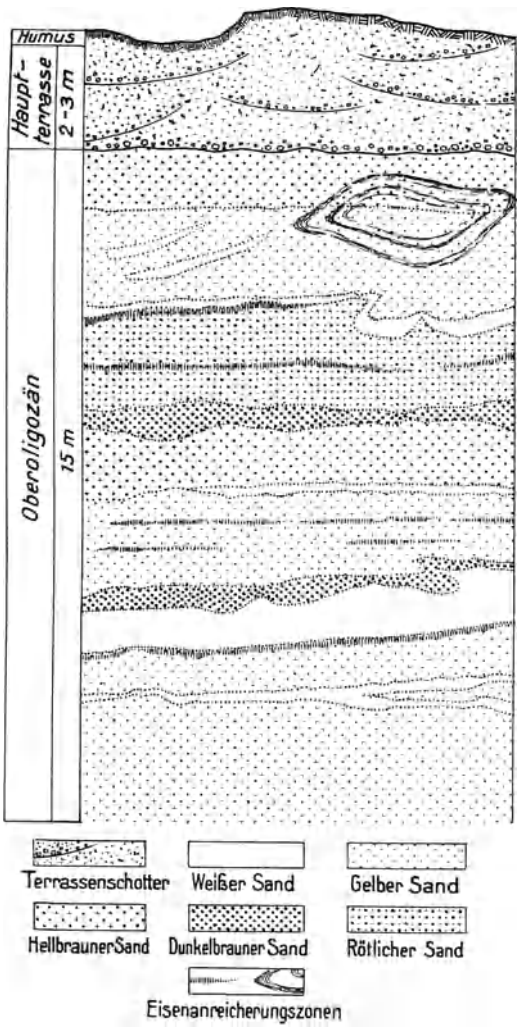


Abb. 563. Verschieden gefärbte oberoligozäne Formsandlagen bei Ratingen.

Kohlenkalkoberfläche, wie z. B. in zwei kleinen Dolinen bei Wildenburg (Bl. Velbert), aber auch als Überlagerung anderer Gesteine in der Gegend von Elberfeld u. a. Am Nordportal des Linderhauser neuen Eisenbahntunnels sind weiße Tone zwischen Massenkalk und Lenneschiefer an der Ennepetalstörung festgestellt worden. Als größtes Vorkommen ist das von Heide (westlich Linderhaus) zu betrachten, wo tertiäre Tone und Feinsande von weißer Farbe (mit insgesamt 30 m Mächtigkeit) ein wertvolles Material für feuerfeste Steine abgeben.

In letzteren Bildungen scheint es sich nach PAECKELMANN um Abschwemmungsmassen einer stark verwitterten Landoberfläche zu handeln.

Nachgewiesen ist die Braunkohlenstufe des Tertiärs durch die von LÖSCHER festgestellten Funde echter, bis mehrere Kubikmeter großer, hellbräunlicher Quarzitblöcke, sog. „Braunkohlenquarzite" (mit Wurzelröhren) auf der Oberfläche des Karbons oder der Kreide, wie bei Essen (Göttesche Ziegelei) und Oberhausen oder auch über dem Tertiär bei Hösel und Heiligenhaus (s. Abb. 557). Sie stellen die Verwitterungs- bzw. Erosionsrelikte einer ehemals größeren Verbreitungsdecke dar. Gelegentlich, wie in der Gegend von Hösel, führen diese Quarzite, wie WUNSTORF zeigte, Feuersteingerölle (aus dem Senon des Limburger Gebietes).

2. Miozän.

Die jüngste Tertiärbildung der Niederrheinischen Bucht, das Miozän, tritt lediglich am West- und Nordwestrand und ferner am Nordrand des Münsterschen Beckens — etwa nördlich der Linie Rheine-Osnabrück-Bremen, hier aber an zahlreichen Stellen — auf. Der erste, durch HOSIUS bekannt gewordene Aufschluß liegt bei Dingden (südlich von Bocholt). Er besteht aus braunschwarz gefärbten, schmierigen, sandigen Tonen mit beigemengten Glimmerblättchen (sog. „Dingdener Glimmerton"), die stellenweise eine artenreiche Fauna führen (s. Abb. 564/566). Weiter nach N und NO gehen diese Glimmertone in glaukonitisch-grünsandige, örtlich fossilreiche tonige Schichten über, wo sie aus dünner diluvialer Bedeckung, so bei Rhede,



Abb. 564. *Limopsis aurita* BROCC. Miozän. Glimmerton von Dingden. S.W.B.



Abb. 565. *Fusus festinus* BEYR. Miozän. Glimmerton von Dingden. S.W.B.



Abb. 566. *Pleurotoma semimarginata* BORS. Miozän. Glimmerton von Dingden. S.W.B.

Winterswijk, Zwillbrock (bei Vreden), Eibergen, Delde, Rheine u. a. a. O. und zum Teil auf holländischem Gebiet, herausragen.

Bei Zwillbrock sind in diesen Tonen Wirbel walfischartiger Säuger gefunden worden.

Auch auf der linken Rheinseite hat LANDGRÄBER auf den Borthschächten angeblich „miozäne" marine Sande und Tone beobachtet. Außerdem finden sie sich noch in Form eingebrochener Schollen bei Ibbenbüren und am Piesberg. Von diesen geringen örtlichen Vorkommen abgesehen, sind im eigentlichen Ruhrbezirk miozäne Ablagerungen nicht festgestellt worden.

3. Pliozän.

Höchstwahrscheinlich war das Industriegebiet zu dieser und der nachfolgenden Periode größtenteils Festland. Statt daß sich während dieser Zeit weitere Schichten aus dem Meere niederschlugen, setzte der umgekehrte Vorgang allmählicher Zerstörung und Abtragung einer herausgehobenen und verwitterten Landoberfläche und Neuablagerung des Materials an anderer Stelle ein. Diese Vorgänge leiten schon zu den Ereignissen der Diluvialzeit über. Zweifelsfreie pliozäne Bildungen sind innerhalb des Bezirkes kaum bekannt geworden. LÖSCHER rechnet die alten Ruhrschotter am „Krausen Bäumchen" (bis 122 m) zum Pliozän.

Möglicherweise gehören auch die Bildungen weißer Quarzsande und Schotter mit dünnen tonigen Zwischenlagen, wie bei Schmitshaus (nördlich Heiligenhaus), Barmen, Isenbügel und bei Velbert, ferner die Lehme mit gebleichten Quarzitschottern (zwischen Schmiedestraße und Üllendahl) südlich Haßlinghausen als Reste einer alten Landoberfläche hierhin.

D. Die tektonischen Verhältnisse des Tertiärs im Ruhrbezirk.

Trotz der vielen Aufschlüsse im Tertiär sind die tektonischen Verhältnisse im rechtsrheinischen Teil des Bergbaugebietes in allen Einzelheiten noch nicht geklärt. Wie aus den Schacht- und Bohrlochaufschlüssen hervorgeht, sinkt die im allgemeinen ziemlich ebene Auflagerungsfläche des Tertiärs östlich des Rheins (infolge der mit dem Oligozän beginnenden Bildung der Niederrheinischen Bucht als Folgeerscheinung epirogener Bewegungen) nicht wie die der Kreide nach N, sondern nach W bzw. WNW zum Rheintalgraben ein, und zwar von etwa + 10 m auf rd. — 100 m. Daraus errechnet sich das Einfallen dieser Fläche, so z. B. im Felde von Westende, zu etwa 3,5°. An anderen Stellen beträgt die Neigung der im allgemeinen von N nach S streichenden Fläche nur rd. 1—2°. Das Oligozänmeer wird also bei seiner Transgression die durch nachkretazische Krustenbewegungen in ihrer Höhenlage veränderten Kreideschollen wieder eingeebnet vorgefunden haben. Auch die jüngsten Ablagerungen des Tertiärs (miozäne Dingdener Glimmertone) zeigen die in den älteren Schichten beobachtete Schrägstellung. Demgemäß kann die Kippung der Tertiärschichten erst nach dem Obermiozän eingetreten sein. Dieses ganze Schichtenpaket des Tertiärs ist nun etwa in ähnlicher Weise wie die Schichten des Zechsteins und Buntsandsteins und teilweise auch wie die der Kreide von N—S (rheinisch) bzw. NW—SO (herzynisch) streichenden Querstörungen durchsetzt, deren Verwerfungsausmaß naturgemäß hier weit geringer als in den älteren Schichten ist. Nur auf der linken Rheinseite haben auch die Tertiärsprünge eine große Verwurfshöhe.

Derartige posthume Bewegungen auf den alten Karbon-Kreidestörungen zeigen sich unter anderem am 4. westlichen Sprung (Zeche Westende), sowie am Thyssen-Westende-Sprung (zwischen Schacht IV und VII), wo die mitteloligozänen Septarientone um rd. 20 m abgesunken sind. Auch das durch Vertreter der Geologischen Landesanstalt im Rhein-Herne-Kanal beobachtete Abstoßen von Schichten des Emschers am Septarienton ist tektonisch zu deuten. Weiter liegt westlich der Schächte Beeckerwerth I/II (d. h. westlich der Kreidegrenze) Tertiär unmittelbar neben Zechstein und Trias.

Es erhebt sich die Frage, ob auch die Tertiärgrenze auf der rechten Rheinseite tektonisch bedingt ist. Ausweislich der bergbaulichen Aufschlüsse erstreckt sich diese Linie von Duisburg aus bis in das Feld der Zeche Neumühl einigermaßen parallel zum Rhein, um von dort etwa in ostnordöstlicher Richtung und von Sterkrade aus wieder ziemlich

nordsüdlich auf die Lippe zu verlaufen (s. Tafel II). Sie folgt also im allgemeinen nicht der Richtung der Quersprünge. Wieweit diese Erosionskante im einzelnen dennoch tektonisch mitbedingt ist, kann noch nicht gesagt werden. Auch noch weiter im N bleibt die vorherrschende Richtung der Tertiärgrenze die Nordsüdrichtung.

Im Gegensatz zu den in den Schichten der Kreide festgestellten Falten ist davon im Tertiär des Niederrheins nichts zu beobachten. Vielmehr überlagert das letztere mit flacherem Westeinfallen diskordant die Falten der Kreide, wobei seine Mächtigkeit im allgemeinen in Richtung auf den Rhein zu anwächst. Nur die bekannten oberoligozänen Ablagerungen des Doberges bei Bünde zeigen einen flachmuldenförmigen, zweifellos tektonisch bedingten Aufbau (s. Abb. 567).



Abb. 567. Oberoligozäne glaukonitführende Mergelbänke mit zahlreichen Kalkkonkretionen, in Muldenform abgelagert. Doberg bei Bünde. Aufn. Westf. Provinzial-Museum f. Naturkunde.

E. Epirogene Bewegungsvorgänge im Bereiche der Niederrheinischen Bucht.

Hinsichtlich der wechselvollen Geschichte der jungen Niederrheinischen Bucht als eines Teiles des weiteren Industriebezirkes ergibt sich unter anderem aus den Untersuchungen von v. Linstow, Wunstorf, Fliegel, Paeckelmann, Bentz und Breddin etwa folgendes (s. Abb. 12):

Zur Zeit des Mesozoikums besteht die Niederrheinische Bucht noch nicht und die Ablagerungen des Devons streichen ohne Unterbrechung von SW nach NO durch. Auch zu Beginn der Tertiärzeit liegt das Meer noch hoch im N der flach in dieser Richtung abfallenden „Rumpffläche" des gesamten Rheinischen Schiefergebirges. Ablagerungen des ältesten Tertiärmeeres (Paleozän und Eozän) sind daher im engeren Industriebezirk nicht zum Absatz gekommen (s. Abb. 12). Zu Beginn der Unteroligozänzeit transgrediert das Meer über ein in einer Zeit tektonischer Ruhe subaërisch eingeebnetes Gebirgsland, und zwar vorwiegend im Raume der in der Bildung begriffenen heutigen Kölner Bucht. Gegen Ende der Unteroligozänperiode zieht sich das Meer wieder zurück. In der mittleren Oligozänzeit dringt das Meer infolge weitreichender Senkung des nördlichen Teiles des Niederrheingebietes erneut nach S vor und lagert nach Absatz der „Walsumer Sande" und darauffolgender Vertiefung des Meeres eine bis 20 m mächtige „Tonmergelschicht" ab, die auf ein tiefes und ruhiges Meer hinweist. Nach Ablagerung der Basisschichten findet wieder eine Heraushebung des Gebietes etwa bis zur Linie Aachen—Düsseldorf statt. Im Anschluß an diese unruhigen Zeiten, d. h. am Ende des Mitteloligozäns, transgrediert das Meer wieder zu Beginn der oberoligozänen Zeit über das in langsamer, und wie Fliegel nachwies, in ungleichmäßiger Senkung begriffene Gebiet. Oberoligozäne Meeressande (über festländischen Verwitterungserzeug-

nissen) in Dolinen des altverkarsteten Massenkalkplateaus des Rheinischen Schiefergebirges zeigen die weite Verbreitung dieses Meeres im Schiefergebirge.

Gegen Ende des Oberoligozäns erfolgt ein Rückzug des Meeres. In den vom Meere freien Tiefgebieten kommt es bei feuchtwarmem Klima zur Bildung des fast das ganze Gebiet der Kölner Bucht erfüllenden Braunkohlensumpfmoores.

Hierbei handelt es sich entgegen der früheren Anschauung nicht um eine „limnische Bildung" im Innern des Kontinents, sondern um ein in unmittelbarer Nähe des Meeres, dessen Küste westöstlich verlief, entstandenes Torfmoor paralischer Natur. Wird doch, wie BREDDIN betont, das Flöz unmittelbar von unzweifelhaft im Meere gebildeten weißen Sanden unterlagert, die nach N und NW in die muschelreichen marinen Grünsande des Oberoligozäns übergehen.

Unter Bruchbildungen und Schollenverschiebungen setzt das Gebiet der gesamten Niederrheinischen Bucht seine Abwärtsbewegung als ein in Schollen aufgelöstes Grabengebiet fort, während seine Randteile langsam aufsteigen. Eine Zeit weitreichender Abtragung zerstört dann einen großen Teil der oligozänen Ablagerungen wieder. Gegen Schluß des Oligozäns setzen wieder Bewegungen teils epirogenetischer, teils orogenetischer Natur ein. Ihnen folgt im Miozän eine Zeit erneuter Senkung und Ablagerung. Im Mittelmiozän stößt das Meer weit über Venlo hinaus zum letzten Male nach S vor, ohne jedoch den südlichen Rand des oligozänen Meeres zu überschreiten, jedenfalls nicht im Bereich der Niederrheinischen Bucht. Dagegen wird durch Regressionsvorgänge zur Obermiozänzeit unser Gebiet wieder Festland, auf dem nun die Bildung terrestrischer Schichten einsetzt.

So entstehen in gewissen, von Meeresüberflutungen freien Seengebieten sogar wieder wenn auch geringmächtige, mittelmiozäne „Braunkohlenflöze" (z. B. bei Vohwinkel), deren wirtschaftliche Bedeutung jedoch sehr gering ist.

Die nun folgenden Zeiten des Obermiozäns und Pliozäns sind für den Industriebezirk Festlandszeiten. Infolge weiterer Heraushebung des Schiefergebirges bilden sich zum ersten Male Flüsse, wie der Rhein, die Maas und die Ruhr mit breiten Betten heraus, die sich tief in den im Aufsteigen begriffenen Gebirgsrumpf eingraben und aus dem mitgerissenen Verwitterungsschutt des alten Festlandes mächtige Deltas im Vorlande aufschütten. Die zu dieser Zeit entstandenen flachfächerförmigen Flußaufschüttungen, die auf einem durch tektonische Vorgänge bedingten, sinkenden Boden abgelagert wurden, erreichen auf der linken Seite (im Roertalgraben) eine Mächtigkeit bis zu 400 m. Dieses Ausmaß wird weiter nach N, im holländischen Zentralgraben, noch größer.

Ihre letzte Ausgestaltung erhält die Bucht durch Schollenbewegungen in der Diluvialzeit, wenn auch die Verwerfungen jener Zeit nicht die Ausmaße der älteren Verwerfungen besitzen.

F. Vulkanismus der Tertiärzeit.

Es bedarf kaum besonderer Erwähnung, daß auch vulkanische Erscheinungen nicht fehlen. Im ganzen Gebiet des Rheinischen Schiefergebirges kommt es an der Wende Oberoligozän-Miozän zu einer starken Entfaltung vulkanischer Kräfte, d. h. zu trachytischen, basaltischen und phonolithischen Ausbrüchen. Auf westfälischem Boden entstehen tertiäre Vulkane nördlich der Diemel und im Sauerlande.

Erstere stellen hauptsächlich Basalteruptionen dar. Nicht immer haben wir es mit echten, Vulkanberge aufbauenden Ausbrüchen zu tun, sondern auch mit Vulkanembryonen. Meist sind die ursprünglichen, an den Auswurfstellen gebildeten Aschenmäntel der Vulkankrater heute wieder verschwunden. Auch die im Krater erstarrten Laven sind größtenteils vollständig denudiert, nur gelegentlich ragen sie infolge ihrer großen Härte kuppenförmig aus der Umgebung heraus. Seltener finden sich Ausfüllungen von Spalten, deren basaltisches Magma das Nebengestein metamorphosiert hat.

Die bemerkenswertesten Basaltvorkommen des Ostens sind nach WEGNER die von Sandebeck (bei Horn) im Teutoburger Wald und vom Hüssenberg bei Eyssen (Borgentreich). Während der nördlichste deutsche Basaltaufschluß von Sandebeck ein „Basaltgang" ist, sehen wir in dem Hüssenberg „das Musterbeispiel eines gut aufgeschlossenen Vulkanberges mit vulkanischer Zentralstelle und innerem festem Basaltkern, umgeben von einem Mantel aus Auswurfsmaterial" (s. Tafel I). Reich an

eruptiven Vorkommen ist auch der Westerwald, dessen Vulkanberge jedoch meist zerstört sind.

Einige wenige Basaltvulkane treten auch im Siegerlande auf, und zwar sind als nördlichste Vorkommen die von Plettenberg und Hevel bei Herscheid anzusehen. Mit der Tertiärzeit schließen die vulkanischen Bildungen ab.

Für die Annahme, daß auch während der Diluvialzeit in Westfalen (wie in der Eifel) Ausbrüche stattgefunden haben, liegen keine Beweise vor. Nachklänge der früheren vulkanischen Tätigkeit zur Tertiärzeit finden sich in unserem Gebiet in den Vorkommen von Kohlensäure, die entweder als Gas (wie in Pyrmont) oder, mit Grundwasser vereinigt, in Form gewöhnlicher Quellen oder mit den heilkräftigen Solquellen zutage steigt.

XV. Abschnitt.

Die Quartärablagerungen des Niederrheinisch-Westfälischen Industriegebietes.

Von Professor Dr. Hans Breddin-Aachen.

Die Quartärperiode, der jüngste große Zeitabschnitt der Erdgeschichte, reicht von der Tertiärzeit bis in die Gegenwart. Ihr wichtigster Teil ist das Diluvium, die Periode der Eiszeiten. An diese schließt sich die Nacheiszeit oder Alluvialzeit an, die die letzten 15—20000 Jahre umfaßt und in der wir heute noch stehen. Der eigentlichen Eiszeitperiode voran ging der ältere Abschnitt des Quartärs, der wahrscheinlich große Zeiträume umfaßt, über die wir jedoch nur wenig unterrichtet sind. Es ergibt sich somit zeitlich eine Dreiteilung des Quartärs in:

die Nacheiszeit oder Alluvialperiode,
die Diluvialzeit (Zeit der Vereisungen) und
die ältere Quartärzeit.

Die Ablagerungen der Quartärzeit bilden im Gegensatz zu denen der älteren Formationen, die Mächtigkeiten von Hunderten oder gar Tausenden von Metern erreichen, nur eine dünne, gewöhnlich wenige Dezimeter oder Meter starke Kruste über den älteren Gesteinsfolgen. Ihrer Entstehung nach lassen sie sich in drei Gruppen einteilen:

Flußablagerungen: Schotter, Sande und Lehme, vor allem in den Tälern und an deren Hängen,

Eisablagerungen: Grund-, End- und Stauchmoränen, sowie fluvioglaziale Bildungen des skandinavischen Inlandeises,

Windablagerungen: Flugsand und Flugstaub (Löß), die den größten Teil der Oberfläche des Gebietes einnehmen und damit für die Bodenbildung und die Vegetationsdecke bestimmend sind.

In die Quartärperiode, vor allem ihren älteren Abschnitt, fällt ferner die Herausbildung der heutigen Landschaft mit ihren Tälern und Höhen.

A. Die quartäre Hebung und Abtragung.

Das Niederrheinisch-Westfälische Industriegebiet gehört drei verschiedenen natürlichen Landschaftsgebieten an, dem nördlichsten Teil des Rheinischen Schiefergebirges, dem Münsterschen Flachland und der Niederrheinischen Bucht. Der Unterschied zwischen Flachland und Gebirgsland beruht darauf, daß hier hartes Felsgestein, dort aber lockeres Sediment den Untergrund bildet, das der Abtragung einen ungleich geringeren Widerstand entgegengesetzt hat.

Der Landschaft des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges gibt der Gegensatz zwischen der Gebirgshochfläche und den tief in sie eingeschnittenen Tälern das bezeichnende Gepräge. In größerer Ausdehnung ist die Hochfläche namentlich bei Velbert sowie südlich Wuppertal und Hagen erhalten geblieben. Entstanden sind die Hochflächen vorwiegend am Ende der Jungtertiärzeit, während einer langen Periode tektonischer Ruhe, die ausgedehnte flächenhafte Einebnungen mit sich brachte. Als dann im

Laufe der Quartärzeit das Land in die Höhe stieg, schnitten sich die Bäche und Flüsse der Aufwärtsbewegung entsprechend in die ehedem einheitliche Hochfläche ein und zerlegten sie im Laufe der Zeit in einzelne Teilflächen, die nun durch tiefe Täler voneinander getrennt sind. Auf diese Weise erhielt das Rheinische Schiefergebirge im S des Industriegebietes seinen gebirgigen Charakter, was uns das Recht gibt, von einer „quartären Gebirgsbildung" zu sprechen.

Die quartäre Heraushebung nimmt vom Industriegebiet nach SO beständig zu, nach NW dagegen ab, um in Holland und den deutschen Küstengebieten der Nordsee einer Senkung Platz zu machen. Diese pultartige Schrägstellung Westdeutschlands mit nordwestlicher Neigung geht nach den markscheiderischen Ergebnissen von Weissner auch heute noch weiter. Das Ausmaß der gegenwärtigen Aufwärtsbewegung gegenüber dem Meeresspiegel wird jedoch nirgendwo im Rheinischen Schiefergebirge den Betrag von $^1/_2$—1 mm im Jahre übersteigen, meist jedoch beträchtlich geringer sein.

Da die Abtragung, die mit der Heraushebung Schritt zu halten bestrebt war, an den leicht zerfallenden Schiefertonen des Steinkohlengebirges einen erheblich geringeren Widerstand fand als an den harten Werksandsteinbänken, treten deren Ausstriche im Gelände gewöhnlich als schmale nordöstlich verlaufende Bergrücken hervor. So entstand die eigenartige kleinhügelige Landschaft im S des Ruhrtales zwischen Essen und Bochum auf der einen, Wuppertal und Hagen auf der anderen Seite, die nördlich der Ruhr im Höhengebiet des Ardey bei Witten ihre Fortsetzung findet.

Anders als im Gebiet der harten Devon- und Karbonschichten verlief die quartäre Abtragung im Münsterschen Flachlande. In den weichen mergeligen Gesteinen der Kreideformation, die hier den Untergrund bilden, konnte sie viel rascher fortschreiten und sich längs der Bäche und Flüsse über große Flächen nach den Seiten ausdehnen. Etwas widerstandsfähiger als die Mergel erwiesen sich die reinen Sande der Oberkreide („Halterner Sande"), die in der Haard, den Borkenbergen und der Hohen Mark bei Haltern kleine „Sandgebirge" zusammensetzen. Da diese Sande sehr durchlässig sind, versickert in ihnen fast der gesamte Niederschlag, soweit er nicht verdunstet oder von der Pflanzenwelt verbraucht wird. Infolgedessen kann nur wenig Wasser oberflächlich abfließen und Sandmaterial fortschwemmen; die Abtragung bleibt daher gering. Auch die Einlagerungen härterer Kalksteine, die sich in der westfälischen Oberkreide gelegentlich vorfinden, vermochten der Abtragung besser zu widerstehen. So bilden helle Mergelkalke den Höhenrücken des Haarstranges, sowie das Plateau der Baumberge bei Coesfeld, Sandmergel mit festen Sandkalkbänken den vestischen Höhenrücken, der sich von Datteln über Recklinghausen und Buer nach Gladbeck hinzieht. In den höchsten Teilen der Haard, der Hohen Mark und der Baumberge sind wahrscheinlich noch Reste der jungtertiären Fastebene erhalten.

Wiederum anders geartet war die durch die quartäre Hebung ausgelöste Abtragung im Gebiete des niederrheinischen Flachlandes. In den weichen Sanden und Feinsanden des Tetiärs konnte sich der Rhein leicht über weite Gebiete ausbreiten und durch Seitenerosion große Mengen von Material flächenhaft fortschwemmen. Die morphologische Gestaltung der Niederrheinischen Bucht ist somit ganz überwiegend ein Werk des quartären Rheinstromes.

B. Die Flußterrassen.

Das Einschneiden der Flüsse von der Höhe der ehemaligen jungtertiären Landoberfläche bis zu ihren heutigen Betten ist nicht in einem Zuge vor sich gegangen. Schotterablagerungen, die man in verschiedener Höhe über den Tälern vorfindet, deuten vielmehr darauf hin, daß die Tiefenerosion mehrmals durch Zeiten unterbrochen wurde, während denen der Fluß sein Bett wieder bis zu einer gewissen Höhe zufüllte, um später sein Einschneiden in die Tiefe erneut fortzusetzen. Man bezeichnet die höher liegenden, vielfach schotterbedeckten Reste ehemaliger Flußbetten zu Seiten der heutigen Täler als „Flußterrassen" oder „Talstufen".

1. Die Flußterrassen der Ruhr.

Beiderseits des Ruhrtales finden sich in verschiedener Höhe kleinere oder größere Ebenen, auf denen sich unter einer Lößlehmkruste Flußschotter vorfinden. Die Decke fruchtbaren Lehms bringt es mit sich, daß diese Terrassen beiderseits des Tales meist von Äckern und Siedlungen bedeckt sind. Es handelt sich um Reste alter Talböden der Ruhr, die von der Abtragung verschont geblieben sind.

Da die einzelnen Talstufen immer wieder in annähernd gleichen Höhen über dem Flußtal auftreten, lassen sie sich zu durchgehenden Schotterbetten verbinden. In geringer Höhe über der heutigen Talsohle (10—18 m) findet man an vielen Stellen Reste der unteren Mittelterrasse. Eine starke Decke von Lößlehm, der oft stark mit Gehängeschutt durchsetzt ist und 5—10 m Stärke erreichen kann, läßt die unterlagernden Schotter nur selten an die Oberfläche treten. Etwa 30—35 m über der Talaue treten an einzelnen Stellen wenig ausgedehnte Reste der oberen Mittelterrasse auf. 10—20 m höher, 40—45 m über der Talaue, folgen dann die viel ausgedehnteren, ebenfalls lehmbedeckten Ebenheiten der Hauptterrasse, die oft eine Breite von 500—1000 m zu Seiten des Tales erreichen. Die Hauptterrasse ist bei weitem die wichtigste Talstufe des Ruhrgebietes und infolge ihrer meist bedeutenden Ausdehnung überall leicht wieder zu erkennen. Abwärts von Kettwig geht sie

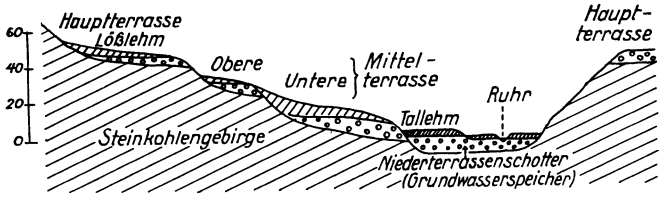


Abb. 568. Schematischer Schnitt durch das Tal und die tieferen Terrassen der Ruhr.

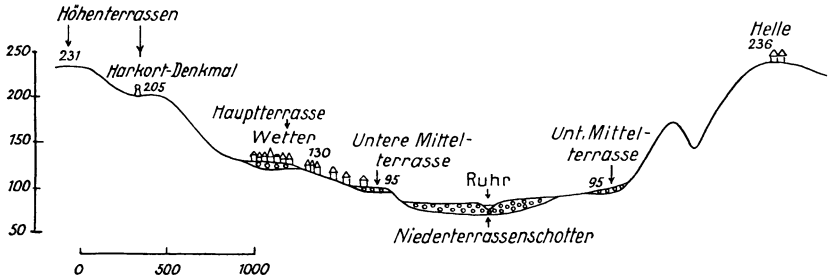


Abb. 569. Querschnitt durch das Ruhrtal bei Wetter mit seinen Terrassen.

in die Hauptterrasse des Rheins über. Oberhalb der Hauptterrasse folgen noch sechs weitere, weniger ausgedehnte Talstufen, von denen die unterste als Oberstufe der Hauptterrasse gilt, während die übrigen unter dem Namen „Höhenterrassen" zusammengefaßt werden. Die höchste Höhenterrasse ist nur wenig in die jungtertiäre Hochfläche des Gebirges eingetieft.

Im Gebiet der weichen Schiefertone des Flözleeren zwischen Fröndenberg, Schwerte und Vorhalle bei Hagen erreichen Tal und Terrassen beträchtliche Breite (Abb. 570). Zwischen Wetter und Witten dagegen, wo das Tal die sandsteinreichen Magerkohlenpartie durchbricht, sind die Terrassen nur in Form schmaler Leisten am Gehänge ausgebildet (s. Abb. 569).

Abwärts Witten greifen Ruhrschotter weit nach N aus. Sie setzen die ausgedehnte Hochfläche zwischen Bochum und Kastrop zusammen, die nach N ziemlich steil zur Emscherniederung abfällt. Unter dem mächtigen Lößlehm, der die oberste Decke bildet, trifft man zunächst auf 5—10 m mächtige bunte Schotter, unter denen Mergel der oberen Kreide folgen. Die widerstandsfähige Schotterdecke hat die Abtragung hintangehalten und dadurch zur Herausbildung des auffallenden Hochplateaus von Kastrop geführt.

Die Schotter der Kastroper Höhen, die durchweg eine Höhenlage von 110—120 m über NN einhalten, bilden die Fortsetzung der Oberstufe der Hauptterrasse des Ruhrengtales. Die Ruhr hat bei Witten zeitweise ihr normales im Felsgebirge eingetieftes

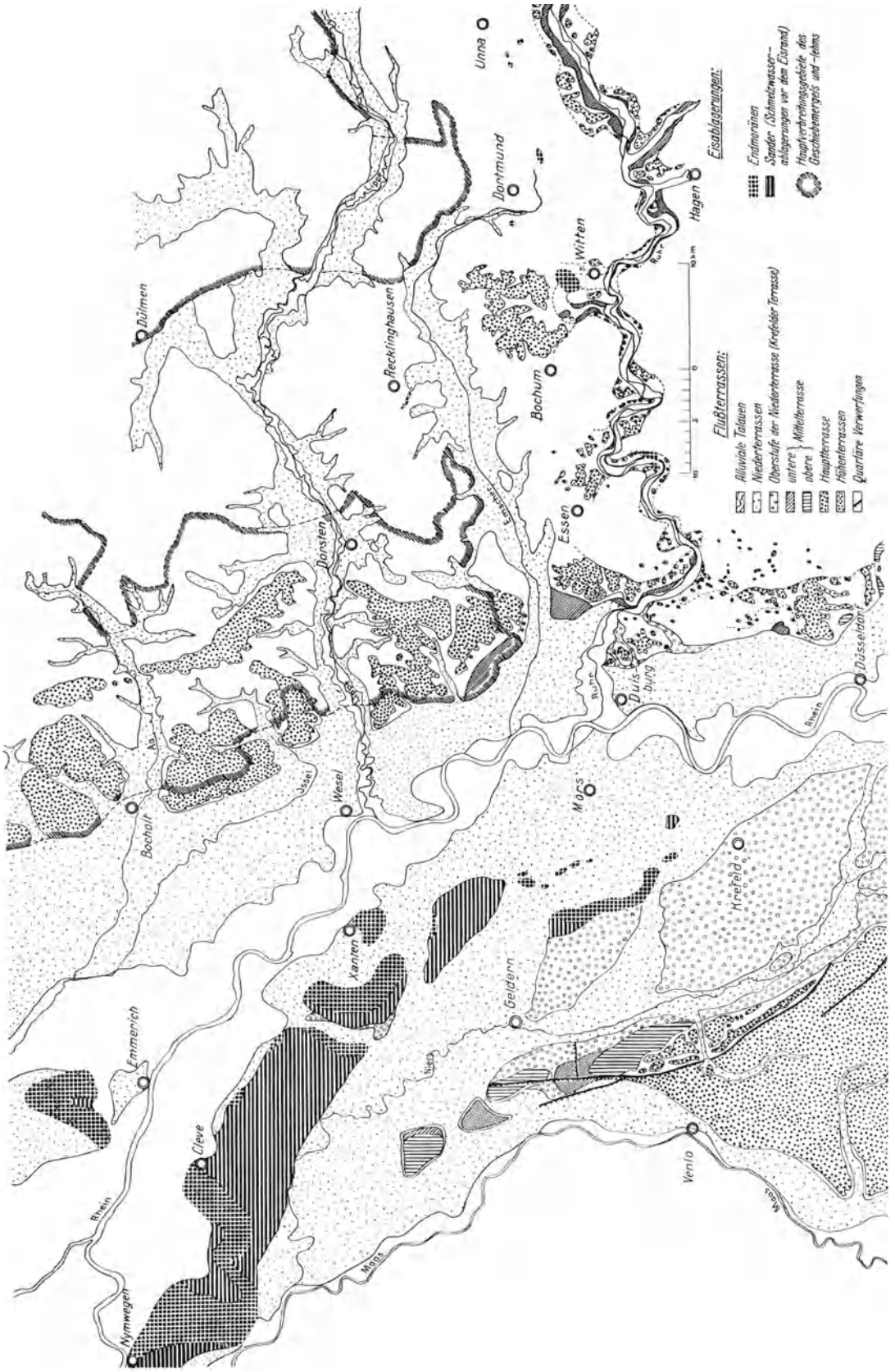


Abb. 570. Übersichtskarte der quartären Fluß- und Eisablagerungen des niederrheinisch-westfälischen Industriebezirkes.

Tal verlassen und im Gebiete der weichen Kreideablagerungen einen gewaltigen Schotterfächer abgelagert. Das heutige Emschertal war zu dieser Zeit noch nicht vorhanden. Ob die Wässer damals weiter nach W durch das Flachland abgeströmt sind, um etwa bei Steele wieder in das Gebiet des heutigen Ruhrtales zurückzukehren, oder gar nördlich an Essen vorbei unmittelbar das Rheintal zu erreichen, ist nicht bekannt.

Auch die untere Mittelterrasse der Ruhr biegt, wie H. G. STEINMANN nachgewiesen hat, bei Witten in einer großen Schleife weit nach N aus. Über Langendreerholz verlief das Tal damals im Bogen über Langendreer, Laer, Haus Heven, um bei Heven sich wieder mit dem heutigen zu vereinigen (Abb. 570). Später hat das nordische Inlandeis bei Langendreerholz eine mächtige Endmoräne aufgeschüttet, die der Ruhr den Weg nach N verlegte und sie zwang, sich zwischen Witten und Herbede ein neues Bett zu graben.

Ähnlich wie bei Witten, greift auch bei Steele die Hauptterrasse mit ihren Schottern weit nach N ins Kreidegebiet hinein aus (Abb. 570). Ruhrschotter krönen die merkwürdig steilen Kuppen des Mechtenberges bei Kray, des Salkenberges und des Hallo bei Essen-Stoppenberg. Sie gehören der gleichen Talstufe an wie die Schotter der Höhen von Kastrop (Oberstufe der Hauptterrasse). Möglicherweise haben beide Vorkommen einst über Wattenscheid und Gelsenkirchen miteinander in Verbindung gestanden.

Mit dem Eintritt in das Gebiet der weichen Kreideablagerungen bei Mülheim dehnen sich die Ruhrterrassen stark in die Breite. Auf der weiten, dick mit Löß überdeckten Hochfläche zwischen Borbeck und Heißen erreichen die Schotter der Ruhrhauptterrasse bis zu 10 m Stärke. Nördlich des Emschertales ist die Hauptterrasse in den großen Kies- und Formsandgruben bei Bottrop und Osterfeld aufgeschlossen (Abb. 570). Hier ist jedoch der Ruhrschotter bereits stark mit Rheinmaterial vermischt.

Das heutige Tal der Ruhr ist durchweg 6—10 m hoch mit Schottern ausgefüllt. Diese Talkiese (Niederterrassenschotter) sind während der letzten Eiszeit vom Flusse aufgeschüttet worden. Vor der letzten Eiszeit floß die Ruhr 6—8 m tiefer, nach ihr aber mehrere Meter höher als heute. Seit dem Ende der letzten Eiszeit hat sie sich allmählich auf ihren heutigen Stand eingeschnitten, wobei sie einen großen Teil der im Verlaufe der Eiszeit aufgeschütteten Niederterrassenschotter wieder entfernte. Die ehemalige Oberfläche der Niederterrasse ist nur abwärts Mülheim noch in größerer Ausdehnung erhalten. Bei Styrum liegt sie etwa 5 m über der Talaue.

Überdeckt werden die Talkiese fast überall durch eine 1—2 m mächtige Decke von Lehm (Tallehm), der auf den höheren Flächen Ackerbau, auf den tieferen aber nur Wiesenkultur zuläßt.

Die Talkiese des Ruhrtales bilden einen ausgedehnten Grundwasserspeicher, der in großem Umfange für die Wasserversorgung des Industriegebietes nutzbar gemacht wird.

2. Die Terrassen des Rheins.

Sehr viel ausgedehnter als die der Ruhr sind die Flußterrassen des Rheines. Sie werden in großem Umfange zur Kiesgewinnung ausgebeutet. Die drei tiefsten Stufen bilden zusammen ein gewaltiges Grundwasserbecken, das die Wasserversorgung weiter Gebiete sicherstellt.

Den Rheinstrom begleitet zu beiden Seiten eine 15—20 km breite Ebene, die von zahlreichen alten Strom- und Hochflutrinnen durchzogen wird. Unter einer meist 1—3 m starken Decke von Lehm oder Sand trifft man überall auf groben Kies von durchweg recht frischer Beschaffenheit. Diese Talebene, die sog. Niederterrasse, hat der Strom während des zweiten Stadiums der letzten Eiszeit aufgeschüttet. Seitdem hat er sich wieder in die Schotter eingegraben, und zwar bei Duisburg um 9—10 m, so daß heute selbst die größten Hochfluten die Niederterrasse nicht mehr überschwemmen können.

Die Schotterdecke beiderseits des Rheintales erreicht eine Mächtigkeit von 20—30 m. Über den Schottern liegt vielfach, meist mit scharfer Grenze gegen sie abgesetzt, eine 1—3 m mächtige Decke mittelkörniger Sande, die ehedem wohl den größten Teil des Rheintales als geschlossene Sandschicht bedeckt hat und sich auch im südlichen Teil

der niederrheinischen Bucht in ähnlicher Weise wiederfindet. Größere Ausdehnung erreichen diese „Decksande der Niederterrasse“ in der Umgebung von Mörs, wo sie nicht selten zu Dünen aufgeweht sind. Breite Flächen nehmen sie auch in Oberhausen und Hamborn, sowie am Ostrande des Rheintales zwischen Duisburg und Ratingen ein.

Die alluvialen Hochflutschlicke, -lehme und -feinsande des Rheines sind meist in die Niederterrassenablagerungen eingetieft, infolgedessen überlagern sie bald den Decksand, bald die Schotter. Die beiderseits des Stromes bis etwa 4—5 m über Mittelwasser sich erhebenden Flächen faßt man unter der Bezeichnung „Alluvialebene“ (auch „Inselterrasse“) zusammen. Sie stellen nichts anderes als das natürliche Hochflutbett des Stromes dar. Die Alluvialebene ist bei Duisburg nur etwa 3 km breit, erweitert sich indessen abwärts von Wesel auf 7—8 km und mehr. Sie ist im unteren Niederrheingebiet zum größten Teil bereits mit kalkhaltigen ton- und humusreichen Schlicken bedeckt, die ausgezeichnete Fettweideböden bilden und weiter stromabwärts in die fruchtbaren Marschen Hollands übergehen.

Ein 3—4 m hoher, geradlinig verlaufender Geländeabfall trennt zwischen Neuß, Krefeld und Hüls die Niederterrasse von einer höheren, fast tischebenen Fläche, die sich westlich Krefeld weithin ausdehnt und weiter nördlich in den Ebenheiten von Nieukerk-

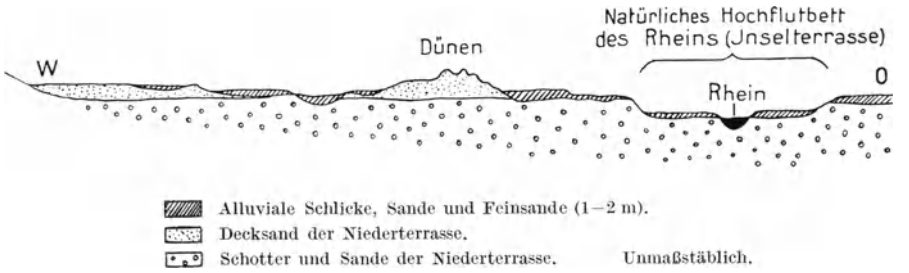


Abb. 571. Schematischer Schnitt durch die Deckbildungen der Niederterrasse der Gegend von Duisburg und Mörs.

Aldekerk ihre Fortsetzung findet (Abb. 570). Die Schotter dieser Talstufe, der Krefelder Terrasse, sind in großer Gleichmäßigkeit von 1—2 m starkem Lößlehm bedeckt, der in der Nähe der Ränder gegen die Niederterrasse in Sandlöß und Flugsand übergeht. Die Mächtigkeit der Schotter übersteigt stellenweise 35 m. Da die Bildung dieser Terrasse wahrscheinlich in das erste Stadium der letzten Eiszeit fällt, ist es zweckmäßig, sie als Alt- oder Oberstufe der Niederterrasse zu bezeichnen. Was Mächtigkeit und Ausdehnung der Schotterdecke angeht, dürfte diese Altstufe die eigentliche Niederterrasse ehedem weit übertroffen haben.

Die nächsthöhere, d. h. nächstältere Talstufe, die der unteren Mittelterrasse, ist zwischen Sterkrade und Dinslaken in einer ausgedehnten Fläche erhalten geblieben. Sie ist hier von einer zum Teil recht mächtigen Decke von Geschiebemergel und -lehm überlagert, muß also schon vor dem Eindringen des nordischen Inlandeises aufgeschüttet worden sein. Die Schotter reichen bis etwa 8 m über die höchsten Teile der Niederterrasse und sind in Bohrungen bei Holten in etwa 20 m Mächtigkeit angetroffen worden.

Der oberen Mittelterrasse gehört eine Reihe kleiner Schotterflächen in Sterkrade an, die etwa 20 m über der Niederterrasse liegen. Auch im übrigen Niederrheingebiet ist die Ausdehnung dieser Talstufe nur beschränkt.

Sehr große Ausdehnung besitzen beiderseits des Rheintales dagegen die Schotterflächen der Hauptterrasse. Es handelt sich durchweg um helle Schotter, die reich an Milchquarz sind und gegen die holländische Grenze allmählich noch heller und quarzreicher werden. Von den bunten Schottern der beiden Niederterrassen sind sie dadurch recht verschieden.

Hauptterrassenschotter bilden die Hochflächen des Duisburger und Mülheimer Stadtwaldes. Jenseits von Ruhr und Emscher setzen sie die Kieshochfläche von Osterfeld, Bottrop und Sterkrade zusammen, wo sie in ausgedehnten Gruben abgebaut werden. Große Ausdehnung erreicht die Hauptterrasse in den weiten Heidegebieten, die sich

von hier aus nach N bis ans Lippetal erstrecken, doch sind die Schotter hier großenteils unter Geschiebelehm und Decksand verborgen. Nach O reichen sie bis in die Nähe von Dorsten, wo sie in einer großen Kiesgrube gewonnen werden.

Nördlich der Lippe gewinnt die Geschiebelehm- und Sanddecke noch größere Bedeutung. Gleichzeitig wird der Abstand zwischen den Kieshochflächen und den Tälern immer geringer, so daß das Hauptterrassengebiet, das sich östlich des Rheintales beinahe 20 km weit ausdehnt, mehr und mehr den Charakter einer Ebene statt einer zertalten Hochfläche gewinnt. Der Steilabfall zur Rheinniederterrasse läßt sich jedoch noch bis zur Reichsgrenze deutlich verfolgen. Die Kiesflächen im Ostteil des Gebietes, bei Holsterhausen, Erle, Raesfeld, Westerborken und Großburlo gehören, da sie etwa 5 m höher liegen als die eigentliche Hauptterrasse und von dieser deutlich abgesetzt sind, wahrscheinlich der Oberstufe der Hauptterrasse an und würden somit den Kastroper Schottern gleichaltrig sein.

Die oberhalb der Hauptterrasse folgende Gruppe der Höhenterrassen ist nur in der Gegend von Kettwig und Mettmann deutlich ausgebildet. Von den 5 Talstufen dieser Terrassengruppe sind nur kleine Kiesreste erhalten (vgl. die Tabelle auf S. 488).

	Höhenlage der Oberfläche der Hauptterrasse in m ü. NN	Höhenlage der Niederterrasse in m ü. NN	Differenz zwischen Haupt- und Niederterrasse in m
ö. Düsseldorf .	120	40	80
Sterkrade, Osterfeld . .	80	33	47
östl. Wesel . .	60	25	35
Reichsgrenze b. Bocholt .	42	29	22

Während die untere Mittel- und beide Niederterrassen nur wenig mehr nach N abfallen als der Strom selbst, sinkt die Oberfläche der Hauptterrasse sehr viel stärker nach N ab, so daß ihr Abstand von der Niederterrasse an der Reichsgrenze bei Bocholt schließlich nur noch wenig mehr als 20 m beträgt. Vorstehende Tabelle läßt dies erkennen.

Diese ausgesprochene Schräglage der Hauptterrasse beruht auf der seit ihrer Ablagerung vor sich gegangenen pultartigen tektonischen Schrägstellung des nördlichen Rheinlandes mit Neigung nach NW. Im Gegensatz zum linksrheinischen Gebiet ist jedoch die Hauptterrasse östlich des Rheintales ebenso wie die der Ruhr von Verwerfungen nicht betroffen worden.

Links des Rheines nehmen die Schotter der vereinigten Maas- und Rheinhauptterrasse ein riesiges Dreieck ein, dessen drei Ecken die Städte Bonn, Maastricht und Straelen bei Geldern bilden. Auch hier ist die gleiche tektonische Schrägstellung mit Neigung nach NW festzustellen wie rechts des Stromes. Außerdem ist die Hauptterrassenplatte durch eine Reihe von Verwerfungen, die im Gelände als langhinstreichende geradlinige Abfälle leicht zu erkennen sind, in eine Anzahl von Schollen zerstückelt. Im Nordteil des Gebietes ist die bedeutendste quartäre Verwerfung diejenige, die den Höhenrücken von Viersen-Straelen nach W gegen das tektonische Tiefgebiet des Venloer Grabens begrenzt. Die Oberfläche der Hauptterrasse ist hier um 10—25 m abgesunken. Das Absinken der Tiefscholle des Venloer Grabens gegen die östlich gelegene Hochscholle von Viersen-Geldern-Krefeld hat bis in die jüngste Vergangenheit angedauert, wie die innerhalb des Grabengebietes gelegenen tektonischen Stauseen des Nette- und Schwalmtales beweisen, und setzt sich mutmaßlich in der Gegenwart noch fort.

3. Quartäre Flußaufschüttungen von Emscher und Lippe.

Im Gegensatz zum Rhein und zur Ruhr bestehen die Ablagerungen der beiden Flachlandflüsse Emscher und Lippe nur aus Lehmen und Sanden, die der Abtragung gegenüber wenig widerstandsfähig sind. Außerhalb des gegenwärtigen Tales sind Ablagerungen dieser Flüsse daher nur an ganz wenigen Stellen erhalten geblieben.

Die Niederterrasse der Emscher besteht aus mittelkörnigen Sanden („Talsanden"), die 8—12, gelegentlich auch bis 15 m mächtig werden. Von Osterfeld aufwärts

bis in die Gegend von Dortmund, wo das Tal innerhalb des Ausstrichs der weichen Mergel des „Emscher" verläuft, ist die Talniederung stark in die Breite ausgedehnt (3—6 km). Die Talsandflächen ziehen sich oft weit in die Nebentälchen hinein (vgl. Abb. 570). Auf große Flächen sind sie von einer 1—2 m starken Kruste dunkelbraunen fetten humosen Lehms überkleidet. Die Sande sind in ihrem unteren Teil überall von Grundwasser erfüllt und stellen dann ausgesprochene Fließsande dar. Man hat sie gewöhnlich mit Hilfe von Senkschächten durchteuft. Bemerkenswert ist, daß sich zwischen die Talsande und den festen Emschermergel stellenweise noch Geschiebemergel, vereinzelt sogar grober Glazialkies einschaltet, der beim Schachtabteufen in einem Falle zu einem unangenehmen Hindernis geworden ist.

Ebenso wie die kiesige Niederterrasse des Rheins ist auch der Talsand der Emscher und ihrer Nebenbäche während der letzten Eiszeit aufgeschüttet worden. Daß die Aufschüttung sich bei dem kleinen Flüßchen derart in die Breite ausdehnte, liegt lediglich daran, daß infolge der geringen Widerstandsfähigkeit des Emschermergels gegen die Abtragung das Relief im Gebiet des Tales stets ein sehr flaches gewesen ist. Oberhalb Barop, wo die Emscher zwischen den etwas härteren Schichten der älteren Oberkreide

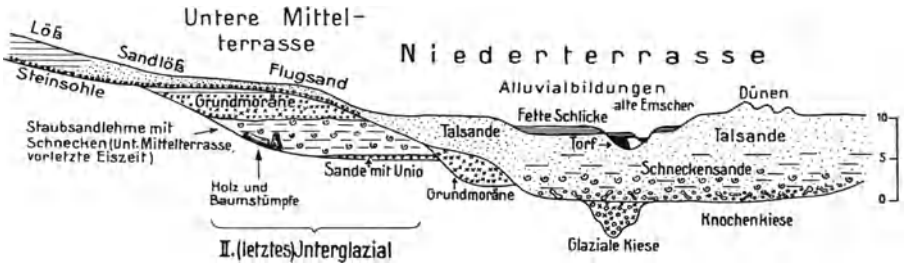


Abb. 572. Schematischer Schnitt durch die Quartärablagerungen des Emschertales in der Gegend nördlich von Essen.

oder gar innerhalb des Steinkohlengebirges fließt, hat das Tal nur die unbedeutende Ausdehnung, die ihm der Wasserführung des Flüßchens nach eigentlich zukommt.

Durch den Bau des Rhein-Hernekanals, in neuerer Zeit auch durch die Anlage einer Reihe von Zechenhäfen an diesem, ist die Niederterrasse der Emscher in großem Umfange aufgeschlossen worden. Dabei hat man im unteren Teil der Sande an zahlreichen Stellen Knochen, Schädel und große Skelette eiszeitlicher Säugetiere, vor allem des Mammuts, gefunden. Die meisten Knochen fanden sich in feinkiesigen Schichten an der Basis der Sande, in denen auch nordisches Material, verschwemmte Kreideversteinerungen, sowie Pflanzenreste und Schneckenschalen häufig waren. Über diesen „Knochenkiesen" folgten meist graue kalkhaltige Sande, die reichlich Schnecken, aber weniger Knochenreste führten („Schneckensande"). Den oberen Teil der Aufschüttung setzen helle, kalkfreie Sande zusammen, die im allgemeinen frei von Knochen und Schnecken sind.

In die Talsande eingetieft fanden sich ferner an vielen Stellen alluviale Waldtorfe, reich an Schnecken, oft mit ganzen Baumstämmen, untergeordnet auch alluviale Sande, die an einigen Stellen menschliche Skelettreste geliefert haben.

Die untere Mittelterrasse der Emscher war vor einigen Jahren beim Bau des Essener Hafens aufgeschlossen. Sie bestand hier aus bis 6 m mächtigen grauen staubsandigen Lehmen, die Lagen von Sanden und Feinsanden enthielten (Abb. 572). Die Lehme führten eine Schneckenfauna, die der des Lößes ähnelt. An der Basis der Ablagerung, unmittelbar über der Kreide, fanden sich stellenweise geringmächtige Sande mit Flußmuscheln *(Unio batavus)* sowie Holzmoder mit Eibe und Weißtanne. Das ganze wurde von bis 3 m mächtiger Grundmoräne mit zahlreichen nordischen Blöcken überlagert. Der Fauna und Flora nach handelt es sich bei den Basisschichten um Ablagerungen einer warmen Interglazialzeit (der vorletzten), bei den Terrassenlehmen aber um eine Bildung kalten Klimas [Beginn der vorletzten (Saale-) Eiszeit].

Morphologisch ist die untere Mittelterrasse der Emscher im Gebiet von Gelsenkirchen und Herne als eine wenige Meter über der Niederterrasse folgende weite Verebung kenntlich.

Die obere Mittelterrasse der Emscher ist in den letzten Jahren nur an einer Stelle aufgeschlossen gewesen, und zwar im Ostteil der Stadt Bottrop. In 20 m Höhe über dem Tale findet man hier in zwei Ziegeleigruben blaugraue, lehmige Staubsande von Lößlehmcharakter mit eingelagerten Sand- und Feinsandschichten, gelegentlich sogar feinen Geröllagen aufgeschlossen. Die Lehme enthalten eine Schneckenfauna, die der des Löß ähnelt. Die Mächtigkeit der Ablagerung mag gegen 10 m betragen; im Charakter entspricht sie der unteren Mittelterrasse des Essener Hafens.

Die Niederterrasse der Lippe besteht ähnlich wie die der Emscher aus einer 10—15 m mächtigen Aufschüttung mittel- und grobkörniger Sande, die im Gegensatz zum Emschertal häufig Lagen feiner Kiese enthält. Auch in den Lippetalsanden sind Reste eiszeitlicher Säugetiere nicht selten gefunden worden. In der Nacheiszeit hat sich die Lippe, ähnlich wie der Rhein, in ihre eiszeitlichen Talaufschüttungen stark eingetieft, und zwar um etwa 7—8 m. Ihr natürliches Hochflutbett, das durch verlassene Rinnen und Altläufe gekennzeichnet ist, ist mit feinen Hochflutsanden, stellenweise auch mit fetten humosen Lehmen überkleidet.

Ältere Sandterrassen der Lippe sind bisher nicht bekannt geworden. Wohl lassen sich abwärts von Datteln, wo der Fluß in das Gebiet der senonen Sande eintritt, eine ganze Reihe älterer Talstufen als Geländeabsätze erkennen. Die (morphologische) Hauptterrasse der Lippe liegt westlich Haltern (St. Annaberg) in 70—75 m über NN, also etwa 30 m über der Niederterrasse. Am Abfall zur Haard und zur Hohen Mark sind auch noch über der Hauptterrasse eine Reihe von Talstufen deutlich zu erkennen, die zur Gruppe der Höhenterrasse gehören; auch die beiden Mittelterrassen sind hier (als Geländestufen) gut ausgebildet.

Einen Überblick über die Flußterrassen an Ruhr, Rhein, Emscher und Lippe, die wichtigsten Vorkommen, ihre Mächtigkeit und ihre Höhenlage über der Niederterrasse gibt die nachstehende Tabelle.

Tabelle 44. Übersicht der quartären Flußterrassen des Industriegebietes.

Name der Terrasse	Rheingebiet bei Duisburg: Höhe über NN in m	Rheingebiet bei Duisburg: Höhe über der Niederterrasse in m	Rheingebiet bei Duisburg: Schottermächtigkeit in m	Im Ruhrtal abwärts Herdecke: Höhe über der Talaue in m	Im Ruhrtal abwärts Herdecke: Schottermächtigkeit in m	Im Emschergebiet: Höhe ü. d. Niederterrasse in m	Im Emschergebiet: Mächtigkeit in m	Im Lippegebiet abw. Datteln: Höhe über der Niederterrasse in m
Höhenterrassengruppe: Mettmannterrasse	180	145	jeweils nur wenige Meter	130—140	nur einzelne Schotterreste (meist morphologische Talstufen)	weder als Ablagerungen noch morphologisch erhalten		nur morphologische Talstufen
Höhenterrassengruppe: Hombergterrasse	155	120		110—120				
Höhenterrassengruppe: Obere Höselterrasse	140	105		95—100				
Höhenterrassengruppe: Untere Höselterrasse	130	95		80—85				
Höhenterrassengruppe: Drüfelterrasse	115	80		65—70				
Oberstufe der Hauptterrasse	—	—	—	55—60	10			40
Hauptterrasse	80—90	45—55	10—20	40—45	3—8			30—35
Obere Mittelterrasse	65—70	30—35	>20	30—35	>20	20	10 (Bottrop)	20
Untere Mittelterrasse	45	11	>20	12—18	> 8	5—10	6 (Essener Hafen)	10
Alt- oder Oberstufe der Niederterrasse (Krefelder Terrasse)	38	4	20—35	—	6—10		8—12	— 10
Niederterrasse	34	—	10—20 (?)	(5)				— 15

Die Entstehung der Flußterrassen.

Über die Entstehung der Terrassen herrscht noch keine völlige Klarheit. Aus der Fauna und Flora, die sich in der Nieder-, der unteren und der oberen Mittelterrasse der Emscher vorgefunden hat, geht indessen

hervor, daß mindestens diese drei Talstufen in Perioden kalten und trockenen Klimas der Eiszeit aufgeschüttet sind. Während dieser Zeiten wird die Vegetationsdecke so gering gewesen sein, daß gewaltige Mengen von Schlamm, Sand und Kies von den Hängen in die Täler hineingespült wurden. Die Flüsse vermochten das ihnen zuströmende Material nicht mehr fortzuschaffen, und so kam es zu bedeutenden Talverschüttungen. Erst in den warmen Zwischeneiszeiten, wenn Waldwuchs die Abspülung hemmte, konnten die Flüsse ihr Einschneiden in die Tiefe erneut fortsetzen. Ob diese Erklärung sich jedoch auch auf die älteren Talterrassen, deren Verknüpfung mit Eiszeiten nicht mehr nachweisbar ist, anwenden läßt, sei dahingestellt. Möglicherweise wirken bei dem Prozeß der Terrassenbildung auch periodische tektonische Schwankungen und solche des Meeresspiegels mit, die vielleicht mit den Klimaschwankungen in irgendeiner Weise zusammenhängen.

C. Ablagerungen des Inlandeises.

Unser Gebiet ist während des Diluviums, soviel wir wissen, nur ein einziges Mal, und zwar anscheinend nur für verhältnismäßig kurze Zeit vom Eise bedeckt gewesen. Auf die Geländegestaltung hat das Eis, abgesehen vom Niederrheingebiet, nur wenig eingewirkt. Die Landschaft, die es antraf, als es von Skandinavien bis in unser Gebiet vorrückte, war ungefähr die heutige. Insbesondere waren die Flüsse bereits etwa bis auf ihre jetzige Tiefe eingeschnitten. Die Ablagerungen des Eises sind:

Erratische Blöcke (Findlinge),
Geschiebemergel und -lehm (Grundmoräne),
Geschiebesande,
Steinsohle,
Endmoränen,
Stauchmoränen und endlich:
Schmelzwassersande und Kiese vor dem Eisrande (Fluvioglaziale oder Sandrbildungen).



Abb. 573. Granitfindling, sog. „Brunstein", vor dem Gebäude der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum.

Bei den erratischen oder Findlingsblöcken handelt es sich meist um hellgraue, rosafarbene oder rote Granite und Granitgneise verschiedener Art, die das Eis aus Skandinavien bis nach Westfalen verfrachtet hat. Sie sind unregelmäßig über das Gebiet, das außerhalb der Flußtäler liegt, verteilt. Man verwendet sie mit Vorliebe zu Denkmälern (Abb. 573). Während Findlingsblöcke im Randgebiet der Vereisung nur spärlich vorkommen, werden sie gegen N immer häufiger.

Der Geschiebemergel ist die wichtigste und am weitesten verbreitete Ablagerung des Inlandeises. Im frischen Zustande handelt es sich um einen grauen, recht zähen, kalkreichen Lehm, der ganz unregelmäßig mit groben Sandkörnern, Geröllen und Geschieben durchspickt ist. Neben nordischen Graniten und Feuersteinen findet sich vorwiegend Gesteinsmaterial aus der westfälischen Kreide, vielfach auch solches aus nächster Nähe, im Geschiebemergel eingebettet. Im Lößgebiet südlich der Emscher besteht die Grundmoräne vielfach vorwiegend aus Lößmaterial, wie man früher z. B. in dem Bahneinschnitt von Heißen beobachten konnte.

In den obersten 2—3 m ist der Geschiebemergel entkalkt und zu gelbbraunem Geschiebelehm verwittert. Dieser bildet gewöhnlich einen recht zähen Boden. Beide, Geschiebemergel und -lehm, eignen sich im Gegensatz zum Lößlehm gut zur Abdichtung von Kanälen und Staudämmen.

Der Geschiebemergel und -lehm ist im allgemeinen auf die flacheren Teile des Gebietes beschränkt. Aus dem Höhengebiet südlich der Emscher sind unter der dicken Lößkruste nur einige wenige Vorkommen bekannt; größere Ausdehnung scheint er hier nirgends zu besitzen. Recht bedeutend ist seine Verbreitung dagegen im Gebiet der Haupt- und Mittelterrasse des Rheins zwischen Kirchhellen und Holten, Hünxe und Dorsten. Meist liegt er hier als wasserstauende Schicht unter einer dünnen Flugsanddecke, die infolgedessen gewöhnlich mehr oder weniger stark vermoort ist. Nördlich der

Lippe setzen sich diese Verhältnisse in ähnlicher Weise bis an die holländische Grenze fort (Abb. 570).

Die Gebiete der senonen Sandmergel und Mergelsande des vestischen Höhenrückens sowie die Sandberglandschaften der Haard, der Hohen Mark und der Borkenberge sind fast ganz frei von Geschiebelehm. Dieser erreicht dagegen in den flachen Gebieten im NO des Industriegebietes, bei Waltrop, Olfen, Lüdinghausen, Lünen und Hamm, in denen meist weiche graue Kreidemergel den Untergrund bilden, sehr große Ausdehnung und überkleidet weite Gebiete in zusammenhängender Decke (Abb. 570).



Abb. 574. Halbkreisförmig angeordnete Endmoränenwälle des Usher-Gletschers in Ostspitzbergen. Rechts eine teilweise von Wasser bedeckte Schmelzwassersandebene. Aufn. GRIPP

Der Geschiebelehm ist als Grundmoräne des Inlandeises aufzufassen. Es handelt sich um Material, das im Eise eingeschlossen war und bei dessen Abschmelzen von unten her frei wurde. Es wurde nun als Schlamm von dem vorwärtsdrängenden Eise weitergeschoben, mit Sand und Mergel aus dem anstehenden Untergrund vermischt und schließlich in den Ebenheiten und Dellen des Geländes endgültig abgelagert.



Abb. 575. Vom Inlandeis geschrammter Karbonsandstein. Kiesgrube in der Saarner Mark bei Wedau. Aufn. KUKUK.

An einzelnen Stellen des Gebietes finden sich auch Geschiebesande. Es sind dies kiesige Sande mit reichlich nordischem Material in oft recht unregelmäßiger Lagerung, die nicht selten kleine Küppchen im Gelände bilden. Unter anderem finden sie sich am Südrand der Haard bei Erkenschwick, wo sie in einer großen Grube abgebaut werden. Es handelt sich wahrscheinlich um Grundmoränenbildungen, die durch Schmelzwässer, die sich unter dem Eise bewegten, ausgespült und ihrer feinen Bestandteile beraubt worden sind.

Eine recht eigenartige Bildung ist die Steinsohle, die sich fast im ganzen ehemalig vereisten Gebiet an der Basis der Flugsande und des jüngeren Löß vorfindet und diese Ablagerungen vom Kreidedeckgebirge trennt. Besonders gut ausgebildet ist sie in den Sand- und Sandmergelgebieten um Haltern und Recklinghausen. Neben nordischen Geröllen und Geschieben enthält sie sehr viel Brauneisenscherben, die das Eis aus den Senonsandgebieten nach S verschleppt hat. Wahrscheinlich handelt es sich um Gesteinsmaterial, das beim Niederschmelzen des Toteises zurückblieb und sich als gleichmäßige Kruste über den Untergrund ausbreitete. Nachdem das feinere Material durch den Regen ausgewaschen war, blieben die Gerölle und Blöcke als „Steinsohle“ übrig.

Unmittelbar am Eisrand aufgeschüttet oder aufgestaucht wurden die Endmoränen. Während sie in der Rheinebene hohe Hügelketten bilden, sind sie weiter östlich nur unbedeutend entwickelt und treten im Landschaftsbilde kaum hervor. Eng verknüpft sind sie oft mit den Ablagerungen der Schmelzwässer vor dem Eisrande, dem sog. „Fluvioglazial".

Die niederrheinischen Endmoränenhügel, die sich mit einigen Unterbrechungen von der Reichsgrenze bei Kleve bis in die Krefelder Gegend erstrecken, bestehen aus Rheinschottern und Sanden mit gelegentlichen Einlagerungen feiner Tonsande und fetter, zuweilen schneckenführender Tone. Diese Rheinablagerungen sind, wie STEEGER gezeigt hat, überall unregelmäßig gelagert und vielfach zu kleinen Falten aufgestaucht. Es handelt sich um Schotter der unteren Mittelterrasse, die das vordringende Eis vor sich hergeschoben und an seinem Rande zu Wällen aufgestaucht hat. Nordische Gesteine fehlen daher den niederrheinischen „Stauchmoränen", sie kommen nur stellenweise an der Oberfläche, über den gestauchten Rheinschottern vor. Stauchmoränen ganz ähnlicher Art sind durch die Forschungen von GRIPP auch aus Spitzbergen bekannt geworden (vgl. Abbildung 574).



Abb. 576. Glazial geschrammtes Sandsteinstück von einem Rundhöcker, freigelegt bei Bahnausschachtungsarbeiten in der Wedau bei Großenbaum. Aufn. KUKUK.



Abb. 577. Sandgrube in der Endmoräne von Langendreer.

Der bedeutendste Stauchmoränenzug zieht sich bogenförmig durch den Reichswald bei Kleve bis nach Nymwegen. Seine Kuppen erreichen eine Höhe von über 100 m. Nördlich des Rheintales findet er seine Fortsetzung in den Höhen des Rijs- und Signalberges bei Elten und s'Heerenberg, die größtenteils jenseits der Reichsgrenze liegen. Zwischen Xanten und Üdem liegen zwei Stauchmoränenwälle hintereinander (Abb. 570). Auch nördlich Krefeld sind die Reste zweier Moränenwälle erhalten. Der westliche bildet den markanten Rücken der Schaephuysener Höhen mit der Fortsetzung im Hülser Berge, der östliche ist durch den jungeiszeitlichen Rhein in eine Reihe einzelner Kieskuppen zerschnitten, die steil aus dem Rheintal aufragen.

An die Moränenhügel schließen sich, wie zuerst WILDSCHREY erkannte, vielfach ausgedehnte fluvioglaziale Sandrflächen an, die flach nach SW geneigt sind. Die am besten ausgebildete ist die der Bönninghardt bei Issum, deren zugehörige Moränen bis auf einen kleinen Rest am Haagschen Berge der Abtragung anheimgefallen sind. Fluvioglaziale Schotter und Sande setzen ferner die ausgedehnte, lößlehmbedeckte Hochfläche zwischen Kleve und Üdem zusammen. Es handelt sich hier um mehrere

ineinandergeschachtelte Sandr, deren Gefälle vom ehemaligen Eisrande weg nach SW gerichtet ist.

Was heute von den Eisrandbildungen am Niederrhein noch erhalten ist, sind nur Reste; der größere Teil der Stauchmoränen und Sandr ist der Abtragung durch den jungeiszeitlichen Rheinstrom zum Opfer gefallen.

Rechts des Rheins ist der ehemalige Südrand des Inlandeises nur stellenweise durch Endmoränenbildungen gekennzeichnet. In einer Kiesgrube der Saarner Mark bei Wedau fanden sich auf anstehendem Sandstein des Karbons schöne Gletscherschliffe (Abb. 576), darüber etwas Grundmoräne (Abb. 575). Die über diesen folgenden Schotter enthalten zahlreiche nordische Gerölle; sie setzen in einer breiten Rinne von hier aus nach Mülheim-Saarn fort und sind als Absätze eines dem Eisrand entspringenden Schmelzwasserflusses, vielleicht aber auch als solche der Oberstufe der Ruhrniederterrasse anzusprechen (Abb. 570).



Abb. 578. Blockpackung in der Endmoräne von Billmerich. Aufn. KUKUK.

Bei Hösel und Kettwig finden sich einige Kieshügel über karbonischem Untergrunde, die vorwiegend aus Ruhrschottern mit beigemengtem nordischem Material bestehen und als Endmoränenhügel anzusehen sind.

Von großer Bedeutung sind die Endmoränen von Kupferdreh, beiderseits des Ruhrtales. Über Schottern der unteren Mittelterrasse der Ruhr folgen hier mächtige fluvioglaziale Ablagerungen, aus Sanden und Feinsanden mit zwischengelagerten Kiesen bestehend, ferner Blockpackungen in wirrer Lagerung mit zahlreichen nordischen Graniten, die eine echte Endmoräne darstellen. An Hand der Endmoränenbildungen von Kupferdreh hat LÖSCHER als erster das zeitliche Verhältnis zwischen der Saaleeiszeit und den Terrassen der Ruhr und damit des Rheins klarstellen können.

Mächtige Endmoränenbildungen sind nördlich von Witten, bei Langendreerholz erhalten. Hier hat das Eis über dem damaligen Ruhrtal, das mit einer großen Schleife nach N ausbog (vgl. Abb. 570) einen bis 60 m hohen Wall von Sanden mit einzelnen Kieslagen aufgeschüttet, und damit den Fluß gezwungen, sich weiter südlich ein anderes Bett zu suchen. Die Sande werden in großen Gruben abgebaut (Abb. 577).

Weiter östlich liegen Endmoränen in Form von Blockpackungen und Kieshügeln mit nordischem Material noch bei Dorstfeld, Hörde (hier durch die Forschungen von LAURENT bekannt geworden) sowie bei Billmerich (Abb. 578) und Bausenhagen.

Außerhalb des Eisrandgebietes findet sich eine weitere sehr bezeichnende Endmoräne bei Hochlarmark unweit Recklinghausen. Es handelt sich um einen über 1000 m langen schmalen Wall aus Sand und Kies mit wirrer Lagerung, der sich in südöstlicher Richtung erstreckt und in mehreren Gruben gut aufgeschlossen ist.

D. Windablagerungen (Löß, Sandlöß und Flugsand).

Die eiszeitlichen Flugsand- und Flugstaub-Lößablagerungen bilden ausgedehnte Decken oder dünne, oft unterbrochene Krusten, die mit Ausnahme der Täler fast den ganzen Bereich des Industriebezirkes überkleiden und daher beinahe überall dessen oberste Bodenschicht bilden. Angeweht wurden diese Massen zum weitaus größten Teil während der letzten Eiszeit, als in Rheinland und Westfalen ein kaltes und trockenes Steppenklima herrschte.

1. Flugsand und Sandlöß.

Den Ostrand des Rheintales begleitet von Bonn aus nach N ein breiter Gürtel von Flugsanden, der sich weit ins Bergische Land hinein erstreckt. Zwischen Düsseldorf und Duisburg reicht der Flugsand bis ans Ruhrtal abwärts Kettwig. In dünner, oft unterbrochener Decke überkleidet er hier die Schiefertone des Flözleeren und die Tone und Feinsande des Tertiärs, um an den flachen Hängen der Täler oft zu mehreren Metern Mächtigkeit anzuschwellen.

Zwischen die Flugsandzone und das ausgedehnte Lößgebiet, das sich östlich an sie anschließt, schaltet sich meist eine bis 1000 m breite Übergangszone ein, in der sehr feine Sande, die ihrer Korngröße nach eine Zwischenstellung zwischen dem Flugsand und dem Lößstaub einnehmen, überwiegen. Ihnen eingelagert sind Schichten

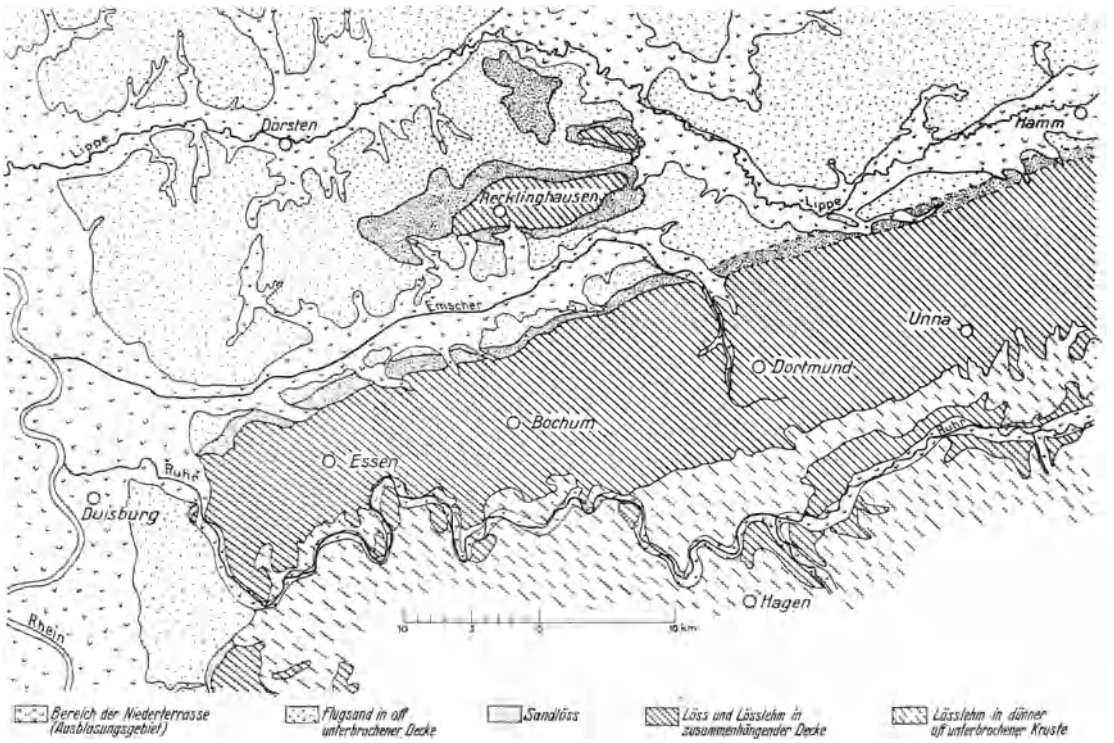


Abb. 579. Die Verbreitung der eiszeitlichen Windablagerungen im Niederrheinisch-Westfälischen Industriebezirk.

gröberen und staubfeinen Sandes. Diese „Sandlößzone" ist besonders im Gebiet von Eggerscheidt und Hösel gut ausgebildet.

Die Zunahme der Korngröße nach W, sowie die Gebundenheit der Flugsandzone an das Rheintal lassen darauf schließen, daß der Flugsand während der letzten Eiszeit aus der Rheinniederterrasse ausgeweht wurde. Von hier aus wurde er durch Westwinde weit nach O verfrachtet und auf ebenen und windgeschützten Stellen in mehr oder weniger großer Mächtigkeit wieder abgelagert.

Eine ähnliche Flugsandzone begleitet auch das Tal der Emscher zu beiden Seiten. Der Sand liegt hier in meist 1—3 m Mächtigkeit über Geschiebelehm oder Kreidemergel, wird nach S und N bald feinkörniger und geht dadurch langsam in Sandlöß über, der sich als 500—1500 m breiter Streifen überall zwischen das Flugsand- und das Lößgebiet einschaltet (Abb. 579).

Nördlich der Emscher setzt sich der Flugsandgürtel am Ostrand des Rheintales in großer Breite bis über die Reichsgrenze hinaus nach N fort (s. Abb. 579). Trockene Sandstrecken wechseln hier ab mit nassen, vermoorten Flächen. Nicht selten sind auch ganze Ketten verwaschener Dünen. Dieses wenig fruchtbare Heidegebiet ist nur gering besiedelt.

Auch beiderseits des Lippetales sind Flugsande weit verbreitet. Große Flächen nehmen sie bei Marl, Hüls und Sinsen ein. Gegen S hin wird das Korn der Sande ganz allmählich immer feiner und im Gebiet des vestischen Höhenrückens bei Buer, Hassel, Westerholt und Scherlebeck sind schließlich ausgedehnte Flächen mit einem gleichmäßig gekörnten Feinsand (Sandlöß) überzogen. Gegen Recklinghausen hin geht der Feinsand in Staubsand (entkalkten Löß) über. Bedeutende Anhäufungen von Lippeflugsand, der hier auf weite Strecken zu Dünen aufgeweht ist, finden sich am Westfuß des Sandgebirges der Haard. Die Senonsandhöhen der Haard sind dagegen von einer meist aus 20—30 cm starken Kruste von Sandlöß überkleidet.

2. Löß.

Die breite Lößzone des Industriegebietes, die sich von Mülheim über Essen, Bochum und Dortmund nach Unna und Soest weiterzieht, ist eine Fortsetzung des Gürtels mächtigen Lößes, der von Mittelbelgien herkommend, die niederrheinische Bucht in der Gegend von Jülich und Grevenbroich überquert und in ähnlicher Weise auch weiter östlich den Südrand des norddeutschen Flachlandes begleitet.

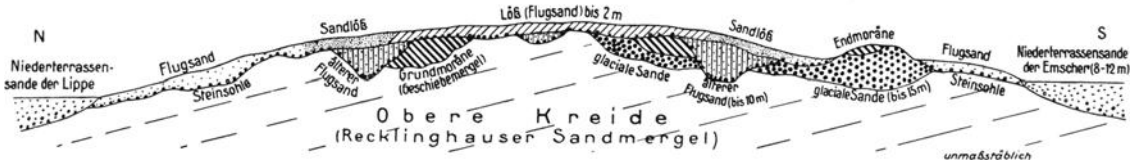


Abb. 580. Schematischer Schnitt durch die Diluvialablagerungen des vestischen Höhenrückens bei Recklinghausen.

Die Mächtigkeit des Löß wechselt meist zwischen 5 und 10 m. Unter dem milden, durchweg nur schwach verlehmten Lößlehm, der in großem Umfange zur Ziegelherstellung benutzt wird, trifft man den frischen, graugelben, kalkhaltigen Löß gewöhnlich erst in 3—4 m Tiefe an.

Nach S nimmt die Lehmdecke an Mächtigkeit ab und im Gebirgslande jenseits des Ruhrtales ist der Lößlehm nur noch fleckenweise verbreitet.

Im nördlichen Teil seines Verbreitungsgebietes liegt der untere Teil des Löß vielfach bereits innerhalb des Grundwassers. Mit diesem zusammen bildet er den gefürchteten Fließ, ein Material von breiartiger Beschaffenheit, das bei Tiefbauarbeiten oft Schwierigkeiten bereitet. Wenn solch wassererfüllter Löß größere Mächtigkeiten erreicht, kann er sogar das Niederbringen von Schächten erschweren. So hat man unlängst beim Abteufen des Schachtes Gneisenau IV das Gefrierverfahren angewandt, um eine Schicht solchen wassererfüllten Lößes in der ungewöhnlichen Stärke von 17 m zu durchteufen.

Zwischen Emscher und Lippe liegt das 12 km lange und bis 4 km breite Lößgebiet von Recklinghausen. Der Löß ist hier nur 1—3 m mächtig und geht allseitig in Sandlöß und durch diesen in Flugsand über.

Ein kleines Lößgebiet, ebenfalls allseitig von Feinsand (Sandlöß) umschlossen, liegt gleich östlich der höchsten Erhebung der Haard, des Stimmberges und erstreckt sich von hier bis nach Datteln. Ausgedehnter sind die Lößablagerungen am Ostabhang der Hohen Mark nordwestlich von Haltern bei Lochtrup, Lavesum, Holtwick und Hennewig. Alle diese Vorkommen liegen im Windschatten der Sandberge.

Die bisher behandelten Lößvorkommen gehören sämtlich dem jüngeren Löß an, der in der letzten Eiszeit abgelagert worden ist. An mehreren Stellen ist außerdem „älterer Löß“ erhalten geblieben, der während der vorletzten Vereisung entstanden ist. Die Vorkommen liegen stets unter der Grundmoräne bzw. der sie vertretenden Steinsohle mit nordischem Material. Durch Kahrs ist der ältere Löß z. B. aus dem Bahneinschnitt von Mülheim-Heißen und dem Ruhmbachtal bei Mülheim bekannt geworden.

3. Der Zusammenhang der Ablagerung von Löß, Sandlöß und Flugsand mit der Aufschüttung der Niederterrasse.

Wie aus dem Kartenbild (Abb. 579) hervorgeht, schließen sich die Flugsandgebiete eng an die Flußtäler, speziell an deren Niederterrassenaufschüttungen an, in die sie vielfach unmerkbar übergehen. Da Löß und Sandlöß wiederum mit den Flugsanden eng verbunden sind, muß zwischen den gesamten Windablagerungen und der Niederterrasse ein genetischer Zusammenhang bestehen.

Die Niederterrassenaufschüttungen von Rhein und Ruhr, Emscher und Lippe sind, wie aus der in ihnen enthaltenen Fauna und Flora hervorgeht, in einer kalten Periode, die der letzten (Würm-) Eiszeit angehört, entstanden. Aus den breiten Tälern, die nur zur Zeit der größten Hochfluten ganz unter Wasser gestanden haben werden, blies der Wind das feine Material, Sand und Staub heraus, um es in der Nachbarschaft der Täler wieder abzulagern. Der grobe Sand fiel schon bald wieder zu Boden und häufte sich längs der Täler zu ausgedehnten Flugsanddecken an, während Feinsand und Staub weiter verweht wurden und in größerer Entfernung von den Tälern und in größeren Höhen die heutigen Sandlöß- und Lößdecken bildeten.

E. Die Tierwelt und der Mensch der Eiszeit.

In den zahlreichen und oft sehr ausgedehnten Aufschlüssen beim Bau von Kanälen und Häfen, bei der Anlage von Industriewerken und beim Abteufen von Schächten, in Straßeneinschnitten, Bau-, Kies- und Ziegeleigruben, die innerhalb der Quartär-

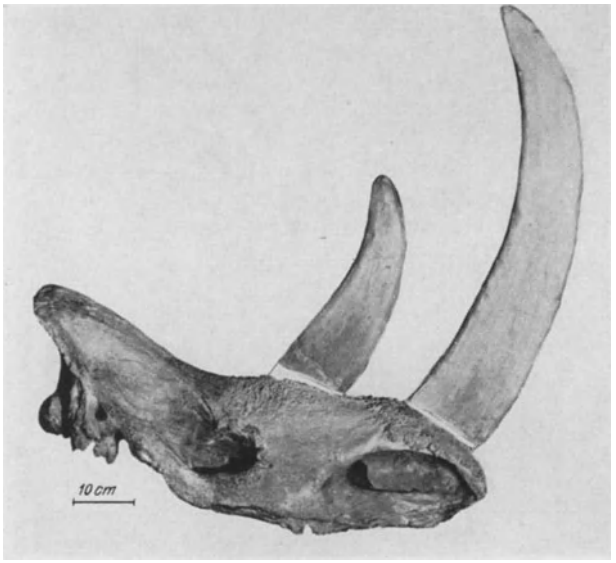


Abb. 581. Schädel vom wollhaarigen Nashorn *(Rhinoceros tichorhinus)* mit aufgesetzten Hörnern. Emschertal. S.W.B.



Abb. 582. Schädel eines Mammutbabys mit hervorbrechendem Stoßzahn. Sandfeld Ternsche der Gemarkung Selm (Kr. Lüdinghausen). Abguß. S.W.B.

ablagerungen des Industriegebietes entstanden sind, hat man neben bezeichnenden Mollusken (s. Abb. 584) zahlreiche Reste der Großtierwelt der Eiszeit gefunden, die eine Zierde der örtlichen und weit entfernten Museen bilden. Weitaus die meisten und besten Funde entstammen den Sanden des Emschertales, die während der letzten Eiszeit abgelagert wurden. Knochen, Schädel, Stoß- und Backenzähne des Mammut (*Elephas primigenius* Blumb.), des dickbepelzten eiszeitlichen Riesenelefanten, sind dort recht häufig zu finden (Abb. 582/583). Ein weiterer, bemerkenswerter Vertreter der eiszeit-

lichen Fauna unserer Gegend ist das wollhaarige Nashorn *(Rhinoceros tichorhinus)* (Abb. 581) sowie der Riesenhirsch *(Megaceros euryceros)* (Abb. 585). Häufig im Emscherdiluvium sind auch die Reste vom Wildpferd, Eiszeitwisent (Abb. 586), Auerochs (Abb. 587) und anderen Tieren, die damals die weiten Steppengebiete unserer Heimat bevölkerten. Selbst Reste des Rentiers (Abb. 588) und des Moschusochsen (Abb. 589), beides Charaktertiere der arktischen Kältesteppen (Tundren) der Gegenwart, hat man im Emschertal und an anderen Stellen bergen können. Funde dieser Art sprechen dafür, daß das Klima wenigstens zu gewissen Zeiten ähnlich ungünstig gewesen ist wie heute etwa in Lappland oder Nordsibirien.

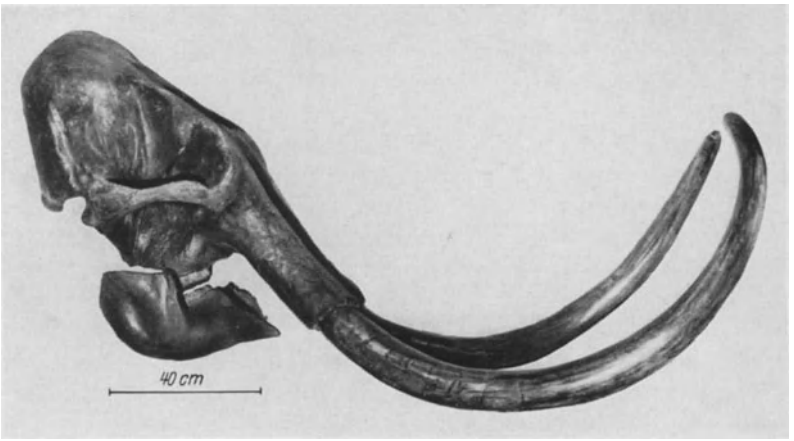


Abb. 583. Schädel des Mammuts (*Elephas primigenius* BLUMB.). Lippe-Seitenkanal bei Hünxe. Gipsabguß nach dem Berliner Original mit ergänzten Stoßzähnen. S.W.B.

Reste anderer Tierformen enthalten die Höhlen des Sauerlandes. In großer Häufigkeit findet man hier namentlich Knochen des riesigen eiszeitlichen Höhlenbären (Abb. 590), daneben auch Reste der Höhlenhyäne und des Höhlenlöwen.

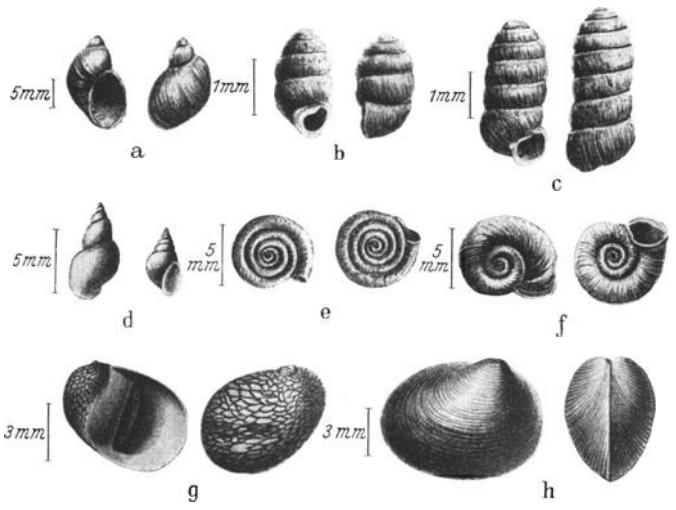


Abb. 584. Mollusken aus dem Diluvium des Ruhrbezirkes. Obere Reihe: Fossilien aus dem Löß. Mittlere Reihe: Fossilien aus Ablagerungen austrocknender Gewässer. Untere Reihe: Fossilien aus Flußablagerungen. a: *Succinea antiqua* COLBEAU, b: *Vertigo parcedentata* SANDB., c: *Columella columella* v. MARTENS, d: *Galba truncatula* MÜLLER, e: *Paraspira leucostoma* MILLET, f: *Gyraulus gredleri* GREDLER, g: *Neritina fluviatilis* LINNÉ, h: *Pisidium amnicum* MÜLLER. Zusammengestellt aus: GEYER 1927. Nach STEUSLOFF.

Skelettreste des eiszeitlichen Menschen hat man im Industriegebiet bisher noch nicht angetroffen, wenn man von dem schon etwas außerhalb liegenden Funde des Neandertalers (Abb. 591) absehen will. Dagegen sind Stein- und Knochenwerkzeuge, die von ihm herrühren, an einzelnen Stellen aufgefunden worden. Der älteste bisher bekannte Zeuge menschlichen Lebens ist ein sog. Klingenschaber aus Feuerstein, der von KAHRS in der unteren Mittelterrasse der Emscher von VOGELHEIM bei Altenessen entdeckt wurde. Er wird dem sog. Acheuléen der französischen Einteilung der prähistorischen Kulturen zugerechnet, die etwa unserer „Hundisburger Kultur" entspricht. Erheblich jünger sind die Werkzeugfunde, die man beim Bau des Rhein-Hernekanals in den Talsanden der Emscher in der Nähe von Herne machen konnte. In den Knochenkiesen an der Basis der Niederterrassenablagerungen fand sich hier, 13 m unter der Oberfläche, eine Reihe von Faustkeilen aus Feuerstein, wie sie der Jäger und Sammler der Neandertalrasse wohl als eine Art Universalinstrument zum Zerlegen des erlegten Wildes, zur Bearbeitung von Holz und Knochen und anderen Zwecken benutzt haben wird. Man rechnet die Herner Funde zum Moustérien. Sie fallen in das erste Stadium der letzten

Eiszeit. Das gleiche Alter haben die Faustkeile, Schaber und Kratzer vom Sandfeld Ternsche bei Selm (Ernst 1935, Hoffmann 1935), die den Knochenkiesen der Stever entstammen. Als etwas jünger (Aurignacien, Willendorfer Stufe) betrachtet man die schöne Speerspitze aus Mammutelfenbein, die 1925 beim Bau des Lippeseitenkanals in den Niederterrassensanden der Lippe unweit Datteln aufgefunden worden ist. Sie lag in der Nähe eines Riesenhirschschädels (Abb. 585) und zahlreicher, offenbar von Menschenhand aufgeschlagener Mammutknochen. Auch hier handelt es sich ebenso wie bei Herne um eine Station umherstreifender Jäger, die den Tierherden der eiszeitlichen Steppe nachstellten.

Weit häufiger sind Steinwerkzeuge des Eiszeitmenschen in den Kalksteinhöhlen des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges (Neandertal bei Düsseldorf, Iserlohn, Hönnetal), von wo sie

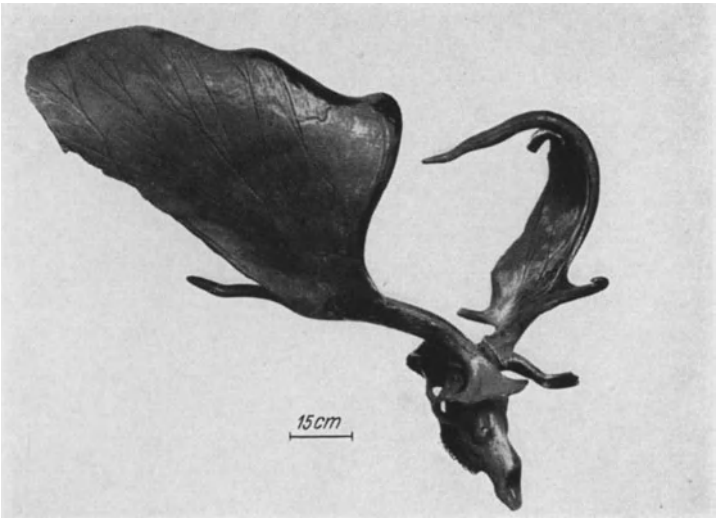


Abb. 585.

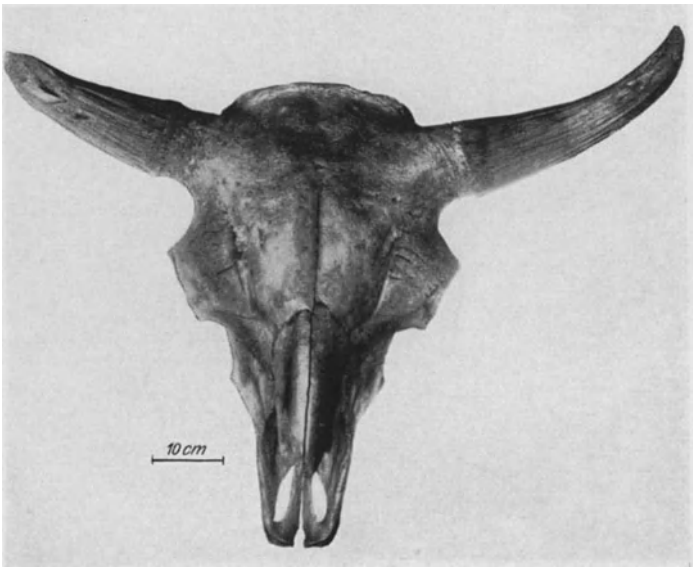


Abb. 586.

Abb. 585. Schädelechtes Geweih des Riesenhirsches *(Megaceros euryceros)*. Wanne. Abguß. S.W.B.

Abb. 586. Schädel des Eiszeitwisents (*Bison priscus* Boj.). Diluvium des Emschertales. S.W.B.

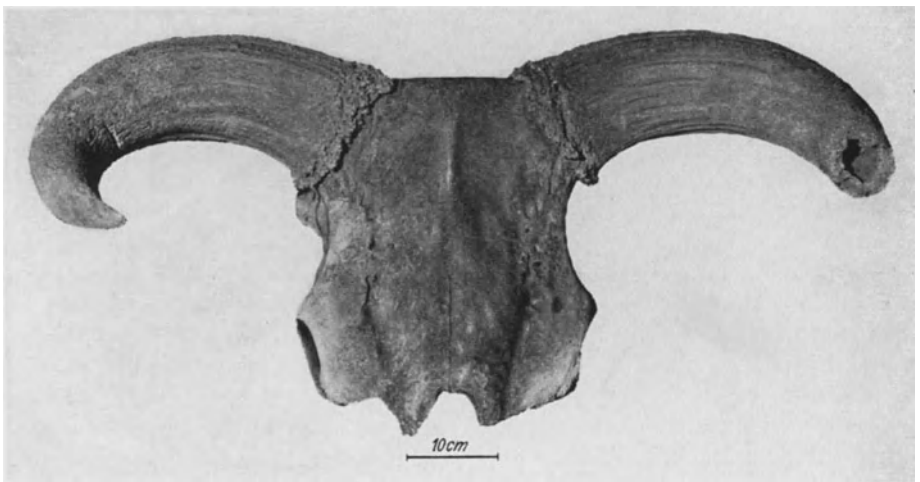


Abb. 587. Schädel des Auerochsen *(Bos primigenius)*. Diluvium des Emschertales. S.W.B.

in letzter Zeit besonders durch die Ausgrabungen von ANDRÉE bekannt geworden sind (s. Abb. 592). Hier haben die Eiszeitmenschen, vor der Kälte einigermaßen geschützt, sich offenbar längere Zeit hindurch aufgehalten.

Die geschliffenen Steinwerkzeuge der jüngeren Steinzeit (Abb. 593), die ganz in die Nacheiszeit fällt und bis etwa 2000 v. Chr. reichen soll, finden sich dagegen auch im Industriegebiet durchaus nicht allzu selten. Sie liegen im Gegensatz zu denen der älteren

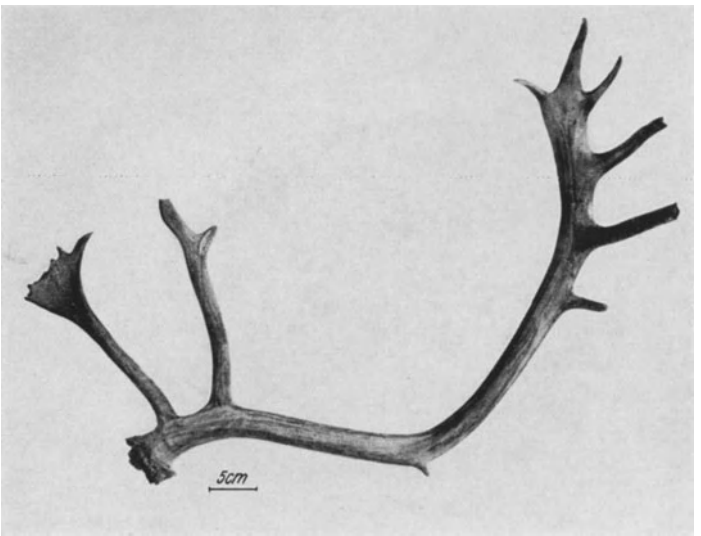


Abb. 588. Geweihstange des Rentieres (*Rangifer tarandus* LIN.). Diluvium des Emschertales. S.W.B.

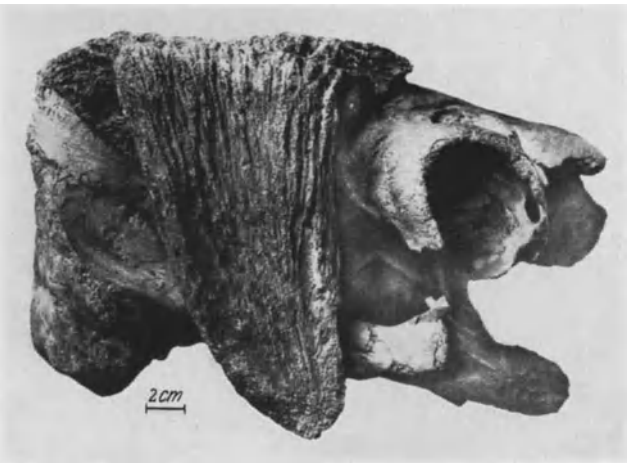


Abb. 589. Schädel des Moschusochsen (*Ovibos mosch. wardi* LYD.). Seitenansicht. Diluvium des Emschertales. Zeche Wilhelmine Victoria II/III. S.W.B.

Steinzeit fast stets an der heutigen Oberfläche. Zu jener Zeit herrschten schon ähnliche Klimaverhältnisse wie heute. Die trockene eiszeitliche Kältesteppe hatte weiten Wäldern und Sümpfen weichen müssen. Die Menschen waren mehr und mehr seßhaft geworden, besaßen schon feste Häuser und widmeten sich neben der Jagd vor allem dem Ackerbau und der Viehzucht. Reste jungsteinzeitlicher Siedlungen hat man neuerdings an mehreren Stellen vorgefunden (z. B. bei Haltern, Waltrop und Herne). Aus der nachfolgenden Bronzezeit kennt man Urnenfriedhöfe. Zur Besiedlung eigneten sich besonders trockene waldarme Sandstrecken, auf denen sich denn auch in unserem Gebiet die meisten Spuren des vorgeschichtlichen Menschen haben nachweisen lassen. Die vorgeschichtliche Eisenzeit, aus der wenig Funde bekannt geworden sind, leitet über zur geschichtlichen Vergangenheit (s. Abb. 743). Noch zu Cäsars Zeiten wird die Besiedlung unseres Gebietes gering gewesen sein; Wald und Sumpf hatten die Vorherrschaft. Erst der Zähigkeit

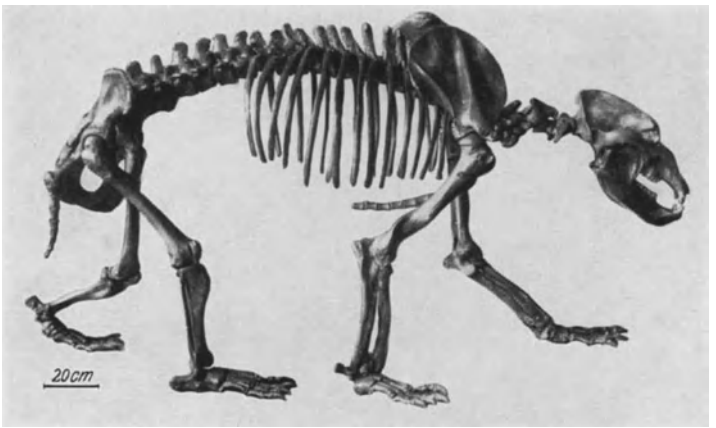


Abb. 590. Skelett des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* BLUMB.). Hönnetal.

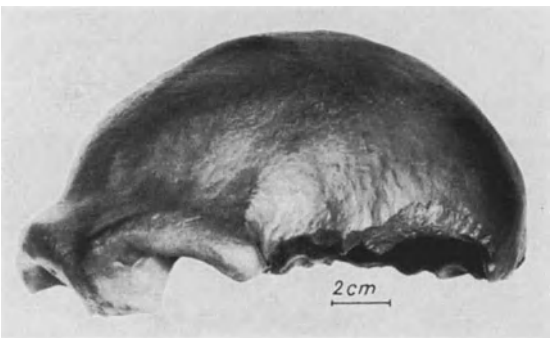


Abb. 591. Schädelkalotte des Neandertalers *(Palaeoanthropus neandertalensis)*. Abguß. S.W.B.



Abb. 592. Faustkeil aus dem Neandertal. Abguß. S.W.B.

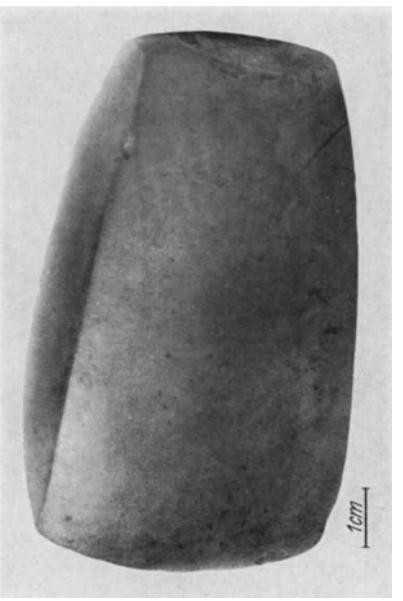


Abb. 593. Steinbeil, geschliffen und poliert. Ilvese bei Minden. S.W.B.

der westfälischen Rasse ist es gelungen, den großenteils recht unwirtlichen Boden unserer Heimat in eine blühende Kulturlandschaft umzuwandeln, die im vergangenen Jahrhundert durch Bergbau und Industrie ihr letztes Gepräge erhalten hat.

Tabelle 45. Übersicht der Quartärbildungen des niederrheinisch-westfälischen Industriegebietes.

Zeitliche Einteilung		Gewässer	Flußablagerungen von Rhein und Ruhr	Flußablagerungen von Emscher und Lippe	Eisablagerungen	Windablagerungen	Säugetierreste	Menschliche Spuren
Alluvium	Nacheiszeit	Eintiefung	Hochflutschlicke, -feinsande und -sande	im Lippetal: fette Hochflutschlicke, Feinsande und Sande im Emschertal: fette humose Schlicke, untergeordnet Sande, an der Basis oft Holzschichten		Entkalkung und Verlehmung des jüngeren Löß jüngste Aufwehungen der Flugsande zu Dünen	heutige Fauna	Eisenzeit Bronzezeit Jüngere Steinzeit: geschliffene Werkzeuge
Diluvium	letzte (Würm-) Eiszeit	Aufschüttung Eintiefung Aufschüttung	Decksande der Niederterrasse des Rheins (1—3 m) Niederterrassenschotter des Rheins und der Ruhr Alt- oder Oberstufe der Niederterrasse des Rheins (Krefelder Terrasse)	feine Decksande der Lippeniederterrasse Talsande der Emscher, Lippe und ihrer Nebenbäche im unteren Teil mit Lößschnecken, an der Basis geröllreich, mit zahlreichen Knochen von Großsäugern		jüngster Löß, Sandlöß und Decksand Gehängeschuttbildungen (gelegentlich) Hauptmasse des jüngeren Löß und der Flugsande	wichtigste Knochen- und Skelettfunde des Emschertales (Mammut, Eiszeitnashorn usw.)	Speerspitze von Datteln (Aurignacien) Steinwerkzeuge von Herne und Ternsche (Moustérien)
	letzte Zwischeneiszeit (Interglazial)	Eintiefung	Baumstämme an der Basis der Rheinniederterrasse (Lippekanalschleuse bei Wesel)			Verlehmung und weitgehende Abtragung des älteren Löß		
	vorletzte (Saale-, Riß-) Eiszeit				Grundmoräne (Geschiebelehm und Geschiebesand), Steinsohle, Findlingsblöcke Endmoränenhügel rechts des Rheins Stauchmoränen und Sandrflächen links des Rheins			
		Aufschüttung	Untere Mittelterrasse	Untere Mittelterrasse der Emscher mit Lößschneckenfauna (Essener Hafen)		älterer Löß (Mülheim-Heißen, Ruhmbachtal bei Mülheim, Erkenschwick, Gladbeck)	Moschusochse im Ruhmbachtal bei Mülheim	
	vorletzte Zwischeneiszeit (Interglazial)	Eintiefung		Uniosande an der Basis der unteren Mittelterrasse im Essener Hafen. Holzablagerungen dort und bei Barkhoferheide mit Eibe u. Weißtanne				Klingenschaber des Essener Hafens (Acheuléen)
	ältere Eis- und Zwischeneiszeiten	Wechsel von Aufschüttung und Eintiefung	Obere Mittelterrasse Hauptterrasse Tegelenton Alt- oder Oberstufe der Hauptterrasse	an der Emscher: obere Mittelterrasse mit Lößschneckenfauna (Bottrop) an der Lippe: obere Mittel- und Hauptterrasse nur morphologisch				
ältes Quartär			Höhenterrassen (5 Stufen)	Höhenterrassen als morphologische Talstufen am Rande der Haard und der Hohen Mark				

ältere Steinzeit

XVI. Abschnitt.

Die geologischen Verhältnisse der linken Rheinseite.

Wenn auch das an die rechte Rheinseite sich unmittelbar anschließende linksrheinische Gebiet schon in großen Zügen in den Darstellungen der rechten Rheinseite mitberücksichtigt worden ist, so dürfte es doch nicht überflüssig erscheinen, die geologischen Verhältnisse dieses Teiles des weiteren Ruhrbezirkes noch einmal zusammenfassend für sich zu behandeln. Zweifellos gebührt diesem Gebiet, obgleich es als unmittelbare Fortsetzung des rechtsrheinischen Bezirkes anzusprechen ist, in mancher Beziehung eine Sonderstellung.

Im Hinblick auf die Raumbegrenzung der vorliegenden Arbeit sollen die weiter westlich gelegenen Gebiete des Peelhorstes und der Aachener Becken in diese Untersuchung nicht mehr einbezogen werden.

Der der flachen niederrheinischen Tiefebene angehörende linksrheinische Bezirk liegt größtenteils in den Stromgebieten des Rheins und der Maas bzw. der Niers. Eine Reihe inselartiger Erhebungen, die stellenweise bis zu 100 m und mehr über NN aufsteigen, bilden hier die Wasserscheide zwischen Rhein und Maas. In ihnen handelt es sich um ältere Rheinterrassen sowie um Reste von Staumoränen (vgl. BREDDIN, Abb. 570).

Im Gegensatz zum eigentlichen Ruhrkohlenbezirk, der seit Erscheinen des Sammelwerkes (1903) eine Zusammenfassung nicht mehr erfahren hat, ist die linke Rheinseite noch im Jahre 1910 Gegenstand einer eingehenden Bearbeitung (WUNSTORF-FLIEGEL: Geologie des Niederrheinischen Tieflandes) gewesen. Seit dieser Zeit sind sowohl den rein tektonischen als auch stratigraphischen Sonderfragen weitere Untersuchungen gewidmet worden (s. u. a. FLIEGEL 1922, WUNSTORF 1922/33). Hiervon abgesehen, liegen auch noch vorwiegend das linksrheinische Bergbaugebiet betreffende Einzelarbeiten vor (s. u. a. JANUS 1912/26 und ZIMMERMANN II 1924/26). Auch einige der unveröffentlichten Examensarbeiten (Montanarchiv der Preuß. Geol. Landesanstalt) haben sich mit besonderen Fragen des Gebietes beschäftigt und wertvolles Material zur Klärung der Verhältnisse beigetragen (s. die Arbeiten von SIEDENBERG, BRENNER u. a.). Als letzter Ausdruck unserer Erkenntnis ist die im Jahre 1925 erschienene Abhandlung von ZIMMERMANN II „Über das Karbon am Niederrhein" anzusehen, die sich mit einer Klärung der wesentlichsten Erscheinungen dieses Gebietes befaßt hat und daher auch für die nachstehende Darstellung in manchen Einzelheiten mitherangezogen werden konnte.

Seit Erscheinen der erwähnten Abhandlungen haben die linksrheinischen Gruben (Rheinpreußen, Wilhelmine Mevissen und Diergardt, Friedrich Heinrich und Norddeutschland, Niederrheinische Bergwerksgesellschaft sowie die Deutschen Solvay-Werke) weitere Aufschlüsse geliefert, die es ermöglichten, das Gesamtbild der Stratigraphie und Tektonik des Karbons sowie seiner Deckgebirgsschichten auf der linken Rheinseite in seinen wichtigsten Zügen zu erfassen und in vielen Einzelheiten zu ergänzen (s. Tafel VI).

A. Die Ausbildung des Deckgebirges.

Gleichwie rechts des Rheins nimmt auf der linken Rheinseite die Mächtigkeit des diskordant über dem gefalteten Karbon abgelagerten Deckgebirges in der SN-Richtung ziemlich regelmäßig zu, und zwar von etwa 60 m im S auf rd. 1200 m im N. Dabei senkt sich die Oberfläche des Steinkohlengebirges im ganzen etwas schwächer nach N ein als rechts des Rheins östlich von Kettwig. Außerdem ist die Rumpffläche im einzelnen ungleichmäßiger ausgebildet als rechts des Rheins. Fast durchweg haben die linksrheinisch auftretenden Verwerfungen — mit stellenweise sehr starken Verwerfungsausmaßen — durch posthume Bewegungen der Schollen längs der Sprünge auch die eingeebnete Oberfläche stark beeinflußt, so daß diese heute aus langen, schmalen, treppenstufenartig gegeneinander versenkten Streifen besteht (s. Profil A—B, Abb. 594). Ihr wirkliches Relief kann daher in einem reinen Isohypsenbild, wie es ZIMMERMANN II (1925) gebracht hat, nicht vollständig zum Ausdruck kommen.

Im Gegensatz zum eigentlichen Ruhrrevier nehmen auf der linken Seite am Aufbau des Deckgebirges fast ausschließlich Zechstein und Buntsandstein, Tertiär und Diluvium bzw. Alluvium teil. Mit anderen Worten: Links des Rheins ist die sonst so verbreitete Kreide kaum noch vertreten. Ihre Rolle wird vom Tertiär übernommen (s. Abb. 594).

Wie Profil A—B (s. Abb. 594) in Verbindung mit der grundrißlichen Darstellung der Abb. 595 erkennen läßt, ist die Verbreitung der größtenteils — aber nicht durchweg — zusammen vorkommenden Ablagerungen von Zechstein und Buntsandstein eng mit

der Allgemeintektonik des Niederrheingebietes, und zwar insbesondere mit seinen Sprüngen, verknüpft. Auf Grund der zahlreichen hier niedergebrachten Bohrungen, der Schachtaufschlüsse und der markscheiderischen Projektionen lassen sich nach meiner

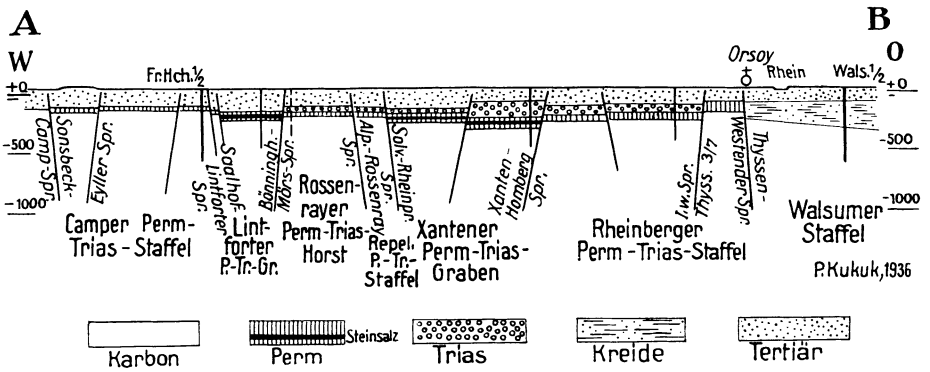


Abb. 594. Profil A—B der Abb. 595 durch das Deckgebirge links des Rheins.

Ansicht in der Richtung von W nach O folgende tektonische Elemente erkennen: die Camper Perm-Trias-Staffel, der Lintforter Perm-Trias-Graben, der Rossenrayer Perm-Trias-Horst, die Repelner Perm-Trias-Staffel, der Xantener

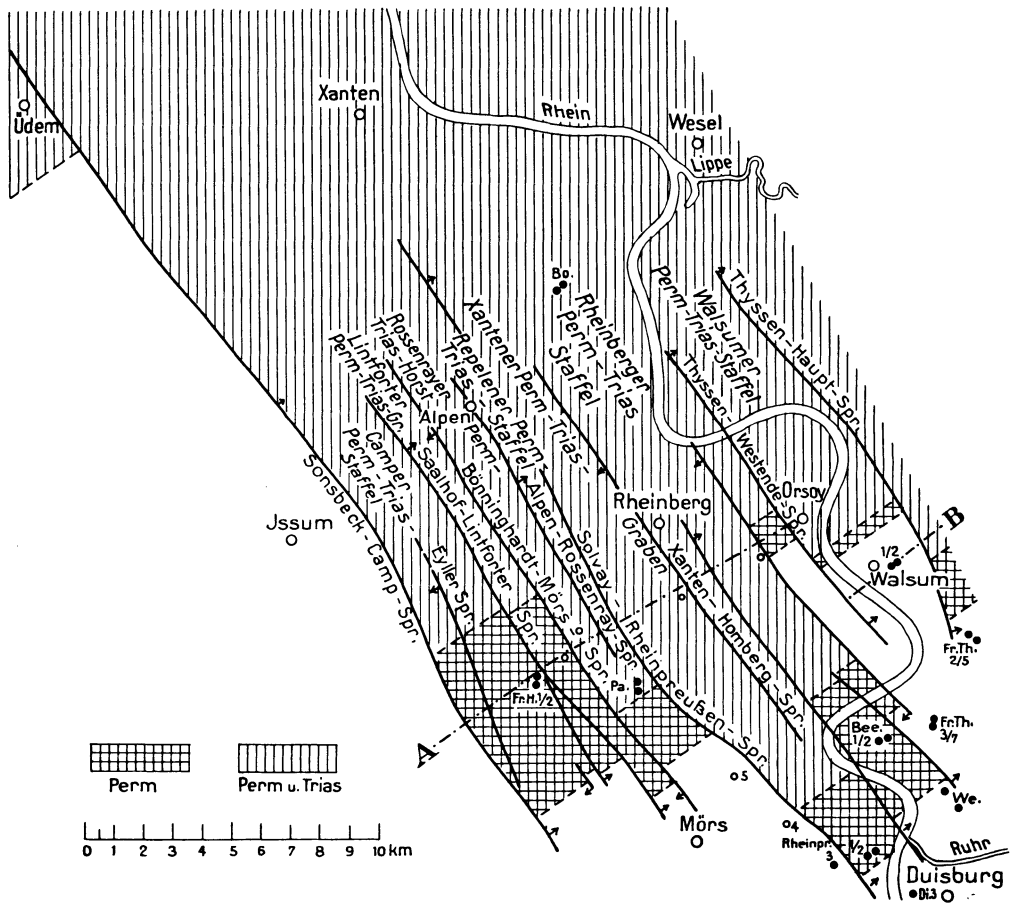


Abb. 595. Die Verbreitung von Perm und Trias links des Rheins.

Perm-Trias-Graben, die Rheinberger Perm-Trias-Staffel und die Walsumer Staffel.

Da die allgemeine lithologisch-stratigraphische Ausbildung von Perm und Trias schon bei der Darstellung dieser Formationen in den vorhergehenden Abschnitten der rechten Rheinseite mitbehandelt ist, erübrigt

es sich, hier nochmal im einzelnen darauf einzugehen. Zur Unterrichtung im besonderen sei auf die Profile der Schächte Pattberg I und Borth I verwiesen (s. Abb. 596 u. 443).

Andere Formationen, wie z. B. Muschelkalk, Keuper, Jura und Kreide, sind auf nur stellenweise vorhandene, in Grabengebieten versenkte Schollen in geringer Mächtigkeit beschränkt.

So tritt Lias u. a. in den Bohrungen bei Enschenhof (6 km südlich Xanten), bei Geest und Bislich auf (LANDGRÄBER 1913, BRENNER 1922, KOERT 1923).

Kreide hat man nur an drei Stellen, und zwar im NW, im W und im NO des linksrheinischen Bezirkes beobachtet.

Im NW ist die Kreide als Einbruchscholle von WUNSTORF in der Nähe von Goch (südlich Kleve), und zwar mit allen Stufen vom Cenoman aufwärts, in einer Mächtigkeit von rd. 230 m nachgewiesen worden. Im W kennt man sie durch WUNSTORF und FLIEGEL (1910) in den Bohrungen bei Wankum, Geldern, Veert, Twisteden und Kapellen (alle rings um Geldern). Auch in der Bohrung Geest (westlich Wesel) soll Kreide erbohrt worden sein. Ferner hat sie LANDGRÄBER (1913) im NO in Schacht II der Anlage Wallach bei rd. 260 m Teufe in einer Mächtigkeit von rd. 23 m festgestellt.

Hier setzt die die Schichten des Buntsandsteins transgredierend überlagernde Kreide mit einem grünsandigen Transgressionskonglomerat und vereinzelten Geröllen ein, die unter anderem aus Quarz, Buntsandstein- und Kalkstein bestehen. Es folgen graugrüne tonige Sande und sandige dunkle Tone mit Versteinerungen, die für „Gault" sprechen.

Eine große Bedeutung kommt dem Tertiär zu. Seine stellenweise sehr mächtigen Schichten bestehen, wie auch rechts des Rheins, aus Ablagerungen des Oligozäns und Miozäns (WUNSTORF und FLIEGEL 1910). Die größte Mächtigkeit des Tertiärs liegt weiter westlich im Roertalgraben, wo es bis zu 1000 m mißt, während es bei Geldern nur rd. 420 m beträgt.

Zu unterst sind die bis zu 100 m starken unter- (?) und mitteloligozänen Schichten entwickelt, die wegen der mächtigen Septarientone des oberen Teiles einen guten Abschluß gegenüber dem Grundwasser der höheren Schichten gewähren. Vertreten sind ferner die an Versteinerungen reichen, marinen, glaukonitischen Sande des Oberoligozäns, die in der Form feinkörniger Schwimmsande dem Schachtabteufen auf der linken Rheinseite besondere Schwierigkeiten bereitet haben. Sie werden stellenweise, und zwar im N, von schwarzgrauen, tonigen Glimmersanden überlagert, die dem Mittelmiozän angehören sollen.

Im Gegensatz zu den älteren Deckgebirgsformationen fällt die Unterkante des Tertiärs mit nur 0,5° nach N ein. Trotzdem wächst die Mächtigkeit des Tertiärs von rd. 60 m im S auf rd. 600 m im N an (s. auch Profil A—B).

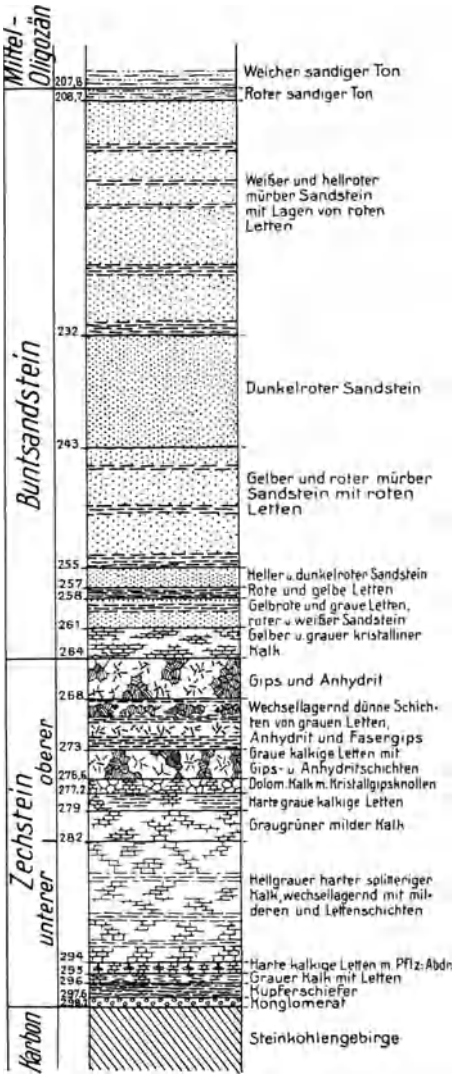


Abb. 596. Profil durch den Zechstein und Buntsandstein des Schachtes Pattberg I. Umgez. nach Grubenrissen.

Über dem Tertiär liegen die hauptsächlich aus Kiesen und Sanden bestehenden Schichten des Diluviums, die im Abschnitt Diluvium eingehend behandelt sind.

Die Mächtigkeitsverhältnisse der verschiedenen Deckgebirgsformationen gehen im übrigen aus dem Längs- und Querprofil (s. Abb. 594 u. 598) hervor.

Wie liegen nun die tektonischen Verhältnisse der Deckgebirgsschichten? Eine Faltung des Deckgebirges im Sinne der rechtsrheinisch schwach gefalteten Kreide hat bis jetzt noch nicht festgestellt werden können. Dagegen sind seine Ablagerungen sowohl von den NW—SO verlaufenden Störungen (s. Übersichtskarte Abb. 599), aber auch von W—O-Verwerfungen mehr oder weniger stark beeinflußt worden. Hierbei ist das Ausmaß

des Verwurfes innerhalb der einzelnen Formationen in der Richtung vom Liegenden zum Hangenden immer geringer geworden. Auf Einzelheiten kann hier aus Mangel an Raum nicht näher eingegangen werden. Von Bedeutung ist noch die Feststellung, daß sich im linken Niederrheingebiet, wie auch weiter westlich im Aachener Bezirk, auch heute noch immer wieder posthume Schollenbewegungen (Erdbeben) längs der alten Störungen des Steinkohlengebirges geltend machen, die, außerhalb jeder bergbaulichen Einwirkungen liegend, nur auf tektonische Ursachen zurückzuführen sind (s. BÄRTLING 1932).

Bergbauliches. Da die Schächte in erster Linie die aus durchweg lockeren Schichten bestehenden Ablagerungen des Tertiärs durchsinken müssen, ist das Deckgebirge naturgemäß für das Schachtabteufen ungünstig und erfordert fast ausschließlich das Gefrierverfahren. Einen weiteren unerfreulichen Umstand im linksrheinischen Gebiete stellen die Vorflutstörungen infolge Bodensenkungen durch Bergbaubetrieb dar, welche bei der geringen Höhenlage des gesamten Geländes über dem Rheinwasserspiegel sich sehr unangenehm bemerkbar machen. Zur Begegnung dieser Schäden hat man seit 1910 einen Entwässerungsplan für das gesamte linksniederrheinische Industriegebiet aufgestellt, an dessen Entwurf in bergbaulicher Beziehung besonders JANUS beteiligt ist. Dieser Plan verfolgt den Zweck, das gesamte Gebiet zur Maas hin zu entwässern. Nach Durchführung dieses Projektes erscheint der wirtschaftliche Abbau der anstehenden Kohle innerhalb des ganzen Gebietes gesichert. Inzwischen ist die Ausführung des Planes in Angriff genommen worden.

B. Das flözführende Steinkohlengebirge.

Bekanntlich tritt das Steinkohlengebirge auf der linken Rheinseite — durch Deckgebirgsschichten verhüllt — an keinem Punkte zutage. Seine durch Tiefbohrungen und Schachtaufschlüsse nachgewiesene Verbreitung geht aus Tafel IV hervor. Sie zeigt zunächst, daß das südliche Ausgehende des Karbons ungefähr von Duisburg aus weiter nach W zwischen Krefeld und Grefrath verläuft, um dann, in die Nordrichtung umbiegend, über Straelen auf das Schollengebiet von Erkelenz zuzulaufen. Die Grenze des flözführenden Karbons gegen das Flözleere kann nur ungefähr angegeben werden, da, wie erwähnt, Oberflächenaufschlüsse nicht vorhanden sind und die Verbreitung des Karbons unter der Einwirkung der vielen Querverwerfungen nicht scharf zu erfassen ist. Davon abgesehen, erschwert auch die etwas andere Entwicklung der tieferen Schichten des Karbons eine genaue Abgrenzung der flözführenden Schichten gegen das Flözleere im S. Das nach N immer tiefer einsinkende Karbon ist ganz naturgemäß im N durch Bohrungen erst in großer Tiefe angetroffen worden, so bei Xanten in rd. 1100 m (s. Abb. 599), bei Calcar in 1000 m und bei Wemp in rd. 900 m Tiefe. Diese Punkte bedeuten natürlich noch keineswegs die nördlichste Grenze der Karbonverbreitung überhaupt.

1. Zusammensetzung, Gliederung und Ausbildung des flözführenden Karbons links des Rheins.

Das zum ersten Male durch eine im Jahre 1854 von FRANZ HANIEL bei Homberg niedergebrachte Bohrung nachgewiesene Karbon ist im Laufe der letzten Jahrzehnte durch Bergbau und Bohrungen weiter erschlossen worden. Heute lassen sich die Schichten der Magerkohlen- (Namur), ferner Eßkohlen-, Fettkohlen-, Gaskohlen- und unteren Gasflammkohlenschichten (Westfal) an ihren kennzeichnenden Hauptmerkmalen einwandfrei erkennen. Dagegen sind die höheren Horizonte des Westfals (Gasflamm- und Flammkohlenschichten) auch durch Bohrungen noch nicht bekannt geworden. Hinsichtlich der Zusammensetzung und stratigraphischen Ausbildung des nachgewiesenen Karbons sei auf das von JANUS (1926) zuerst aufgestellte und nach neueren Erkenntnissen von mir abgeänderte Normalprofil hingewiesen (s. Abb. 597). Verglichen mit dem rechtsrheinischen Karbon, besitzt das linksrheinische Steinkohlengebirge, soweit es aufgeschlossen ist, fast die gleiche Schichtenmächtigkeit. Das betrifft die Schichten von Flöz Sengsbank bis zum höchsten nachgewiesenen Flöz in einer Gesamtmächtigkeit von rd. 2190 m, wenngleich die Gesamtzahl der Flöze, und zwar sowohl der unbedingt wie bedingt bauwürdigen, nicht unerheblich geringer ist. Bemerkenswert ist die Neigung der Flöze, sich zu spalten, um dann als dünne Riffel weiter zu verlaufen.

Wie der vorliegende Schichtenschnitt ausweist, besitzen die Gaskohlen- und untersten Gasflammkohlenschichten, soweit sie erschlossen sind, mit rd. 510 m etwa die gleiche Mächtigkeit wie rechts des

Rheins. Die Fettkohlenschichten (bis Flöz Plaßhofsbank) erreichen etwa 620—650 m. Die Eßkohlenschichten (von Flöz Plaßhofsbank bis Flöz Sarnsbank) scheinen mit rd. 640 m (?) etwas mächtiger als im Ruhrrevier (rd. 610 m auf Zeche Alstaden) zu sein; wenigstens beträgt der Abstand von Flöz Plaßhofsbank bis Flöz Mausegatt in der Bohrung Humboldt 1 rd. 500 m, wozu noch etwa 140 m bis Sarnsbank kommen würden. Die Mächtigkeit der Magerkohlenschichten (von Flöz Sarnsbank bis Flöz Sengsbank) kann nur geschätzt werden, da vollständige Aufschlüsse nicht vorhanden sind. Sie mag etwa 450 m betragen.

Über die Kohlenführung der oben behandelten Kohlengruppen läßt sich auf Grund der mir durch die in Frage kommenden Zechen zur Verfügung gestellten Normalprofile folgendes sagen:

Die Magerkohlenschichten (s. Abb. 597) sind nur durch Bohrungen aufgeschlossen worden. Sie scheinen sehr arm an Flözen zu sein. Es handelt sich wohl um die gleiche Verarmung, wie sie auch aus den Bohrungen des niederländischen Peelgebietes und im Erkelenz-Aachener Gebiet bekannt geworden ist. Auch der Gasgehalt der Flözkohle ist geringer als der der gleichaltrigen Flöze rechts des Rheins und ist auf 9 bis 5% gesunken.

Besser ausgebildet sind die Eßkohlenschichten (s. Abb. 597), die aber auch eine Verarmung von O nach W aufzuweisen scheinen. So durchsank eine Bohrung bei Geldern „Eßkohlenflöze" bis zum Finefraukonglomerat, traf aber tiefere Flöze nicht mehr an. Weiter südlich bei Leeg Poelyck wurde etwa unterhalb dieses Flözes von rd. 307 m bis 631 m eine rd. 320 m mächtige Schichtenfolge durchbohrt, ohne daß bauwürdige Flöze erschlossen worden wären. Daraus geht das Aufsteigen des Flözleeren (s. Abschnitt III) klar hervor. Noch weiter westlich, im Peelgebiet, läßt sich die Vertaubung stellenweise noch bis in die Girondelleflöze verfolgen.

Wie rechts des Rheins ist auch hier die kennzeichnende konglomeratische Sandsteinbank im Liegenden des Flözes Finefrau in allen in Betracht kommenden Profilen gut entwickelt. Mit ihrer Hilfe läßt sich eine natürliche Teilung der Eßkohlenschichten in drei bergbaulich wichtige Gruppen durchführen.

Die untere Abteilung der Eßkohlen (Flöze unterhalb des Flözes Finefrau) ist nur teilweise, und zwar auf Schacht Rheinpreußen III, auf den Zechen Wilhelmine Mevissen und Diergardt und in den Bohrungen Humboldt angetroffen worden. Im südlichen Querschlag dieser letzten Zeche hat man die Flöze des Sarnsbank-Horizonts durchörtert. Über deren Bauwürdigkeit kann jedoch noch nichts gesagt werden. In der Bohrung Atrop ist gleichfalls noch Flöz Sarnsbank (mit 8% Gas) gefaßt worden. Jedenfalls stellen die Flöze über Flöz Mausegatt bis zum Finefraukonglomerat den wichtigsten Teil der Eßkohlenablagerung dar. Er schließt bei einer Gesamtmächtigkeit von rd. 140—160 m etwa 5—6 ± bauwürdige Flöze (mit bis 4 m Kohle)

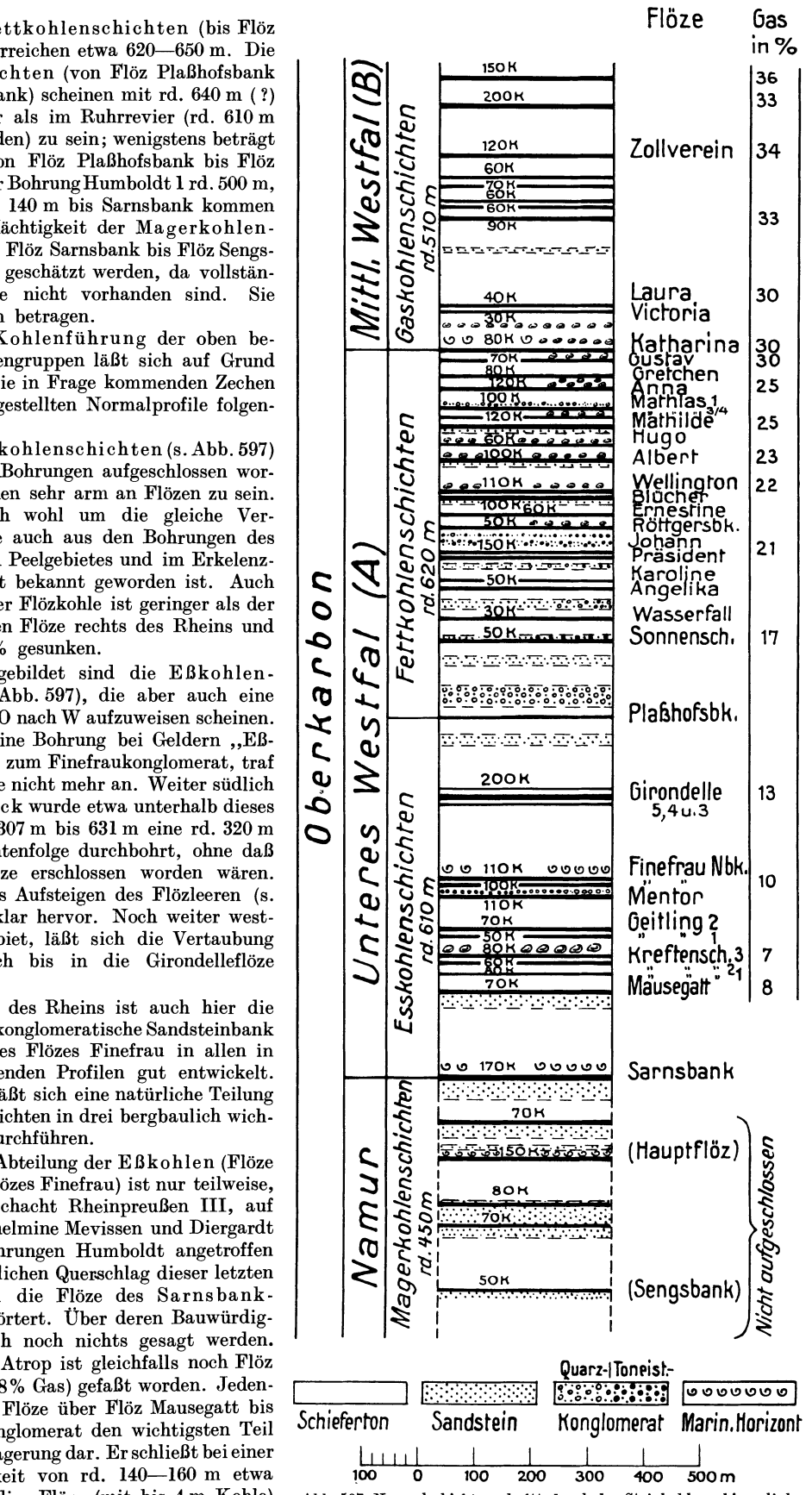


Abb. 597. Normalschichtenschnitt durch das Steinkohlengebirge links des Rheins.

ein, d. i. die Kreftenscheergruppe (Flöz 1, 2 und 3) mit 2 bauwürdigen Flözen (mit bis zu 2,00 m Kohle), die Geitlinggruppe mit 2 ± bauwürdigen Flözen (mit bis 1,10 m Kohle) und stellenweise Flöz Mentor (mit bis 0,70 m Kohle). Letzteres liegt auf Wilhelmine Mevissen und Diergardt unmittelbar unter dem Finefrau-Konglomerat. Die mittlere Abteilung hat das Flöz Finefrau auf Zeche Rheinpreußen mit bis 1 m Mächtigkeit (unmittelbar über dem Konglomerat) und auf Zeche Wilhelmine Mevissen bzw. Diergardt mit rd. 0,80—0,90 m aufgeschlossen. Darüber liegt das wohl durchweg unbauwürdige Flöz Finefrau-Nebenbank. Weiter im Hangenden folgt die flözreiche Girondelle-Gruppe mit 4—6 nur teilweise bauwürdigen Flözen (mit bis insgesamt 3 m Kohle). Stellenweise, wie auf Zeche Diergardt, liegen Flöz Girondelle 4 und 5 zusammen und bilden ein bis 3 m mächtiges Flöz. In der oberen Abteilung kennt man nur noch die meist aus mehreren unbauwürdigen Flözen bestehende Plaßhofsbankgruppe. Auf Zeche Diergardt II ist dieses Flöz 0,40 bis 0,60 m mächtig. In der Tiefbohrung Eyll-Kamp 2 (im Felde der Zeche Friedrich Heinrich) wurde Flöz Plaßhofsbank mit rd. 0,75 m (bei 19,9% Gas) durchsunken. Über seine Bauwürdigkeit läßt sich kein Urteil abgeben.

Im Gegensatz zu den Mager- und Eßkohlenschichten ist die Fettkohlengruppe durch Grubenbetrieb in ihrer ganzen Mächtigkeit aufgeschlossen worden (s. Abb. 597). Sie entspricht mit rd. 640 m etwa derjenigen im O. Auch der Flözreichtum, und zwar besonders im oberen Teil, ist etwa der gleiche. Dagegen sind in der untersten Zone zwischen den Flözen Sonnenschein und Plaßhofsbank (wie auf Zeche Diergardt II) nur ganz dünne Schmitzen (Flöze Schöttelchen 1 und 2) entwickelt. Gegenüber der ziemlich gleichmäßigen Verteilung der Fettkohlenflöze oberhalb von Flöz Sonnenschein rechts des Rheins läßt sich im südlichen Teile der linken Rheinseite eine Verarmung des sehr sandsteinreichen Teiles von Flöz Sonnenschein bis Flöz Präsident mit insgesamt rd. 150 m und 4—5 bauwürdigen Flözen feststellen, deren Mächtigkeit gegenüber der im Ruhrrevier geringer ist. Dabei geht das sonst meist mächtige und bauwürdige Flöz Sonnenschein von 0,55—0,70 m (Zeche Diergardt II) auf 0,65 m (Zeche Rheinpreußen I/II) bzw. 0,48 m (Rheinpreußen III) und 0,30 m Kohle (Zeche Friedrich Heinrich) herunter. Hier wird es dann durchweg unbauwürdig. Auch der Gasgehalt dieses Flözes sinkt von etwa 21% (Friedrich Heinrich) auf 17,5% (Zeche Rheinpreußen I/II).

Die höhere Abteilung der Fettkohle, die wichtigste des linken Niederrheins, beherbergt bei rd. 360 m Schichtenmächtigkeit (von Flöz Präsident bis Flöz Katharina einschließlich) rd. 12—16 bauwürdige Flöze mit etwa 13,0 m Kohle.

Nach W verschlechtert sich das Verhältnis um ein Geringes, da hier etwa 12 bauwürdige Flöze mit etwa 10—12 m Kohle vorhanden sind. Dabei steigt der Gasgehalt der Einzelflöze vom Rhein aus nach W und NW im allgemeinen an. So besitzt Flöz Katharina auf Zeche Rheinpreußen Schacht I/II rd. 29% Gas, auf Zeche Friedrich Heinrich rd. 30%, in der Bohrung 2 rd. 32,9% und in der Bohrung Rossenray 6 rd. 33,5%.

Die nur durch Bohrungen aufgeschlossene Gaskohlengruppe läßt wie im Ruhrbezirk eine obere flözreiche Zone mit einer Reihe ± bauwürdiger Flöze (Flöze der Zollvereiner Gruppe) und eine untere flözarme Zone (mit den Flözen Laura-Victoria) erkennen. Da die Flöze dieser Zonen aber noch nicht gebaut worden sind, kann man noch keine genauen Angaben über ihre Ausbildung machen. Die Flöze Laura und Victoria scheinen wie auch rechts des Rheins stellenweise bauwürdig zu sein. Dagegen sind die Zollvereiner Flöze (mit Ausnahme des Flözes Zollverein 1) im allgemeinen weit weniger gut entwickelt. Der Gasgehalt der Flöze bewegt sich innerhalb der Flözfolge von Flöz Katharina bis Flöz Bismarck zwischen 28 und 38% (Bohrung Driessen).

Auch die Gasflammkohlenschichten gestatten noch keine schlüssige Beurteilung. Sie sind erst bis etwa in Höhe des Leitflözes Bismarck genügend aufgeschlossen (Bohrung Driessen). Hier scheint eine ganze Reihe bauwürdiger Flöze zur Ausbildung gelangt zu sein. Die Dürftigkeit der nachgewiesenen Leitschichten erlaubt jedoch noch keine Parallelisierung mit den gleichaltrigen rechtsrheinischen Flözen.

2. Die besonderen stratigraphischen Merkmale des linksrheinischen Karbons.

Wie im Karbon der rechten Rheinseite bilden auch hier vornehmlich marine Horizonte, Süßwasserschichten, Pflanzenhorizonte sowie bestimmte petrographische Ausbildungserscheinungen der Gesteine die Leitmerkmale, und zwar sind allem Anscheine nach fast alle rechts des Rheins bekannten Merkschichten auch auf der linken Seite vertreten.

Marine Horizonte scheinen im Niederrheingebiet allerdings verhältnismäßig selten zu sein, schon aus dem Grunde, weil der an marinen Resten reiche tiefere Teil der Magerkohlenschichten noch nicht erschlossen ist. Der bis jetzt aufgefundene tiefste (älteste) Meereshorizont ist die marine Schicht über Flöz Sarnsbank auf der Zeche Diergardt. Bekannt ist auch die weitverbreitete Schicht über Flöz Finefrau Nebenbank mit *Pterinopecten papyraceus* u. a. sowie mit goniatitenführenden Konkretionen im Hangenden und Dolomitknollen (Torfdolomiten) in der Oberbank des Flözes.

Nach Jongmans ist auch in der Bohrung Winkelshof (angeblich in der unteren Fettkohle) ein mariner Horizont erkannt worden, der Eisensteinkonkretionen und Goniatitenreste führen soll. Die genaue stratigraphische Lage dieser Schicht steht jedoch noch nicht fest.

Die nächste und damit höchste bekannte Meeresschicht ist der rechts des Rheins so häufig aufgeschlossene marine Horizont über Flöz Katharina. Wenn er auch noch in keinem Grubenaufschluß links des Rheins beobachtet werden konnte, hat ihn Bärtling mit Sicherheit in der Bohrung Millingen 4 in Form eines 10 cm

mächtigen schwarzen Schiefertons (mit *Pterinopecten papyraceus* und *Nautilus vanderbeckei*) festgestellt. Auch auf der Zeche Rheinpreußen ist dieser Horizont noch nicht nachgewiesen worden, obwohl das Flöz Katharina hier auf anderem Wege identifiziert werden konnte (ZIMMERMANN II, 1925). Auf dieser Zeche zeigt zwar das als Flöz Katharina anzusprechende Flöz H den bekannten, milden und tiefschwarzen, bituminösen Katharinaschiefer, aber keine Fossilien. Noch höhere marine Horizonte, wie der „Lingulahorizont" und die so kennzeichnende „Ägirschicht", sind in keinem Falle angetroffen worden, was bei der geringen Kenntnis dieser Schichten weiter nicht verwunderlich ist.

Süßwasserhorizonte scheinen in der Fettkohle ebenso häufig wie rechts des Rheins zu sein, wie unter anderem die eingehenden Untersuchungen der Aufschlüsse auf Zeche Friedrich Heinrich durch CONRADY (1936) bewiesen haben (vgl. Abb. 597). Abweichende Angaben sind darauf zurückzuführen, daß die Schichten noch nicht systematisch durchforscht sind. In den Eßkohlenschichten kennt man Süßwasserhorizonte aus dem Hangenden des Flözes Kreftenscheer 3 (Zeche Diergardt). In den Fettkohlenschichten kenne ich sie unter anderem aus dem Hangenden der Flöze: Gustav, Gretchen, Anna, Mathilde, Hugo, Wellington und Röttgersbank. ZIMMERMANN II stellte Süßwasserreste in der Bohrung Norddeutschland 3 im Hangenden von Flözen fest, die Flöz 10 (Wellington) und Flöz 14 (Röttgersbank) der Zeche Friedrich Heinrich entsprechen. Es handelt sich stets um Vertreter der allgemein bekannten Gattungen *Carbonicola*, *Anthracomya* und *Najadites*. Auch in der Gaskohlengruppe sind Süßwassermuschelhorizonte recht häufig, und zwar zwischen den Flözen Katharina und Laura-Victoria und im Hangenden von Flöz Laura, wie z. B. in der Bohrung Hackenfeld. In den Magerkohlenschichten konnten Süßwasserhorizonte bislang nicht festgestellt werden. Erwähnt sei noch das Vorkommen eines Krusters *(Belinurus reginae)*, den WUNSTORF nachweisen konnte.

Die Pflanzenwelt des niederrheinischen Karbons entspricht, wie auch GOTHAN (1921) und ZIMMERMANN II (1925) ausführen, in all ihren Vertretern völlig den rechts des Rheins bekannten Formen. Es erübrigt sich daher, auf das Vorkommen von Einzelpflanzen im Hangenden der verschiedenen Flöze näher einzugehen. Besonders reiche Pflanzenbänke stellte CONRADY über den Flözen Gretchen, Mathias 1, Mathias 2, Mathilde, Wellington, Blücher und Präsident der Zeche Friedrich Heinrich fest. Eine genauere Pflanzenliste bringt im übrigen ZIMMERMANN II (1925, S. 565).

Besonders kennzeichnende lithologische Erscheinungen kenne ich nicht. Kohleneisensteine sind wie rechts des Rheins häufige Vorkommen (z. B. in der Unterbank des Flözes Finefrau der Niederrheinischen Bergwerksgesellschaft). Auch kristallin-körniger Spateisenstein ist vertreten. Toneisensteinlagen sind nicht selten, doch anscheinend nicht so häufig als rechts des Rheins. Allen drei Gesteinen kommt — wenigstens zur Zeit — weder eine leitende Bedeutung noch irgendein wirtschaftlicher Wert zu.

Von den aus dem Ruhrrevier bekannten Sandsteinen und Hauptkonglomeraten ist zunächst ein mächtiger Sand unter Flöz Mausegatt zu erwähnen. Besonders kennzeichnend ist das stellenweise bis 15 m mächtige Konglomerat im Sandstein unter Flöz Finefrau, weiter ein bis 25 m dicker konglomeratischer Sandstein zwischen den Flözen Plaßhofsbank und Sonnenschein. Genannt sei auch ein in der Bohrung Winkelshof angetroffener konglomeratischer Sandstein im unteren Teil der Fettkohlenschichten, der auch im Felde der Zeche Rheinpreußen fast durchweg vorhanden ist. Er dürfte dem Konglomerat über Flöz Präsident entsprechen. Bemerkenswert ist ferner die Entwicklung starker Sandsteinbänke in Höhe der Flöze Mathias (mit einem Toneisensteinkonglomerat), Karoline, Röttgersbank, Mathilde, Dickebank und Angelika sowie auf der Grenze zwischen den Gas- und Gasflammkohlenschichten (Bohrungen Binsheim und Driessen).

Kennelkohle ist verhältnismäßig selten beobachtet worden, so z. B. in Flöz C der Zeche Rheinpreußen, ferner in Flöz 1, Schacht V der Zeche Rheinpreußen.

Bezüglich des Gehaltes der Flözkohle an flüchtigen Bestandteilen bestehen auf der linken Rheinseite gewisse Unterschiede. So besitzen die Flöze der Fettkohlengruppe auf Zeche Friedrich Heinrich 22—35% flüchtige Bestandteile, während sie auf der Zeche Rheinpreußen nur 18—29% Gas führen.

3. Die Tektonik des Steinkohlengebirges auf der linken Rheinseite.

Hinsichtlich seiner tektonischen Verhältnisse ähnelt das linksrheinische Karbon sehr demjenigen rechts des Rheins, wenn es auch in gewisser Beziehung etwas von dem rechtsrheinischen abweicht. Dieser Unterschied spricht sich darin aus, daß hier der Gegensatz zwischen den ausgesprochenen breiten Mulden und schmalen Sätteln nicht mehr so scharf zum Ausdruck kommt wie rechts des Rheins (s. Profil A—B, Abb. 598). Weiter sinkt hier die Oberfläche des Karbons etwas langsamer nach N ein, als auf der rechten Seite, und schließlich ist auch die Faltung im allgemeinen nicht mehr so stark entwickelt wie in Westfalen. In den älteren Horizonten ist jedoch die Faltung des Karbons wieder erheblich lebhafter als in den jüngeren Horizonten im N des Bezirkes, ganz wie rechts des Rheins. Jedenfalls können in den die linke Rheinseite bezeichnenden Falten die bekannten alten tektonischen Elemente der rechten Seite verhältnismäßig sicher wiedererkannt werden (s. Abb. 599). Infolge relativ höherer Lage des linksrheinischen Gebietes sind hier die südlichen Sättel und Mulden des Ruhrbezirkes, wie die Wittener Mulde, der Stockumer Sattel, die Bochumer Mulde, der Wattenscheider Sattel und die Essener Mulde, nicht mehr

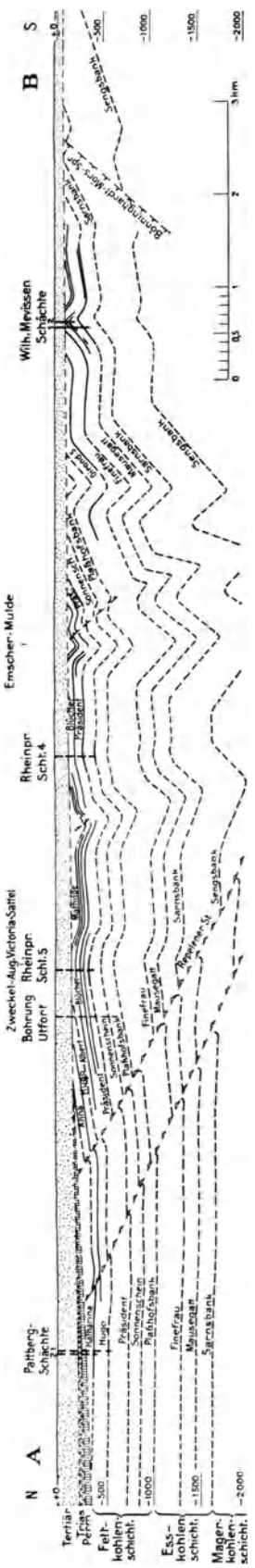


Abb. 598. Querprofil durch das Steinkohlengebirge links des Rheins nach der Linie A—B des Grundrisses Abb. 599. Nach Grubenrissen entworfen.

vorhanden. Nach der Literatur (ZIMMERMANN II 1925) sollte der erste, nach W durchstreichende Sattel links des Rheins der im Bereich des Bergbaues der Zeche Diergardt-Mevissen auftretende Gelsenkirchener Sattel sein. Aus der Durcharbeitung der tektonischen Verhältnisse ergibt sich jedoch (s. Tafel VI), daß der Gelsenkirchener Sattel als solcher links des Rheins nicht mehr in Erscheinung tritt. Die Zechen Wilhelmine Mevissen und Diergardt bauen schon auf dem Nordflügel des Gelsenkirchener Sattels. Dagegen ist die Emscher-Mulde links des Rheins nicht zu verkennen. Sie verläuft zwischen den Schächten III und IV der Zeche Rheinpreußen. Weiter nach N ist der Sattel Zweckel-Auguste Victoria, als Sondersattel des Vestischen Sattels, im O durch Schacht V der Zeche Rheinpreußen und im W durch die Schachtanlage Mörs I/II der Niederrheinischen Bergwerksgesellschaft aufgeschlossen worden. In der nördlich sich anschließenden Lippe-Mulde (hier „Repelner Mulde" genannt) baut die Zeche Friedrich Heinrich. Ob der im nördlichen Teil des Grubenfeldes dieser Zeche aufgeschlossene „Lintforter Sattel" schon mit dem Dorstener Sattel rechts des Rheins identisch ist, steht zwar noch nicht mit Sicherheit fest, ist aber wahrscheinlich.

Im übrigen finden sich, dem tektonischen Bilde der rechtsrheinischen Sättel entsprechend, auch auf der linken Rheinseite mehrere in engster Verbindung mit der Faltung stehende Überschiebungen, deren einige (wie die Rayen-Repelner) ebenso wie rechts des Rheins mitgefaltet, also denselben Faltungsvorgängen wie dort unterworfen worden sind (vgl. auch die im Bereiche der Schächte I, II, III der Zeche Rheinpreußen auftretenden Wechsel). Allerdings erreichen die teils nach S, teils nach N einfallenden Überschiebungen bei weitem nicht das große Überschiebungsausmaß der rechtsrheinischen Wechsel (s. Abb. 598).

Kennzeichnend für das tektonische Bild des Karbons ist, daß auch links des Rheins die Faltenstränge von Querverwerfungen durchsetzt werden, die, vorwiegend NW—SO verlaufend, das Gebiet in eine Reihe von Schollen, und zwar Horste, Gräben und Staffeln zerlegt haben (s. Abb. 599). Entsprechend dem Auftreten dreier östlich einfallender Sprünge mit großen Verwerfungsbeträgen sinken die Schollen allmählich staffelförmig zum Rheine ab. Bemerkenswerterweise nimmt das Verwerfungsausmaß der NW—SO-Sprünge von S nach N recht erheblich zu. Hierdurch senkt sich gleichzeitig auch die Oberfläche der Schollen nach NW immer schneller ein.

Alle diese Schollen gehören dem sog. „nördlichen Rheintalgrabengebiete" an, das von dem westlich anschließenden „Horst von Geldern-Krefeld" seiner tektonischen Geschichte nach sehr verschieden ist.

Unter den durch Bergbau und Bohrungen aufgeschlossenen Störungen des Steinkohlengebirges, die sich bis in die Höhe von Xanten nach N verfolgen lassen, sind in Richtung von W nach O in erster Linie folgende zu nennen (s. Abb. 599): Die westlichste der auch die Ablagerungen der Trias und des Zechsteins im W begrenzenden Störungen (s. Abb. 599) ist der östlich mit rd. 80° einfallende Sonsbeck-Camp-Sprung. Er verwirft das Karbon im Höchstmaß um etwa 600 m. Dadurch gehört diese östlich einfallende Verwerfung zu den bedeutendsten Störungen des Niederrheins überhaupt. Trotz ihres großen Verwurfes im Karbon hat sie die Oberfläche des Steinkohlengebirges im Felde der Zeche Friedrich Heinrich

nur um rd. 160 m versenkt. Im Weiterverlauf nach NW steigt der Verwerfungsbetrag, gemessen an der Karbonoberfläche, jedoch schon auf etwa 250 m an. Der nach O folgende Saalhof-Lintforter Sprung (mit 80° nach O einfallend) besitzt im Karbon

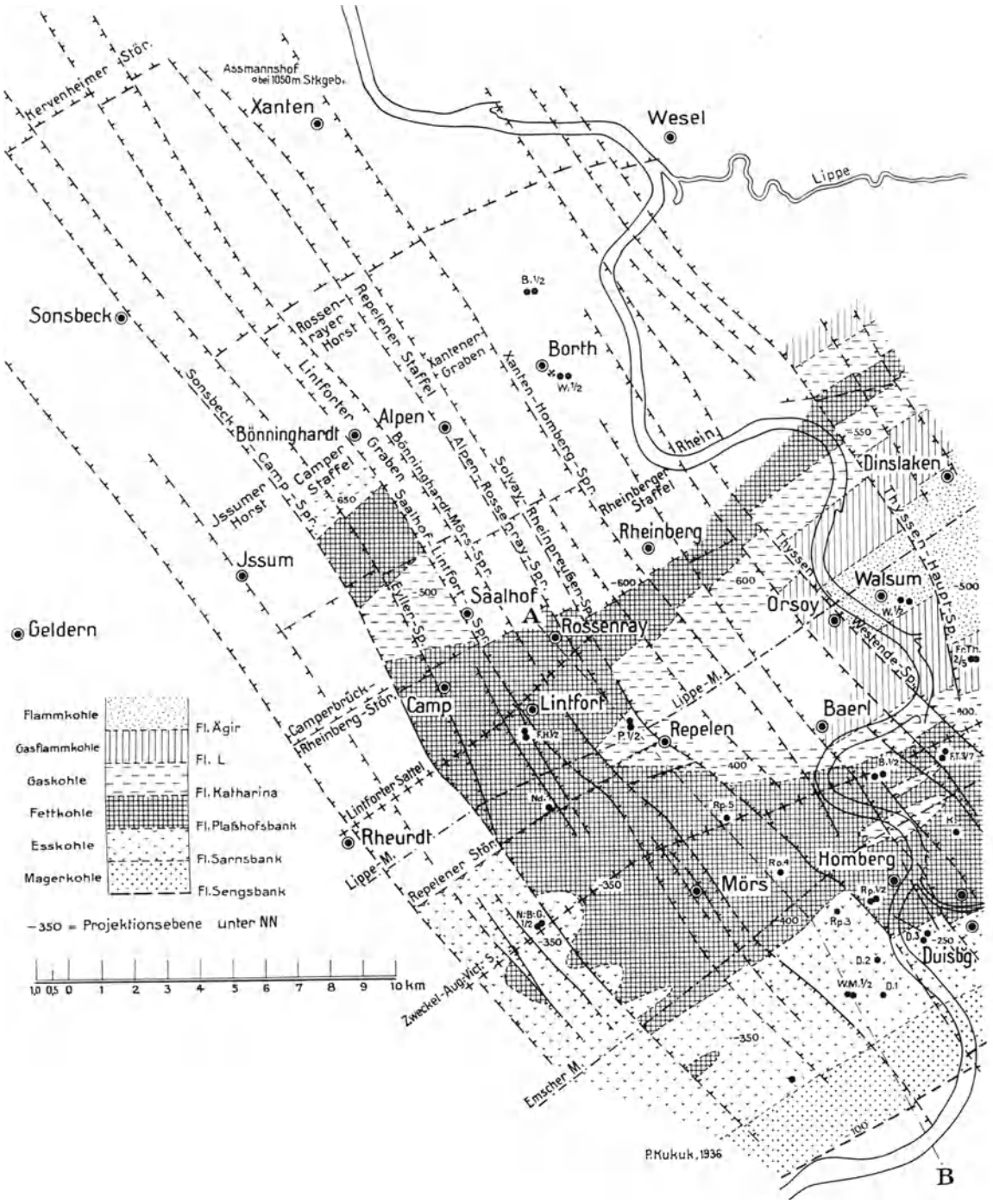


Abb. 599. Stratigraphisch-tektonische Übersichtskarte des abgedeckten Steinkohlengebirges links des Rheins.

der Zeche Friedrich Heinrich einen Verwurf von rd. 200 m, während die Deckgebirgsunterkante an ihm um rd. 130 m verworfen ist. Weiter nordwestlich wächst der Verwurf im Karbon auf rd. 650 m an. Es folgt der Bönninghardt-Mörs-Sprung mit westlichem Einfallen. Geringere Bedeutung hat dann der östlich einsinkende

Alpen-Rossenray-Sprung. Weit größer ist der Einfluß des nach O gerichteten und auf der Schachtanlage Rheinpreußen I/II aufgeschlossenen Solvay-Rheinpreußen-Sprungs. Diese Störung verwirft die Schichten des Karbons auf der Zeche Rheinpreußen um rd. 350 m. Dagegen liegt die Oberfläche des Karbons östlich dieses Sprungs rd. 200 m, ganz im N (westlich von Xanten) aber schon rd. 400 m tiefer. Im Felde der Zeche Diergardt I/II verwirft er im Karbon um 230 m. Weiter nach O folgt der Xanten-Homberg-Sprung. Als östlichste Hauptverwerfung des linksrheinischen Gebietes ist der Thyssen-Westende-Sprung anzusehen.

Wie erwähnt, haben die genannten Störungen durch Zerlegung des Steinkohlengebirges in Schollen auch an der Karbonoberfläche Gräben und Horste erzeugt (s. Profil Abb. 599). Der fortschreitenden Erkenntnis entsprechend, haben nicht nur die Namen der Schollen, sondern auch ihrer Grenzstörungen sowohl auf den einzelnen Gruben als auch auf den bis jetzt erschienenen Kartendarstellungen ständig gewechselt. Auch heute sind noch nicht alle tektonischen Elemente mit der gewünschten Sicherheit erkannt.

Immerhin lassen sich auf Grund der vorliegenden Gruben- und Bohrlochaufschlüsse sowie stratigraphisch-tektonischer Überlegungen in Übereinstimmung mit den Auffassungen der Zechenverwaltungen der linken Rheinseite doch schon folgende Einzelelemente herausschälen (s. Abb. 599):

Zunächst haben wir in SW eine durch zwei nach O einfallende Störungen (von denen die östliche der Sonsbeck-Camp-Sprung ist) gebildete Staffel, die Issumer Staffel, auf der die Niederrheinische Bergwerksgesellschaft baut. Durch den Sonsbeck-Camp- und den Saalhof-Lintforter Sprung wird die Camper Staffel gebildet, auf der die Schächte der Zeche Friedrich Heinrich stehen. Der östliche Grenzsprung dieser Staffel schließt mit dem Bönninghardt-Mörs-Sprung den Lintforter Graben ein. Auf diesen folgt der Rossenrayer Horst, eingeschlossen von dem Bönninghardt-Mörs- und dem Alpen-Rossenray-Sprung. In ihm bauen die Schachtanlagen Pattberg I/II, Rheinpreußen V, IV und III sowie Diergardt I/II und Wilhelmine Mevissen I/II. Ihm schließt sich nach O die Repelner Staffel an, deren östliche Randstörung von dem Solvay-Rheinpreußen-Sprung gebildet wird. Von diesem und dem nach W einsinkenden Xanten-Homberg-Sprung wird dann der Xantener Horst eingefaßt.

Infolge der meist großen Verwurfshöhe der Sprünge stoßen in den einzelnen Schollen die verschiedenen Kohlengruppen in der Horizontalen scharf aneinander ab. So wirft unter anderem die Sonsbeck-Camp-Störung im Felde der Zeche Friedrich Heinrich Fettkohle gegen Magerkohle. An der Solvay-Rheinpreußen-Störung schneidet im Felde der Zeche Rheinpreußen Eßkohle gegen Fettkohle ab, und längs des Hauptsprungs Thyssen-Westende (östlich Orsoy) Flammkohle gegen Gasflammkohle (s. Abb. 599).

Als neues tektonisches Element treten noch einige W—O streichende Störungen in Erscheinung (s. Abb. 599), die höchstwahrscheinlich jüngeren Alters als die normalen Querstörungen sind. Unter diesen ist der oben im N gelegene Sprung von Kervenheim, der einerseits zwischen den Bohrungen Niederrhein 6, 13, 105, Walter 7 und 8 (südlich), sowie andererseits Niederrhein 29, 9 und 7 (nördlich) durchsetzt, einer der bedeutendsten. Ein weiterer W—O-Sprung ist die Camperbrück-Rheinberg-Störung zwischen den Bohrungen Humboldt 2, Camp 1, Saalhof 7 und 4 (nördlich), sowie Camp 5, 4, 3 und Rossenray 7 und 3 (südlich). Als südlichste W—O-Störung kommt die Repelner Störung (Überschiebung?) in Betracht, die zwischen den Bohrungen Norddeutschland 3, Koortenhof (nördlich) sowie Dongmannshof und Repelen (südlich) durchgeht.

Gleichzeitig mit der starken tektonischen Zerlegung offenbart sich auch eine ± erhebliche Entgasung der Flöze, derart, daß im allgemeinen von W auf den Rheinstrom zu der Gasgehalt gleicher Flöze abnimmt.

Wie schon bei der Besprechung des Deckgebirges erwähnt, steht die zickzackförmige Verbreitung des Zechsteins und Buntsandsteins in engster Beziehung zu der Tektonik des Karbons (vgl. Abb. 595). Beide Formationen stoßen im allgemeinen in den Gräben nach S vor, bleiben dagegen auf den Horsten zurück. Auch die Verbreitung des Salzes folgt in mancher Beziehung der Sonderausbildung der Schollen, in denen das Salz vorwiegend, aber nicht immer, in Grabengebieten liegt (so Profil A—B, Abb. 594), während die Horste meist weniger Salz führen oder frei von Salz sind. Diese nur scheinbar einfachen Verhältnisse sind im einzelnen, infolge der zeitlich sehr verschiedenartigen

tektonischen Bewegungen, weit verwickelter. Im Hinblick auf den Raum kann jedoch darauf hier nicht weiter eingegangen werden.

Die Gründe für die Herausbildung dieses Systems von Sprüngen, die zur Bildung des Rheintalgrabens und seiner Randstaffeln geführt haben, sind in Zerrungsvorgängen zu sehen. Zeitlich müssen diese kurz nach eingetretener Faltung des Oberkarbons erfolgt sein, wie die verschiedenaltrige Karbonstufen transgredierend überdeckenden Zechsteinschichten beweisen.

Jedenfalls läßt die verwickelte Mosaikstruktur der Deckgebirgsschichten im Niederrheingraben erkennen, daß längs der in jungoberkarbonischer Zeit entstandenen Sprünge in den nachfolgenden Zeiten wiederholt ± große Bewegungen erfolgt sind, die hier aber im einzelnen nicht behandelt werden können.

Als tiefere Ursache der Pressungs- und Zerrungsvorgänge sieht ZIMMERMANN die von QUIRING (1926) näher behandelten Schrägschollenbewegungen an (s. Abb. 600). QUIRING nimmt an, daß sich an der Wende Oberkreide-Alttertiär drei tektonische Einheiten (sog. Großschollen), und zwar die Scholle von Brabant, von Münster und von Osnabrück an tektonisch schwachen Stellen absetzten. Hierbei wirkten die Einzelschollen, insbesondere die Schrägscholle von Münster, verschieden aufeinander ein. Während sich die Schrägscholle von Münster so gegen die Scholle von Osnabrück bewegte, daß im sog. „Pressungsgelenk" die Gelenkfalten des Osnings entstanden, bildete sich im sog. „Zerrungsgelenk" zwischen der Scholle von Brabant und der Schrägscholle von Münster die Bruchzone des Niederrheins heraus. Die hierdurch im Niederrheingebiet entstandene Zerrspalte sieht QUIRING in dem großen holländischen Graben (bzw. Roertalgraben) wieder, der zu den tiefsten Einbrüchen der Niederrheinischen Bucht gehört.

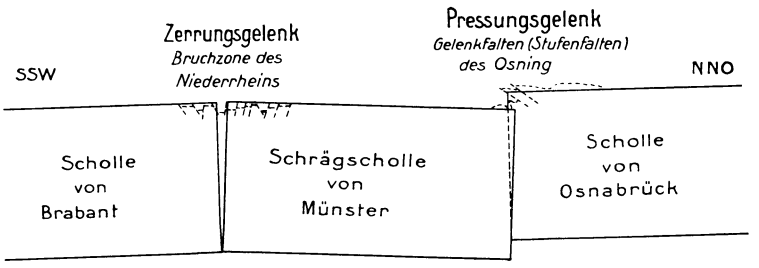


Abb. 600. Die Schrägstellung der Scholle von Münster und die Bildung der Bewegungsformen an den Schollenrändern in der Oberkreide-Alttertiär-Phase. Nach QUIRING aus ZIMMERMANN.

Die Bildung des Niederrheintalgrabens (nördlicher Rheintalgraben WUNSTORFs und südlicher Rheintalgraben FLIEGELs), dessen Einbruch vorwiegend im Tertiär erfolgte, dürfte im Sinne der vorstehenden Auffassungen als Teilerscheinung bzw. Nachwirkung des Einbruches des großen Grabens anzusprechen sein.

XVII. Abschnitt.

Die nutzbaren Minerallagerstätten des engeren und weiteren Industriebezirkes.

Mit Rücksicht auf die hohe volkswirtschaftliche Bedeutung der Minerallagerstätten, deren Ausgewinnung im Rahmen der wirtschaftlichen Erfordernisse des Dritten Reiches einen starken Auftrieb erhalten hat, ist der Kreis der zu behandelnden Vorkommen von Kohlen, Erzen, Salzen und Kohlenwasserstoffen, ihren Beziehungen zum Hauptverbrauchsgebiet entsprechend, über den engeren Ruhrbezirk hinaus erweitert worden.

Wenn auch naturgemäß in erster Linie die zur Zeit in Bau stehenden, wirtschaftlich wertvollen Vorkommen behandelt worden sind, so habe ich zur Gewinnung eines möglichst erschöpfenden Überblicks sowohl die schon seit ± langer Zeit in Fristen liegenden, größeren und kleineren Lagerstätten nutzbarer Mineralien, als auch die zur Zeit noch nicht in Angriff genommenen, aber höffigen Erzvorkommen mit in die Darstellung einbezogen. Mitbestimmend war dabei der Gedanke, daß der Begriff der Bauwürdigkeit ja kein absoluter ist, sondern ebenso von dem jeweiligen Stande der Gewinnungs- und Aufbereitungsverfahren wie von dem schwankenden Weltmarktpreise abhängt. Leitend war jedoch die Überlegung, daß die verbesserten Abbaumethoden und Anreicherungsverfahren des letzten Jahrzehnts die Möglichkeit eröffnen, durch Wiederinbetriebsetzung alter, höffiger Vorkommen und Neuaufnahme armer, mineralischer Rohstoffquellen unsere schmale metallische Basis zu verbreitern und durch devisenschaffende Ausfuhr unsere Unabhängigkeit vom Ausland zu erhöhen.

In Verfolg dieses Versuches, gewissermaßen eine Inventarisierung unserer Minerallagerstätten im Rahmen des Vierjahresplanes durchzuführen, erschien es mir geboten, neben den noch betriebenen Vorkommen des westfälischen Raumes auch alle alten, selbst die teilweise schon der Vergessenheit anheimgefallenen Lagerstätten nach geographischer Lage, Art des Minerals und geologischer Stellung graphisch

festzulegen (s. Tafel XII), und zwar zunächst ohne Rücksicht auf ihre heutige wirtschaftliche Bedeutung. Bei der textlichen Behandlung der Lagerstätten ist dann jedes Mineralvorkommen auch auf seine Vorräte und auf seinen wirtschaftlichen Wert kurz kritisch betrachtet worden.

Eine absolute Vollständigkeit in der Aufführung der zahlreichen Vorkommen ist nicht beabsichtigt worden. Immerhin dürften alle irgendwie bemerkenswerten Lagerstätten erfaßt worden sein.

Die verschiedenen Arten der Mineralvorkommen sind zu folgenden Lagerstättengruppen zusammengefaßt worden (s. Tafel XII):

A. Kohlenvorkommen.
B. Eisenerzlagerstätten.
C. Lagerstätten der Erze und Nichterze.
D. Salz- und Kalisalzlagerstätten.
E. Kohlenwasserstoffvorkommen.

Innerhalb dieser Gruppen habe ich dann die verschiedenen Vorkommen, ihrem geologischen Alter bzw. dem Alter des Nebengesteins entsprechend, der Reihe nach behandelt.

A. Kohlenvorkommen.

1. Steinkohlen.

Flözleeres. Soweit mir bis jetzt bekannt ist, sind bauwürdige Kohlenflöze im Flözleeren nicht vorhanden. Wohl finden sich örtlich, so z. B. im mittleren Flözleeren, auf

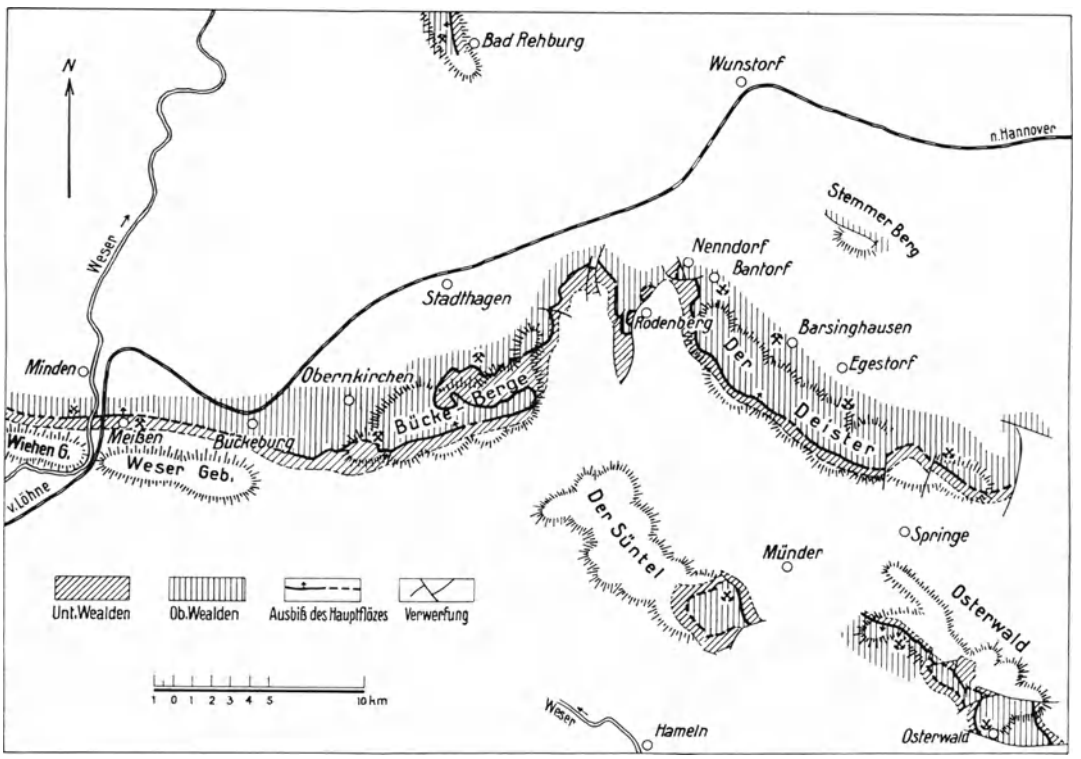


Abb. 601. Das flözführende Wealden am Bückeberge, Deister, Osterwald und Süntel, bei Rehburg und Meißen. Umgez. nach ALBRECHT und GRUPE.

geringe Entfernung aushaltende, einige Zentimeter dicke Kohlenlagen oder Kohlenschmitzchen, die mangels nachweisbarer Wurzelbetten als „allochthone" Ablagerungen anzusehen sind. Nach anderen, nicht nachprüfbaren Mitteilungen sollen stellenweise sehr dünne Flöze mit echten Wurzelböden vorkommen. Zutreffendenfalls könnten sie als Äquivalente der Gerhardineflöze des Krebs-Traufe-Horizonts bzw. der bekannten Wilhelmineflöze des Aachener Indereviers (HAHNE 1930) angesprochen werden.

Flözführendes Steinkohlengebirge. Da die lagerstättentechnischen Verhältnisse des flözführenden Karbons schon oben behandelt worden sind, sei auf die in Frage kommenden Abschnitte verwiesen.

Trias. Nach STILLE (1909) birgt der mittlere Keuper des Teutoburger Waldes bei Neuenheerse 27 m unter dem Rhät in einer durch mürbe, gefärbte Sandsteine gekennzeichneten Mergelstufe ein Steinkohlenflöz von 0,40 m größter Mächtigkeit, das schwarzen Schiefertonen mit zahlreichen, gut erhaltenen Pflanzenresten (Equiseten) eingelagert ist.

Die aschenreiche, in der Mächtigkeit sehr schwankende Kohle hält in nordöstlicher Richtung nur auf etwa 400 m aus. Daher ist das Flöz unbauwürdig. Als einziges in NW-Deutschland bekanntes Kohlenflöz des Gipskeupers hat sein Vorkommen wissenschaftliches Interesse.

Jura. In den dem mittleren Jura angehörenden Cornbrashschichten finden sich nach WEGNER (1926) bei Wehrendorf und Lübbecke schwache Kohlenflöze „allochthoner" Natur.

Sie sind allerdings nur für kurze Zeit Gegenstand kleiner Betriebe gewesen. Kohlenschmitzen kennt man weiter aus dem Corallien und den Oxfordschichten des Malms bei Borgholzhausen. Sämtliche Vorkommen sind unbauwürdig.

Kreide. Die unterste Kreide, die Wealdenformation oder der Wälderton, führt östlich der Ems, und zwar sowohl am Südrande des Teutoburger Waldes als am Nordsaume des Wiehen- und Wesergebirges, einige geringmächtige und vielfach unreine Flöze, von denen meist nur das eine oder andere bauwürdig ist. Die Flöze sind teils den tiefsten Wealdentonschiefern, teils auch den mittleren und hangenden Sandsteinschichten eingebettet.

Der Zahl nach handelt es sich um 1—5 (selten mehr) Flöze, die auf Grund der Überlagerung durch marine Schichten und ihres von GRUPE (1931) nachgewiesenen Wurzelbodens als autochthone Flöze des paralischen Typus anzusehen sind. Meist sind nur ein bis zwei 0,30—0,70 m mächtige Flöze bauwürdig entwickelt. Das wichtigste Flöz ist das an der Basis des mittleren Sandsteins gelegene Hauptflöz.

Südlich des Teutoburger Waldes hat man diese Flöze in früheren Zeiten (zuletzt in der Nachkriegszeit) an zahlreichen Stellen, so bei Tecklenburg, Borgloh-Oesede, Iburg, Kirchdornberg, Bielefeld u. a. a. O. gebaut. Sämtliche Betriebe sind heute auflässig.

Eine etwas reichere Entwicklung zeigt das Wealden am Nordabfall des Wiehen- und Wesergebirges.

Bei der in Bohmte gewonnenen Kohle handelte es sich um einen aschenarmen Anthrazit mit rd. 92% C und 2—5% flüchtigen Bestandteilen.

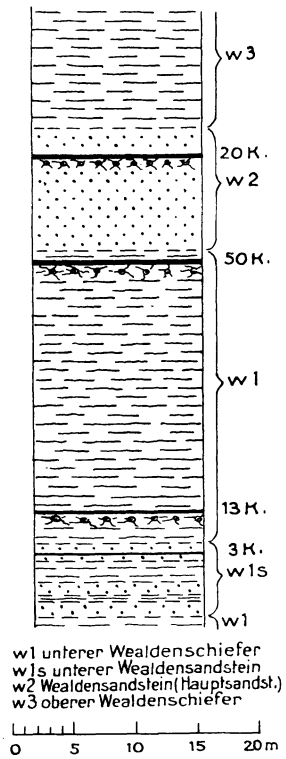


Abb. 602. Normalschichtenschnitt der Wealdenflöze. Georgschacht II bei Obernkirchen. Umgez. nach GRUPE.

Auf der Fortsetzung des Wealdenzuges über die Weser hinaus geht noch heute, und zwar bei Minden, Obernkirchen und Barsinghausen (am Deister), ein lebhafter Kohlenbergbau um (s. Abb. 601). Von den hier entwickelten 2 bzw. 5 Flözen ist meist nur das an der Grenze zwischen unterem Schiefer und Hauptwealdensandstein gelegene Hauptflöz mit 0,35—0,70 m bauwürdig (s. Abb. 602).

Östlich von Minden wird auf dem rechten Weserufer von der Grube Meißen (frühere Zeche Preußische Clus) Bergbau auf das meist unreine Hauptflöz, vorwiegend aber auf das bis 0,45 m dicke Unterflöz (Flöz 4) mit einem bis 0,30 m mächtigen, reinen Oberpacken geführt.

Die nach KÜHLWEIN zu 85% aus Vitrit bestehende, schwefelkiesführende, fette, aschenreiche Kohle (mit rd. 20% flüchtigen Bestandteilen) ist durch hohen Stickstoff- und Schwefelgehalt sowie flüssige Kohlenwasserstoffe (Benzin) ausgezeichnet. Bemerkenswerterweise enthalten die hier austretenden Grubengase große Mengen hochmolekularer Kohlenwasserstoffe mit rd. 37% Stickstoff (FISCHER 1932).

Von MÜLLER (1934) ist die eigenartige Kohle als „Tierkohle" angesprochen worden. Wie ihre mikroskopische Untersuchung erwiesen hat, ist sie aber gleich allen anderen Kohlen aus zersetzten Pflanzenresten (Koniferen und Cycadophyten) hervorgegangen (STACH 1935).

Gewaschen dient die Kohle als Zusatz zur Kokskohle der Zeche Friedrich der Große i. W. zwecks Erzielung größerer Festigkeit des Kokses. Die Rohförderung der Zeche Meißen betrug 1935 rd. 55500 t bei 220 Mann Belegschaft. Der Vorrat wird auf rd. 1,2 Mill. t geschätzt.

In den Bückebergen wird vom Gesamtbergamt Obernkirchen auf dem Georgsschacht II (bei Stadthagen) u. a. a. O. die verkokungsfähige Kohle des rd. 0,38 m mächtigen Hauptflözes (mit rd. 18% flüchtigen Bestandteilen und einem Heizwerte von rd. 7700 WE) schwunghaft gewonnen.

Die aus dem höher gelegenen Lietstollen geförderte Kohle (mit rd. 6900 WE) ist eine nicht verkokungsfähige Mager- bis Eßkohle.

Obgleich hier nur ein Flöz gebaut wird, betrug die verwertbare Förderung des Ostfeldes im Jahre 1936 rd. 436000 t und die Kokserzeugung rd. 195000 t bei rd. 2400 Mann Gesamtbelegschaft. Der Kohlenvorrat wird auf rd. 11 Mill. t angegeben.

Im Deister steht auf dem Steinkohlenbergwerk Barsinghausen das rd. 0,50 m mächtige Hauptflöz im Bau. Die im Tiefbau gewonnene, verkokbare Kohle führt rd. 28% Gas. Auch hier zeigt die aus den höheren Stollenbetrieben stammende Kohle keine Backfähigkeit mehr.

Die verwertbare Förderung belief sich im Jahre 1936 auf rd. 346500 t bei insgesamt 1600 Mann Belegschaft. Außerdem wurden rd. 72000 t Mitteltemperaturkoks (sog. Anthrakoks) für Hausbrandzwecke erzeugt. Der bauwürdige Kohlenvorrat wird auf mindestens 13 Mill. t geschätzt.

Die Gesamtförderung des Wealdenkohlenbezirkes, welche 1882 rd. 645000 t betrug, erreichte 1934 rd. 610000 t.

Über Einzelheiten der Wealdenkohlenvorkommen unterrichtet die nachstehende Übersicht:

	Steinkohlenbergwerk Barsinghausen			Gesamtbergamt Obernkirchen		
	Tiefbau Barsinghausen	Hohewarter Stollen	Feggendorfer Stollen	Tiefbau Georgschacht	Lietstollen	Rehburg (außer Betrieb)
Zahl der gebauten Flöze	1	1	1	1	1	1
Mächtigkeit des gebauten Flözes	20—70 cm (durchschnittliche Mächtigkeit der gebauten Teile 50 cm)	47—63 cm	47—63 cm	28—45 cm (im Durchschnitt 38 cm)	75 cm	54—59 cm
Verkokungsfähigkeit der Kohle	gut, Kohle neigt zum Treiben	keine Backfähigkeit, Koks sandig	keine Backfähigkeit, Koks sandig	gut, Kohle neigt zum Treiben	keine Backfähigkeit, Koks sandig	im ganzen gut, Koks teils gebläht, teils gesintert
Flüchtige Bestandteile	27—30%	26% (nicht brennbar)	25% (nicht brennbar)	18%	22%	27%
Aschengehalt der Rohkohle	15—17%	18—25%	18—25%	26%	16%	10,5%

Wegen des großen Reichtums der Flöze an flüchtigen Bestandteilen sei hier auch noch die Zusammensetzung der in der Kohle eingeschlossenen Gase von Minden, Obernkirchen und Barsinghausen mitgeteilt (Brennstoff-Chemie 1932):

Kohle aus	Mahldauer (St)	cm^3 Gas 100 g Kohle	CO_2	CO	H_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}
Minden	32	235	3,0	0,1	0,0	3,9	17,1	30,1	42,6	1,8	1,4
Obernkirchen	9,5	168	22,0	0,3	0,0	36,8	33,5	4,4	3,0	0,0	0,0
Barsinghausen	24	47	70,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

2. Braunkohlen.

Tertiär. Von dem ausgedehnten oberoligozänen Köln-Brühler Braunkohlenvorkommen mit einer zwischen 40 und 100 m wechselnden Mächtigkeit abgesehen (s. Abb. 603), kennt man keine Braunkohlenflöze innerhalb des Tertiärs des Industriereviers. Zwar hat man an verschiedenen Stellen des Niederrheins durch Bohrungen jungtertiäre, reine Sande mit zwischengeschalteten Braunkohlenflözen nachgewiesen. Bergbaulich sind sie jedoch ohne jede Bedeutung.

Während man noch bis vor wenigen Jahren annahm, daß das Vorkommen der Braunkohle auf das Vorgebirge (Ville) beschränkt sei, hat sich auf Grund der Bohrungen der Jahre 1927—31 herausgestellt (vgl. BREDDIN 1930/32, FLIEGEL 1937), daß die an zahlreichen Stellen der Niederrheinischen Bucht festgestellte Braunkohle einem einzigen Flöze, dem „Hauptflöz", angehört, das sich im NW und N etwa nördlich der Linie Herzogenrath-Grevenbroich in Einzelflöze zerschlägt. Die Braunkohle ist hier, wenn auch unter sehr mächtigem Deckgebirge und in stellenweise nicht unwesentlich anderer Ausbildung, fast bis an die Maaslinie nachgewiesen (s. Abb. 603). Nach BREDDIN ist auch die im Aachener Bezirk (bei Herzogenrath) und in Holland nördlich von Heerlen) auftretende, angeblich „jüngere" (pliozäne) Braunkohle mit dem Hauptflöz der Ville ident.

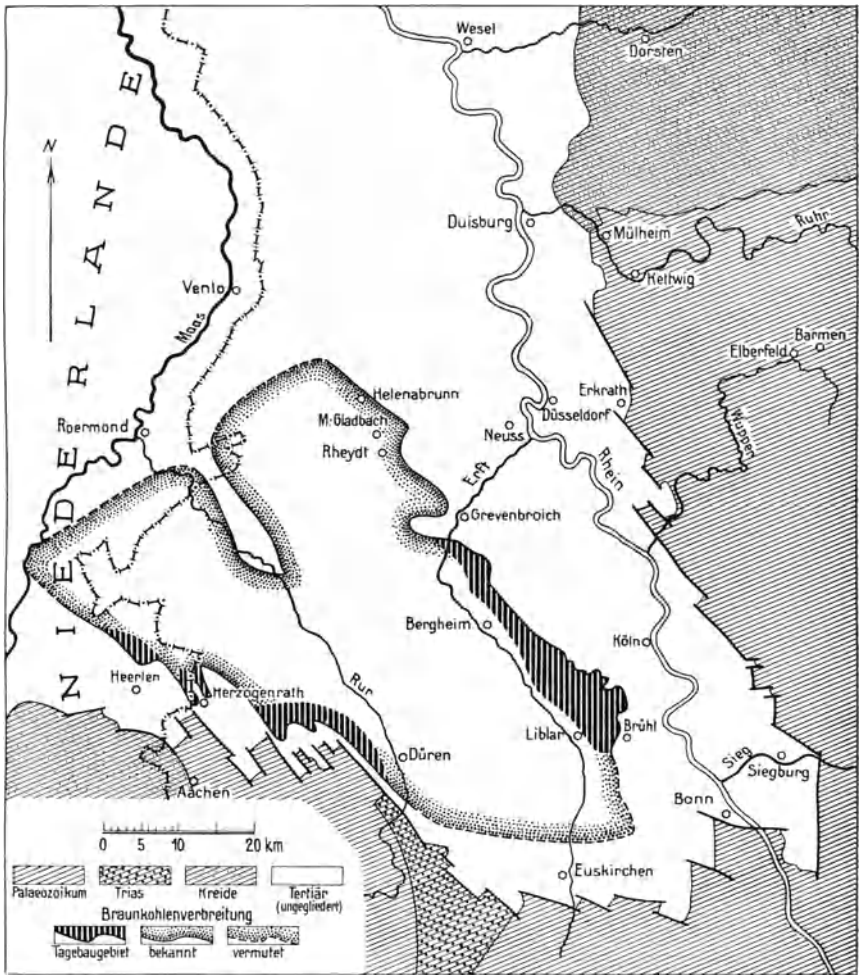


Abb. 603. Die Verbreitung des Hauptbraunkohlenflözes im Rheintalgraben. Umgez. nach BREDDIN.

Wirtschaftlich von Bedeutung ist die Tatsache, daß das auf der Höhe des Vorgebirges anstehende Braunkohlenflöz schon etwa zur Hälfte abgebaut ist, so daß seine Vorräte in Höhe von rd. 2 Millrd. t höchstens noch für rd. 40 Jahre ausreichen. Durch die im südlichen Teile des Erftgrabens in größerer Tiefe (300—500 m) festgestellte Verbreitung des Flözes mit einer Kohle von nur 25% Wassergehalt gegenüber 60% der Kohle im Tagebau ist der Kohlenvorrat der Ville um rd. 15 Millrd. t erhöht worden. Diese Mengen ermöglichen eine weitere Lebensdauer der Braunkohle um mehrere 100 Jahre, falls die vorhandenen technischen Schwierigkeiten der Wasserwältigung und des Versatzes beim Tiefbaubetrieb gelöst werden.

Zu erwähnen ist noch die anscheinend durch Einschwemmung zustande gekommene Ablagerung größerer Braunkohlenschollen in den Sanden und Tonen der früheren Grube „Sonntagskind" bei Vohwinkel, die heute auflässig ist.

Weitere Vorkommen jüngerer Braunkohlenflöze sind in der eingebrochenen Scholle miozänen Tertiärs bei Dörentrup (nordöstlich Detmold) bekannt geworden. Auch sie sind unbauwürdig.

Dem terrestren Miozän gehören die Flöze von Wahmbeck (nördlich Detmold) an.

Die dort aufgeschlossenen 7 unreinen Flöze (das mächtigste war 6 m mächtig) bildeten früher Gegenstand eines bescheidenen Bergbaues.

Ein 1873 bei Nieheim betriebener Abbau auf Braunkohle hatte gleichfalls nur eine geringe Lebensdauer.

3. Torfmoore des Industriebezirkes.

Zu den nutzbaren Lagerstätten der Brennstoffe im weiteren Sinne gehören auch die Vorkommen von Torfmooren. Wie Abb. 604 zeigt, sind an nutzbaren Torflagerstätten

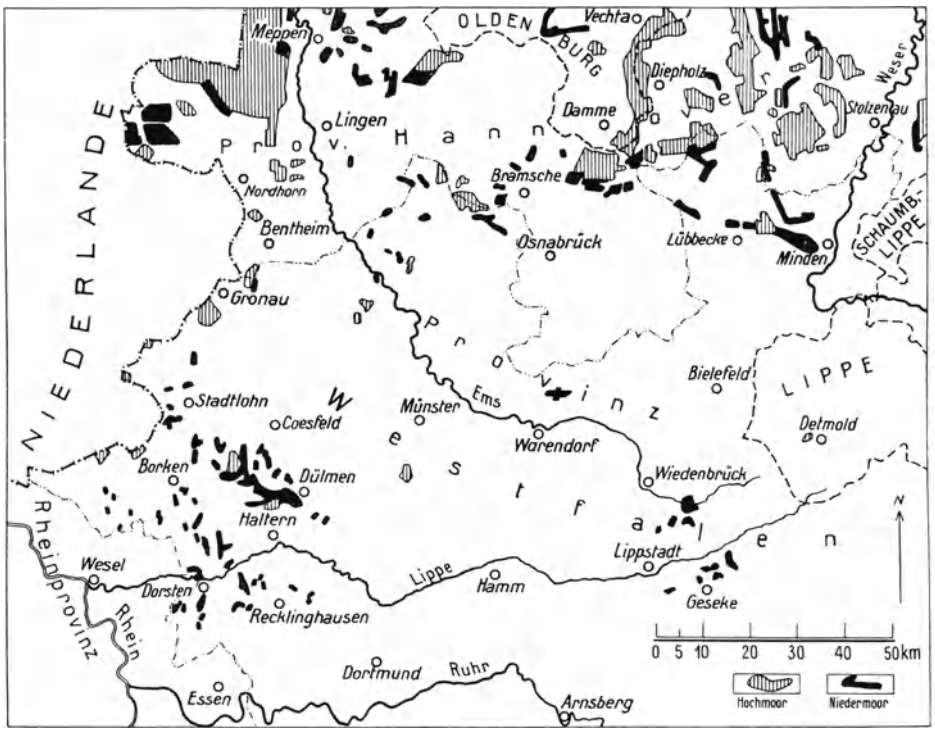


Abb. 604. Übersichtskarte der Torfmoore Westfalens und der angrenzenden Gebiete. Nach der Moorkarte d. Pr.G.L.A.

auf westfälischem Boden bzw. in seiner näheren Umgebung mit Ausnahme des bedeutenden Bourtanger Moores und einiger größerer Torfmoore an der Hunte nur unwichtige Vorkommen, und zwar in Form von „Niederungsmooren", vertreten (s. Tafel XII). Erwähnt seien das Reyering-Venn, das Amts-Venn, das Syen-Venn, das Getelo-Moor, das Heseper Moor, die alle an der holländischen Grenze liegen, ferner das Weiße Venn (s. Abb. 605), das Vinter Moor und das Große Moor. Die Mehrzahl der westfälischen Torflager ist schon abgebaut.



Abb. 605. Torfstich im Weißen Venn bei Velen. Aufn. Westf. Provinzial-Museum für Naturkunde.

Nach Wegner (1925) erstreckt sich das rd. 1400 km² große Bourtanger Moor westlich der Ems durch die Kreise Lingen und Meppen bis weit in das holländische Gebiet hinein, so daß die Landesgrenze das Moor in nordsüdlicher Richtung schneidet. Es wird von dem 1870/71 gebauten Nord-Südkanal durchzogen, dessen Kanalspiegel etwa $^1/_2$–1 m unter Moorunterkante liegt. Infolge der durch den Kanalbau eingetretenen Entwässerung hat sich der ursprüngliche Pflanzenbestand so weitgehend verändert, daß heute das Gebiet vorwiegend mit Heidekraut, Wollgras und Cyperaceen bestanden ist. Nur stellenweise weist es nasse Strecken auf, die mit Hypnumarten besetzt sind. Bisweilen stoßen Sandrücken des Untergrundes durch die Humusdecke.

Ein Gesamtprofil des Bourtanger Moores zeigt über dem Talsand Niederungsmoor, das von Übergangsmoor überlagert wird. Darüber liegt Hochmoor. Meist aber fallen ein oder zwei dieser Glieder aus.

Das Niederungsmoor ist aus Sumpfpflanzen (*Stratiotes, Nuphar, Arundo* usw.) entstanden. Hier finden sich auch die weiter unten behandelten Raseneisen- und Weißeisenerze. Das Übergangsmoor hat sich vielfach in Senken des Niederungsmoores gebildet und besteht aus Wollgras, Sumpfbinsen und Holzresten. Es ist nur wenige Dezimeter dick.

Hochmoor nimmt die Hauptfläche des Bourtanger Moores ein, das im wesentlichen aus Torfmoos, Bullenfleesch und Heidekraut zusammengesetzt ist. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 1—5 m.

Besteht der untere ältere Teil des Hochmoores aus älterem, dunklem Moostorf, sog. „Schwarztorf", mit schlecht erkennbaren organischen Resten, so zeigt der obere jüngere Moostorf, sog. „Weißtorf", eine gelbe bis hellbraune Farbe bei noch deutlich wahrnehmbarer organischer Struktur (Sphagnumreste).

Die Ausnutzung des Torfes ist eine sehr verschiedenartige. Nach der landwirtschaftlichen Seite unterscheidet man Brandkultur, Hochmoorkultur und Verfehnung (Fehnkultur). Für industrielle Zwecke wird der Torf des Hochmoores entweder von Hand (Handstichtorf) oder maschinell (Maschinentorf) gewonnen. Der Wassergehalt des nicht entwässerten Torfes beträgt 85—95%. 1 m³ dieses Materials liefert 3—5 Ztr. Torf. Lufttrocken hat der Torf einen Wassergehalt von 15—25%. Findet der ältere Moostorf als Brennstoff Verwendung, so wird der Weißtorf zum Anheizen benutzt und weiter zu Streutorf und Torfmull verarbeitet.

Mit der Ausnutzung des Torfes beschäftigen sich verschiedene Gesellschaften. Unter ihnen sei die Landsbergsche Torfstreu-Gesellschaft (Heseper Torfwerk) namentlich genannt, die unter anderem Brenntorf, Torfstreu und Torfmull gewinnt. Die anstehenden Torfvorräte sind noch sehr bedeutend.

B. Eisenerzlagerstätten.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Versorgung unserer Eisenindustrie mit heimischen Erzen sind die Eisenerzvorkommen des Bezirkes von besonderer Wichtigkeit. Besteht doch die Möglichkeit, daß auf Grund neuer Aufschluß- und Untersuchungsarbeiten — neben den zur Zeit schon in Bau stehenden größern Eisenerzlagerstätten — auch noch einige der noch nicht in Angriff genommenen, eisenärmeren Vorkommen bzw. der stillgelegten alten Lagerstätten des westfälischen Bodens zur Unterstützung der Rohstoffgrundlage der Eisenindustrie herangezogen werden können.

Ihre Vorkommen verteilen sich auf viele Stellen des engeren und weiteren Industriebezirkes (s. Tafel XII).

1. Devon.

a) Die Spateisensteingänge des Siegerländer-Wieder Bezirkes.

Die Gänge des Siegerlandes, der reichsten Eisenerz- und Manganlagerstätte Deutschlands, setzen in den hauptsächlich aus Grauwacken und Tonschiefern bestehenden, stark gefalteten Schichten des unteren Unterdevons, und zwar vorwiegend in den „oberen Siegener Schichten" (Rauhflaser- und Herdorfer Schichten) auf. Sowohl im Streichen als wahrscheinlich auch im Einfallen sind die unregelmäßig linsenförmig gebauten Gänge staffelförmig zu weit- und tiefreichenden Gangschwärmen vereinigt (s. Abb. 606). Im Bereich dieser sich stellenweise auf viele Kilometer erstreckenden Spaltenzüge haben die Gänge oft den verschiedensten Verlauf. Zwei Richtungen werden bevorzugt, und zwar das NS- und das SW-NO-Streichen. Fallen die Gänge der NS-Richtung (Mittagsgänge) meist nach W ein und schieben nach S ein, so sinken die SW-NO-Gänge (Morgengänge) vorwiegend nach S, bei östlichem Einschieben, ein. Die Mächtigkeit der Haupterzgänge, die im Durchschnitt etwa 2—3 m beträgt, kann bis auf 30 m steigen. Dabei ist jedoch nicht die ganze Gangmächtigkeit erzführend entwickelt, sondern nur gewisse Zonen. Manche Gänge werden nach der Tiefe zu „rauher", d. h. sie zersplittern sich (s. Abb. 607). Alle Gänge sind aber durch Überschiebungen, NS-Verwerfungen (Sprünge) und Geschiebe (Geschiebesprünge) ± stark beeinträchtigt.

Häufig zeigen die Gänge im Grundriß eine Hakenform. Diese früher durch nachträgliche Faltung der Gangspalte erklärte Erscheinung wird von Henke (1922) auf Ablenkung durch die primären (präsideritischen) Sättel und Mulden der Gebirgsfaltung zurückgeführt. Breddin (1932) glaubt dagegen unter anderem auf Grund der zerhackten Ausbildung des Ganges im Grundriß annehmen zu können, daß der Gang erst während der variszischen Gebirgsbildung entstanden ist.

Für die Zukunft wichtig ist jedenfalls, daß nach allen geologischen Vorstellungen sowohl in der Richtung des Einfallens als auch des Streichens staffelförmig verstellte

Ersatzgänge zu erwarten sind, Auffassungen, deren Richtigkeit vorausgesetzt, dem Bergbau des Siegerlandes noch für lange Jahre höffliche Aussichten eröffnen, zumal auch die geothermische Tiefenstufe (1° auf je 52 m) für den Bergbau günstig ist.

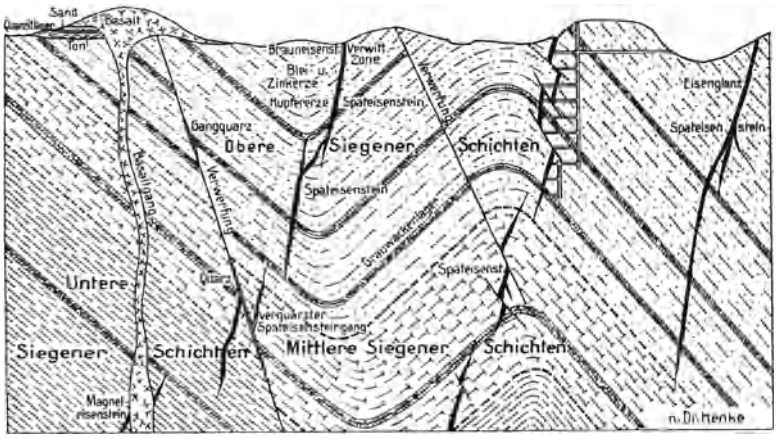


Abb. 606. Schematisches Profil durch das Siegerland mit seinen Spateisensteingängen. Umgez. nach HENKE.

Im Gegensatz zu den Beobachtungen von BORNHARDT (1910/12), QUIRING (1932) und BREDDIN (1926/35), die den Gängen in rauhen Gesteinen eine bessere Ausbildung als in tonigen zusprechen, sollen Gangausbildung und Gangführung nach HENKE (1934) und KRUSCH (1936) von der Beschaffenheit des Nebengesteins im wesentlichen unabhängig sein.

Der die Gangspalten ausfüllende, manganreiche Spateisenstein ($FeCO_3$) hat ein richtungslos körniges bis grobkristallines (blättriges) oder auch lagenförmiges Gefüge. Seine Farbe ist gelblich bis fahlbraun, seine Zusammensetzung nach BORNHARDT (1910/12) wie folgt:



Abb. 607. Sich zerschlagender Spateisensteingang, von jüngeren Quarzgängchen (weiß) durchsetzt. Zeche Pfannenberger Einigkeit, Siegerland. S.W.B.

Fe = 37,8%, Mn = 7,2%, Fe + Mn = 44,9%, CaO = 0,50%, MgO = 2,2%, bei 0,05% Phosphor und 1% Schwefel. Der seltenere Eisenglanz hat jedoch 40—60% Fe und 2—4% Mn.

Hauptgangart ist Quarz (in mehreren Generationen), der stellenweise den Spat verdrängt hat, und örtlich auch Bitterspat. Stellenweise brechen außer Nebengesteinsbrocken auch noch geringe Mengen anderer Erze wie Eisenkies (FeS_2), Kupferkies ($CuFeS_2$), Zinkblende (ZnS), Bleiglanz (PbS) sowie Nickel- und Kobalterz bei, deren Genesis aber jüngeren Alters ist als die der Quarz-Spatgänge. Durch den Einfluß der Atmosphärilien ist das Ausgehende der Gänge ± tief (auf Grube Bollenbach bis 300 m unter dem Grundwasserspiegel) in Brauneisenstein ($2\,Fe_2O_3 + 3\,H_2O$) oder auch in Glaskopf umgewandelt (eiserner Hut). Tiefer als die Wirkung des eisernen Hutes reicht die seltener zu beobachtende Umwandlung des Eisenspats in „Rotspat" und „Eisenglanz" (F_2O_3) herab, die von QUIRING (1924) als magmatogen-hydrothermale Bildungen jüngeren Alters (Oberrotliegendes) betrachtet werden.

Entstehung. Hinsichtlich der Bildung der Siegerländer Gänge ist die Mehrzahl ihrer Bearbeiter (wie z. B. DENCKMANN, QUIRING, HENKE, BÄRTLING, KRUSCH) sich im wesentlichen einig. Nach den Untersuchungen von HENKE, einem ihrer besten Kenner, sind die Gänge weder an bestimmte Gesteinszonen gebunden, noch setzen sie auf großen tektonischen Linien (den sog. „Ganggräben" DENCKMANNS) auf. Er sieht die linsenförmig gebauten Gänge als „Pressungsspalten" an, die aber nicht auf den gleichen Druck zurückzuführen sind, der die Faltung der Siegener Schichten hervorgerufen hat, sondern auf neue Druckperioden, die kurz nach der Hauptgebirgsfaltung einsetzten. Diese bewirkten ein zonenweises Aufreißen der NS- und OW-Spalten, die uns heute als „Gangzüge" entgegentreten. HENKE ist weiter der Ansicht, daß während der Druckperioden, d. h. der Spaltenbildung, gewissermaßen eine Durchgasung des ganzen Gebietes erfolgt ist, die zur Ausfüllung der Spalten mit Mineralsubstanz geführt hat. BORNHARDT, BÄRTLING, KRUSCH und QUIRING sehen dagegen in den Gängen Absätze von Thermalquellen (Eisensäuerlingen), die im Gangzug hochgestiegen sind, also „aszendent-hydrothermaler" Natur.

Demgegenüber will BREDDIN (1934/35) den Vorgang der Gangbildung nebst allen tektonischen Erscheinungen im wesentlichen auf eine einzige, einheitliche, tektonische Beanspruchung zurückführen, und zwar auf den von ihm näher untersuchten Vorgang der „Druckschieferung". Er hält sowohl die Mineralabsätze auf den Gängen als auch die Milchquarzgänge im Nebengestein für lateralsekretionäre Ausschwitzungen aus eisenkarbonatreichen Nebengesteinsschichten. Er stellt sich dabei vor, daß die durch Auspressung aus dem Nebengestein stammenden heißen Wässer, in Form von Thermalwässern aufsteigend, in den Gangspalten den Spateisenstein absetzten.

Hinsichtlich des Alters der Spateisensteingänge besteht der gleiche Gegensatz. Während die Mehrzahl der Geologen der Ansicht ist, daß die Gangbildung des Siegerlandes der vorausgehenden „präsideritischen" Faltung folgt, d. h. als unterdevonisch bis mitteldevonisch anzusehen ist, vertritt BREDDIN die Auffassung, daß der Spateisenstein sich während der Druckschieferung, d. h. während der zur Karbonzeit erfolgten Hauptfaltung des Siegerlandes gebildet hat, also karbonisches Alter besitzt. Seiner Ansicht ist aber die allgemeine Anerkennung versagt geblieben.

Im Hinblick auf die für den Betrieb wichtige Frage, wie weit die Gänge in die Teufe durchsetzen, bieten die neueren geologischen Auffassungen günstige Aussichten.

Bergbauliches. Der Bergbau des Siegerlandes auf seine Eisenerze ist uralt und läßt sich bis auf die La Tène-Zeit verfolgen. Urkundlich geht er auf das Jahr 1298 zurück. Von den vor dem Kriege vorhandenen rd. 30 Einzelgruben des Siegerlandes stehen heute nur rd. 15 in Betrieb. Seit 1933 hat die Zahl der betriebenen Gruben und damit die Erzförderung wieder ständig zugenommen. Sie beträgt für 1937 rd. 1654000 t (mit rd. 588100 t Eisen und rd. 109700 t Mangangehalt) bei rd. 5600 Mann Belegschaft.

Da das Erz durch seine Beimengungen zu stark verunreinigt ist — das Durchschnittsroherz enthält nur 28—30% Fe bei 4—6% Mangan —, müssen die gewonnenen Erze vor ihrer Verhüttung durch besonders durchgebildete Aufbereitungsverfahren und Veredlungseinrichtungen (Röstung = Austreiben der Kohlensäure) weiter verarbeitet werden. Das Enderzeugnis (Rostspat) ist ein Erz von rd. 50—60% Fe und 8—11% Mn, gegenüber reinem Spateisenstein mit nur rd. 48% Fe.

Die bis 1300 m Teufe noch anstehenden gesamten Erzvorräte des Siegerlandes sind von HENKE (1933) bei einer aufgeschlossenen Gangfläche von rd. 24000 m² zu rd. 54 Mill. t ermittelt worden. Diese Menge würde bei einem jährlichen Verbrauch an Eisenerzen in Höhe von 1,6 Mill. t rechnungsmäßig nur noch für etwa 25 Jahre vorhalten. KRUSCH (1936) schätzt den Vorrat auf rd. 70 Mill. t, der bei 1,8 Mill. t jährlicher Förderung noch für rd. 40 Jahre reichen würde.

Es ist daher sehr zu begrüßen, daß zur Zeit — vornehmlich auf Grund geologischer Überlegungen — ausgedehnte Versuchsarbeiten in Angriff genommen sind, die hoffentlich zur Aufschließung neuer aushaltender Mittel führen werden.

b) Waldeck-Sauerländer Rot- und Brauneisensteinbezirk.

Vorkommen von Adorf, Brilon, Balve, Warstein-Suttrop u. a. O. In dem schmalen mitteldevonischen Bande, welches das große gefaltete Unterdevongebiet des NO-Sporns des Sauerlandes einfaßt, setzen am O- und N-Rand in Verbindung mit dem Auftreten von Diabasen und Schalsteinzügen in der Gegend von Adorf, Olsberg, Messinghausen und Balve ± bauwürdige, schichtige Roteisensteinlager auf (s. Tafel XII). Die wichtigsten Erzvorkommen liegen im Bergrevier Brilon zwischen Adorf und Olsberg. Hier treten verschiedene, bis zu 30 m mächtige, eisenreiche, kalkige Lager in obermitteldevonischen Stringocephalenschichten und oberdevonischen Prolecanitenschichten nahe der Berührung mit Diabasen und Schalsteinen auf (s. Übersichtskarte Taf. I), ähnlich den Erzlagerstätten im Lahn- und Dillgebiet.

Auf der stillgelegten Grube Martenberg bei Adorf legt sich der aus einer fortlaufenden Reihe linsenförmiger Lager bestehende Roteisenerzkörper, der nach der Teufe in Kalkstein übergeht, mantelförmig um einen Schalsteinrücken (s. Abb. 608). Der Eisengehalt des Erzkörpers beträgt hier 25,4—28,4% Fe bei 14,1—16,7% CaO, 10,0—12,0% SiO_2 und 0,3—1,6% P_2O_5. Der Betrieb ist seit längeren Jahren eingestellt worden.

Auch die weiteren, hier früher bauenden Gruben wie Eckefeld (bei Giershagen), Theodora, Semmet u. a. liegen sämtlich in Fristen. Eine Abbauwürdigkeit der noch vorhandenen Erzreste scheint nach den Untersuchungen von FISCHER (1929) zur Zeit nicht vorhanden zu sein.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem an die Kalke des obersten Mitteldevons gebundenen Briloner Roteisenerzvorkommen der nördlichen Randzone.

Auf die hier auftretenden, kalkigen und eisenreichen, 2—20 m mächtigen, vielleicht metasomatischen Erzlager ist in früheren Zeiten unter anderem auf den Gruben Briloner Eisenberg (bei Olsberg), Charlottenzug (bei Bredelar), Antoni und Grottenberg (bei Beringhausen), Enkenberg (bei Rösenbeck), Emma und Johannes ein lebhafter Bergbau umgegangen.

Die Entstehung der Briloner Lagerstätten ist lange zweifelhaft gewesen. Während man die Vorkommen früher für metasomatisch gehalten hat, sieht man sie heute als sedimentierte Lager, d. h. als normale Schichtenglieder an, die dadurch entstanden sind, daß postvulkanische Thermen dem Meereswasser Eisensalze (Bikarbonatsäuerlinge) zugeführt haben, wodurch Eisen als Oxydhydrat oder als Eisenoxyd niedergeschlagen worden ist.

Nach den Untersuchungen von FISCHER (1929) soll den genannten Erzvorkommen keine Bedeutung mehr zukommen. 1916 ist die letzte Grube (der Briloner Eisenberg) eingestellt worden.

Die Roteisenerzvorkommen des Balver Mitteldevons (s. Tafel XII) werden als Ausläufer der obengenannten Lagerstätten betrachtet. Sie sind vorwiegend östlich der Lenne unter anderem auf den Gruben Voßloh, Limmersteinerzug und am Husenberge Gegenstand eines bescheidenen Bergbaues gewesen.

Ihre nicht sehr mächtigen Erzlager sind an die Kalke unterhalb der Schichten mit *Maeneceras terebratum* (oberes Mitteldevon) gebunden. Heute ist der Bergbaubetrieb auf den armen Vorkommen völlig erloschen.

Ein weiteres Eisenerzgebiet ist der Warstein-Suttroper Braun- und Roteisenerzbezirk (s. Tafel XII). Hier setzen auf tektonisch vorgezeichneten Linien (an der Grenze von oberdevonischen Schiefern zum Massenkalk) bauwürdige Eisenerzlagerstätten auf. Vorwiegend handelt es sich um metasomatische Erzstöcke und Lager aus Brauneisen-, Roteisen- und Toneisenstein von 3—50 m Mächtigkeit und einem Eisengehalt von 28—50% bei 1—8% Phosphor.

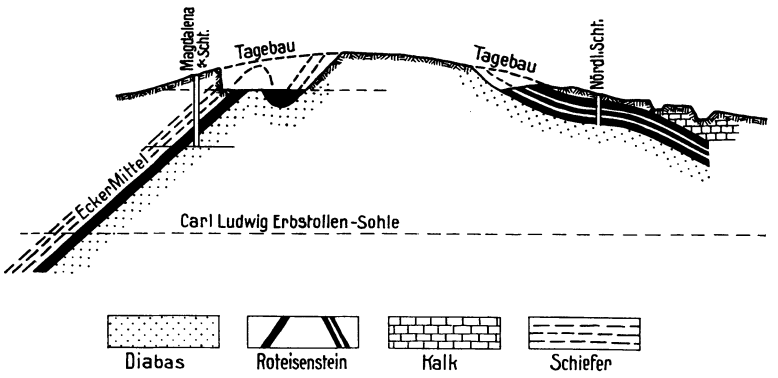


Abb. 608. Profil der Roteisenstein-Lagerstätte vom Martenberg in Waldeck. Nach PAECKELMANN.

Auf ihnen ist früher an vielen Stellen Abbau umgegangen (so z. B. auf den Gruben David, Martinus, Hirschfeld und Suttbruch bei Suttrop u. a.). Neben Suttbruch hat man vornehmlich die Grube David (nahe der Bilsteinhöhle) betrieben. Das stockartige Erzlager besteht hier aus einer Dislokationsbrekzie (wahrscheinlich metasomatisch nach Kalkstein) mit teilweise phosphoritischem Eisenerz als Bindemittel. Das Erz enthält 35—37% Fe und 1,4—1,5% P.

1934 wurde hier von der Gewerkschaft Christiansglück II die Förderung wieder aufgenommen. Sie soll inzwischen 1600 t monatlich erreicht haben.

Auch andere Erze, z. B. Bleierze, sind hier gebaut worden, wie auf der Grube Hubert (bei Kallenhardt).

Die Lagerstätten des Ebbesattels. In den silurisch-unterdevonischen Schichten des Ebbesattels und weiter darüber hinaus finden sich bei Wildewiese u. a. a. O. Erzlagerstätten, die Roteisenstein, Eisenglanz, Brauneisenerz und Spateisenstein führen.

Nach E. SCHULZ ist auf diesen bis 1877 ein vornehmlich von den Gruben Rotloh, Rosengarten und Hermannszeche bei Allendorf betriebener, nicht unbedeutender Bergbau umgegangen, der angeblich mangels guter Abfuhrverhältnisse eingestellt wurde. Der später wieder aufgenommene Betrieb auf das Brauneisenerzvorkommen der Hermannszeche ist 1917 außer Betrieb gekommen.

Nesterartige Brauneisensteinvorkommen mit gelegentlich beibrechenden Manganerzen kennt man an mehreren Stellen nördlich von Attendorn. Abbau hat jedoch meines Wissens nirgendwo stattgefunden.

Zu nennen sind schließlich noch die vorwiegend als Gänge den Massenkalk durchsetzenden kieseligen Einzellagerstätten des Roteisenerzvorkommens im Felsenmeere bei Sundwig.

Über die Vorräte der in zahlreichen ± schmalen Gängen anstehenden Erze des Felsenmeerbezirkes (mit rd. 50% Fe bei etwa 24% SiO_2) lassen sich keine Angaben machen. Nach den Akten des Oberbergamtes scheinen die Vorkommen abgebaut zu sein.

Einschließlich der unbedeutenden Vorkommen von Suttrop-Warstein werden die anstehenden Vorräte des Waldeck-Sauerländer Gebietes von KOHL (1934) noch auf 2 Mill. t sofort und 4 Mill. t bedingt greifbarer Erze geschätzt.

Insgesamt betrug die Förderung dieses Bezirkes von 1910/27 rd. 318000 t mit durchschnittlich 30,5 Fe. Im Jahre 1935 wurden hier 103056 t Erz gewonnen.

Bemerkenswert ist schließlich noch das Vorkommen von Eisenerzen, die an Eruptivgänge des variszischen Gebirges gebunden sind.

Nach SICHTERMANN sind im Eilpetal (einige km südlich Hagen) echte Diabasgänge mittel-oberdevonischen Alters aufgeschlossen, die Rot- und Brauneisenerze (mit 39—60% Fe) und Kupfererze (Kupferkies und Malachit) mit 2,38% Cu führen. Örtlich haben sich die Mineralanhäufungen so angereichert, daß Grubenfelder (Kupfererzfeld Julie und Eisenerzfeld Esperance) verliehen worden sind.

Bergbaubetrieb ist bislang nur auf Versuchsarbeiten beschränkt geblieben. Ihr Ergebnis hat hier zu weiteren Aufschlüssen nicht ermutigen können.

2. Karbon.

Von den mit den Nebengesteinsschichten des flözführenden Oberkarbons häufig vergesellschafteten Eisensteinvorkommen abgesehen, sind bauwürdige sonstige Eisenerzlagerstätten im Karbon seltene Erscheinungen.

a) Eisenerze des Unterkarbons.

Unter den wenigen Vorkommen erwähne ich die im Kulm an der Grenze gegen den Kohlenkalk am Nordrande des Velberter Sattels auftretenden Brauneisenerzlager. Die wahrscheinlich durch eisenhaltige Verwitterungslösungen entstandenen Lagerstätten stehen möglicherweise genetisch mit den Blei- und Zinkerz führenden Spalten der südlich gelegenen Erzgruben in Verbindung (s. Abb. 629).

Es handelt sich in ihnen um lagergangartige Brauneisenerzvorkommen, die örtlich angeblich bis über 30 m mächtig werden. Sie sind teils von der Eisensteinzeche Ver. Wulff in den Jahren 1854/88, teils in den Einzelfeldern Friedrich, Diedrich Wilhelm und Stollberg 1861/64 von der Phönix A.G. gebaut und in Kupferdreh verhüttet worden.

Soweit sich aus den dürftigen, zur Verfügung stehenden Angaben ein Bild der Vorkommen gewinnen läßt, scheinen die Lagerstätten noch nicht völlig abgebaut zu sein. Neuerdings wird nördlich von Sundwig ein ähnliches Vorkommen wieder versuchsweise betrieben.

b) Eisenerze des flözführenden Karbons.

Sehr bekannte Vorkommen stellen die an verschiedene Horizonte der flözführenden Schichten geknüpften Eisensteinablagerungen dar, die teils als Spateisensteine, teils als Kohleneisensteine oder Toneisensteine (Sphärosiderite) entwickelt sind.

Die 1834 zum ersten Male auf der Zeche Friederika (bei Bochum) festgestellten Kohlen- und Spateisensteine bildeten in früheren Zeiten Gegenstand lebhaften Bergbaubetriebes. Sie waren die Veranlassung zur Errichtung unserer zum Teil noch heute bestehenden Hüttenwerke, wie des 1850 gegründeten „Hörder Bergwerks- und Hüttenvereins", der 1853 errichteten „Henrichshütte" (bei Hattingen), ferner der heute stilliegenden „Phönixhütte" (bei Kupferdreh), der „Hütten von Haßlinghausen" (1854) und der A.G. „Neuschottland" (bei Steele-Horst).

Wegen der wiederholten Überlagerung der Eisensteinvorkommen in den verschiedenen Flözhorizonten eignen sich die Einzellagerstätten nicht für eine kartenmäßige Darstellung.

Spateisenstein. Der dem Kohlensandstein äußerlich ähnlich sehende Spateisenstein ($FeCO_3$ mit geringen Mengen von Kalzium-, Magnesium- und Mangankarbonat) tritt fast durchweg in Flözform auf.

Das bekannteste Flözvorkommen, das „Hattinger Spateisensteinflöz", liegt in den Magerkohlenschichten, und zwar zwischen Flöz Sarnsbank und Flöz Sarnsbänksgen der Einheitsbezeichnung. Sein Eisengehalt wird von Peters (1857) auf rd. 43% bei geringem Schwefel- und Phosphorgehalt angegeben.

Da zweifellos erhebliche Teile dieses auf rd. 10 km im Streichen und rd. 2 km im Einfallen nachgewiesenen, wenn auch nicht durchweg bauwürdigen Eisensteinflözes noch unverhauen sind, dürften hier noch größere Vorräte vorhanden sein. Sie sind inzwischen von der Gelsenkirchener B.-A.-G. in Abbau genommen worden.

Neben der Flözform ist die Knollenform häufig. Als unregelmäßig ausgebildete ± dicke Knollen von birnenförmiger Gestalt mit groboolithischer Struktur und reicher Schwefelkiesbeimengung kenne ich Spateisenstein aus der Kohle zahlreicher Flöze (s. Abb. 238).

Nach einer Analyse von Broockmann hat eine derartige Knolle aus Flöz Wilhelm (Zeche Fröhliche Morgensonne) folgende Zusammensetzung:

$FeCO_3$	69,26%	Organische Stoffe	10,80%
$CaCO_3$	6,25%	Fe_2O_3 (darunter 0,33% P_2O_5)	4,50%
$MgCO_3$	5,25%	Mn_2O_3	2,31%
			100,37%

Schließlich habe ich Eisenspat in Gestalt mehr als kopfgroßer, gelbbrauner Konkretionen mit oolithischer Struktur in mehreren Schiefertonzonen der Fettkohlenschichten beobachtet, so z. B. im Liegenden von Flöz 22 der Zeche Victoria bei Lünen.

Eine von WINTER (1926) angefertigte Analyse einer dieser hier nicht selten auftretenden Knollen ergab:

H_2O	0,18%	CaO	1,07%
SiO_2	8,86%	MgO	1,21%
CO_2	33,40%	Na_2O und K_2O	0,07%
FeO	52,54%		100,00%
Al_2O_3	2,67%		

Auf Eisen umgerechnet, beträgt hier der Fe-Gehalt des Spateisensteins 40,8%. Damit unterscheidet er sich nicht mehr sehr wesentlich vom reinsten Spateisenstein aus dem Siegerland mit 48,3% Fe. Ein Abbau dieser Knollen erscheint jedoch im Hinblick auf das ungünstige Verhältnis von Eisensteinknollen und Schieferton ausgeschlossen zu sein.

Nahe dem Ausgehenden ist der in Flözform auftretende Spateisenstein in Brauneisenstein umgewandelt. Er enthält dann stellenweise noch Einsprengungen der verschiedensten Mineralien wie Bleiglanz, Zinkblende und Arsenkies. Geröstet steigt der Eisengehalt derartiger Erze bis auf 65% Fe an.

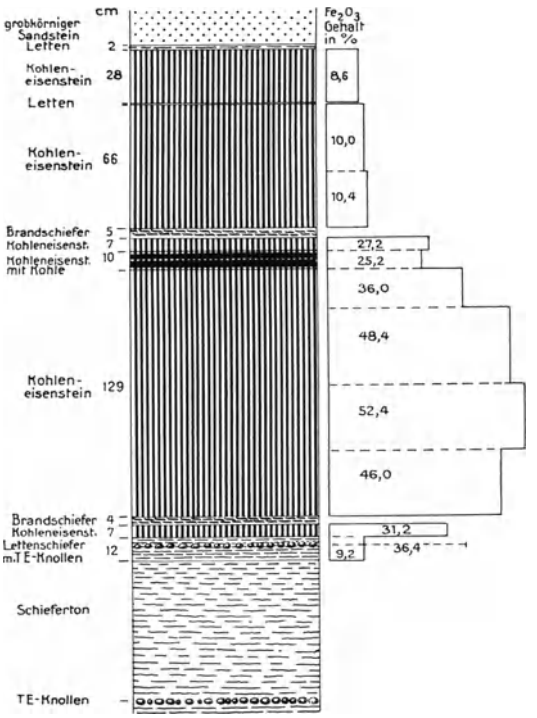


Abb. 609. Profil des Eisensteinflözes Dickebank der Zeche Friederika. Umgez. nach DOHMEN.

Kohleneisensteine. Der in England als „blackband" bezeichnete und dort sehr häufige Kohleneisenstein ist auch im Karbon Westfalens nicht selten und hier früher auf vielen Zechen bergmännisch ausgebeutet worden. Seine Hauptvorkommen liegen in den Mager- und Eßkohlenschichten in Form ± mächtiger, bergmittelartiger Einlagerungen in Flözen (vgl. Abschnitt V). Aus der Mager- und Eßkohle sind mir mindestens 15 Zonen als horizontbeständige, ± bauwürdige Kohleneisensteinbänke bzw. Flöze von sehr verschiedener Mächtigkeit (von wenigen Zentimetern bis zu 2,5 m) und auf längere Erstreckung aber schnell wechselnder Beschaffenheit bekannt. In den Fettkohlenschichten zählt man etwa fünf, aber fast durchweg unbauwürdige Vorkommen. Etwa ebenso viele, wirtschaftlich meist bedeutungslose Kohleneisensteinflöze weisen je die Gas-, Gasflamm- und Flammkohlenschichten auf.

Der Kohleneisenstein besteht aus einem Gemenge von kohlensauerem Eisenoxydul ($FeCO_3$), Aluminiumsilikat und geringerer oder größerer Menge von Kohlenstoff in wechselnden Verhältnissen. Akzessorische Beimengungen sind unter anderem Kalzium, Magnesium und Mangan als Karbonate sowie Phosphor, Titan und Zink. Für die Beurteilung des Kohleneisensteins als Erz ist nur der Eisen-, Mangan- und Phosphorgehalt sowie der Rückstand von Bedeutung.

Der verschiedenartigen Ausbildung der Eisensteinbänke entsprechend, schwankt der Eisengehalt sehr erheblich und bewegt sich zwischen wenigen Hundertteilen und 35% Fe (und mehr) neben etwa 1% Mn und rd. 0,50% P_2O_5. Meist reichert sich der Eisengehalt nach dem Liegenden der Flöze zu an, während das Erz nach dem Hangenden zu stellenweise in eisenreichen Brandschiefer übergeht.

Bemerkenswert ist der hohe Gehalt des Eisensteins an Kohlenstoff, der stellenweise eine Röstung der Erze ohne Zugabe eines Brennmittels erlaubt. Enthält der ungeröstete Kohleneisenstein im Höchstmaß 40% Fe, kann der Eisengehalt abgeröstet auf 65% steigen.

Wie schon erwähnt, lassen die Eisensteinvorkommen den Einfluß der Tiefenunterschiede nicht verkennen. Hinsichtlich der primären Unterschiede zeigen sie sich nach KRUSCH in der Tatsache, daß die hangenden Teile der Eisensteinflöze kohlenstoff- und tonreicher, aber phosphorärmer sind als die liegenden. Die sekundären Teufenunterschiede kommen darin zum Ausdruck, daß die Eisensteinflöze in ihren höheren Teilen durch Einwirkung der Atmosphärilien in Brauneisenstein umgewandelt worden sind, was sich selbst noch in ihren tiefliegenden Teilen durch die rostbraune Färbung des Eisensteins geltend macht; demgemäß nimmt auch der Fe-Gehalt mit der Teufe ab.

Wirtschaftlich spielten die Eisensteine (Kohlen- und Spateisensteine) früher eine wichtige Rolle.

Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die ersten Mutungen auf Eisenerz eingelegt. Die darauf erfolgten zahlreichen Verleihungen begründeten die bekannten großen Hüttenwerke Westfalens. Seit dieser Zeit stieg die Förderung ständig, um im Jahre 1865 mit rd. 365000 t/Jahr die Höchstmenge zu erreichen. In der Folge-

zeit ging sie dann bis auf wenige Tausend Tonnen im Jahre 1911 zurück. Immerhin war ihre Bedeutung für die Versorgung der heimischen Eisenindustrie recht erheblich. Entfiel doch noch im Jahre 1870 etwa die Hälfte aller in Westfalen verschmolzenen Eisenerze auf die Eisensteine des Karbons.

Freilich ist die Höhe der Förderung oft überschätzt worden. Entgegen älteren Zusammenstellungen betrug die gesamte Eisenerzförderung von 1852 bis 1911 rd. 9,2 Mill. t (OBERSTE-BRINK 1937). Die Gründe für den Rückgang beruhten weniger auf dem Mangel an vorhandenen Erzen als in erster Linie auf der Unregelmäßigkeit der Vorkommen, d. h. der schnellen Änderung in der Mächtigkeit der Lagerstätte im Streichen und Fallen, auf dem ständigen Wechsel des an sich nicht hohen Eisengehaltes, der stellenweise sehr hohen Kieselsäureführung, insbesondere aber auf den gegenüber der Geringwertigkeit des Erzes zu hohen Selbstkosten seiner Gewinnung. Dazu kamen Verhüttungsschwierigkeiten sowie die völligen Veränderungen der Verhältnisse auf dem Erzmarkte.

Zweifellos stehen auf verschiedenen Zechen noch größere Vorräte an Eisenerzen an, deren Mengen jedoch nur durch sehr ins einzelne gehende Sonderuntersuchungen ermittelt werden können. Sicher ist aber schon heute, daß es sich um sehr große Mengen nicht handeln kann (vgl. auch OBERSTE-BRINK 1937). Jedenfalls läßt sich ein endgültiges Urteil über die Bedeutung dieser Eisenerze für die Hüttenindustrie mangels genügender Unterlagen noch nicht geben.

Sehr zu begrüßen ist, daß inzwischen wieder auf folgenden Zechen die Eisensteinförderung aufgenommen ist:

Auf Zeche Friederika (bei Bochum) wird Eisenstein (mit rd. 30% Fe und 18% C, 0,6% Mn, 11% R, aus dem 0,40—1,50 m mächtigen Kohleneisensteinflöz Flöz Dickebank (s. Abb. 609), und zwar in einer Menge von rd. 60000 t im Jahre 1937 gefördert.

Die Zeche Gottessegen baut Eisenstein in Fl. Dreckbank (Kirchhörder Eisensteinflöz) mit Al_2O_3 = 4,11, SiO_2 = 8,23, Fe = 33,9, MnO = 1,14, CaO = 2,18, MgO = 2,75, P_2O_5 = 0,82, S = 0,08, TiO_2 = 0,23, C = 5,54, CO_2 = 29,12, H_2O = 2,06 (in Hundertteilen). Förderung in 1937 rd. 81000 t.

Die Zeche Ludwig (in Rellinghausen) gewinnt den Kohleneisenstein eines Girondeller Flözes mit 28% Fe, 10% C, 25,3% CO_2, 1,0% Mn, 0,4% P, 13% SiO_2, 6% Al_2O_3, 3% CaO, 2% MgO, bei einem spezifischen Gewicht von 2,9—3,1. Förderung in 1937 rd. 39000 t.

Die Zechen Wilhelmine Victoria und Unser Fritz sind gleichfalls zum Abbau eines Kohleneisensteinvorkommens übergegangen. Das im Hangenden des Flözes „D" der oberen Gaskohlenschichten in einer schwankenden Mächtigkeit von 0,50—1,45 m aufgeschlossene Flöz der erstgenannten Zeche hat einen schnell wechselnden Fe-Gehalt zwischen 32 und 42% bei rd. 0,5% Mn, 0,5% P, 0,6% Al_2O_3, 1,5% CaO, 2,2% MgO, 0,9% SiO_2 und 30% Glühverlust.

Der Vollständigkeit halber seien auch noch die **Toneisensteine** erwähnt. Die Toneisensteine (clay bands) oder Sphärosiderite finden sich vorwiegend in Schiefertonen im Hangenden (bzw. Liegenden) der Flöze, untergeordnet auch in Sandschiefern der verschiedenen Kohlengruppen, und zwar lagen- oder bandförmig oder in Form teils kleiner, knollenförmiger Gebilde, teils großer, flachsphäroidaler Knollen mit bis 1 m Durchmesser (vgl. Abschnitt „Nebengestein der Kohle").

Chemisch stellen sie ± stark durch Ton verunreinigten Spateisenstein dar. Eine Analyse einer Toneisensteinknolle der Zeche Werne ergibt 34,2% Ferroeisen, 30,4% CO_2, 3,3% Ferrieisen, 10,1% Gangart. Lagerstättentechnisch sind die Toneisensteine wegen ihres zu geringen Eisengehaltes ohne Bedeutung.

3. Zechstein.

a) Die Brauneisenerze des Schafberges und des Hüggels.

Eisenerze des Schafberges. In den den Schafberg stellenweise mantelförmig umgebenden Zechsteinkalken sind vorwiegend im S und O der Karboninsel zahlreiche Lagerstätten von Brauneisenerz ($2\,F_2O_3 \cdot 3\,H_2O$) eingelagert, welche von der Georgs-Marienhütte auf den Zechen Hektor, Perm und Friedrich Wilhelm gebaut worden sind (s. Abb. 610). Die Form der Lagerstätten ist recht unregelmäßig und als stock- oder nesterförmig zu bezeichnen. Ihre söhlige Ausdehnung schwankt von wenigen Metern bis zu 100 m. Über ihre Teufenerstreckung lassen sich keine sicheren Angaben machen, da man sie kaum bis zum Tiefsten verfolgt hat. Die nicht selten kieseligen Erze sind im allgemeinen scharf von den umgebenden Zechsteinkalken getrennt. Gesetzmäßigkeiten im Auftreten der Erzlagerstätten lassen sich nur schwer feststellen, doch ist ihre Gebundenheit an Verwerfungen nicht zu verkennen. Die Stückerze (Brauneisenerze und Spateisensteine) enthalten 25—50% Fe, 18—20% Rückstand und 25% Nässe.

Bezüglich ihrer Entstehung besteht kaum ein Zweifel darüber, daß man es hier mit metasomatischen Lagerstätten zu tun hat, die durch Umlauf eisenhaltiger Lösungen auf Spalten und Schichtflächen unter Verwandlung des Zechsteinkalkes in Spateisenstein ($FeCO_3$) entstanden und später in Brauneisenstein ($2\,Fe_2O_3 \cdot H_2O$) umgewandelt worden sind. Stellenweise, wie auf Zeche Perm, traten auch bauwürdige Gänge

von Bleiglanz (PbS) auf. Das Erz ist wegen seiner Kalkarmut von der Georgs-Marienhütte in Verbindung mit den kalkigen Hüggelerzen als gutes Möllerungserz verwendet worden. Infolge der zunehmenden Armut an Eisen nach der Teufe und des hohen Brennstoffverbrauches der Erze wurden die Betriebe in den Jahren 1917 bis 1921 eingestellt. Zur Zeit geht wieder ein bescheidener Abbaubetrieb der Klöckner-Werke um.

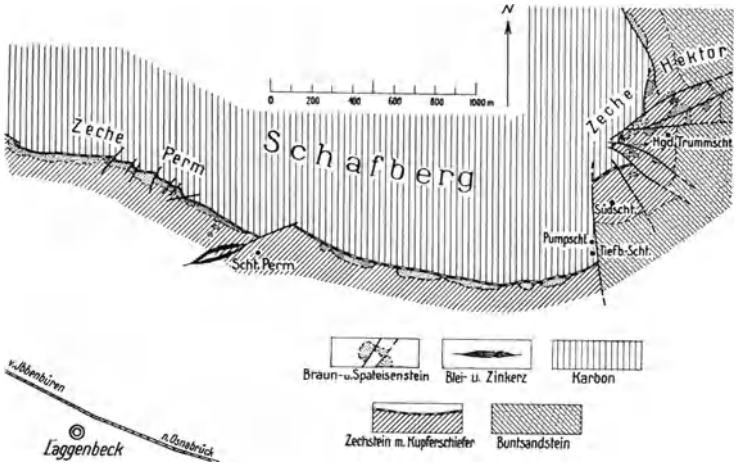


Abb. 610. Die Erzvorkommen am Schafberg bei Ibbenbüren.

Vorräte. Die noch anstehenden Vorräte werden von KOHL (1934) zu 1 Mill. t (sofort) und 2 Mill. t (bedingt) verwendungsfähiger Erze angegeben. Nach dem Ergebnis der neuen Versuchsbetriebe scheinen die Vorratszahlen reichlich hoch zu sein.

Die Braun- und Spateisensteinlagerstätten des Hüggels (bei Osnabrück). Die Eisenerzvorkommen des Hüggels sind denen am Schafberge ähnlich. Auch hier wird die Karboninsel des Hüggels fast allseitig mantelförmig von 30—40 m mächtigen Zechsteinschichten umgeben, die stellenweise in ihrer überwiegenden Mächtigkeit in ± bauwürdige Eisenerze (Spateisenstein und Brauneisenerz) umgewandelt sind. Nur die liegenden eisenreichen Teile des Zechsteinkalkes von etwa 8—10 m Mächtigkeit können als eigentliche Erzlager angesehen werden. Der mächtigere Teil der überlagernden Kalke ist nur als Zuschlagerz (mit bis 10% Fe und 12% MgO) zu betrachten. Die tiefsten Schichten (Kupferschiefer und Stinkstein) sind fast eisenfrei. Wie die zahlreichen großen Tagebaue der Georgs-Marienhütte auf der Nordseite des Hüggels (s. Abb. 611) zeigen, werden sie stellenweise von scharf ausgeprägten Verwerfungen abgeschnitten. Die an der Oberfläche örtlich in Ocker (mit bis 45% Fe) umgewandelten Brauneisenerze (mit bis 35% Fe) gehen nach der Tiefe zu allmählich in harten, gelbbraunen, feinkristallinen Spateisenstein (mit bis 30% Fe), stellenweise auch in eisenreiche Dolomite über.

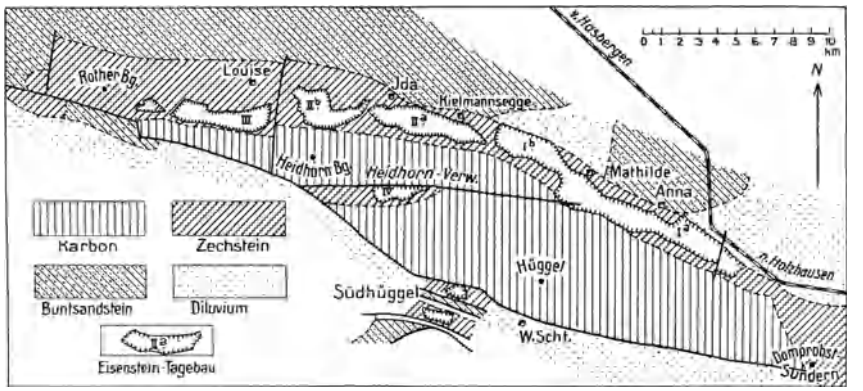


Abb. 611. Übersichtskarte der Eisensteingrube Hüggel.



Abb. 612. Eisenerztagebaubetrieb am Hüggel. Aufn. KUKUK.

Mit Beyschlag und Haarmann (1909) kann man annehmen, daß der Spateisenstein ($FeCO_3$) metasomatischer Natur ist und seine Entstehung den während der Faltung und Aufrichtung der Schichten des Hüggels auf Spalten umfließenden, eisenhaltigen Wässern verdankt, die Kalk lösten und Eisenkarbonate absetzten. Die Umwandlung des Spateisensteins in Brauneisenstein und Ocker ist als die erst in jüngerer Zeit erfolgte Bildung des eisernen Hutes anzusprechen.

Früher wurden für ihre Verwendung im Hüttenbetrieb für Brauneisenerze Eisengehalte von 35% (bei 12% Rückstand und 24% Wasser) und für Spateisensteine von 30% Fe (bei 6—10% Rückstand und geringem Wassergehalt) verlangt. Trotz des sauren Charakters des Erzes ist es noch bis 1918 von der Georgs-Marienhütte als Zuschlagerz zur Herstellung von Bessemerroheisen gewonnen worden.

Der auf uralte Zeiten (Sage vom Hüggelschmied) zurückgehende Bergbau ist 1930 eingestellt worden. 1906/07 betrug die Förderung noch 200000 t. Die Vorräte an greifbarem Erz sollen nur mehr rd. 100000 t betragen. Weit größer ist die Menge der Zuschlagerze (rd. 30 Mill. t), von denen jedoch nur 3 Mill. t abbauwürdig sein sollen. Zur Zeit wird nur noch das an unerwünschtem MgO reiche Zuschlagerz im Tagebau gewonnen (s. Abb. 612).

4. Jura.

a) Die Eisenerzlagerstätten des Wesergebirges und des Teutoburger Waldbezirkes.

Die Eisenerzlagerstätten des Wesergebirges stellen lager- bzw. flözartige Vorkommen des Juras dar, die hier — wie auch anderwärts — an drei getrennte Stufen des Juras gebunden sind (s. Klüpfel 1926). Es lassen sich unterscheiden:

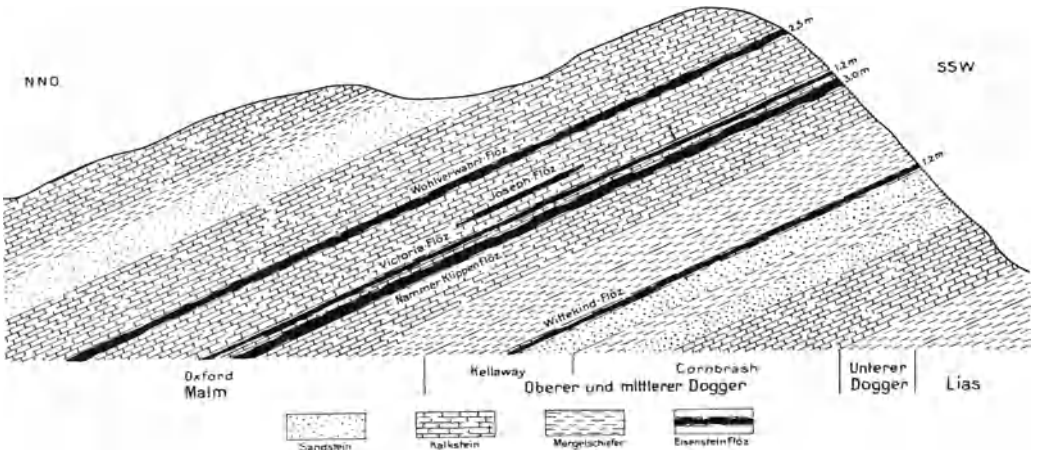


Abb. 613. Schematisches Profil der jurassischen Eisenerz-Lagerstätten im Wesergebirge. Umgez. nach Wiese.

Toneisensteine des oberen Lias und des unteren Doggers. Längs des ganzen Südhanges des Wesergebirges finden sich in den Schichten des oberen Lias und des unteren Doggers bei Hausberge, Dehme, Lübbecke, Rödinghausen und Buer mehrere schwache Lager von Toneisensteinkonkretionen (Sphärosideriten) mit etwa 30,0% Fe. Bei Hausberge sind außerdem Toneisensteingeoden des Juras und der Kreide auf sekundärer Lagerstätte gewonnen worden.

Diese Erze wurden auf der Eisenhütte „Porta Westfalica“ (bis 1873) zugute gemacht. Heute scheinen die gesamten Vorkommen, die bis zu 100000 t in einem Jahre geliefert haben, ohne wirtschaftliche Bedeutung zu sein.

Bei Bielefeld beherbergen die Arietenschichten des Lias feinoolithische Toneisensteinflöze, die jedoch kaum bauwürdig sind.

Toneisensteinflöze im oberen Dogger (westlich der Weser). Unmittelbar im Hangenden der mächtigen Porta-Sandsteine der Makrocephalenschichten (oberer Dogger) tritt eine 0,50—2 m mächtige, niveaubeständige und fossilreiche, kalkig-tonig-sandige Eisenoolithbank auf.

Der Betrieb auf den unter dem Namen des „Wittekindsflözes“ von der Zeche Porta I in der Wallücke bei Häverstädt (Kreis Minden) und am Wittekindsberg gebauten Vorkommen war im vergangenen Jahrhundert wegen starker Wasserentziehungsschäden, Armut des Erzes an Fe und Beförderungsschwierigkeiten eingestellt worden. Das im Anbruch blaugraue, durch seine FeS_2-Führung an der Luft rostbraun werdende Erz hatte einen Durchschnittsgehalt im Roherz von 27—28% Fe, 25—30% Rückstand und 15—18% CaO bei 0,5% P und ± S.

Zur Zeit wird das Flöz wieder von der Gewerkschaft Porta für eine sehr erhebliche Förderung aus- und vorgerichtet. Es ist beabsichtigt, das Feld durch zwei Schachtanlagen aufzuschließen, von denen jede bis zum Jahre 1940 rd. 1 Mill. t fördern soll. Das Erz hat folgende Zusammensetzung: Fe = 23—24%, SiO_2 = 14%, Al_2O_3 = 8%, CaO = 8—9% bei wenig Phosphor und Mangan, aber ± S. Durch Rösten kann das Erz angereichert werden. Die Vorräte werden bis 500 m auf etwa 30—50 Mill. t geschätzt.

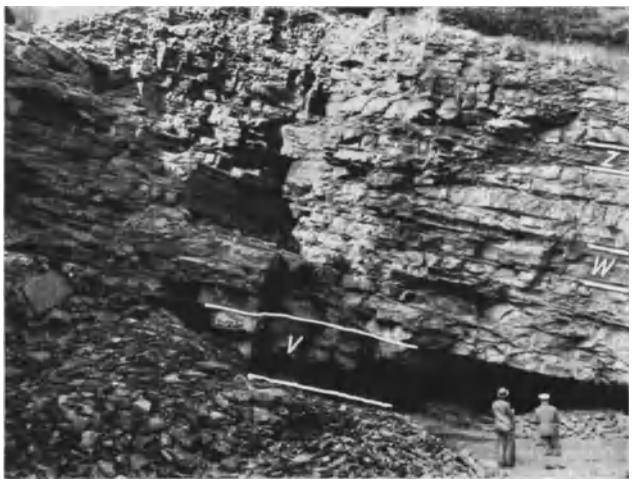


Abb. 614. Aufschluß dreier Roteisensteinflöze im Korallenoolith des Weißen Juras (*V* = Victoriaflöz, *W* = Wohlverwahrtflöz, *Z* = Zwischenflöz). Steinbruch an der Ostseite des Königsberges südlich Lerbeck im Wesergebirge.

Roteisenerze des Malms. Im vorwiegend kalkig ausgebildeten oberen Jura treten westlich und östlich der Weser gewisse Schichten des oberen Oxfords in der Fazies oolithischer, kalkiger Roteisenerze auf (siehe Abb. 613). Das Erz ist hier in mehreren 2—10 m mächtigen Bänken zu örtlich begrenzten Erzlagerstätten (vgl. dazu KLÜPFEL 1926) angereichert, die aber zum größten Teil schon abgebaut sein dürften.

Man unterscheidet vom Liegenden zum Hangenden das 3—10 m mächtige, aber eisenarme Nammer Klippenflöz (mit 15—22% Fe nach früheren Angaben, 10—20% Rückstand, Rest Kalk), ferner das anscheinend völlig verhauene, bis 2 m dicke, Fe-reiche Victoriaflöz (mit bis 45% Fe), weiter das eisenarme Josephflöz und schließlich das bis 3 m messende Wohlverwahrtflöz (mit 23—30% Fe) (vgl. Abb. 614).



Abb. 615. Sandige Kalke des Korallenooliths mit dem Wohlverwahrtflöz (*W*), links anstehend, rechts abgebaut und versetzt. Steinbruch der Zeche Wohlverwahrt südlich Kleinenbremen im Wesergebirge.

Außerdem sind noch eine Reihe anderer ± eisenreicher Horizonte bekannt, die aber kaum bauwürdig sein dürften, wie das „Westendorfer Flöz", das „Zwischenflöz" und das „Fossilflöz".

Auf den obengenannten Flözen ist früher ein ± schwunghafter Bergbau umgegangen, der noch kurz vor dem Kriege insgesamt rd. 400000 t förderte. So baute unter anderem die Zeche Victoria (Dortmunder Union) zwei Flöze: „Nammer Klippenflöz" und „Victoriaflöz" (Hauptflöz). Die Grube Wohlverwahrt (Dortmunder Union) in Kleinen-Bremen trieb bis 1923 Bergbau auf dem 2—2,5 m mächtigen Wohlverwahrtflöz (mit rd. 36,5% Fe, 0,40% P_2O_5, 18—28% Rückstand und hohem Mangangehalt). Die bauwürdigen Teile dieses Flözes sollen heute fast verhauen sein (s. Abb. 615).

Zur Zeit ist hier das „Klippenflöz" durch die Vereinigten Stahlwerke wieder in Betrieb gekommen. Der hauptsächlich im oberen Teil des Lagers angereicherte Eisengehalt ist gering (13—14% Fe), bei 12% SiO_2, 33—35% CaO + MgO, 3% Al_2O_3, 0,2% P und 0,1% Mn. Auch diese Vorräte sollen nicht sehr erheblich sein.

Die zur Zeit rd. 200000 t betragende Förderung soll bis auf 350000 t gebracht werden.

Gesamtvorräte des Wesergebirges. EINECKE (1935) schätzt die durchaus bauwürdigen Vorräte auf rd. 5,7 Mill. t und die bedingt bauwürdigen auf rd. 76 Mill. t. Außerdem ist noch mit rd. 50 Mill. t eisenreichen Kalkzuschlägen zu rechnen.

Eisenerzlager der Egge. Die am Ostrande der Egge auftretende Erzmulde von Langeland-Altenbeken (nördlich von Warburg) (s. Tafel XII) führt mehrere oolithische Brauneisenerzlager, deren untere dem Jura und deren obere der Kreide angehören.

Diese Erzlager (mit 20—30% Fe) sind früher stellenweise gebaut worden. Neuere Untersuchungen sollen Eisenerze von so geringem Fe-Gehalt nachgewiesen haben, daß die bergwirtschaftliche Bedeutung der Vorkommen angesichts der nicht sehr großen Vorräte sehr bescheiden ist.

Ein ähnliches Vorkommen von nicht sehr großer Ausdehnung ist das von Boneburg mit einem 5—6 m mächtigen, roten Oolithflöz, das einen Eisengehalt von 30—33% besitzen soll. Das früher von der Teutoniahütte gebaute Vorkommen soll auf seine Bauwürdigkeit neu untersucht werden.

b) Das Minettevorkommen bei Bislich (Niederrhein).

Im NW des Industriebezirkes liegt eine Eisenerzlagerstätte, die, abgesehen von der Eigenart ihres Vorkommens, auch wegen ihrer möglicherweise vorhandenen wirtschaftlichen Bedeutung Beachtung beanspruchen darf. Diese Lagerstätte ist im Jahre 1903

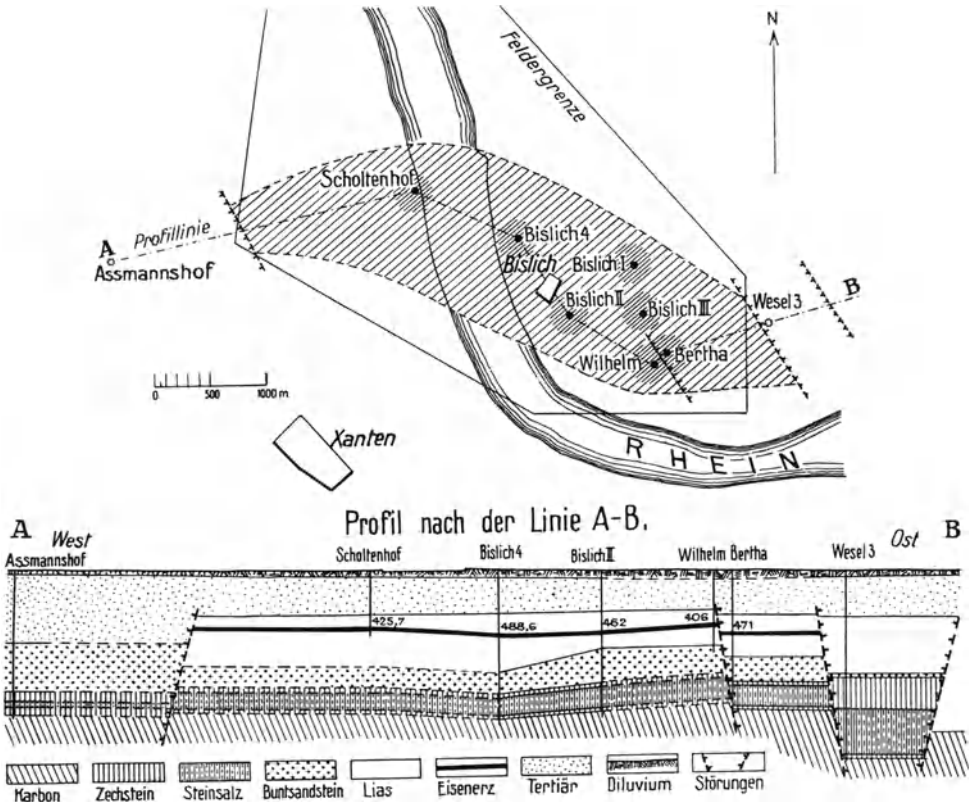


Abb. 616. Übersichtskarte und Profil des liassischen Eisenerzvorkommens von Bislich. Niederrhein.

durch Zufall beim Niederbringen einer Tiefbohrung auf Steinkohle südöstlich von Bislich nordwestlich von Xanten bei rd. 470 m Tiefe im Lias entdeckt worden (s. Abb. 616). Mehrere auf das Vorkommen angesetzte Tiefbohrungen waren gleichfalls erfolgreich, so daß eine Reihe von Normalfeldern auf Eisenerz verliehen werden konnte. Nach Müller tritt der Eisenstein an der Grenze von mittlerem und unterem Lias auf, der in der Bohrung Bislich mit insgesamt 355 m durchbohrt worden ist. Sowohl im O als im W scheint die Lagerstätte von Verwerfungen abgeschnitten zu sein. Im übrigen ist die Tektonik dieser Lagerstätte noch nicht einwandfrei erkannt. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich um ein schollenartiges, auf einen Liasgraben beschränktes Vorkommen.

Das oolithische Erz des rd. 8—10 m mächtigen Lagers ähnelt seiner petrographischen Beschaffenheit nach sehr dem lothringischen Minetteerz aus dem Dogger. Sein Eisengehalt ist sehr schwankend und bewegt sich rechts des Rheins zwischen 19 und 41% bei einem Phosphorgehalt von 0,5—0,6%.

Eine Erzprobe zeigte im einzelnen folgende Zusammensetzung: Fe = 34,39%, Mn = 0,4%, CaO = 9,61%, MgO = 1,6%, P = 0,45%, SiO_2 = 9,8%, Al_2O_3 = 8,6%, Glühverlust ($CO_2 + H_2O$) = 10,5%. Nach einer im Laboratorium der W.B. ausgeführten Analyse ergab sich: 3,00% Fe_2O_3 + 31,40% $FeCO_3$ + 12,00% FeO (als Silikat) = 26,5% Fe, 5,40% H_2O, 7,00% SiO_2 (Unlösliches), 7,65% Al_2O_3, 0,86% P_2O_5, 23,58% $CaCO_3$, 7,71% $MgCO_3$, 14% Org. Stoffe, Spuren von Mangan.

Bergwirtschaftliches. Bergrechtlich verliehen sind rechtsrheinisch 5 Felder mit rd. 10 Mill. m² Flächeninhalt. Nach Einecke-Köhler dürfte der anstehende Vorrat bei einer Längenerstreckung des Vorkommens von 2 km und 300 m Breite die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Tiefbauanlage bieten. Schulz-Briesen (1904) schätzte den Erzvorrat unter Annahme eines Flächeninhaltes von 150000 m² und einer Lagermächtigkeit von 10 m sowie einer 80%igen Bauwürdigkeit auf rd. 4 Mill. t. Unter Zugrundelegung einer Fläche von rd. 10 Mill. m² und einer Erzführung von 2,5 t je m² möchte ich den Gesamteisenerzvorrat auf rd. 20 Mill. t schätzen, ohne bestimmte Angaben hinsichtlich der bauwürdigen Mengen machen zu können.

5. Kreide.

a) Toneisensteinvorkommen von Benthein-Ochtrup-Alstätte.

Im N und NW des Münsterschen Beckens treten bei Bentheim, Ochtrup, Alstätte und Ottenstein ausgedehnte, an Fe arme Eisensteinlager auf, die wegen ihres großen Gesamtvorrats, der nicht ungünstigen mineralogischen Zusammensetzung des Erzes, der Gewinnbarkeit im Tagebau und der scheinbaren Einfachheit der Aufbereitung zur Zeit wieder im Vordergrund des Interesses stehen (s. Taf. XII).



Abb. 617. Bei der Tongewinnung ausgehaltene Toneisensteingeoden des unteren Apt in der Ziegeleigrube Hündfeld bei Alstätte.

Die Erze sind in Form flözartig aneinander gereihter Lagen von Toneisensteinknollen von brotlaibartiger Form und Faust- bis Kopfgröße entwickelt (s. Abb. 617). Stellenweise zu geschlossenen Bänken vereinigt, finden sie sich in Abständen von 0,50 bis 2 m in den meist dunklen Begleittonen. Die Dicke dieser sog. Flöze ist gering und geht nur selten über 0,30 m hinaus (vgl. Abb. 618). Ihrer geologischen Stellung nach gehören die Erze der unteren Kreide, und zwar soweit sie wirtschaftlich bedeutungsvoll sind, den Stufen des Barrêmes und des Apts an. Diese bilden hier in ihrer Gesamtheit mehrere flache Mulden, und zwar eine ausgedehnte nördliche Mulde, umfassend das Gebiet zwischen Bentheim, Ochtrup und Gronau (sog. Brechte-Mulde), und eine schmale südliche in der Richtung Alstätte, Ottenstein und Stadtlohn (s. Tafel XII).

Die Ausbildung der erzführenden Schichten ist in beiden Mulden nicht gleichmäßig, insbesondere ist das Verhältnis von Ton zu Erz ein sehr verschiedenes.

Stellenweise führen auch die Tone des Valanginiens der Bentheim-Ochtruper Gegend viel Erz, und zwar Schwefelkies, so daß Mutung auf Schwefelkies eingelegt worden ist, z. B. Hugo bei Haarmühle.

Die in frischem Zustande blaugrauen Toneisensteinseptarien gehen bei der Verwitterung in gelbrote, schalige Gebilde über. Das Eisen ist vornehmlich als kohlensaures Eisenoxydul in Verbindung mit SiO_2, Al_2O_3, MgO, P_2O_5, MnO und S vertreten. Nach Beyschlag und Krusch (1917) enthält eine Durchschnittsanalyse von Erzen der Bentheim-Ochtruper Mulde 33,65% Fe, 0,22% Mn und 0,625% P.

Eine Durchschnittsanalyse von Erzen aus der Alstätte-Ottensteiner Mulde zeigt folgende Werte:

Fe	30,00—45,00%	47,26%	(geröstet)	MgO	1,40— 3,24%	3,16%	(geröstet)
Mn	0,20— 0,47%	0,49%	„	Al_2O_3	1,40— 3,08%	2,65%	„
P	0,14— 1,24%	0,73%	„	SiO_2	10,00—19,00%	18,02%	„
S	0,09— 0,14%	0,35%	„	Glühverlust			
CaO	2,10— 7,00%	5,36%	„	($CO_2 + H_2O$)	26,20—30,20%	—	

Der Eisengehalt des Erzes kann, wie oben ersichtlich, durch Verröstung im Durchschnitt von rd. 35% auf 47% gesteigert werden. Somit verhält sich das Erz ähnlich wie der bekannte Siegerländer Rostspat, nur mit dem Unterschiede, daß es weniger manganhaltig, dafür aber kalk- und rückstandreicher ist. Sein Phosphorgehalt, der etwa dem der Minette entspricht, macht es auch für den Thomasprozeß verwendbar.

Für die Bauwürdigkeitsfrage der Erzablagerungen ist das Verhältnis des Eisensteins zum Tone von größter Wichtigkeit. Nach den bislang bekannt gewordenen Aufschlüssen zu urteilen, schwankt die Zahl der in der Bentheim-Ochtruper Mulde auftretenden Eisensteinbänke zwischen 7 und 80 Lagen, ihre Mächtigkeit je zwischen 0,05 und 0,47 m. Daraus ist ein Mächtigkeitsverhältnis vom Eisenstein zum Ton im Durchschnitt von 1 : 10 und eine Erzmenge je 1 m² Fläche (bei einem spezifischen Gewicht von 3) von 3—9 t ermittelt worden. In der Alstätte-Ottensteiner Mulde soll das Verhältnis von Eisenstein zu Ton etwas günstiger sein und angeblich stellenweise 1 : 5 betragen.

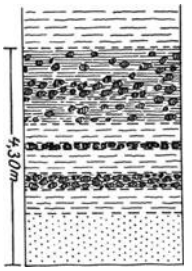


Abb. 618. Profil durch das Toneisensteinvorkommen von Bentheim-Ochtrup-Ottenstein. Nach EINECKE-KÖHLER.

Über die Höhe der Vorratsmenge gehen die Ansichten noch sehr auseinander. KEYSER (1918) ermittelte allein für ein 2 km langes und rd. 800 m breites Erzfeld bei Alstätte (bei 3 m Mächtigkeit und einem Verhältnis von Eisen zu Ton von 1 : 12) bis 30 m Tiefe rd. 11 Mill. t Eisenerz. EINECKE (1935) gibt für eine Fläche von 30 km² über 200 Mill. t Erz an. Er schätzt die gesamte erzführende Fläche auf rd. 150 km², ohne allerdings den Gesamtvorrat zu ermitteln. Höchstwahrscheinlich ist aber die Ausdehnung der Erzvorkommen erheblich größer und damit auch der Gesamtvorrat ein sehr bedeutender.

Planmäßige Untersuchungen während der Kriegszeit ließen trotz der sehr geringen Tiefenlage und der zweifellos recht erheblichen Erzvorräte eine wirtschaftliche Gewinnung der Toneisensteine wegen der Unregelmäßigkeit der Ablagerung und der schwierigen Trennung der Flöze vom Ton als sehr fraglich erscheinen.

Angesichts unseres großen Eisenbedarfs müssen die Verhältnisse heute neu geprüft werden. Zur Zeit werden durch die Gewerkschaft Gildehaus sehr eingehende Untersuchungen zur Feststellung der Abbaumöglichkeit angestellt, die aber noch nicht abgeschlossen sind.

b) Weitere Eisensteinvorkommen der Kreide.

Häufig sind die vorherrschenden Sandsteine des Neokoms durch Eisenhydroxyd in eisenschüssige Sandsteine, sog. „Eisensteinflöze", umgewandelt. Hierhin gehört

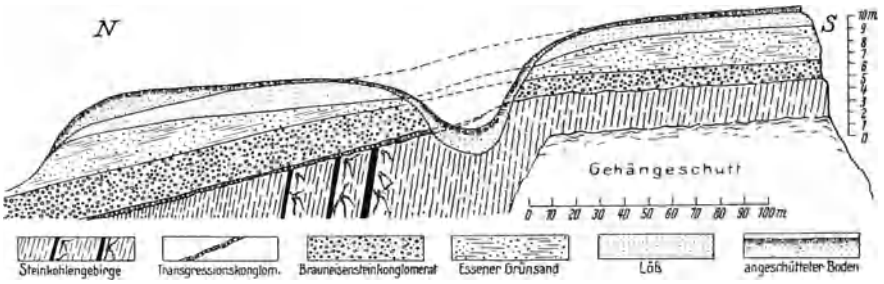


Abb. 619. Schematisierter Schichtenschnitt durch das cenomane Brauneisensteinkonglomerat in der Gegend von Hörde.

auch das von Altenbeken bis Halle i. W. am Westrande des Teutoburger Waldes auftretende, 1—4 m mächtige neokome Brauneisensteinkonglomerat.

Auf dieses Vorkommen ging von der ehemaligen Eisenhütte bei Altenbeken längere Zeit Abbau um. Wegen der Unregelmäßigkeit der Ablagerung, des sehr wechselnden Eisengehaltes und der wenig günstigen Zusammensetzung beansprucht das Vorkommen wirtschaftlich nur untergeordnete Bedeutung.

Bekannt ist auch das Vorkommen von Eisensteinen im Liegenden des Cenomans im Gebiete der westfälischen Kreideablagerung.

Es handelt sich hier um ein ausgedehntes (irrtümlich früher als „Bohnerz" bezeichnetes) 0,10—5,00 m mächtiges Transgressionskonglomerat aus bohnen- bis walnußgroßen Brauneisensteingeröllen mit 5—30% Fe, das einer Aufarbeitung toneisensteinhaltiger Schiefer des Steinkohlengebirges seine Entstehung verdankt, die später in Brauneisenstein umgewandelt wurden.

Das zwar sehr verbreitete, aber in seiner Mächtigkeit und seinem Fe-Gehalt sehr wechselnde Konglomerat scheint selbst dort, wo seine Mächtigkeit mehrere Meter beträgt und sein Eisen- und Phosphorgehalt eine gewisse Höhe erreicht, nicht bauwürdig zu sein. Jedenfalls sind die jüngsten Versuche im Gebiete östlich von Hörde ergebnislos verlaufen. Das obenstehende Profil (s. Abb. 619) veranschaulicht die Lagerungsverhältnisse des Eisenerzes, das hier rd. 17% Fe führt. Versuchsweise ist es schon früher einmal in der Nähe von Billmerich gebaut worden.

Bei Altenbeken hat man im Grubenfelde an der Egge auf Klüften des Plänerkalkes hochwertige Brauneisenerze mit 50% Fe ausgebeutet, die sich allerdings schon nach kurzer Erstreckung in die Tiefe (bei rd. 20 m) auskeilten. Sie sind lange Jahre am Trötenberg gewonnen und in der Eisenhütte zu Altenbeken verhüttet worden. Heute sind sie als abgebaut anzusehen.



Abb. 620. Diluviale Sande *(3)* und Eisenscherben *(2)* überlagern untersenone Sande (*1* = Halterner Sande). Stimmberg bei Recklinghausen. Aufn. KUKUK.

Größere Mengen eisenhaltiger Gesteine, sog. „Eisenschwarten", finden sich in den sandigen Schichten des Senons, insbesondere in den Borkenbergen, der Hohen Mark und der Recklinghäuser Haard. Die in unregelmäßiger Lagerung zum Nebengestein teils in ± geschlossenen Bänken, teils in vereinzelten knolligen Gebilden auftretenden Massen sind stellenweise später umgelagert und in diluvialen Sanden zu kleinen Lagerstätten angereichert worden (s. Abb. 620). Mineralogisch hat man es in den Eisensteinen mit durch Sand verunreinigten Brauneisensteinen von etwa folgender Zusammensetzung zu tun: Kieselsäure (SiO_2) = 59,2%, Eisenoxyd (Fe_2O_3) = 38,5%, Tonerde (Al_2O_3) = 2,3%, Glühverlust = 7,4%, Gehalt an Eisen = 27%.

Nach der Ansicht von KRUSCH stellen die Eisensteine epigenetische Bildungen dar, derart, daß bikarbonatische Lösungen, vielleicht unter Mitwirkung der Adsorption, ihren Eisengehalt an geeignete Sandschichten abgaben. Hierbei hat im weiteren Verlauf des Umwandlungsvorganges eine metasomatische Verdrängung des Sandes bis zur völligen Erzeugung eines Eisenerzkörpers stattfinden können. STEUSLOFF (1936) sieht in ihnen zur tertiären Zeit entstandene Eisenausscheidungen in Höhe eines früheren Grundwasserspiegels (s. Abb. 521).

Eine hüttentechnische Verwertung der Eisensteinbildungen erscheint wegen der großen Unregelmäßigkeit der Vorkommen und ihres geringen Gehaltes an Eisen ausgeschlossen. Untergeordnet finden sie zu Grottensteinen, Einfassungen u. a. Verwendung (s. Abb. 523).

6. Tertiär, Diluvium und Alluvium.

Eisenocker- und Manganerzvorkommen. In der Nähe von Brilon sind im Scharfenberger Wald Eisen- und Manganerze nachgewiesen worden, die 1924 zwecks Verwendung als Farberde bergmännisch erschlossen wurden.

Nach PAECKELMANN (1928) handelt es sich um ein an eine Doline gebundenes Vorkommen im Massenkalk, das aus einer bis zu 5 m mächtigen Ablagerung gelben und braunen Eisenockers und mulmigen bis feingrusigen Manganerzes besteht. Der gelbe Ocker enthält 51,8% Fe, 1,3% Mn und 1,5% P_2O_5, der braune Ocker 46,2% Fe, 1,4% Mn, 3,3% P_2O_5 bei rd. 11% SiO_2 und Al_2O_3. Das sehr verschiedenartige Manganerz hat einen mittleren Gehalt an Mn von 30% und an Fe von 10%.

Seiner Entstehung nach liegt hier ein Absatz aus wässerigen Verwitterungslösungen auf der Kalkoberfläche vor, der zu alttertiärer Zeit ähnlich der Bildung der See- und Wiesenerze entstanden ist.

Raseneisenerze. In Gegensatz zu den vorgenannten „fossilen" Eisenerzlagerstätten stehen die an manchen Orten, insbesondere im Münsterlande, häufigen jüngeren Eisenerzablagerungen, die sog. Raseneisenerze (Sumpf- oder Wiesenerze). Unmittelbar unter der Rasenerde auftretend, finden sich die Ablagerungen teils in Form gefärbter, unreiner Erzbrocken oder als kompakte, bis $^1/_2$ m mächtige Lager, teils als schlackige, poröse Massen oder auch in mulmiger Form. Ihrer Zusammensetzung nach handelt es sich um Eisenhydroxyde (Brauneisenerze) mit schwankenden Mengen phosphorsauren und kieselsauren Eisenoxyds, vermengt mit Sand, Ton oder organischen Stoffen.

Ihre Entstehung ist nach WEGNER auf Ausfällung (Ausflockung) des Eisenhydroxyds aus kohlensaures Eisen in Lösung führenden Grundwässern (Ferrohumaten) durch den Sauerstoff der Luft unter Mitwirkung von Algen (Crenotrixarten) und Bakterien zurückzuführen. Wie sich in Gräben und Wasserläufen, in denen lebende und abgestorbene Pflanzenteile völlig mit einer braungelben Eisenhydroxydschicht überzogen sind, leicht beobachten läßt, vollzieht sich der Bildungsprozeß des Brauneisensteins noch heute. Daher können auch schon ausgewonnene Raseneisenerzflächen nach längeren Zeiträumen wieder in Betrieb genommen werden.

Ausgedehntere Raseneisenerzvorkommen sind unter anderem im Kreise Coesfeld (Berkel- und Dinkelniederung), ferner längs der Ems bei Lingen, Meppen und Wietmarschen, wo sie die Grundlage

kleiner Eisenhüttenbetriebe bildeten, abgebaut worden. Sie wurden weiter bei Recklinghausen, in der Emscherniederung, längs der Lippe, bei Senden, Marl, Metelen, Wiedenbrück, Dülmen u. a. a. O., ausgebeutet. Auf diese Erze ist der Bau der „Schloßholterhütte" bei Brackwede, der „Prinz Rudolf-Hütte" bei Dülmen und der „Westfalia-Hütte" bei Lünen zurückzuführen.

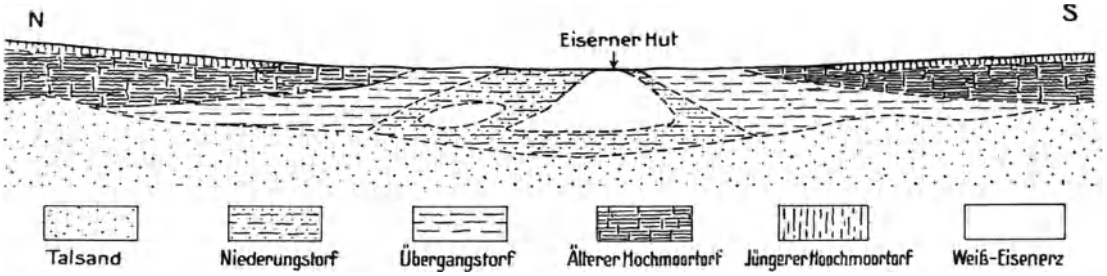


Abb. 621. Schematisches Profil durch eine Weißeisenerz-Lagerstätte im Bourtanger Moor. Nach KRUSCH.

Aber auch weiter im W des Bezirkes, wie bei Oberhausen, Herne, Sterkrade, Hamborn und Kaiserswerth, wo eine Reihe von Distriktsverleihungen stattgefunden hat, waren Raseneisenerze keine seltenen Bildungen. Ihr Abbau ist jedoch schon seit Jahrzehnten völlig eingestellt; nach WILDSCHREY ist allerdings noch um 1870 Raseneisenstein in Obermarxloh an der Holtener Straße gewonnen worden. Dieses Erz bildete die Grundlage zur Entstehung der 1758 gegründeten „St. Antony-Hütte" bei Sterkrade, der 1783 eingerichteten „Gutehoffnungshütte" sowie der 1791 entstandenen „Hütte Neuessen".

Von Interesse ist schließlich noch die begründete Annahme, daß Raseneisenerze schon in altgeschichtlicher Zeit zur Erzeugung von Eisen verwendet wurden. Wenigstens lassen die Funde großer Eisenblöcke im wieder ausgegrabenen Amphitheater von Xanten (Colonia Trajana) kaum einen anderen Schluß zu.

Allen diesen Vorkommen kommt eine Bedeutung für die Eisenerzgewinnung heute nicht mehr zu.



Abb. 622. Moorprofil mit rotem Weißeisenerz im Bourtanger Moor. Aufn. WEIDMANN.

Weißeisenerzvorkommen. Eine besondere Rolle spielt das erst seit dem Jahre 1922 näher bekannt gewordene Weißeisenerz des Bourtanger Moores. Nach Untersuchungen von KRUSCH (1922 und 1932), KOHL (1930) u. a. stellen die hier gewonnenen Eisenerze reines Eisenoxydulkarbonat in Gelform mit Phosphor (als Vivianit) dar. Das in Niederungs- oder Hochmooren unterhalb des Grundwasserspiegels in Form linsenförmiger Einlagerungen aufgeschlossene Erz (s. Abb. 621) setzt sich aus einer weißgrauen, tonig-käsigen Masse, die bis zu 60% aus Wasser besteht, zusammen. Die an der Luft sich schnell färbende Masse wird später rostrot. Über dem Grundwasserspiegel (d. h. auf etwa 10—50 cm) zeigt das Erz eine rotbraune, mulmig-krümelige Beschaffenheit von geringem spezifischem Gewicht (s. Abb. 622).

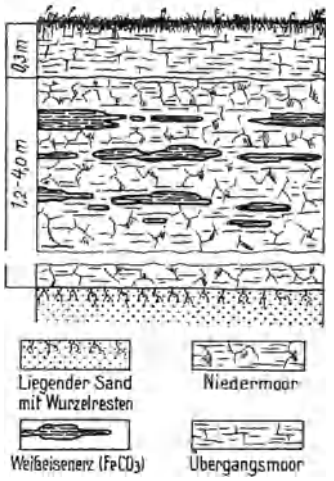


Abb. 623. Weißeisenerz-Vorkommen im Niedermoor des Bourtanger Moores.

Die chemische Zusammensetzung des Erzes, das in der gelartigen Grundmasse mikroskopisch kleine Eisenspatrhomboeder enthält, geht aus den Durchschnittsanalysen einiger Untersuchungen hervor. Danach ergibt sich für das weiße Erz: FeO = 16,50%, CO_2 = 11,30%, H_2O = 57,70%, Glühverlust 7,68%, Rückstand 4,67% und Kalkgehalt = rd. 1%. Das braune Erz enthält: Fe_2O_3 = 50,2%, FeO = 2,2%, Fe = 36,9%, MnO = 0,62%, Mn = 0,50%, CaO = 1,4%, CO_2 = 0,7%, P_2O_5 = 1,3%, H_2O = 10,2%, Glühverlust 31,2% und 2,0% Rückstand. Auf wasserfreie Substanz berechnet sich ein durchschnittlicher Eisengehalt von 33—38%. Geröstet reichert sich das Erz auf 46—53% Fe an.

Neben der mehr linsenförmigen Ablagerung ist das Erz nach meinen Beobachtungen auch in etwas anderer Form ausgebildet, und zwar sieht man nicht selten mehrere Lagen übereinander, die nach den Rändern zu allmählich in Torf übergehen (vgl. Abb. 623).

Das heute noch vielfach als „Raseneisenerz" angesprochene sekundäre Brauneisenerz stellt aber kein Raseneisenerz im mineralogischen Sinne dar, sondern ist als eine Art „eiserner Hut" des Weißeisenerzes anzusehen.

Die Entstehung des Weißeisenerzes (Witte Klies) wird von KRUSCH auf Absatz reinen Eisenoxydulkarbonats innerhalb von Torfwasserkissen in Mooren zurückgeführt. Er nimmt an, daß die Ursprungslösungen durch die organischen Substanzen des Torfes vor der oxydierenden Einwirkung des Sauerstoffes so geschützt worden sind, daß sich reines Eisenoxydulkarbonat in Gelform bilden konnte. Weißeisenerz soll sich daher zu Kohleneisenstein wie Torf zu Kohle verhalten. Das Weißeisenerz stellt also gewissermaßen rezenten Kohleneisenstein dar. Das von gewöhnlichem Raseneisenerz durch seine chemische Zusammensetzung unterscheidbare Erz ist als verleihbar angesprochen worden und daher auch Gegenstand der Verleihung geworden.

Seit einer Reihe von Jahren wird es in größerem Umfange in eigenen Feldern bzw. Pachtfeldern, unter anderem im Bourtanger Moor in der Nähe von Meppen (bei Twist), soweit es über dem Grundwasserspiegel liegt, abgebaut. Auf deutscher Seite sind im Jahre 1935 etwa 6000 t gewonnen worden.

Trotz seiner Reinheit wird das Erz nicht als Hüttenerz verwendet. Es dient vielmehr als Reinigungsmaterial für die Abwässer und Gase von Gasanstalten. Die noch anstehenden Vorräte können schwer geschätzt werden, betragen aber sicher mehrere 100000 t. Ihre wirtschaftliche Bedeutung ist daher gering.

Ortstein. Als einer sehr häufig anzutreffenden Eisenerzbildung sei noch kurz des sog. Ortsteins (Uhr oder Ohr) gedacht.

Im Gegensatz zu den Eisenschwarten der Kreidesande ist er als eine Mineralgelbildung der jüngsten Zeit an die Oberfläche gebunden, wo man ihn unter der Pflanzendecke der Heide als eisenschüssigen, rostbraunen verhärteten, kalkigen Sand unter überlagernden, gebleichten Sanden der Oberfläche antrifft. Er ist allerdings als „Erz" im wirtschaftlichen Sinne nicht anzusehen.

C. Die Lagerstätten der Erze und Nichterze (mit Ausnahme des Eisens).

Außer Kohle und Eisen birgt der Niederrheinisch-Westfälische Industriebezirk in seiner näheren und weiteren Umgebung auch noch eine große Reihe anderer Mineralvorkommen (s. Tafel XII). Unter diesen haben nur die Schwefelkies- (Schwerspat-) Lagerstätte von Meggen, das Bleizinkerzvorkommen von Ramsbeck und der Bleizinkerzgang der Zeche Auguste Victoria eine größere wirtschaftliche Bedeutung. Leider spielt die Mehrzahl der westfälischen Mineralvorkommen zur Zeit wenigstens für das Wirtschaftsleben des Industriebezirkes keine oder eine nur sehr untergeordnete Rolle.

Inwieweit einige der letzteren Vorkommen für die Zukunft in Frage kommen, dürfte noch zu klären sein. In die Reihe dieser Lagerstätten gehören die altbekannten metasomatischen Blei-, Zink-, Brauneisen- und Manganerzvorkommen des Mitteldevons, die Blei-Zinkerzgänge des Velberter Sattelbezirkes, die Erzvorkommen (Bleizink-, Galmei- und Manganerze) des übrigen Rheinischen Schiefergebirges, die Mineralvorkommen auf den Sprüngen des flözführenden Karbons, die Kupfererzvorkommen des Zechsteins, die selteneren Lagerstätten von Zink-, Antimon- und Quecksilbererzen, von Gold und Platin, ferner die Vorkommen von Schwerspat, Gips, Cölestin, Strontianit u. a.

Während die außerhalb des eigentlichen Industriereviers liegenden Lagerstätten nur gestreift werden können, sollen die innerhalb oder in der Nähe des Bezirkes auftretenden und geologisch besonders bemerkenswerten Vorkommen eine etwas eingehendere Behandlung erfahren. Der Übersichtlichkeit halber werden sie im nachstehenden, soweit angängig, dem Alter entsprechend, getrennt dargestellt.

1. Devon.

a) Das Meggener Schwefelkies- (und Schwerspat-) Lager.

Das Meggener Schwefelkiesvorkommen ist ohne Zweifel die wichtigste Schwefelkieslagerstätte Deutschlands. Wegen ihres nicht unbedeutenden Zinkgehaltes stellt sie auch eine wichtige Zinkerzlagerstätte dar.

An die bekannte Attendorn-Elsper Doppelmulde schließt sich südlich eine NO-SW streichende Mulde an, die durch einen aus älteren Schichten aufgebauten Sattel von der vorgenannten getrennt ist. Am Aufbau dieser Sondermulde beteiligen sich Schichten

des Ober- und Mitteldevons in einer gegenüber der Ausbildung in der nördlich vorgelagerten Attendorner Mulde stark abweichenden Fazies. Wird in dieser das obere Mitteldevon unter anderem durch 500—600 m mächtige Massenkalke gebildet, so schrumpft in jener der Kalk erheblich zusammen. An seine Stelle tritt hier eine 1,5—8 m mächtige Schwefelkies-Schwerspatlagerstätte.

Das Vorkommen (sog. altes Lager) stellt eine Mulde mit steilem, bis zur Überkippung aufgerichtetem Südflügel und einem nach S unter etwa 45° einfallenden Nordflügel dar (s. Abb. 624). Ein zerrissener Muldensattel zerlegt die Mulde in eine flachere nördliche und eine tiefer eingesenkte südliche Mulde. Nordwestlich wird diese Mulde durch einen gegen NW überkippten Sattel mit einem Kern älterer devonischer Schichten begrenzt, an den sich wieder eine Mulde anschließt, in deren steilem Südflügel das Erzlager (sog. neues Lager) wieder aufgeschlossen ist. Seine Weitererstreckung ist aber in dieser Mulde noch nicht völlig erkannt.

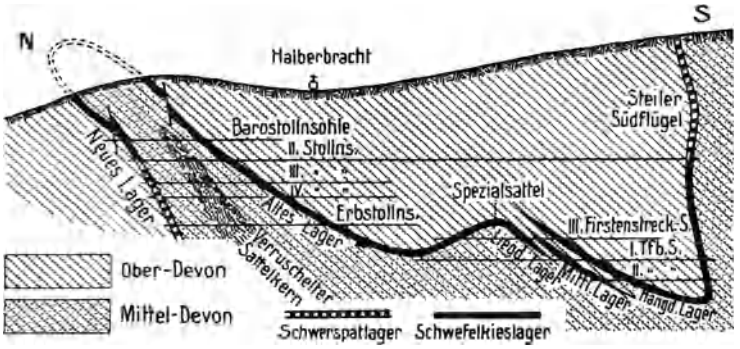


Abb. 624. Vereinfachtes Querprofil durch die Meggener Mulde etwa 200 m östlich des Halberbrachter Sprunges. Nach W. E. Schmidt.

Die Lagerstätte selbst hat eine plattenähnliche Form von 1,5—8 m Mächtigkeit. In der Mitte hauptsächlich aus graugelbem Schwefelkies mit unerheblichen Mengen von Zinkblende, Bleiglanz und Kupferkies bestehend, geht sie nach den Rändern zu, und

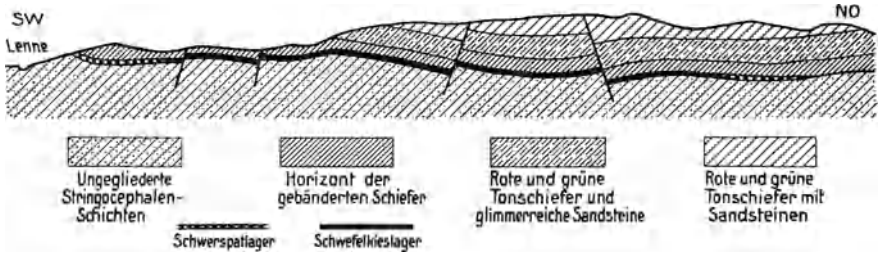


Abb. 625. Längsprofil durch die Meggener Kieslagerstätte. Nach W. E. Schmidt.

zwar hauptsächlich nach O und W, in dichten, grauschwarzen Schwerspat ($BaSO_4$) über (s. Abb. 625), der schließlich in eine Kalkbank ausläuft. Der Schwerspat, dessen dunkle Färbung auf seinem Gehalt an Bitumen beruht, überlagert von O und W nach der Mitte zu auskeilend den Schwefelkies und greift nur selten ins Liegende über.

Der Eisenkies (FeS_2) des Lagers erstreckt sich auf rd. 2,5 km streichende Länge. Er enthält etwa 36 % Fe, 8,4% Zn, 0,5% Pb, 43 % S, rd. 9 % Al_2O_3 und sehr geringe Mengen von Arsen. Im Gegensatz zu früheren Anschauungen besteht das feste und gleichmäßige Eisenbisulfid größtenteils aus Markasit (und nicht aus Pyrit). Dieser ist gekennzeichnet durch Beimengung mit dem Auge kaum sichtbarer Zinkblende. Ein Vorzug des Kieses ist sein geringer Gehalt an Arsen. Die Schwefelkieslagerstätte ist durchweg in zwei faziell verschiedenartigen Bänken abgelagert, und zwar besteht die untere Bank aus ungeschichtetem, derbem Eisenkies, während die durch einen Tonschieferpacken von ihm getrennte Oberbank durch parallel zu den Schichtflächen eingelagerte sehr dünne Schiefertoneinlagen deutlich geschichtet ist, sog. „Banderz". Bisweilen wird diese Erscheinung auch beim Schwerspat wahrgenommen, der im allgemeinen jedoch massig entwickelt ist. Bemerkenswerterweise enthält der Schwerspat etwa 2 % Strontiumsulfat.

Entstehung der Lagerstätte. Den älteren Bearbeitern der Lagerstätte widersprechend, die den Kies entweder für sedimentär und den Schwerspat für metasomatisch, oder die gesamte Lagerstätte für metasomatisch nach Kalk hielten, setzen sich die neueren Kenner der Vorkommen, wie Haack, G. Schmid,

Bergeat und Krusch sowie besonders W. E. Schmidt und Frebold für die rein sedimentäre, syngenetische Lagernatur der Kies- und Schwerspatlagerstätte ein. Sie begründen ihre Auffassung unter anderem mit dem Hinweis auf das Auftreten einer Schwerspatbank innerhalb von Banderzen und kiesgebänderten Tonschiefern, die nach W über vereinzelte Schwerspatknollen in eine mächtige Tonschieferbank übergeht, die ihrerseits wieder Schwerspatknollen einschließt, während unter dieser letzten Bank eine gebänderte Schwerspatbank liegt, die nach O zu kiesgebänderter Tonschiefer wird. Da die Schwerspatknollen als primäre Gebilde in dem umgebenden Schieferton und Schwefelkies anzusehen sind, muß auch der Lagerschwerspat sedimentär, d. h. syngenetischer Natur wie der Schwefelkies sein. Schwefelkies und Schwerspat sind also im wesentlichen gleichzeitige Bildungen.

W. E. Schmidt kommt weiter zu dem Ergebnis, daß man bei der Entstehung der Lagerstätte an die Ausfüllung einer tektonischen Senke, d. h. einer Lagune zu jungmitteldevonischer Zeit zwischen der Siegerländer Halbinsel im S und dem Attendorn-Grevenbrücker Korallenriff im N zu denken habe. In dieser Senke sind als Quellen (auf Spalten hochsteigend) schwere sulfatische Lösungen von Fe, Zn und Pb geflossen, aus denen die sulfidischen Erze, und zwar vorwiegend Schwefelkies, unter Mitwirkung von Schwefelbakterien ausgefällt worden sind. In einem etwas späteren Zeitabschnitt müssen dann vom Außensaume her bariumchloridhaltige Quellwässer dem Becken über die Böschungen zugeflossen sein, so daß beim Zusammentreffen mit den sulfatischen Lösungen Bariumsulfat (Schwerspat) niedergeschlagen wurde.

Der Bergbaubetrieb auf dieses Lager setzte in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf den Brauneisenstein des eisernen Hutes ein. Heute geht auf den Vorkommen lebhafter Bergbau auf Schwefelkies und Schwerspat um, der von der „Sachtleben A.G. für Bergbau und chemische Industrie" auf der Schachtanlage Halberbracht geführt wird.

Die vor dem Kriege rd. 210000 t Schwefelkies und Schwerspat betragende Erzförderung stieg im Kriege auf über 700000 t. 1930 wurden rd. 267000 t FeS_2 und 160000 t $BaSO_4$ gefördert, 1936 rd. 232000 t bzw. 163000 t bei rd. 700 Mann Belegschaft. Die Vorräte sind sehr reich und sollen bei 500000 t Jahresförderung noch für rd. 90 Jahre vorhalten.

Während dem Schwefelkies zunächst der Schwefel zur Herstellung von Schwefelsäure durch Rösten entzogen wird, werden die wertvollen, an Zink und Eisen reichen Abbrände (mit 4—8% S) und 6—10% Zn weiter auf Zink und Lithopone verarbeitet und dann als Eisenerz verkauft. Diese Abbrände (mit 40—43% Fe) werden auf der Stürzelberger Hütte (Rhein) auf phosphorarmes Roheisen mit einem je nach Erfordernis zwischen 0,5—5% schwankenden Kohlenstoffgehalt niedergeschmolzen. Von Bedeutung ist ferner, daß man mit Erfolg bemüht ist, aus dem Schwefelkies (mit 41—43% S) unmittelbar elementaren Schwefel zu gewinnen.

b) Die metasomatischen Blei-, Zink- (und Eisen-) Erzvorkommen des Mitteldevons.

Auf dem Zuge des Massenkalkes zwischen dem Hönnetal und dem Orte Haan (15 km östlich Düsseldorf) ist eine Reihe ± bedeutender Erzvorkommen meist metasomatischer Natur bekannt geworden, die heute fast völlig ausgebeutet sind. Es sind das — neben den unbedeutenden Vorkommen des Galmeistocks von Deilinghofen und des Schwefelkieses von Oese — die altberühmten Zinkerzlagerstätten des östlichen Massenkalkbezirkes der Umgebung von Iserlohn sowie der weiter westlich gelegenen Vorkommen von Schwelm, Langerfeld und Vohwinkel (s. Tafel XII). Nur auf die wichtigsten sei im nachstehenden kurz eingegangen.

Die Zinkerzlagerstätten von Iserlohn. Im Gebiete von Letmathe, Iserlohn und Deilinghofen ist über ein Jahrhundert lang ein lebhafter Bergbaubetrieb auf die Zinkerzvorkommen des Massenkalkes umgegangen. Nach Stockfleth (1896) und Hoffmann (1896) handelte es sich um etwa 15 selbständige Lagerstätten, die fast sämtlich an die unmittelbare untere Berührungsgrenzfläche des nördlich einfallenden, mächtigen Massenkalks mit dem mitteldevonischen Lenneschiefer geknüpft waren. Sie wurden unter anderem auf den Gruben Westig, Rosenbusch, Krug von Nidda, Tiefbau von Hövel und Adlerstollen abgebaut.

Der Form der Lagerstätte nach handelte es sich um eigentümliche, stockwerksartige Lager, die sich mit halbkreisförmigem oder dreieckigem Querschnitt von Tage her längs der Scheide gegen den Lenneschiefer in den Massenkalk einsenkten. Ihre Längenausdehnung erreichte bei einzelnen Erzkörpern 150 m und mehr, die Tiefenerstreckung ging bis 205 m, die Mächtigkeit bewegte sich zwischen einigen Dezimetern und 30 m.

Die Erze bestanden vorwiegend aus Galmei (Zinkkarbonat), Zinkblende, Schalenblende und Schwefelkies. Untergeordnet brachen Kieselzinkerz, Brauneisenerz, Bleiglanz, Weiß- und Grünbleierz bei. Während die sulfidischen Erze sich durchweg in der Tiefe fanden, traten die oxydischen am Ausgehenden auf. Kalkspat war ein häufiger, Quarz ein seltener Begleiter der Erze. Der Galmei wies alle Farbtöne von hellem Gelb bis zu dunklem Braun auf und war teils dicht, teils zellig. Öfters bildete der Galmei prächtige Pseudomorphosen nach Kalkspatkristallen (s. Abb. 626). Blende und Schwefelkies in konzentrischen Lagen oder jedes Mineral für sich allein zeigten nicht selten die völlig erhaltene Gestalt der Fossilien des Massenkalkes als metasomatische Bildungen (s. Abb. 627).

Die Entstehung der Lagerstätten scheint heute hinreichend geklärt. Da fast alle Erzlagerstätten auf oder in unmittelbarer Nähe von Querverwerfungen liegen, die vom Lenneschiefer in den Massenkalk hineinsetzen, sind diese auch als Zubringerspalten für die Erzlösungen anzusehen. Weiter hängt die Lage der Erzkörper unmittelbar über dem Schiefer damit zusammen, daß die auf den Querverwerfungsklüften umlaufenden Erzlösungen sich auf den wasserundurchlässigen Schiefertonen aufstauten und so fast ausschließlich auf die Kalke und Dolomite einwirken konnten. Auf diese Weise bildeten sich unregelmäßige Vererzungskörper auf metasomatischem Wege, d. h. infolge Verdrängung des Kalksteins bzw. Dolomits durch Schwefelverbindungen in der Reihenfolge FeS_2, ZnS und PbS. Weiter deutet die vielfach lagenförmige Struktur der sulfidischen Erze in Verbindung mit dem Auftreten stalaktitischer und nieriger Formen der Erze auch auf einen wiederholten Absatz aus fließenden Wässern in Hohlräumen hin.



Abb. 626. Galmei, pseudomorph nach Kalkspat. Iserlohn. S.W.B.

Die so abgesetzten Erze unterlagen dann weiter den Einflüssen der Oxydation niederfallender Tageswässer, welche die sulfidischen Erze (Blende und Bleiglanz) in karbonatische Erze (Galmei und Weißblei) umwandelten. Man hat es hier also mit ganz ähnlichen Vorkommen wie in den bekannten Lagerstätten von Altenberg und Neu-Moresnet bei Aachen zu tun.

Die wirtschaftliche Bedeutung der sog. Iserlohner Galmeigruben war recht erheblich. Sie haben lange Jahre den Bedarf der märkisch-westfälischen Zinkhütte in Letmathe gedeckt, deren Erzeugung sich auf rd. 5000 t Zink jährlich belaufen hat. Nach den Angaben von STOCKFLETH berechnete sich die Gesamtförderung allein an Zinkerzen während des Zeitraumes 1870/95 auf rd. 465000 t im Werte von rd. 10 Mill. RM. Nach dem Verhieb sämtlicher bekannter Erzmittel ist der vom Märkisch-Westfälischen Bergwerksverein auf den Iserlohner Galmeigruben geführte und gegen Ende des vorigen Jahrhunderts noch blühende Betrieb im Jahre 1900 eingestellt worden. Es erscheint aber durchaus möglich, daß noch kleinere, bauwürdige Erzkörper vorhanden sind.



Abb. 627. Massenkalk mit Brochiopoden, metasomatisch in Galmei umgewandelt. Mitteldevon. Tiefbau von Hövel. Iserlohn. S.W.B.

Erzlagerstätten des westlichen Massenkalkbezirkes. Reich an Mineralvorkommen war auch das Gebiet zwischen Barmen und Schwelm (s. Tafel XII). Hier sind auf zahlreichen Gruben Zink- und Brauneisenerze schwunghaft gebaut worden, so bei Langerfeld (Galmeigrube Carl), bei Beierröhde, bei Oehde (Galmeigrube Schwelm) und bei Schwelmer Brunnen (Brauneisenerzgrube Rote Berge). Hierhin gehört auch noch das Manganerzvorkommen der Grube Vereinigung bei Vohwinkel.

Ein besonders lebhafter Betrieb ging bis 1922 in den Roten Bergen (zwischen Schwelm und Haus Martfeld) auf Brauneisenerz, dem Schwefelkies (FeS_2), Zinkblende (ZnS), Bleiglanz (PbS), Spateisenstein ($FeCO_3$) und Galmei ($ZnCO_3$) beigemengt war, um.

Höchstwahrscheinlich sind die Erzvorkommen von Schwelm und Langerfeld an eine Zerrüttungszone längs der Grenze von Massenkalk und Lenneschiefer gebunden (s. Abb. 628). Hier zeigt sich der Massenkalk außerordentlich zerklüftet und zerschrattet. Die unregelmäßigen Taschen und Schlotten der Oberfläche sind mit mulmigem Brauneisenerz und in größerer Tiefe mit Markasit und Zinkblende, stellenweise aber auch mit Ton oder braunem Galmei sowie mit Sand ausgefüllt.

Offenbar sind die hier abgelagerten Erze keine Auslaugungsprodukte des benachbarten Lenneschiefers, sondern durch metasomatische (hydrometasomatische) Umwandlung des Kalksteins entstanden. Hierfür spricht, daß viele Kalkblöcke im Kern erhalten geblieben und daß stellenweise die Fossilien des Stringocephalenkalks unter Erhaltung ihrer Formen in Markasit oder Zinkblende umgewandelt sind. Durch den oxydierenden

Einfluß der Atmosphärilien ist der Markasit in ein rostrotes Verwitterungsprodukt, und Zinkblende in Galmei verwandelt worden. Ihre Oxydationserzeugnisse sind also als „eiserner Hut" einer Zinkblende führenden Kieslagerstätte anzusprechen. Möglicherweise ist in der bekannten, eisenhaltigen Quelle des „Schwelmer Brunnens" das Ausklingen jener erzbringenden Thermalquellen zu sehen, die den Massenkalk umgewandelt haben. Zur Tertiärzeit ist es dann verschiedentlich zu Umlagerungen und zur Aufbereitung der Erze gekommen, wobei Sand und Ton inmitten der Lager und als deren Decke abgesetzt wurden. Auf diese Weise zeigt der obere Teil des Vorkommens ein sedimentiertes Erzlager, der untere Teil nach der Tiefe zu eine metasomatisch-sulfidische Lagerstätte.

Eine gewisse Bedeutung hatte auch das westlich der Straße Schwelm-Gevelsberg unter dem Namen „Neues Lager" kurz vor dem Kriege betriebene Vorkommen.

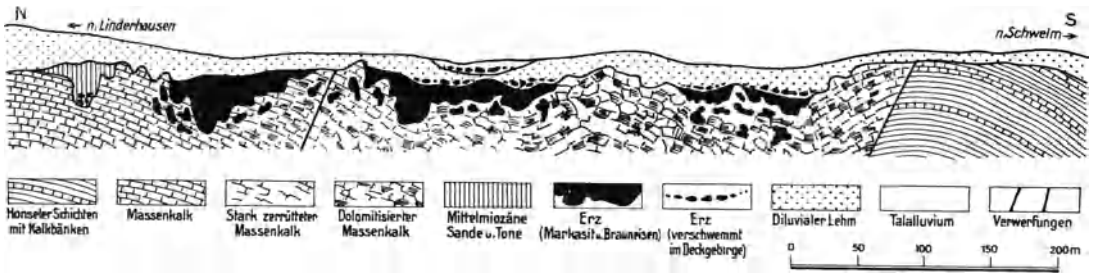


Abb. 628. Schematisches Profil der Eisenerz-Lagerstätte von Schwelm. Nach PAECKELMANN.

Hier wurde das Brauneisenerz durch Gräberei gewonnen. Nach Angabe des Betriebsleiters hatte das Haufwerk einen Gehalt von 42—43% Fe, 10—12% SiO_2 und 0,02% P_2O_5; das Stückerz 53—54% Fe, 4% SiO_2 und 0,02% P_2O_5.

Von dem früher oft genannten Erzlager im Felde von Vereinigung (bei Vohwinkel) ist nur bekannt, daß es sich um ein 1,20—1,50 m mächtiges Manganerzvorkommen handelt, dessen Erz durchschnittlich 7,0% Eisen und 7,0% Mangan enthält.

Abbau ist hier meines Wissens nicht betrieben worden. Eine wirtschaftliche Bedeutung scheint diesem kleinen Vorkommen nicht mehr zuzukommen.

c) Die Bleizinkerzgänge des Velberter Sattelbezirkes.

Auf den altbekannten Bleizinkerzvorkommen des Velberter Sattelbezirkes geht Bergbaubetrieb zur Zeit nicht mehr um. Nur alte Halden, ± ausgedehnte Pingenzüge, mit Schlägel und Eisen getriebene Stollen, Schlackenberge und Ortsbezeichnungen weisen hier auf den ehemals ausgedehnten, teilweise sehr alten Bergbau hin. Hauptursache der Einstellung ist die nicht zu bestreitende Tatsache, daß der Jahrhunderte währende Bergbau die besten und leicht faßlichsten Erzvorräte ± abgebaut hat.

Nicht immer sind die Gründe der Stillegung der Betriebe im Mangel an Erzen, in der Ungunst des Metallmarktes oder in sonstigen Konjunkturverhältnissen zu sehen. Vielmehr liegt die Ursache auch in den sehr erheblichen Wasserzuflüssen (in einem Falle bis 120 m^3/min), die den Gruben teils auf den Querverwerfungsspalten des Gebirges, und zwar vornehmlich aus dem Kohlenkalk, teils aus den Grundwasserbecken der angeschnittenen, mit jüngeren Schichten erfüllten Täler zufließen.

Nach sehr wechselvollen Zeiten des Betriebes und der Auflassung erreichte der Bergbau dieses Gebietes gegen Ende des vorigen Jahrhunderts seine höchste Blütezeit, um von da ab langsam zu völliger Bedeutungslosigkeit herabzusinken. Die letzte Grube (Gewerkschaft Glückauf bei Neviges) wurde 1915 eingestellt.

Im Hinblick darauf, daß auf einigen Anlagen noch ± größere Erzvorräte vorhanden sind, und ganz besonders angesichts der wichtigen Aufgabe der Deckung unseres Erzbedarfs im Rahmen des Vierjahresplanes, erscheint es mir wichtig genug, die Verhältnisse dieses Bleizinkerzbezirkes etwas eingehender zu behandeln.

Da die Gruben heute sämtlich auflässig sind, stützen sich meine Darlegungen außer auf eigene Beobachtungen zur Zeit des Betriebes vorwiegend auf die Arbeiten von MENTZEL (1903), BÖKER (1906), HILT (1907), FRIEDENSBURG (1911), PAECKELMANN (1928) u. a. sowie auf die in den Akten des Bergreviers Werden vorhandenen Unterlagen, unter anderem auf eine Zusammenfassung von OSTER (1935).

Es bleibt zu bedauern, daß diese genetisch nahe verwandten und geologisch interessanten Vorkommen geschwefelter Schwermetallerze mit Ausnahme der aufschlußreichen und eingehenden Untersuchungen durch BÖKER noch keine weitere, nach den neuesten lagerstättentechnischen Grundsätzen vorgenommene Bearbeitung erfahren haben (vgl. dazu die Ausführungen von SCHRÖDER in Abschnitt XX).

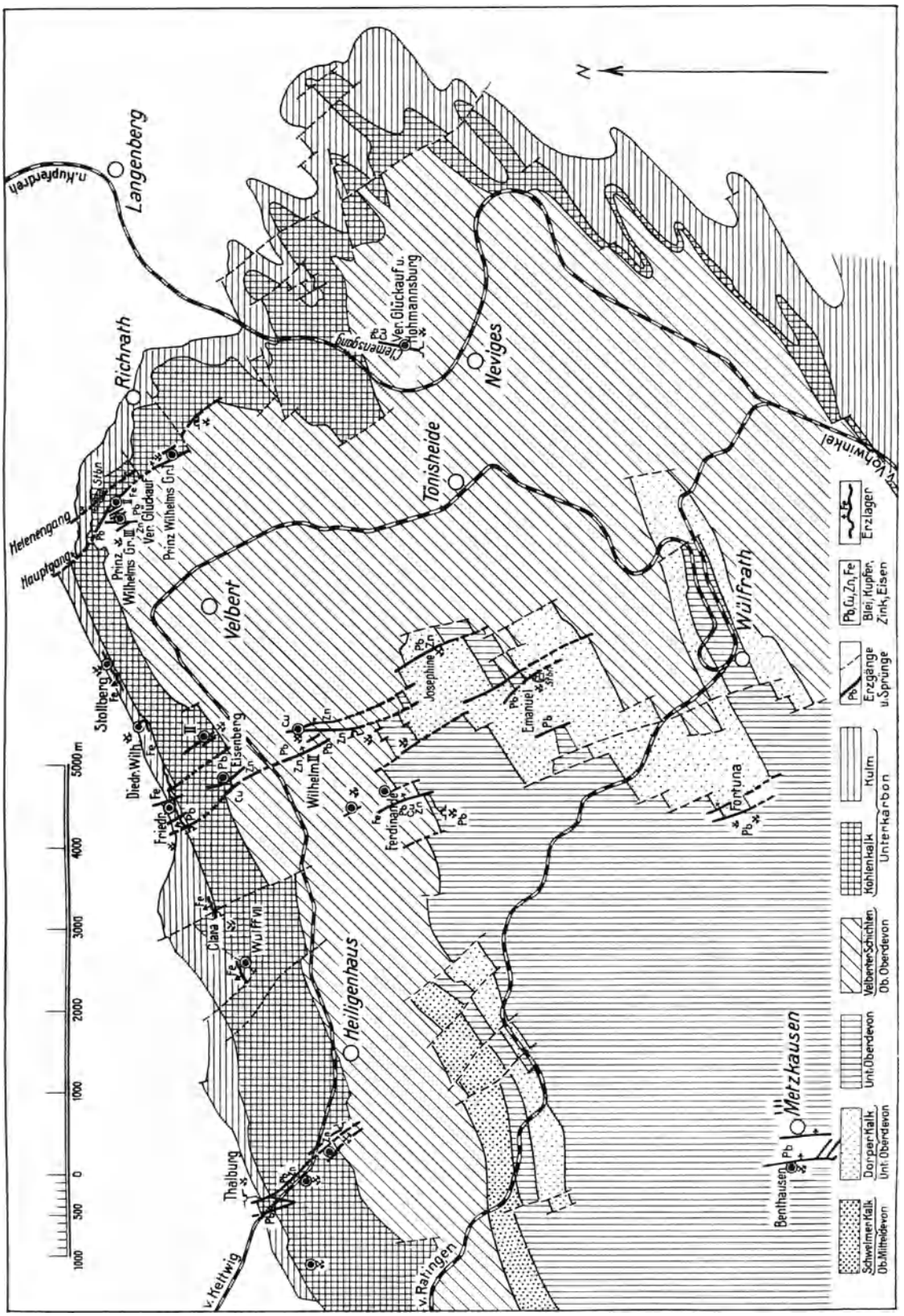


Abb. 629. Die Erzvorkommen des Velberter Sattels, dargestellt unter Vereinfachung seiner Bruchtektonik. Umgez. nach PAECKELMANN u. a.

Im Gegensatz zu den meist metasomatischen bzw. hydrometasomatischen „Erzlagern" des Massenkalks hat man es hier fast ausschließlich mit echten Gangvorkommen, d. h. mit Ausfüllungen von Querverwerfungsspalten durch Absätze aus Thermalwässern, die beim Erkalten von Magma aus der Tiefe hochstiegen, zu tun.

Zu diesen Erzvorkommen, die fast durchweg an die Sattelaufwölbung von Velbert-Neviges (sog. Sattel von Velbert) gebunden sind (s. Abb. 629), gehören die nachstehenden Lagerstätten: Die Gänge der Zeche Ver. Glückauf (Prinz Wilhelm-Grube bei Richrath, Ver. Glückauf bei Hefel sowie Glückauf und Hohmannsburg bei Neviges), die Gänge von Eisenberg, Aspromonte und Wilhelm II, die Gänge von Emanuel und Fortuna (bei Wülfrath), die Gangzüge von Ferdinande (in Flandersbach), die Gänge von Thalburg (bei Heiligenhaus), die Gänge von Benthausen (bei Metzkausen unweit Mettmann), von Josephine (bei Rützkausen), und weiter westlich nach dem Rheine zu die wichtigen Gangzüge von Selbeck und Lintorf (s. Tafel XII). Die reichsten Vorkommen, deren Zusammenhang mit den Querverwerfungsspalten des Ruhrbezirkes feststeht, liegen auf Sattelaufwölbungen, Zonen, die ja auch sonst die günstigsten Bedingungen für Erzablagerungen bilden, wie das Stahl (1920) u. a. für die Harzer Gänge nachgewiesen hat.

Das meist in hora 9—11 verlaufende Streichen dieser Erzgänge bzw. der Gangzonen entspricht der gewöhnlichen herzynischen NNW-SSO-Richtung der karbonischen Querverwerfungen des Ruhrbezirkes. Ein abweichendes, und zwar nordöstlich gerichtetes Streichen ist nur vom „Clemensgang" der Grube Glückauf (nördlich von Neviges) bekannt geworden.

Die Beziehungen der Velberter Gänge zu Querverwerfungen des Karbons sind fast durchweg klargestellt (s. Tafel VI). Es dürfte erwiesen sein, daß die Lintorfer Gangspalte im westlichen Ast dem Sprung der ersoffenen Zeche Java, in ihrem östlichen Trum der Ruhr- und Rhein-Störung entspricht, und daß das Selbecker Gangsystem im Zuge der Westender (Neu-Duisburg-) Störung liegt (s. Tafel VI.). Möglicherweise ist der Benthauser Gangzug als seine südliche Fortsetzung aufzufassen. Die Talburger Gänge setzen in der Verlängerung der Thyssen-Westende-Störung auf. Schließlich sind auch Beziehungen zwischen den Gängen der Zechen Eisenberg, Wilhelm und Glückauf und den Störungen der weiter nördlich gelegenen Steinkohlenzechen vorhanden, wenn sie auch in ihren Einzelheiten noch nicht geklärt sind.

Die durchweg steil stehenden Gänge fallen bald nach O und bald nach W ein. Sie stellen meistens erwiesenermaßen Verwerfer dar, längs derer sich nach ihrer Ausfüllung noch zu den verschiedensten Zeiten Bewegungen abgespielt haben. So ist nach Böker auf dem Lintorfer Gang noch eine Verwerfung des mitteloligozänen Septarientons eingetreten. Sehr verschieden ist die Mächtigkeit der Einzelgänge. Schwankt sie doch zwischen wenigen Zentimetern bis mehreren Metern und geht bisweilen bis auf 20 m hinauf.

In der Regel handelt es sich nicht um einheitliche Spalten, sondern um Störungszonen, deren einzelne Gangspalten bald einander parallel streichen, bald sich scharen. Diagonal- und Bogentrümer sind ebenso häufig wie hangende und liegende Seitentrümer. Im übrigen zeigen die Gänge ein ganz anderes Gangbild wie die zerhackten und verworfenen Spateisensteingänge des Siegerlandes, die aber auch abweichender Entstehung sind. Offenbar ist die Ausbildung der Spalten durch die physikalische Beschaffenheit des Nebengesteins beeinflußt. So sind sandig-schiefrige Gesteine von zahlreichen Trümern und Spalten durchsetzt. Tonige, milde Schiefer zeigen keine Spaltenbildungen sondern Zerrüttungszonen. Dickbankige Sandsteine und Kalke (Massenkalk und Kohlenkalk) sind meist durch einheitlich aufgerissene, zum Teil offene Spalten gekennzeichnet.

Die Erzführung ist fast durchweg sulfidisch. Als wichtigste Erze gelten Bleiglanz und Zinkblende. Es brechen bei: Kupferkies, Schwefelkies (nebst Markasit), Buntkupferkies und sehr selten Rotnickelkies, wobei das Mengenverhältnis nicht immer der angegebenen Reihenfolge entspricht. Primäre Teufenunterschiede sind nicht zu verkennen. Sie äußern sich darin, daß mit zunehmender Teufe fast durchweg eine Abnahme des Bleiglanzes, aber eine Zunahme der Blende festzustellen ist (Gangtypus Oberharz). Friedensburg gibt als Übergangszone die Teufe zwischen 150 und 200 m an.

Hinsichtlich des chemischen Einflusses des Nebengesteins auf die Erzführung kommt Böker zu dem Ergebnis, daß nach allen Beobachtungen hierfür Sandstein und Schieferton ohne Bedeutung sind. Dagegen hat sich der Alaunschiefer als günstig für die Erzführung erwiesen. Über den Einfluß des Kohlenkalks ist noch nichts mit Sicherheit auszusagen.

Während die Gangvorkommen von Lintorf und Selbeck (die noch innerhalb des Vereisungsgebietes liegen) keine Mineralien des eisernen Hutes führen, sind sie auf den übrigen Vorkommen des Velberter Sattels keine ganz seltenen Erscheinungen.

Bisher hat man das Auftreten von Weißbleierz (Cerussit), Grünbleierz (Pyromorphit), Malachit und Ziegelerz festgestellt. In einem Falle wurde auch Eisen-, Mangan- und Zinkspat beobachtet. Neben den Erzen beteiligt sich vorwiegend das Nebengestein an der Ausfüllung der Gänge, das oft in großen

Brocken die Spalten erfüllt. Vielfach besteht die Gangfüllung aus einer typischen Gangbrekzie von scharfeckigen, haselnuß- bis kopfgroßen Nebengesteinsbruchstücken, die durch Gangart verkittet sind. Als Gangart treten Quarz, Kalkspat und stellenweise auch Bitterspat auf. Quarz findet sich vorwiegend im Ausgehenden als Gangart, während in größerer Tiefe der Kalkspat überwiegt. Bemerkenswert ist, daß Schwerspat mit Sicherheit nur auf den Selbecker Gängen festgestellt ist. Angeblich sollen auch die Lintorfer Gänge Schwerspat geführt haben. Auf Grund der Paragenesis der Mineralien muß ihre Ausfällung in verschiedenen Perioden erfolgt sein. Nach Böker scheinen grauer Quarz und Zinkblende die ältesten Bildungen darzustellen. Der zweiten Generation gehören neben Quarz Kupferkies und Bleiglanz, der dritten jüngere Zinkblende und Kalkspat an. Als jüngste Bildung sind wiederum Quarz, ferner Sulfide, Kalkspat, Bitterspat bzw. Spateisen anzusehen.

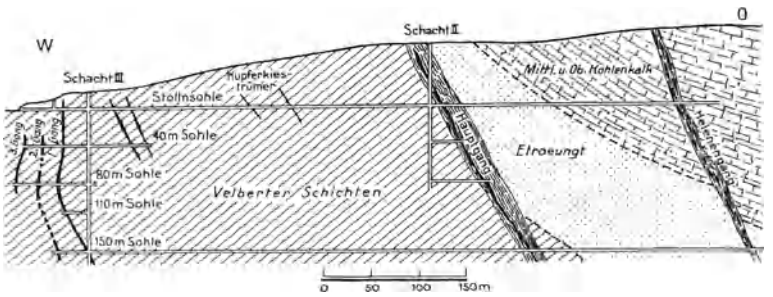


Abb. 630. Profil durch die Erzgänge der Prinz Wilhelm-Grube bei Velbert. Umgez. nach Paeckelmann.

Über das Alter des Erzabsatzes läßt sich noch wenig mit Sicherheit sagen. Es ist klar, daß das Aufsteigen der Lösungen erst nach der Bildung der in spätkarbonischer Zeit entstandenen Sprünge erfolgen konnte. Andererseits muß die Ausfällung der Erze vor Ablagerung der Kreide eingetreten sein, da nach allen Beobachtungen die Klufterze nicht mehr in die Kreide hineinsetzen. Jedenfalls sind meines Wissens auf den Verwerfungsklüften der Kreide derartige Erzabsätze nie beobachtet worden.

Als wichtigste Lagerstätte im O des Bezirkes sind die Gänge der Berechtsame der Zeche Vereinigte Glückauf (bei Velbert) mit mehreren Betriebspunkten zu nennen. Die Erzführung erstreckt sich hier auf ein etwa 500 m breites Störungsgebiet am Ostabfall des Velberter Sattels (s. Abb. 629) mit nordnordwestlich (h 10 — 11) streichenden, steil einfallenden Gängen, die teils in den Velberter Schichten, teils im Etroeungt aufsetzen. Die Vorkommen liegen in den Feldern der Zechen Prinz Wilhelm bei Bleiberg (etwa 2 km östlich von Velbert), Ver. Glückauf südöstlich von Hefel und Glückauf und Hohmannsburg nördlich von Neviges.

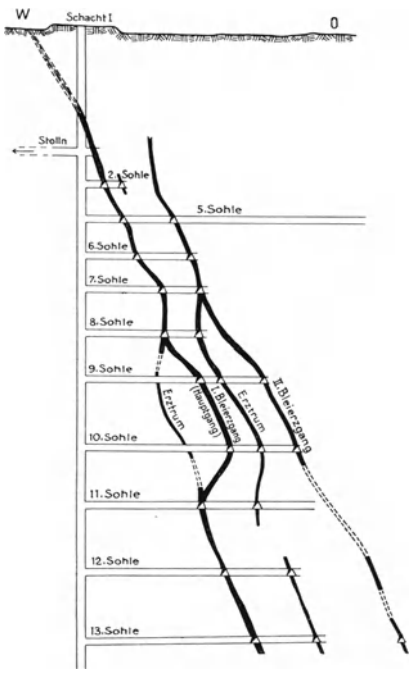


Abb. 631. Schematisches Querprofil durch die Erzgänge der Zeche Vereinigte Glückauf bei Velbert. Nach Paeckelmann.

Auf der Prinz Wilhelm-Grube (vgl. Abb. 630) sind neben dem hangenden Gang, dem sog. „Helenengang", der im großen Kohlenkalkbruch östlich des Hofes Sondern noch heute sichtbar ist, der mit Schacht II durchfahrene „Hauptgang" sowie fünf weitere Gänge, die durch Schacht III der Prinz Wilhelm-Grube aufgeschlossen sind, gebaut worden. Weiter südlich hat man den Hauptgang von Schacht I aus in Abbau genommen (s. Abb. 631). Die nicht sehr reiche Erzführung des Helenenganges besteht aus unregelmäßig verteiltem, teils drusig, teils kristallin ausgebildetem Bleiglanz und etwas Kupferkies, in größerer Tiefe aus Blende. Als Gangart brechen Quarz und Kalkspat bei. Auch der PbS führende Hauptgang besteht auf den tieferen Sohlen überwiegend aus ZnS.

In der Betriebszeit von 1878/89 hat die Prinz Wilhelm-Grube rd. 2675 t Bleiglanz und rd. 10075 t Zinkblende gefördert. Der während der Jahre 1906/15 von Schacht III aus bis 150 m Tiefe gebaute Hauptgang lieferte eine Förderung von rd. 4850 t Bleierz (mit 80—82% Pb und 0,016% Ag), das als Glasurerz in der Porzellanfabrikation Verwendung fand. Die Zinkblende enthielt rd. 50% Zn. Erst im Jahre 1915 (während des Krieges) ist der Betrieb — angeblich aus Arbeitermangel — eingestellt worden.

Nach Paeckelmann (1928) soll der Erzvorrat, insbesondere der Blende, noch keineswegs erschöpft sein und bei besseren Preisen einen lohnenden Abbau versprechen.

Der Gang der südlich gelegenen Berechtsame (ursprünglich Glückauf und Hohmannsburg genannt), der rd. 0,80 m mächtige „Clemensgang", setzt nördlich von Neviges in den Velberter Schichten auf, streicht abweichend von der Norm in h 2—3 und fällt südöstlich ein (s. Abb. 629). Es ist vermutet worden, daß er gewissermaßen einen Diagonalgang zwischen Haupt- und Helenengang darstellt.

Hier besteht das Erzmittel vorwiegend aus Bleiglanz, der ebenfalls nach der Teufe zu in Blende übergeht. 1897 wurde der Betrieb auf dem daselbst angesetzten Clemensstollen eingestellt. Die Aussichten auf eine Wiederinbetriebnahme sollen hier nicht ungünstig sein.

Der rd. 1,5 km westlich von Velbert gelegene Gangzug der Grube Wilhelm II umfaßt eine rd. 700 m breite Störungszone, deren gleichfalls in den Velberter Schichten aufsetzenden Gänge sich teilweise nach N bis in den Kohlenkalk hinziehen (s. Abb. 629). Größere Bedeutung hat nur der h 11—12 streichende Hauptgang, der mehrere Bogentrümer aussendet und sich mit dem liegenden Gang schart. Seine Mächtigkeit beträgt 0,5—9 m.

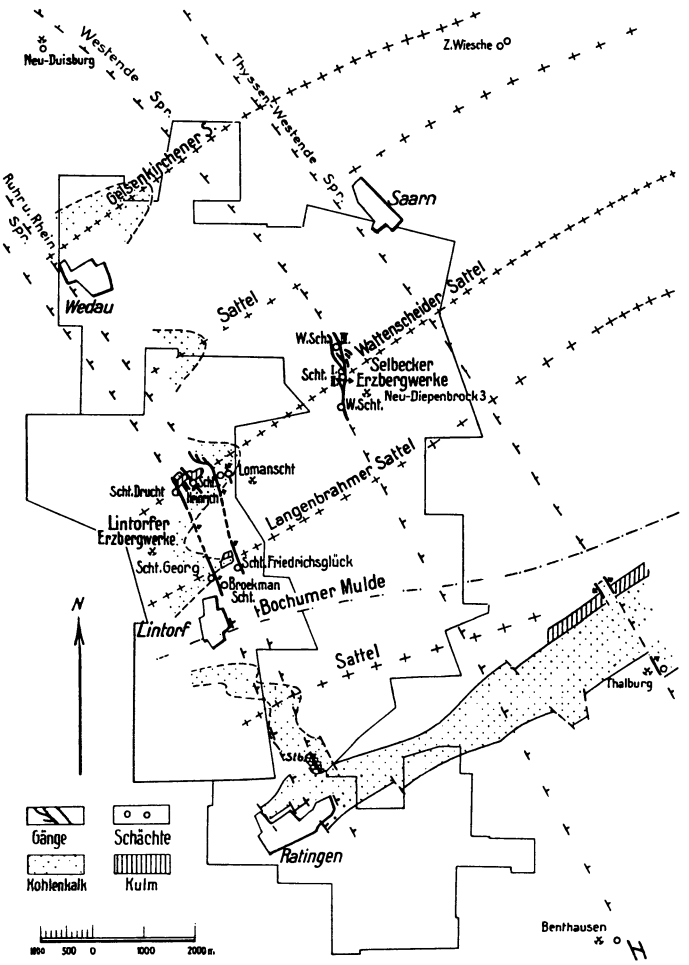


Abb. 632. Grundrißliche Darstellung der Selbecker und Lintorfer Blei- und Zinkerzgänge.

Unter den Erzen ist in den oberen Teufen Bleiglanz (neben Blende) vorherrschend. Als sekundäre Bildung der Oxydationszone tritt Grünbleierz auf. Auf der 128 m-Sohle überwiegt dagegen die Blende, Kupferkies kommt nur untergeordnet (mit Blende zusammen) vor, während Schwefelkies häufig ist.

Ausweislich der alten Pingen ist dort schon in alter Zeit Bergbau geführt. Die letzte Betriebszeit fand 1903 ihr Ende.

Auf der nördlichsten Fortsetzung des Gangzuges von Wilhelm II liegen die Berechtsamen der Gewerkschaft Eisenberg und Aspromonte. Die Gänge der hier rd. 1000 m mächtigen Gangzone sind an die Velberter Schichten bzw. an den Kohlenkalk gebunden. Sie führten Bleiglanz (auch Grün- und Weißbleierz sowie Brauneisenerz als Huterze) und in größerer Teufe Zinkblende, Kupferkies und Schwefelkies. Ursprünglich soll hier ein metasomatisches Eisenerzvorkommen gebaut worden sein.

Von der Gewerkschaft Eisenberg bei Velbert wurden von 1901/03 rd. 3500 t Bleierz mit 78% Pb und 0,014 Ag gefördert. Die 1896 begonnenen Betriebe sind Ende des Jahres 1902 wieder auflässig geworden. Über die Ursachen der anscheinend vorzeitigen Einstellung läßt sich kein Bild gewinnen. Als Gründe sind gedrückte Bleipreise sowie starke Wasserzuflüsse angegeben worden.

Südlich Wilhelm II setzen am Silberberg bei Rodenhausen (nördlich von Wülfrath) — vielleicht auf der Fortsetzung des gleichen Zuges — die NNW streichenden Gänge des Erzbergwerkes Emanuel in den Dorper Kalken auf.

Hier hat man etwa 12 Bleiglanz führende Gänge von untergeordneter wirtschaftlicher Bedeutung aufgeschlossen, die stellenweise gebaut worden sind. Die Alten sollen hier auch metasomatische Bleierze gewonnen haben. Blende ist an keiner Stelle beobachtet worden. Der Betrieb kam schon 1891 zum Erliegen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse auf der vorwiegend Bleiglanz führenden Grube Fortuna westlich von Wülfrath.

Man hat hier auf einer rd. 400 m mächtigen Störungszone mit vielen Gängen, die nach der Teufe zu geschlossener wurde, Bergbau betrieben. Blende trat erst auf der 64 m-Sohle auf. Zusammen mit dem Bleierzvorkommen sollen hier auch — anscheinend metasomatische — Brauneisenerzlagerstätten im Dorper Kalk gewonnen worden sein.

Die Vorkommen der ganz in SW gelegenen Grube Benthausen bei Metzkausen, 4 km nordwestlich von Mettmann, setzen im Flinzschiefer des unteren Oberdevons auf.

Auf dieser Grube sind acht NW-SO streichende und sich stellenweise scharende, steil einfallende Gänge aufgeschlossen gewesen, die vorwiegend Bleiglanz und untergeordnet Kupferkies sowie Schwefelkies führten. Sie sollen stellenweise eine gute Beschaffenheit aufgewiesen haben.

Die wirtschaftliche Bedeutung des bis 131 m Teufe ausgerichteten Vorkommens war gering. Von 1890 bis 1902 wird die Förderung mit rd. 2600 t Bleiglanz ausgewiesen. Wenn auch schon 1903 der Betrieb eingestellt wurde, kann die Lagerstätte doch nicht als abgebaut angesehen werden.

Der rd. 200 m mächtige Gangzug der Berechtsame Ferdinande (südöstlich von Heiligenhaus) besteht aus mehreren Einzelgängen, die vorwiegend in den Velberter Schichten aufsetzen.

Die besten Erze sind hier schon in alter Zeit abgebaut worden. Auf den oberen Sohlen fand sich ausschließlich Bleiglanz, mit fortschreitender Teufe auch Blende und Kupferkies. Der Betrieb war ein bescheidener. Von 1887/89 wurden rd. 1900 t Bleiglanz gefördert. Seit 1899 ist kein Abbau mehr umgegangen.

In den Vorkommen der Grube Thalburg (1 km westlich von Heiligenhaus) handelt es sich gleichfalls um einen vorwiegend Bleiglanz und Blende führenden, ausgedehnten Gangzug mit mehreren Einzelgängen.

Obwohl der Silbergehalt des Bleiglanzes 20 g auf 100 kg überstieg, war die wirtschaftliche Bedeutung des Bleierzvorkommens nicht sehr groß, da die Erzmittel nach der Teufe zu verarmten. Der Betrieb ruht daher schon lange.

Der gleichen Art war das Vorkommen der Grube Josephine bei Rützkausen (südlich Velbert).

Die schon von den Alten auf Bleiglanz ausgebeutete Lagerstätte ist zuletzt in den 90er Jahren noch einmal — allerdings ohne Erfolg — zu bauen versucht worden.

Westlich des Ruhrlaufes zwischen Kettwig und Mülheim, wo sich die Bochumer und Essener Mulden ausheben und der Wattenscheider Sattel immer breiter und mit Sonderfalten verbunden zutage tritt, erstrecken sich quer durch diese Falten die bedeutenden Gangvorkommen von Selbeck und Lintorf (s. Abb. 632).

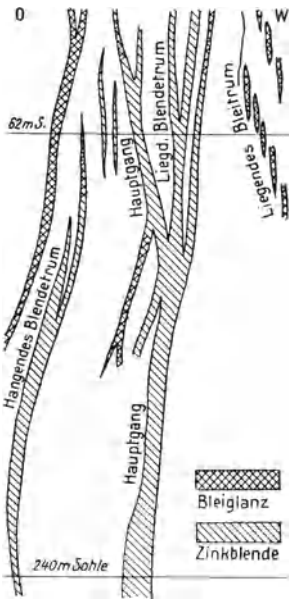


Abb. 633. Querprofil durch das Gangvorkommen der Zeche Selbeck. Nach BÖKER.

Das Gangvorkommen von Selbeck. Der bei weitem wirtschaftlich wichtigste Bergbau des Bezirkes ist der der Zeche Selbeck gewesen, der von der Gewerkschaft „Selbecker Bergwerksverein" in Köln auf der Schachtanlage Neu-Diepenbrock III bei Lintorf bis zum Jahre 1908 betrieben worden ist.

Der in seinem südlichen Teil nordsüdlich verlaufende Selbecker Gangzug durchsetzt im sog. Johann Diepenbrocker Sattel die im Kern des hier durchsetzenden, nach NO geneigten Wattenscheider Sattels aufgeschlossenen Schichten des unteren Flözleeren und des Kulms (vgl. Abb. 632). Auf dem Scheitel dieses Sattels zerschlägt sich der Hauptgang in eine Reihe von Einzelgängen, die dann in die gewöhnliche herzynische Richtung der karbonischen Sprünge einschwenken, eine Erscheinung, die auch bei anderen Sprüngen des Ruhrbezirkes beim Durchgang durch die Sättel beobachtet wird. Das durchweg sehr steile Einfallen der Gänge (75—85°) ist bald östlich, bald westlich gerichtet, vielfach sogar seiger. Wegen der außerordentlich starken Zerschlagung des Ganges in die mehr oder weniger parallelen, zonenweise angeordneten, 0,5—12 m mächtigen Einzelgänge entzieht sich die Gesamtbreite des Gangzuges zuverlässigen Berechnungen. STOCKFLETH schätzt sie auf mehr als 100 m. Nach der Teufe zu wird der Gangzug geschlossener, wobei ein 1—12 m mächtiger, östlich fallender Hauptgang die Führung übernimmt.

Die Erzführung des Hauptganges verteilt sich der Menge nach auf Schwefelkies (Markasit), Zinkblende, Bleiglanz und Kupferkies. Das wichtigste Erz ist die Zinkblende, obwohl auf den oberen Sohlen auch Bleiglanz in größeren Mengen vertreten war. Beide Erze sind meist an gesonderte Trümer gebunden (s. Abb. 633). Die Blende tritt gewöhnlich derb, in grobspätigen, reinen, nicht von Kupferkies durchwachsenen Mengen auf. 1904 waren am Haufwerk Bleierze mit 0,3% und Zinkerze mit rd. 18% beteiligt. Kennzeichnend ist, daß die Bleiglanzmittel von etwa 120 m ab nach der Teufe zu schnell abnehmen, um auf der 240 m-Sohle fast völlig zu verschwinden, so daß auch hier, wie überall, das wichtige Gesetz der Abnahme des Bleiglanzes

nach der Teufe in Erscheinung tritt. Im Alter folgen sich: Ältere Blende, Bleiglanz, jüngere Blende und Markasit sowie als jüngste, teils sogar rezente Bildung der Schwerspat, der aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem Neuaufreißen der Hauptspalten in Verbindung steht. Nur mineralogisches Interesse besitzt der Fund von derbem Rotnickelkies mit feindrusiger Oberfläche, der im Haufwerk der Aufbereitung gemacht wurde. Sein Vorkommen dürfte in Beziehung zu dem auf den westfälischen Sprüngen häufig beobachteten Haarkies (Millerit) stehen. Im übrigen zeigt sich, daß die Erzführung von der Tektonik des Gebirgskörpers (Sattelaufwölbung), vielleicht aber auch von der Ausbildung des Nebengesteins sowie von der Teufe abhängig ist.

Tonschiefer und Schiefertone wirken sich anscheinend ungünstig für den Gang aus. Sie gelten daher als erzleer. Im Sandstein, Kieselkalk und bes. im Alaunschiefer bildet das Erz in der Regel Anreicherungszonen oder „Erzfälle". In der Zone der „brennbaren" Alaunschiefer verläuft das hier fast ausschließlich aus Markasit und Blende bestehende Erzmittel bandförmig und begleitet die Grenze gegen das unterste Flözleere.

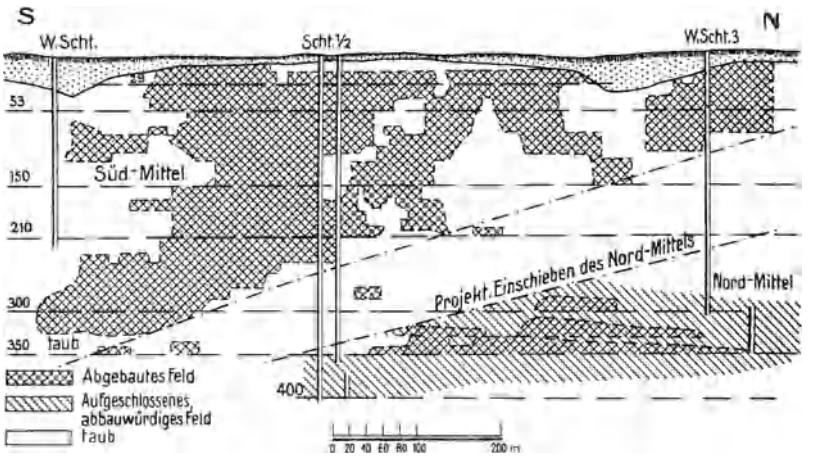


Abb. 634. Profil nach dem Hauptgangstreichen der Zeche Selbeck. Nach Zechenprofil.

Die Gangart besteht aus Quarz, Kalkspat und Schwerspat. Die überwiegende Masse der Gangausfüllung wird aber von Nebengesteinsbruchstücken gebildet.

Durch den Abbau sind auf dem Hauptgang zwei Mittel oder „Erzfälle" bekannt geworden, die durch eine 100—200 m mächtige, ± taube Zone (Überschiebungszone?) getrennt sind (vgl. Abb. 634). Auffallenderweise bestehen zwischen beiden Mitteln sowohl bezüglich der Erzführung und der Gangstruktur als auch hinsichtlich der Wasserführung erhebliche Unterschiede.

Jedenfalls müssen die Wässer verschiedenen Ursprung haben, da sie teils stark salzhaltig, wie die 10 m³ des Nordmittels, teils süß, wie die 2—3 m³ des Südmittels sind. Das Zusammentreten der Chloride ($BaCl_2$ + NaCl) enthaltenden Wasser des Nordmittels mit den an Sulfaten angereicherten Wassern des Südens hat zu einer bis zur Stillegung der Zeche deutlich beobachtbaren Ausscheidung von Schwerspat geführt, der sich überall, stellenweise in schönsten Kristallen, abgesetzt hat. Während ein Zusammenhang der Wässer des Nordmittels mit denen der Karbonstörungen dadurch bewiesen wird, daß sich beim Sümpfen der Selbecker Grubenbaue der Druck hinter den Dammtüren der nördlich gelegenen früheren Steinkohlenzeche Ruhr und Rhein (bei Ruhrort) verminderte, scheinen die Sulfate führenden vadosen Wässer des südlichen Mittels ein eigenes Quellgebiet zu haben.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Grube war nicht unerheblich. So wurden allein in den Jahren 1882/86 rd. 30000 t Zinkblende und 1600 t Bleiglanz erzeugt. Im Laufe der Zeit hatte der Bergbau auf das bis 430 m Tiefe aufgeschlossene Gangvorkommen des Nordmittels mit wachsenden Schwierigkeiten zu kämpfen, die sich unter anderem in heftigen Grubenbränden infolge Selbstentzündung des Alaunschiefers, in hohen Temperaturen sowie in starken Solezuflüssen (11 m³ mit rd. 16 g NaCl) äußerten. Sie zwangen die Verwaltung, die Grube nach fast 30jährigem Betrieb stillzulegen (Hilt 1907).

Über die noch vorhandenen Erzvorräte ist zu sagen, daß sich das Südmittel (südlich der Schächte) auf der 350 m-Sohle zu erschöpfen scheint, während das vorwiegend nördlich der Schächte seit 1898 aufgeschlossene und gebaute, vorwiegend Zinkblende führende Nordmittel sich noch auf der 430 m-Sohle als gut bauwürdig erwiesen hat (s. Abb. 634). Ob einer Wiederaufnahme des Betriebes Aussicht auf Erfolg beschieden ist, läßt sich nur schwer sagen. Diese Frage dürfte unter dem Gesichtswinkel der Notwendigkeit der Beschaffung heimischer Erze heute erneut zu prüfen sein.

Das Lintorfer Gangvorkommen. Erhebliche wirtschaftliche Bedeutung besaß auch das Vorkommen von Lintorf (s. Abb. 632). Die aus zwei Gangzügen bestehende Gangzone von Lintorf verläuft parallel mit der von Selbeck, und zwar etwa 3 km westlich von dieser entfernt. Die Aufschlüsse beider Gangzüge liegen größtenteils auf zwei in h 4 streichenden, parallel gerichteten Sätteln, in denen die Schichten des tiefsten Kulms der Visé-Stufe herausgewölbt sind. Wahrscheinlich reicht das Gangvorkommen nach S bis in die Kohlenkalkbrüche bei Cromford nördlich von Ratingen, wo auf der Amaliengrube ein Bleiglanzgang aufgeschlossen ist.

Beide Sättel werden in fast querschlägiger Richtung von dem „Georgsgang" (westlich) und dem „Friedrichsglücker Gang" (östlich) durchschnitten, die in einem Abstand von

rd. 600 m voneinander in der Richtung der Sprünge des rheinisch-westfälischen Karbons (also h 9—10) streichen. Da beide Gänge mit 70—80° nach O einfallen, bewirken sie ein stufenförmiges Absinken des Gebirges in dieser Richtung.

Auf den 0,5—10 m mächtigen Sprungklüften sind reiche Erze abgelagert, die vorwiegend aus Schwefelkies (Markasit), grobblättrigem Bleiglanz und ebensolcher Blende bestehen (s. Abb. 635). Als Gangarten treten auf: Quarz, Kalkspat und Braunspat, seltener Schwerspat sowie ein schwarzer Mulm. Wie auf Selbeck fehlen die oxydischen Erze. Es scheint, daß auch hier der eiserne Hut der Gänge denudiert worden ist. Merkwürdigerweise hat man in den oberen Teufen nach der Tiefe zu eine Zunahme des Bleiglanzes auf Kosten der Blende beobachten können. Außerdem scheint Bleiglanz in den Gangteilen vorherrschend gewesen zu sein, die in wasserführendem Kohlenkalk aufsetzten, während Blende vorwiegend innerhalb der wasserarmen Schiefer auftritt.

Allem Anschein nach sind die Gänge bald nach der Hauptspaltenausfüllung (in jungpermischer Zeit?) und später wiederholt aufgerissen, und zwar möglicherweise noch in kimmerischer oder in laramischer Zeit. Da aber der im Oberteil der Gänge in den höheren Teufen auftretende Septarienton gleichfalls verworfen zu sein scheint (s. Abb. 635), müßte auch noch eine jungtertiäre Bewegung stattgefunden haben.

Bergbaubetrieb. Der Abbau des östlichen Friedrichsglücker Ganges wurde auf dem südlichen Sattel von Schacht Friedrich aus, auf dem nördlichen Sattel von Schacht Diepenbrock aus geführt, während der westliche Georgsgang auf dem Südsattel von Schacht Georg, auf dem Nordsattel von Schacht Drucht aus gelöst wurde. Bei einer Beteiligung von Bleiglanz mit 20%, von Blende mit 10% und von Schwefelkies mit 70% am geförderten Erz betrug das Ausbringen in den 80er Jahren rd. 35%, fiel aber bis zur Einstellung des Betriebes auf 26%. Gefördert wurden von 1870/83 rd. 100000 t Erz. Die höchste Förderung brachte das Jahr 1882 mit rd. 30000 t. Nachdem der Betrieb schon früher zu wiederholten Malen aufgenommen und wegen immer stärkerer Wasserzugänge wieder stillgelegt worden war, mußte der Bergbau im Jahre 1902 wegen zu großer Zuflüsse (bis 80 bzw. 120 m³/min) endgültig eingestellt werden.

Die Menge der noch anstehenden Erze ist schwer zu beurteilen, da insgesamt der Hauptgang (einschließlich der Fundpunkte) auf rd. 6 km festgestellt ist, von denen nur etwa 2 km streichend bergbaulich verfolgt worden sind. Über die Ausbildung des Ganges nach der Tiefe ist nur bekannt, daß der Gang auf der 100 m-Sohle wesentliche Veränderungen der Erzführung nicht gezeigt haben soll.

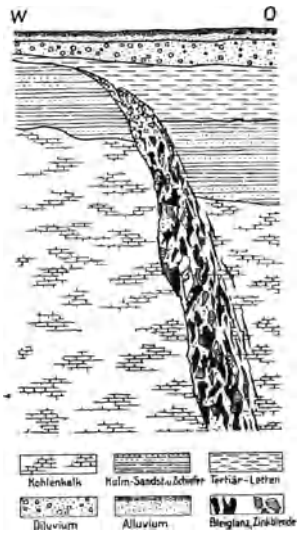


Abb. 635. Schematisches Profil durch den Lintorfer Erzgang. Umgez. nach VAN DIJK und HOOZE.

d) Die Bleizinkerzgänge von Ramsbeck i. W.

Wenige Kilometer südlich des Ruhrtals bei Bestwig-Nuttlar erstreckt sich ein aus Schichten des Mitteldevons aufgebauter Höhenzug (sog. Bastenberg-Olsberger Höhenzug), der von zahlreichen, zu Gangzügen vereinigten Erzgängen (quarzigen Bleizinkerzgängen) durchsetzt ist.

Hier geht bei Ramsbeck (im Valmetal) seit uralter Zeit Bergbau auf Blei- und Zinkerze um. Da schon um das Jahr 1000 in der Stadt Meschede eine Münzstätte des Kölner Erzbischofs bestanden haben soll, ist anzunehmen, daß auch die Gruben zu dieser Zeit auf Silber und Blei betrieben worden sind. Nennenswerten Umfang hat der Bergbau aber erst seit 1850 angenommen, um mit wechselndem Erfolg betrieben, seit 1934 einer neuen Blüte entgegenzugehen.

Die Schichten des Ramsbecker Gebietes setzen sich nach PAECKELMANN (1937), ihrem letzten Bearbeiter, aus einer dem unteren Mitteldevon zuzurechnenden, wiederholt geschuppten Schichtenfolge intensiv geschieferter Tonschiefer und den vorwiegend aus Grauwackenschiefern, Crinoidenschiefern und Quarziten bestehenden eigentlichen „Ramsbecker Schichten" zusammen. Sie bilden nach PAECKELMANN entsprechend der erstmalig von SCHULZ (1890) geäußerten Anschauung — zusammen mit den im Hangenden und Liegenden auftretenden Tonschiefern (einschließlich der Diabasmandelstein- bzw. Quarzkeratophyrtuffe) — den überkippten Nordflügel eines mit 20—30° nach S einfallenden und allmählich nach NO einsinkenden Sattels, und zwar des Ostsauerländer Hauptsattels. Demgemäß sind die blaugrauen, liegenden Tonschiefer der Bergleute (sog. „jüngere Tonschiefer") jünger und die hangenden, dunklen Tonschiefer („ältere Tonschiefer") älter als die Ramsbecker Schichten.

Im Gegensatz zu der üblichen Streichrichtung der Gänge des Rheinischen Schiefergebirges verlaufen die Ramsbecker Gänge, die eng mit der Faltungs- und Überschiebungstektonik des variszischen Gebirges verknüpft sind, von WSW nach ONO. Ihr nach S

gerichtetes Einfallen ist sehr flach, meist sogar flacher als das des Nebengesteins (s. Abb. 636). Es soll im W etwa 13° und im O rd. 27° betragen. Neben den als die Haupterzführer in Frage kommenden ausgedehnten Ostwestgängen, den Bleizinkerzgängen, die als „Liegendzug" zusammengefaßt werden, sind auch noch nordsüdlich verlaufende, meist brauneisenerzführende Verwerfergänge vertreten, die aber heute abgebaut sind.

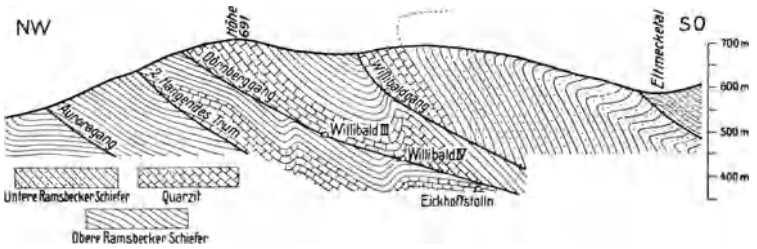


Abb. 636. Schematisches Querprofil durch die Gänge des westlichen Dörnberges bei Ramsbeck. Umgez. nach PAECKELMANN.

Von den fünf dort aufsetzenden Bleizinkerzgangzügen, dem Bastenberger, Gottesgaber, Grimholder, Rieser und Senger Zug, besitzt nur der in den Ramsbecker Schichten aufsetzende Bastenberger Gangzug (sog. „Liegendzug" s. Abb. 637) eine wirtschaftliche Bedeutung. Nach EICKHOFF (1910) und HERBST (1931) setzt sich der Bastenberger Gangzug vorwiegend aus acht Einzelgängen: Pluto, Juno-Aurora, Hangendes Trum, Dörnberg, Willibald, Aline, Bastenberg und Alexander zusammen. Die vier erzärmeren südlichen Vorkommen des „Hangendzuges" sind nur an wenigen Stellen aufgeschlossen worden. Die spießwinklig zum Streichen des Nebengesteins verlaufenden Gänge werden von jüngeren, teilweise erzführenden Überschiebungen (sog. „Flache" = Deckelklüfte des Siegerlandes) verschoben, teils durch steil einfallende Querverwerfungen zerrissen.

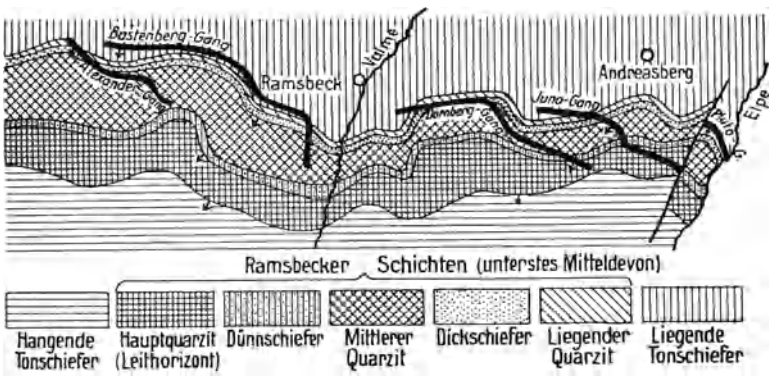


Abb. 637. Der Bastenberger Gangzug bei Ramsbeck in Westfalen und sein Nebengestein. Umgez. nach EICKHOFF.

An der Gangfüllung beteiligen sich grobkristalliner bis dichter, silberhaltiger Bleiglanz (Bleischweif) mit bis zu 0,1% Ag, und meist grobkristalline Zinkblende mit 58—65% Zn von kastanienbrauner Farbe, beide gekennzeichnet durch Einschlüsse von Milchquarz. Die Gangfläche wie auch ihre Füllung sind von jüngerer Tektonik stark beeinflußt, so daß KRUSCH (1932) von „gequälten Gängen" sprach. Unter der heute im Betriebe gewonnenen Erzmenge überwiegt bei weitem die ältere Zinkblende, und zwar im Verhältnis 6 bzw. 4 zu 1.

Außer PbS und ZnS in richtungslos massiger Verwachsung brechen u. a. Kupferkies, Pyrit, Arsenkies und untergeordnet auch Gersdorffit (Arsennickelkies) in unbauwürdigen Mengen bei. Hauptgangart ist Quarz in zwei Abarten. In sehr geringen Mengen treten noch Kalkspat, Spateisenstein, Schwerspat und Bitterspat auf. Die im allgemeinen arme Erzführung der Gänge ist auf besonders edle Gangmittel, die mit ausgedehnten tauben Zonen abwechseln, nesterförmig verteilt. Sie folgt der Richtung des Einschiebens.

Mit der Entstehung der Erzgänge haben sich zuletzt PAECKELMANN und BEHREND (1937) befaßt. Allem Anschein nach handelt es sich in den Lagerstätten um Absätze von Mineralsubstanz aus den zu verschiedenen Zeiten aus der Tiefe hochgestiegenen Lösungen (mit teilweisen Verdrängungsvorgängen) auf Spalten, die in engster Beziehung zur Überschiebungstektonik stehen, derart, daß die Gänge nicht etwa unmittelbar den Überschiebungsklüften selbst entsprechen, sondern auf Klüften aufsetzen, die, teilweise den Überschiebungen folgend, oft spitzwinklig die Schuppen durchschneiden. Für eine Verdrängung einer quarzigen älteren Gangfüllung durch jüngeren Bleiglanz spricht nach KRUSCH das häufige Auftreten von kleinen Milchquarzeinschlüssen in dem dichten Bleiglanz. HERBST (1931) sieht in der nesterförmigen Erzführung die Aufstiegwege hydrothermaler Lösungen, von denen aus der Absatz der Mineralsubstanz vorwiegend durch Verdrängung vor sich ging. PAECKELMANN (1933/37) betrachtet die Lösungen als hydrothermale Nachwirkungen des sauren Vulkanismus der Untermitteldevonzeit. Nach seiner Ansicht soll zunächst eine ältere Quarzgeneration mit

einem Teil des Spateisensteins (mit Arsenkies und Pyrit) auf den alten Abscherungsklüften hochgestiegen sein. Später, in der Hauptbildungszeit, kam es zum Absatz von Quarz, Zinkblende, Kupferkies, wieder Quarz und Ag-haltigem Bleiglanz, und zwar noch vor der variszischen (oberkarbonischen) Hauptfaltung des Sauerlandes. Er nimmt weiter an, daß die Erzbildung schon vor der oberdevonischen Hauptgrünsteinzeit beendet war. Die frühere Ansicht von DENCKMANN, EICKHOFF und HERBST, daß die Erzführung in erheblichem Maße vom Nebengestein abhängig sei, wird von PAECKELMANN und BEHREND nur bedingt bestätigt. Tatsächlich führen vielfach die Gänge im dichten Quarzit vorwiegend Zinkblende, im rauhen Schiefer Bleiglanz. Wie PAECKELMANN (1933) ausführte, liegen die bauwürdigen Gänge (ausgefüllte Pressungsspalten) zumeist dort, wo der Quarzit auf Schiefer flach aufgeschoben ist (s. Abb. 636).

Jedenfalls trifft für die Ramsbecker Vorkommen gleichwie für den Holzappler Gangzug die beispielsweise auf dem Oberharz beobachtete Regel des primären Teufenunterschiedes „Blei über Zink" nicht zu, da auf allen Gängen vom Ausgehenden bis zu den größten heute erreichten Teufen (rd. 1200—1300 m flache Ganghöhe = rd. 420—450 m seiger) Bleiglanz und Zinkblende etwa in gleichen Mengen angetroffen werden. Andererseits zeigt die Verschiedenartigkeit der Erzführungen in den Spalten, daß unter anderem Zinkblende und Bleiglanz in erheblich voneinander getrennten Zeiträumen nacheinander in die Spalten einwanderten, und zwar, wie erwähnt, in der Reihenfolge Spateisenstein, Zinkblende und Bleiglanz.

Bergbaubetrieb. Der ehemals stark zersplitterte Bergbaubetrieb des Ramsbecker Erzdistriktes ist seit 1854 von der „Aktiengesellschaft für Bergbau, Blei- und Zinkfabrikation zu Stolberg und in Westfalen" zusammengefaßt worden. Von dieser Zeit ab sind die verschiedenen Gangvorkommen nach einheitlichen Gesichtspunkten auf den durch Stollen aufgeschlossenen Gruben gebaut worden. Von diesen steht nur die Dörnberggrube in Förderung.

Nach allen Beobachtungen und Erfahrungsgrundsätzen sind die Aussichten des Bergbaues nicht ungünstig, zumal die Erzgänge bislang nur über der Talsohle gebaut worden sind. Bis 500 m Teufe sollen die noch unaufgeschlossenen Erzvorräte rd. 1,2 Mill. t ZnS (mit 46% Zn) und 0,3 Mill. t PbS (mit 70% Pb) und 500 g Ag/t betragen. Greifbar vorgerichtet sollen rd. 540000 t Gangmasse sein. Neue Versuche und umfangreiche Aufschlußarbeiten haben weitere höffige Gangvorkommen erschlossen.

Im Jahre 1892 belief sich die Förderung auf rd. 82900 t Roherz bzw. 8900 t Fertigerze, darunter rd. 4800 t Bleierze und rd. 4100 t Zinkerze bei einer Grubenbelegschaft von rd. 600 Mann. 1930 erreichte die Förderung bei rd. 540 Mann Belegschaft eine Höhe von rd. 110600 t Roherz, aus denen rd. 15000 t aufbereitetes Gut, d. h. rd. 12000 t Zinkerz und rd. 3000 t Bleiglanz erzeugt wurden. Im Jahre 1937 betrug die Roherzförderung bei rd. 730 Mann Belegschaft rd. 171000 t. Hieraus und aus rd. 24000 t Haldenschlämme wurden rd. 4000 t Blei- und rd. 20000 t Zinkerz gewonnen.

Von geringer Bedeutung war der Bergbau im Briloner Galmeibezirk, wo auf Klüften des Massenkalks Bleiglasurerze, Galmei und Schalenblende gewonnen wurden. Als Betriebspunkte sind unter anderem Segen Gottes, Romanus und Schlammkaule bei Brilon, Christianus bei Thülen zu nennen.

Einen etwas größeren Umfang hatte der Betrieb auf den östlich der Lenne im Lenneschiefer aufsetzenden Bleizinkerzgängen der Gruben Churfürst, Ernst und Dückenberg bei Endorf (Bergrevier Arnsberg) mit Glasur- und Weißbleierzen (s. Tafel XII).

Auf ähnlichen Bleizinkerzgängen ist östlich des Meggener Schwefelkiesschwerspatlagers Bergbau umgegangen, wie z. B. auf den Gruben Abcoude, Johanni und Melusine.

Weiter hat man Bleizinkerze auf Gängen im Lenneschiefer gebaut, wie auf den Gruben Franziska, Olga und Erzgebirge (westlich von Plettenberg).

Vorräte. Über die noch anstehenden Vorräte aller dieser Erzvorkommen ist mit Sicherheit nichts bekannt geworden.

e) Schwerspatlagerstätten.

Schwerspat ist im weiteren und engeren Industriebezirk kein seltenes Mineral. Von dem mächtigen Schwerspatlager von Meggen (Lenne) abgesehen, gibt es noch viele andere Lagerstätten. Sie finden sich vorwiegend lagerartig, aber auch in Gangform unter anderem bei Holzen und Müschede (bei Neheim), Bleiwäsche, Allendorf und Dreislar. Auch das Karbon Westfalens ist reich an kleineren Vorkommen.

Das Meggener Schwerspat- (Eisenkies-) Lager. Die Meggener Lagerstätte ist nicht nur das bedeutendste Schwerspatvorkommen des Bezirkes, sondern auch Deutschlands. Seit 1848 bekannt, hat man sie anfänglich nur auf Schwefelkies ausgebeutet. Wie schon früher ausgeführt ist, besteht der Kern des Lagers aus Schwefelkies (FeS_2). Dieses Lager wird im NW und NO von dunkelgrauem, dichtem Schwerspat eingefaßt, derart, daß der Baryt an der Übergangsstelle, nach der Mitte zu den Schwefelkies unmittelbar überlagernd, sich auskeilt, um nach dem Außenrand hin die ganze Mächtigkeit des Lagers (mit 1,5—6 m) einzunehmen (s. Abb. 625). Schwerspat und Schwefelkies sind gleichzeitige Bildungen.

In der Grube wird der Schwerspat gemeinsam mit dem zinkhaltigen Schwefelkies gewonnen. Der Schwerspat wird vorwiegend für Zwecke der Farbenindustrie (Weißfarben), und zwar als sog. Reduzierspat oder „Lithopone“ ($BaSO_4 + ZnS$) (aus der Wechselzersetzung von Bariumsulfid, Zinkchlorid und Natriumsulfat hervorgegangen) benutzt. Letztere gibt eine besonders lichtechte und gut deckende Anstrichfarbe ab. Außerdem findet das Material in der chemischen Industrie zur Herstellung von Bariumpräparaten und weiter für Glashütten, Gummi- und Linoleumfabrikation, Papierindustrieen, Gerbereien, Feuerwerkereien u. a. Verwendung. In den Jahren 1931/32 hat die Sachtleben A.G. neben rd. 350000 t Kies aus ihrem Schwerspat etwa 20000 t Lithopone (mit rd. 22% Zn) erzeugt. 1936 wurden rd. 163000 t Schwerspat gefördert.

Die noch anstehenden Vorräte sind, wie schon vorerwähnt, recht beträchtlich.

Nach W. E. SCHMIDT ist in den Jahren 1920/30 in Holzen und Müschede (bei Neheim) ein Gang von 4—5 m Mächtigkeit aufgeschlossen und gebaut worden. Da das Material durch Beimengung von Eisenverbindungen stark verunreinigt war, mußte der Betrieb bald wieder eingestellt werden.

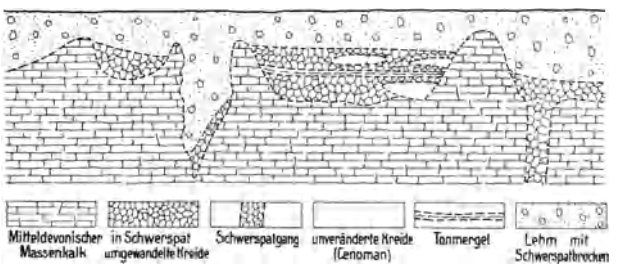


Abb. 638. Schematische Darstellung des Schwerspatvorkommens von Bleiwäsche in Westfalen. Umgez. nach BÄRTLING.

Eine besondere Ausbildungsweise zeigt die Schwerspatlagerstätte von Bleiwäsche bei Brilon (BÄRTLING 1926). Sie stellt das Urbild eines metasomatischen Vorkommens dar, das an eine im Massenkalk (infolge Dolinenbildung) eingebrochene und fast völlig in Schwerspat umgewandelte cenomane Kreidescholle gebunden ist (s. Abb. 638).

Bemerkenswerterweise läßt sich hier noch das Zusammentreffen der Kreidescholle mit einem im Massenkalk aufsetzenden und Bleiglanz führenden Schwerspatgang beobachten. Es handelt sich zweifellos um ein metasomatisches Umwandlungserzeugnis aufsteigender Thermallösungen. Bezüglich des Entstehungsalters nimmt BÄRTLING an, daß die Lagerstätte postvariszisch, und zwar tertiären (miozänen) Alters ist, da der Gang jünger sein muß als die Kreide, d. h. etwa zur Zeit der Osningfaltung aufgerissen sein wird.

Über die wirtschaftliche Bedeutung des Vorkommens ist nichts bekannt geworden.

Ein weiteres Vorkommen von Schwerspat ist von der Grube Franz Ida in Hespe bei Allendorf (Kreis Arnsberg) aufgeschlossen worden. Hier liegt ein an Spalten des Actinocystiskalkes gebundenes, metasomatisches Vorkommen von Schwerspat vor, das untergeordnet Bleiglanz und Kupferkies führt.

Die anscheinend nicht sehr bedeutende Lagerstätte ist aber ebensowenig genügend untersucht wie das Vorkommen von Dreislar bei Medebach (Ostabfall des Rheinischen Schiefergebirges). Dieses ist als 8 m mächtiger Gang aufgeschlossen.

2. Karbon.

a) Das Kupfererzvorkommen von Stadtberge i. W. (Nieder- und Obermarsberg).

Das bekannte Kupfererzvorkommen von Stadtberge-Marsberg gehört zu den besterforschten Erzlagerstätten Deutschlands. Im Hinblick auf das große Interesse, das diese Lagerstätte von jeher auf Bergleute und Geologen ausgeübt hat, sei das Vorkommen, das noch 1930 eine auf der Höhe neuzeitlicher Lagerstättenforschung stehende Untersuchung durch PAECKELMANN erfahren hat, etwas eingehender behandelt.

Das auf Kupfererze verliehene Distriktfeld der Stadtberger Hütte liegt ziemlich nahe der äußersten Nordostecke des Rheinischen Schiefergebirges. Seine Erzvorkommen stehen in engster Beziehung zu der Grenze des Zechsteins zum alten Gebirge. Die bergmännisch zu gewinnenden Erze finden sich einmal in den Kupferletten des unteren Zechsteins, vorwiegend aber in den gefalteten Kieselschiefern des kulmischen Untergrundes. Träger der seit dieser Zeit gebauten Kupfererze ist ein aus Kulmschichten mit oberdevonischem Kern aufgebauter, WSW bis ONO verlaufender Sattel, dessen Nordflügel eine schmale, aus Kulmschichten bestehende Mulde vorgelagert ist (vgl. Abb. 639). Stellenweise wird diese Falte von flachgelagertem unterem und mittlerem Zechstein diskordant überdeckt. Die Kupfererze sind fast ausschließlich an bituminöse Kieselschiefer (Lydite) geknüpft, und zwar vorwiegend an eine von Längs- und Querstörungen (insbesondere von der

„Stufenkammer-Kluft“ und der „Kluft im Muldentiefsten“) erzeugte, einen Flözgraben bildende Zerrüttungszone, ferner an die Kluftausfüllungen selbst und an die von feinen und feinsten Klüften und Schnitten durchsetzten Lydite, kaum aber an die Kieselkalke des Nebengesteins (s. Abb. 639).

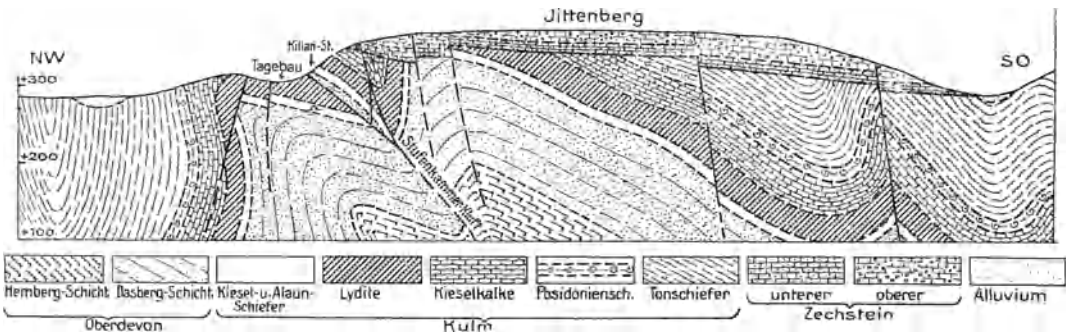


Abb. 639. Die Lagerungsverhältnisse im Gebiet des Niedermarsberger Kupfererzbergbaues. Umgez. nach PAECKELMANN.

Am Ausgehenden und bis zum Grundwasserspiegel sind dann in der Zementationszone die primären, sulfidischen Kupfererze (wie Buntkupfererz, Kupferglanz, Kupferkies u. a.) in oxydische und karbonatische Erze, und zwar vorwiegend in Kupferlasur, Malachit, Kupferhydrate, Rotkupfererz, kupferhaltigen Pyrit und Kupfervitriol umgewandelt worden. Daneben finden sich auch noch Kupferglanz, Buntkupfererz und gelegentlich gediegenes Kupfer.

An Erzen unterscheidet man die primären Erze der Kupferletten des Kulms und Oberdevons sowie die Klufterze. Die bergbaulich wichtigsten Erze sind Kupferglanz, Buntkupfer, Malachit und Kupferlasur neben verschiedenen, noch nicht bekannten Kupferhydraten.

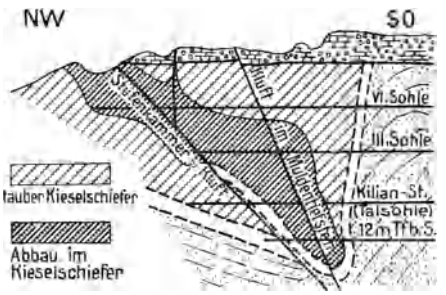


Abb. 640. Profil durch die Niedermarsberger Kupfererz-Lagerstätte (Grube Oskar). Umgez. nach BODEN.

Genesis. Entgegen der früheren Auffassung von der syngenetischen Natur der Lagerstätte, die den Kupfergehalt der Schiefer als primären Bestandteil und die Erzführung der Klüfte als örtliche Anreicherung betrachtete, haben die Ergebnisse der neueren chemisch-mikroskopischen Untersuchungen und Beobachtungen von BERGEAT, BODEN und PAECKELMANN die epigenetische Natur der Erze erwiesen. Bezüglich der Herkunft der Erze nimmt PAECKELMANN an, daß es sich in den Kieselschiefererzen um deszendente Absätze von Lösungen des als Kupferglanz in feinverteilter Form in den Kupferletten vorhandenen Primärerzes handelt, die, in das zerrüttete Gestein dringend, sich hier angereichert haben. Die Klüfte und die Kapillarspalten der Lydite des Kulms und ganz untergeordnet auch des Tonschiefers sind als Träger des Kupfergehaltes des Gesteins anzusehen, das aber selbst nicht in nennenswerter Weise von ihm durchdrungen oder verdrängt ist. Die Imprägnation hat augenscheinlich von den größeren Verwerfungsklüften aus, an die sich auch die Lagerstätten anlehnen, ihren Ausgang genommen und entsprechend der stofflichen Beschaffenheit des Nebengesteins (Kohlenstoff- und Pyritgehalt), vielleicht auch unter Mitwirkung elektrolytischer Vorgänge, zu ± edlen Erzabsätzen geführt. Die reichsten Erze finden sich dort, wo infolge von Spaltenbildungen eine besonders starke Zerrüttung des Kieselschiefers erfolgt ist (s. Abb. 640).

Bergbau. Der schon seit dem 12. Jahrhundert betriebene Bergbau ging ursprünglich auf die in den Kupferletten des überlagernden unteren Zechsteins auftretenden Kupfererze um. Später griff er auf die oxydischen Erze des Kieselschiefers über, bis man 1880 auch zum Abbau der sulfidischen Erze überging. Im Jahre 1931 wurde der von der A.G. Stadtbergerhütte in Niedermarsberg i. W. geführte Bergbau, der die Grube Mina auf der Sattelkuppe und die Grube Oskar in der Mulde betrieb, eingestellt.

Wegen der völligen Zerrüttung des Gesteins durch erzführende Spalten mußte zwecks Auslaugung des Kupfers das ganze Gestein herausgewonnen werden. Der durchschnittliche Kupfergehalt des bauwürdigen Kieselschiefers (Lydit) betrug etwa 1,5—3,5%. Stellenweise erfuhr das Haufwerk aus den Ausfüllungen der Hauptspalten eine Anreicherung bis zu 8%, ja 16% (wie auf der Grube Oskar).

Die Förderung an Kupfererzen belief sich 1913/14 auf 47287 t, der Kupferabsatz auf 614 t bei einem Preise für 100 kg Cu = 137 RM. 1928 betrug die Rohförderung rd. 50000 t und die Kupfererzeugung rd. 490 t bei 140 Mann Belegschaft. Im Jahre 1931 wurde die Grube wegen des Tiefstandes des Kupferpreises stillgelegt, nachdem noch kurz vorher mit der Errichtung einer neuen Aufbereitung mit Flotation begonnen worden war.

Erfreulicherweise ist inzwischen von den Ver. Deutschen Metallwerken A.G., Frankfurt, der Bergbau- und Hüttenbetrieb mit allen Mitteln neuzeitlicher Technik und Wirtschaft wieder aufgenommen worden. Die Förderung an Kupfererzen mit rd. 1,5% Cu im Haufwerk soll für 1938 rd. 100000 t betragen. Über die Höhe der sicherlich noch anstehenden, nicht unerheblichen Erzvorräte läßt sich ein zutreffendes Bild kaum gewinnen; vorläufig wird mit einem Vorrat für etwa 10 Jahre gerechnet.

b) Erzvorkommen auf den Sprüngen des flözführenden Karbons.

Daß auch die Sprünge des flözführenden Karbons nicht selten Erze wie PbS, ZnS, FeS_2, $CuFeS_2$ u. a. führen, wurde schon erwähnt.

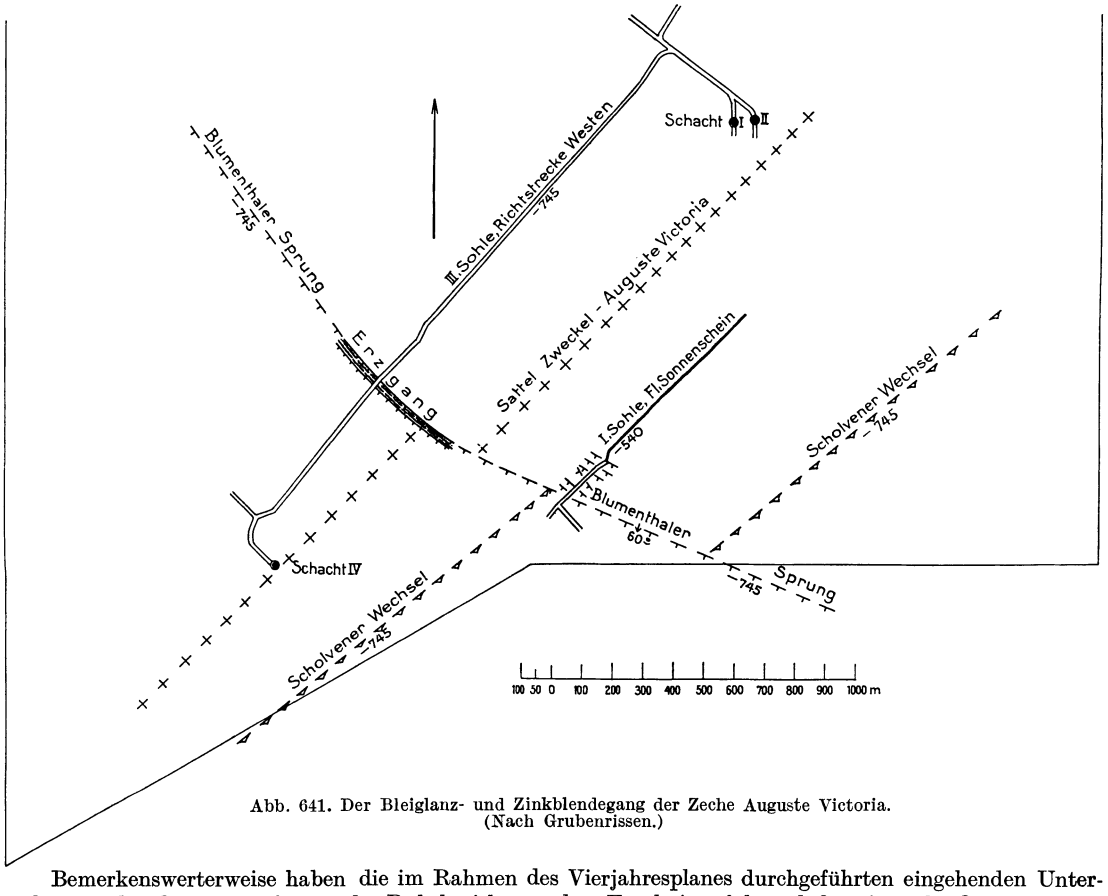


Abb. 641. Der Bleiglanz- und Zinkblendegang der Zeche Auguste Victoria. (Nach Grubenrissen.)

Bemerkenswerterweise haben die im Rahmen des Vierjahresplanes durchgeführten eingehenden Untersuchungen der Querverwerfungen des Ruhrbezirkes zu dem Ergebnis geführt, daß weit mehr Querstörungen mineralführend sind, als bisher bekannt war. Leider hat sich im Gegensatz zu den außerhalb des Karbons nicht selten als Erzgänge ausgebildeten Querverwerfungsspalten vorläufig erst eine Spalte als so reich an Erzen erwiesen, daß sich ihre bergbauliche Gewinnung lohnt. Die Gründe für diese auffallende Armut der Querverwerfungen an baulohnenden Erzen im flözführenden Karbon sind noch nicht genügend erkannt.

Soweit es sich lediglich um das Vorkommen von Einzelmineralien auf Spalten des Karbons handelt, sei auf den Beitrag von Schröder (Abschnitt XX) verwiesen.

Sprünge mit höffiger Erzführung wurden festgestellt auf den Zechen Auguste Victoria, Christian Levin, Schlägel und Eisen, Fr. Thyssen u. a. Mit Ausnahme der beiden ersten Vorkommen scheinen aber auch hier nur örtlich begrenzte, kaum bauwürdige Erzanreicherungen vorzuliegen.

Wegen seiner zweifellos wirtschaftlichen Bedeutung soll der mächtige Blei- und Zinkerzgang der Zeche Auguste Victoria hier etwas eingehender behandelt werden.

Blei-Zinkerzvorkommen der Zeche Auguste Victoria bei Hüls. Das vor wenigen Jahren im Grubenfeld der Zeche Auguste Victoria angefahrene Erzmittel hat — soweit die bis jetzt vorhandenen Aufschlüsse erkennen lassen — eine recht erhebliche Ausdehnung. Schon beim Abteufen des Schachtes I hatte man in 650 m Teufe eine vererzte Blattverschiebung angefahren (Böker 1906). Ihre Ausfüllung entspricht in etwa der neuerdings erschlossenen Erzführung der großen Querstörung, die das Westfeld der

Grube um etwa 700 m verwirft und als „Blumenthaler Hauptsprung" anzusprechen ist. Hinsichtlich der Beziehung der Vererzung zur Tektonik erscheint es bemerkenswert, daß das Erzmittel vorwiegend im Nordflügel des WSW-ONO streichenden Sattels „Zweckel-Auguste Victoria" angetroffen wurde, der von der Querverwerfung angenähert senkrecht durchschnitten wird, während seine Fortsetzung nach S einen nach NO geöffneten Bogen beschreibt (s. Abb. 641). Die Erzführung wurde bisher von der rd. 40 m unter dem Cenoman aufgefahrenen 600 m-Sohle bis herunter zur 800 m-Sohle in wachsender Mächtigkeit festgestellt. Aber auch im Gangstreichen liegen befriedigende, nach der Teufe besser entwickelte Aufschlüsse vor, die auf der 3. Sohle sich schon auf über 400 m erstrecken.

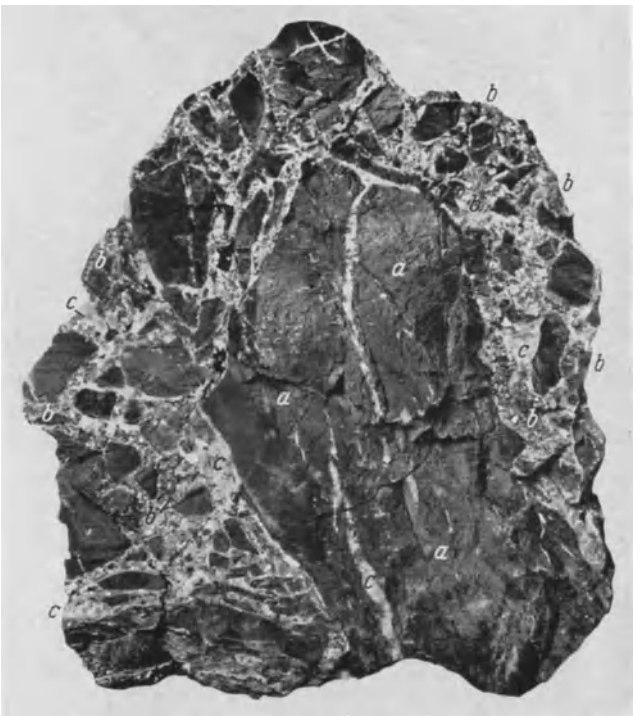


Abb. 642. Brekzienstruktur. Bruchstücke von Sandschiefer (*a*), durch Bleiglanz (*b*) und Quarz (*c*) verkittet. Gangstück der Zeche Auguste Victoria. S.W.B. $^1/_2$ nat. Gr.

Die Störungszone hat eine Mächtigkeit von etwa 40 m und fällt unter 60—70° nach W ein. Die Zone bedeutenderer Erzführung bleibt auf ein 8—18 m mächtiges Mittel beschränkt, das auf den unteren Sohlen mehr in der Mitte, auf den höheren Sohlen teils am Hangenden, teils am Liegenden liegt. Nach N und S scheint sich die Erzführung auszukeilen. Das Gangbild wird meist von Gesteinsbruchstücken des Liegenden beherrscht. Teils liegt eine Brekzienstruktur vor (s. Abb. 642), teils handelt es sich um zahlreiche vererzte Klüfte (s. Abb. 643) oder um Kokardenerzstruktur (s. Abb. 644). Die Erzführung ist am reichsten in den Gesteinszonen sandig-toniger Natur, während die Sandsteinzonen und noch mehr die Schiefertone erzärmer sind. Auch Letten und Reste der verworfenen Kohlenflöze schieben sich ein, besonders am Hangenden. Immerhin kann ein völlig umfassender Überblick über die Ausbildung der Lagerstätte heute noch nicht gegeben werden.



Abb. 643. Gangtrümer im sandigen Schieferton (*a*) mit stellenweise symmetrisch lagenförmiger Verwachsung von Zinkblende (*b*) und Quarz (*c*). Gangstück der Zeche Auguste Victoria. S.W.B. Etwa $^1/_2$ nat. Gr.

Die Altersfrage der Mineralien (ZnS, PbS, FeS_2) deckt sich zum Teil mit ihrer örtlichen Anordnung vom Hangenden und Liegenden zur Gangmitte hin. Eine ältere Quarz-Zinkblendegeneration erfüllt die Risse und Spalten von Gesteinsbruchstücken oder umschließt sie konzentrisch und bildet brekzienartige oder lagenförmige Strukturen, während sie stellenweise mikroskopisch feine Verwachsungen erzeugt. In der jüngeren Quarz-Bleiglanzfolge (s. Abb. 645)

liegt ein ± verwachsenes Gemenge beider Mineralien vor. Nach der Gangmitte hin stellen sich bald massig verwachsene, bald drusig ausgebildete Erze ein, vorwiegend aus derbem, ± grobspätigem, silberarmem, aber auch aus dichtem silberreicherem Bleiglanz bestehend, mit hell- bis dunkelfarbiger Zinkblende. Als Gangart brechen bei Quarz, auf den tiefen Sohlen Schwerspat sowie Kalkspat auf Klüften und Hohlräumen. Das Auftreten der fast immer jüngsten Bildung, des Markasits (zum Teil Pyrit), ist häufig an offene Klüfte und an die Nähe in der Gangmasse eingeschlossener, meist verkieselter Kohle gebunden. Der seltene Kupferkies scheint zu verschiedenen Zeiten gebildet zu sein. Das mittlere Verhältnis Ag : Pb = 1 : 700 sowie die Armut an Silbermineralien lassen die Annahme im Bleiglanzmolekül gelösten Silbers zu. Oxydations- und Zementationserscheinungen sind im Gange nicht beobachtet worden, so daß es sich in dem Gang um den Rest eines abgetragenen Erzkörpers handeln dürfte.

Das Erzmittel wird an einer Stelle von einer im Streichen liegenden, bis etwa 30 cm breiten, ± offenen Kluft durchsetzt, bei deren Anfahren bedeutende Wassermengen gelöst wurden und aus der heute noch in einem Querschlage der 3. Sohle in 800 m Teufe beständig 2 m³/min unter geringem Druck zusitzen.

Das Wasser hat eine konstante Temperatur von rd. 50° C und führt freie Kohlensäure und Stickstoff. Eine Analyse ergab 106,9 g/l Cl, 80 g/l Na_2O, 11,2 g/l CaO und geringe Mengen an SiO_2, MgO,

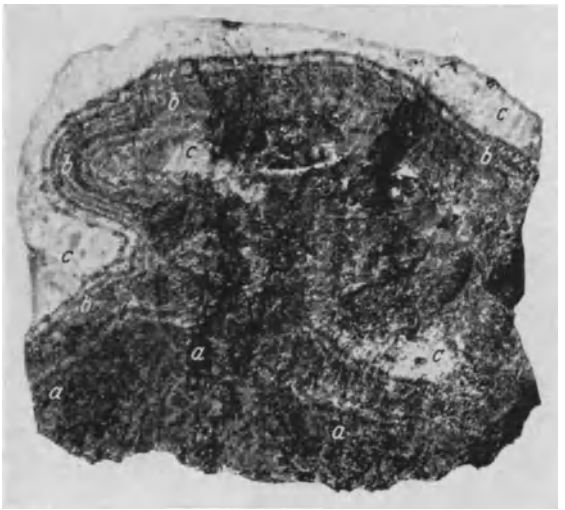


Abb. 644. Konzentrisch lagenförmige Verwachsung von Bleiglanz (*b*) und Quarz (*c*). Am Rande Brekzie (*a*) aus Zinkblende und Sandschiefer. Gangstück der Zeche Auguste Victoria, rd. ²/₃ nat. Gr. S.W.B.

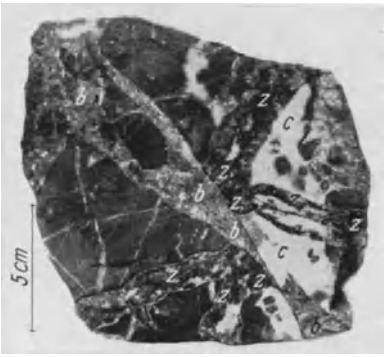


Abb. 645. Verwerfung eines älteren Zinkblendeganges durch einen jüngeren Bleiglanzgang. *b* Bleiglanz, *z* Zinkblende, *c* Quarz. Zeche Auguste Victoria. S.W.B.

Al_2O_3 und FeO, aber nur Spuren von SO_4 und kein Barium (Analyse des Chemischen Laboratoriums der Gewerkschaft Auguste Victoria). Ein ursächlicher Zusammenhang dieser Sole mit der primären Vererzung ist nicht anzunehmen.

Genauere Erkenntnisse der besonderen Verhältnisse der Lagerstätte sind erst von den Aufschlüssen bei Aufnahme des Abbaues der Lagerstätte zu erwarten.

c) Schwerspatlagerstätten des Steinkohlengebirges.

Schwerspat findet sich verhältnismäßig häufig auf den Querverwerfungsspalten des Steinkohlengebirges (s. Tafel XIV). Wie die Untersuchungen von Böker, Krusch, Bärtling, Zimmermann u. a. in Verbindung mit vielen eigenen Beobachtungen zeigen, ist der Schwerspat vornehmlich an diejenigen Verwerfungsspalten des Ruhrkarbons gebunden, die bis in größere oder geringere Nähe des Zechstein-Triasrandes reichen (vgl. Tafel XIV). Wenngleich der Schwerspat auf mehreren Zechen in bauwürdiger Mächtigkeit und stellenweise auch in genügender Reinheit zur Ausbildung gekommen ist, haben die Vorkommen des Ruhrbezirkes bis heute noch keine wirtschaftliche Bedeutung gewonnen.

Ausgedehntere Lagerstätten kennt man unter anderem auf den Zechen Gottessegen, Graf Moltke, Friedrich Thyssen, Christian Levin, Carolus Magnus und Julia. Gelegentliche Vorkommen hat man auf den Zechen Herkules, Königin Elisabeth, König Ludwig, Rheinbaben-Schacht, Auguste Victoria und manchen anderen Gruben (vgl. Böker u. a.) festgestellt.

Es dürfte sich erübrigen, alle weiteren Einzellagerstätten des produktiven Karbons aufzuführen. Jedenfalls läßt die Verbreitung der Schwerspatvorkommen im rheinisch-westfälischen Karbon die schon von Krusch vermuteten Beziehungen zur Grenze der Zechstein-Triasüberdeckung nicht verkennen, wenn auch vereinzelte Schwerspatablagerungen ziemlich weit von ihrem heute bekannten Rande festgestellt worden sind (vgl. Tafel XIV). Es liegt daher der Gedanke nahe, daß die Trias-Zechsteinüberdeckung früher weit tiefer

nach S gereicht hat. Jedenfalls wird nach allen Beobachtungen im Ruhrrevier kaum daran zu zweifeln sein, daß die Wasser mit Bariumgehalt aus dem Buntsandstein stammen, dessen bariumhaltige Feldspäte in Sole in Lösung gehen, während die Schwefelsäure aus der Zersetzung des Anhydrits herrühren dürfte.

Beispielsweise hat man auf der ehem. Zeche Ver. Gladbeck durch systematische Probenahme feststellen können, daß die bariumhaltigen Wässer aus dem Buntsandstein kommen. Die gleiche Abhängigkeit besteht auch für das links-niederrheinische Gebiet.

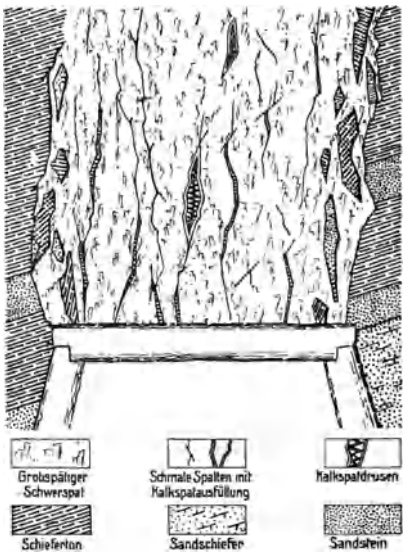


Abb. 646. Profil des Schwerspatganges der Zeche Julia. Nach eigener Aufnahme.

Nach Zimmermann (1926) hatte eine Analyse der Schwerspatansätze an den Pumpenklappen der Zeche Rheinpreußen folgendes Ergebnis: $BaSO_4 = 93{,}41\,\%$, $CaSO_4 = 0{,}82\,\%$, $CaCl_2 = 1{,}22\,\%$, $MgO = 0{,}06\,\%$, $Fe_2O_3 = 1{,}78\,\%$, $SiO_2 = 0{,}45\,\%$, Glühverlust 2,51 %.

Die gewöhnliche Zusammensetzung des auf den Verwerfungen des Ruhrbezirkes auftretenden Schwerspats (z. B. von der ehem. Zeche Gladbeck) geht aus folgender Analyse hervor: $BaSO_4 = 94{,}3\,\%$, $SrSO_4 = 0{,}1\,\%$, $CaSO_4 = 0{,}2\,\%$, $CaCO_3 = 5{,}0\,\%$, $Fe_2O_3 = 0{,}4\,\%$.

Eine im Jahre 1884 erschrotene Solquelle auf der Zeche Graf Moltke enthielt 0,62 g/l $BaCl_2$ (nebst 43,3 g NaCl, 3,7 g CaCl und 0,22 g MgCl), während die Sole einer Oberhausener Zeche im Jahre 1923 1,68 g/l $BaCl_2$ führte.

Die Entstehung des Schwerspates ist einfach zu deuten, da sich Schwerspat schnell beim Zusammentreffen schwach bariumhaltiger Wässer mit solchen, die freie Schwefelsäure oder Salze dieser Säure in Lösung führen, bildet; etwa nach der Gleichung: $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2\,HCl$.

Die immer wieder erneut ausfallenden Schwerspatmengen sind naturgemäß für die Wirtschaftlichkeit des Pumpenbetriebes der Gruben sehr unerwünscht. Zeigt sich doch auf zahlreichen Gruben, daß sich z. B. Lutten schon in kaum 6 Monaten völlig mit Schwerspat zusetzen können (vgl. Kapitel „Wasserführung"). Die Absätze lassen sich aber auf ein Mindestmaß beschränken, wenn es gelingt, die Herkunft der verschiedenen Zuflüsse zu erkennen und die Wässer getrennt abzuführen.

Nachstehend sei einiger der bedeutenderen Schwerspatvorkommen des Ruhrreviers gedacht.

Schwerspat der Zeche Julia (bei Herne). Das in der Shamrock-Julia-Störung auftretende Schwerspatvorkommen gehört zu den am regelmäßigsten entwickelten Schwerspatgängen des flözführenden Karbons, da es auf verschiedenen Sohlen in ziemlich gleicher Ausbildung überfahren worden ist.

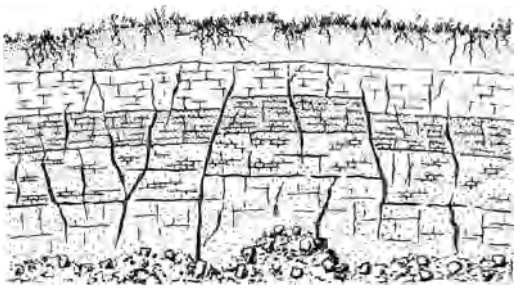


Abb. 647. Dünne Schwerspatgänge im Karbonsandstein am Kalweskopf bei Bochum.

Nach meinen Untersuchungen des Vorkommens auf der 5. Sohle liegt hier ein System parallel verlaufender, mehr oder minder mächtiger, teils ausgefüllter, teils offener Spalten mit großen Hohlräumen (bis zu 10 m Höhe, 5 m Länge und 4 m Breite) vor, die teils mit Nebengesteinsbruchstücken, teils mit dichtem Schwerspat ausgefüllt sind. In der Hauptspalte ist ein bis 4 m mächtiger, derber Schwerspatgang von grobkristalliner Struktur zum Absatz gekommen, der auf jüngeren Rissen von Kalkspat durchsetzt ist (s. Abb. 646).

Abgesehen von dieser Verunreinigung, enthält der Schwerspat noch Bleiglanz und Zinkblende in kleinen Nestern und dünnen Schnüren. Die nicht seltenen Hohlräume sind mit schönen Kalkspat- und Schwefelkieskristallen oder mit tropfsteinartigen Gebilden ausgekleidet. Junge Schwerspatausscheidungen habe ich auf den Wandungen dieser Hohlräume nicht beobachtet. Nach dem Profil zu urteilen, scheint hier folgende Paragnese zu bestehen: Schwerspat und Zinkblende, Bleiglanz, Schwefelkies, Kalkspat.

Der Spat hat nach einer Analyse der Grubenverwaltung folgende Zusammensetzung: $SiO_2 = 4{,}12\,\%$, Al_2O_3 und $Fe_2O_3 = 0{,}74\,\%$, $CaO = 1{,}85\,\%$, $CO_2 = 1{,}40\,\%$, $BaO = 60{,}27\,\%$, $SO_3 = 32{,}24\,\%$. Die Bauwürdigkeit der Lagerstätte ist noch nicht geklärt.

Ein ähnliches Vorkommen habe ich auf der Zeche Christian Levin untersucht. Die auf der 4., 5. und 6. Sohle nachgewiesene Schwerspatlagerstätte stellt sich als Ausfüllung einer aus mehreren Einzelsprüngen bestehenden, westlich einfallenden Störungszone dar, die das Feld der Zeche König Wilhelm mit einem Gesamtverwurf von rd. 50 m durchsetzt und wahrscheinlich auch noch im Felde der Zeche Prosper auftritt.

Der im Durchschnitt 4 m (stellenweise bis 8 m) mächtige Hauptgang zeigt auf den verschiedenen Sohlen etwas voneinander abweichende Bilder. Bemerkenswerterweise tritt auf der 6. Sohle im liegenden Teil des Hauptganges eine nach der Teufe durchsetzende, an Bleiglanz reiche Zone auf, die möglicherweise bauwürdig ist. Für das Gesamtvorkommen stellte Böker (1906) folgende Paragenese auf: a) Bleiglanz, Schwefelkies und Schwerspat, b) Spateisenstein und Quarz. Im Hauptgange ist früher eine starke Solquelle mit 42° C angeschlagen worden, die bis zu 0,12% $CaCl_2$ und $BaCO_3$ enthielt. Wie bei den übrigen Vorkommen dürfte auch hier der ältere Schwerspat permisches Alter haben. Junges Alter kommt dem meist in kristallisierter Form auftretenden „jüngeren Schwerspat" zu, der auf Ausscheidung aus der Sole zurückgehen dürfte.

Insgesamt scheint es sich hier um einen erheblichen Vorrat an Schwerspat zu handeln, der stellenweise zu stark mit Bleiglanz durchsetzt ist, um eine größere wirtschaftliche Verwendung zu finden.

Ein weiteres Vorkommen von Schwerspat konnte Bärtling (1911) bei Kartierungsarbeiten in Querenburg bei Witten (Ruhr) feststellen. Der auf einer Querverwerfung des Stockumer Sattels nachgewiesene Gang soll eine Mächtigkeit von rd. 1 m haben. Trotz der Reinheit des Spates erscheint ein Abbau nicht lohnend.

Neuere Untersuchungen zeigten mir, daß nicht nur an der angegebenen Stelle des Stockumer Sattels, sondern auch an zahlreichen anderen Punkten dieser Antiklinale unzählige Querverwerfungsspalten mit Schwerspat ausgefüllt sind, wie z. B. im großen Steinbruch der Zeche Klosterbusch und am Kalweskopf (s. Abb. 647). Eine wirtschaftliche Verwendung hat der Schwerspat auch hier nicht gefunden.

3. Zechstein.

An manchen Stellen ist auch der Zechstein durch eine ± starke Erzführung ausgezeichnet. Die Anreicherung an Kupfererzen ist bisweilen so groß gewesen, daß sie örtlich einen lebhaften Bergwerksbetrieb hervorgerufen hat.

a) Kupfererzlagerstätten.

Hierhin gehören die früher bei Stadtberge (Niedermarsberg) und weiter an der Itter gebauten Kupferletten des unteren Zechsteins. Sie treten hier in Form zahlreicher (20—70), etwa 3—6 cm mächtiger, mit dünnbankigen Kalkschichten wechsellagernder, bituminöser Mergelschieferbänkchen auf. Die aus Kupferkies ($CuFeS_2$), Kupferglanz (Cu_2S) und Buntkupfererz ($3\,Cu_2S$, Fe_2S_3) bestehende Erzführung mit einem 1—5% betragenden, mikroskopisch fein verteilten Erzgehalt ist aber nicht nur an die Mergelschiefer, sondern auch an nordsüdlich und westöstlich streichende Querspalten geknüpft.

Der besonders in der Umgebung von Thalitter (a. d. Itter) blühende Bergbau ist 1868 wegen der Unregelmäßigkeit der meist bescheidenen Erzführung zum Erliegen gekommen. Über die Ergebnisse neuer Versuchsarbeiten ist mir nichts bekannt geworden.

Einem höheren Horizonte, d. h. den unteren Letten des oberen Zechsteins, gehört das gleichfalls in alten Zeiten ausgebeutete, nördlich von Borntosten auftretende Eintrachter oder Leitmarer „Lettenflöz" an. Das 0,30—0,75 m mächtige, sandige Mergelflöz enthält das Erz in Form eingesprengter, stecknadelkopf- bis haselnußgroßer Graupen aus Malachit und Kupferlasur. Stellenweise sind die Erze auch an Pflanzenreste, z. B. *Ullmannia bronni*, gebunden.

Nach Prager (1933) stellen alle diese Kupfererzvorkommen Ausscheidungen aus Lösungen dar, die sich durch Auslaugung verwitterter alter Gangerze in der Nähe der Frankenberger Bucht gebildet haben.

Nach einem alten Betriebsbericht soll ein Quadratlachter Flöz (4,378 m²) bei 1—2 Fuß (0,31—0,63 m) Mächtigkeit 11 t Flözletten und diese 6 Ztr. 45 Pfund und 8 Lot reinen Kupferschlich ergeben haben. Der unbedeutende Bergbaubetrieb auf dem Lettenflöz ist schon 1824 endgültig eingestellt worden (Kipper 1908, Staesche 1930).

Weitere Vorkommen, denen aber heute jede wirtschaftliche Bedeutung fehlen dürfte, sind die Kupfererzvorkommen des Städtebergflözes im oberen Zechstein, die bei Frankenberg in bescheidenem Umfange gebaut worden sind, und die sog. Geismarer Kupferletten mit silberhaltigen Kupfererzen, die den Hauptgegenstand des Frankenberger Bergbaues bildeten.

Am Hüggel enthält der 0,65 m mächtige Kupferschiefer nach Haack 0,03—0,08% Kupfer bei schwachem Silbergehalt. Außerdem findet sich hier zuweilen noch auf Klüften Bleiglanz. Bergbaubetrieb ist an keiner Stelle umgegangen.

b) Gips- und Cölestinvorkommen.

Wie die zahlreichen Erdfälle beweisen, finden sich sowohl an manchen Stellen am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges wie längs des Teutoburger Waldes zahlreiche

Gipsvorkommen. Die am Ostrande an die Letten der Dolomite des oberen Zechsteins gebundenen nester-, stock- und lagerartigen Vorkommen dieses Minerals sind früher unter anderem am Bilstein auf den Zechen Glückszeche, Merkur und Bernhard bei Nieder-Marsberg, ferner bei Niederense (im Marbecketal) sowie auf der Grube „Auf den Pöhlen" bei Borntosten (i. Waldeck) abgebaut worden (s. Tafel XII).

Auf der letzteren Grube hatte der bis 11 m mächtige, politurfähige Gips eine alabasterähnliche Beschaffenheit. 1901 wurde dieser Betrieb eingestellt.

Zur Zeit wird im Gebiet der Egge bei Vinsebeck (Bl. Steinheim) von der Grube Ernst ein Gipsvorkommen im Buntsandstein gebaut.

Früher soll bei Wintrup (Bl. Horn-Sandebeck) ein Gipslager im Röt ausgebeutet worden sein. Auch bei Neuenheerse (Bl. Lichtenau) treten Gipslager im Keuper auf.

Das in Deutschland im allgemeinen seltene Mineral Cölestin ist am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges innerhalb der Lettenzone des oberen Zechsteins an drei Stellen nachgewiesen worden, und zwar zwischen dem Diemel- und Ittertale bei Gershausen i. W., bei Helmscheid (Waldeck) und bei Obergembeck (Waldeck).

Während man das Vorkommen von Helmscheid nicht aufgeschlossen und das von Giershagen um das Jahr 1895 in bescheidenem Umfange gebaut hat, ist die Obergembecker Lagerstätte Gegenstand eines lebhaften Bergbaubetriebes gewesen.

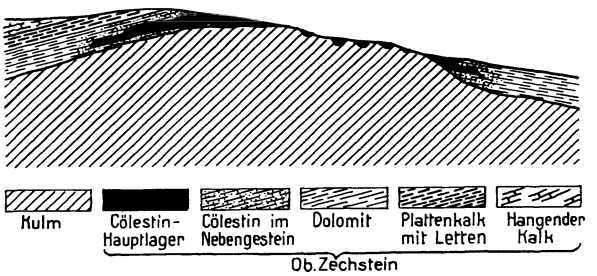


Abb. 648. Querprofil durch die Obergembecker Cölestin-Lagerstätte.

Der Abbau ging hier auf ein unregelmäßiges, 0,30–2,50 m mächtiges, an den Zechsteindolomit gebundenes Lager von blauweißem, kristallinem, blättrigem Cölestin um (s. Abb. 648). Die Zusammensetzung des aufbereiteten Minerals geht aus nachstehender Analyse hervor: $SrSO_4 = 91{,}65\%$, $SrCO_3 = 2{,}25\%$, $BaSO_4 = 0{,}55\%$, $CaSO_4 = 1{,}20\%$, $CaCO_3 = 2{,}35\%$, $MgO = 0{,}68\%$, $SiO_2 = 1{,}20\%$, $Fe_2O_3 + Al_2O_3 = 0{,}45\%$.

Nach Kipper (1908) ist der Cölestin epigenetischer Natur und stellt eine unregelmäßige Hohlraumausfüllung im Zechsteindolomit durch aufsteigende Lösungen dar. Bärtling (1914) nimmt an, daß die Ausfällung des schwerlöslichen $SrSO_4$ durch Zusammentreffen leicht löslicher Strontiumverbindungen mit schwefelsäurehaltigen Wässern erfolgt ist. Nach Abbau von rd. 50000 t ist der Betrieb in Obergembeck um 1905 eingestellt worden. Der Vorrat soll aber noch nicht erschöpft sein (Behrend und Staesche 1936).

4. Kreide.

Strontianitvorkommen.

Die westfälischen Lagerstätten des Strontianits beanspruchen ein besonderes Interesse deshalb, weil in ihnen fast das einzige größere Lagerstättengebiet der Welt von kohlensaurem Strontium vorliegt.

Der Bergbau auf den 1834 durch Zufall entdeckten „Silberstein" (der nach seinem ersten Fundpunkte, dem Orte Strontian in Schottland, Strontianit genannt wurde) ist in den 80er Jahren schwunghaft betrieben worden. Heute ist er fast zum Erliegen gekommen. Von der Ausdehnung des früheren Bergbaubetriebes legen die vielen im Münsterlande sichtbaren und weit verstreuten, hellgrauen Mergelhalden beredtes Zeugnis ab.

Das Vorkommen des Strontianits ($SrCO_3$) ist an ± schmale Gänge gebunden, die in großer Zahl in den Mukronaten- und Quadratenschichten des Senons aufsetzen (s. Abb. 649). Seine Vorkommen beschränken sich auf ein rd. 1700 km² umfassendes Gebiet, dessen wichtigste Fundpunkte unter anderem bei Beckum, Ascheberg, Drensteinfurt, Ahlen, Herbern, Sendenhorst und Freckenhorst liegen (s. Abb. 649 sowie Lagerstättenkarte, Tafel XII).

Die steil mit 65—85° einfallenden Gänge haben, wie aus Abb. 649 hervorgeht, ein sehr verschiedenartiges, vorwiegend etwa NO—SW bzw. NW—SO und selten N—S gerichtetes Streichen. Bei einer mitunter bedeutenden, bis zu mehreren Kilometern betragenden Längenerstreckung schwanken die Gänge in ihrer Mächtigkeit zwischen wenigen Zentimetern und 2,50 m. Im Durchschnitt beträgt ihre Dicke nur etwa 0,30 m. Schon Gänge von 10—15 cm Mächtigkeit gelten als bauwürdig. Wenn sich auch im

allgemeinen die Spalten nach der Teufe verhältnismäßig schnell verdrücken, sind einige Gänge bis 30 m und 95 m (Grube Wilhelm I/II bei Ascheberg), ja bis 120 m verfolgt worden. Bezeichnend für die Ausbildung der Spalten ist der unvermittelte Wechsel in der Mächtigkeit ein und derselben Spalte, deren Salbänder bald nahe aufeinanderliegen, bald ± größeren Abstand voneinander haben.

Neben Mergeleinlagerungen besteht die Gangausfüllung fast durchweg aus dem älteren Kalkspat (s. Abb. 650) und dem jüngeren Strontianit sowie untergeordnet aus Schwefelkies (Pyrit), der häufig in zierlichen Kristallen auf dem Strontianit sitzt. Auf vielen Gängen keilt sich der Strontianit nach der Teufe aus und wird dann durch Kalkspat, oder, wie auf den Gängen des nördlichen Teiles des Bezirkes, durch Schwefelkies ersetzt.

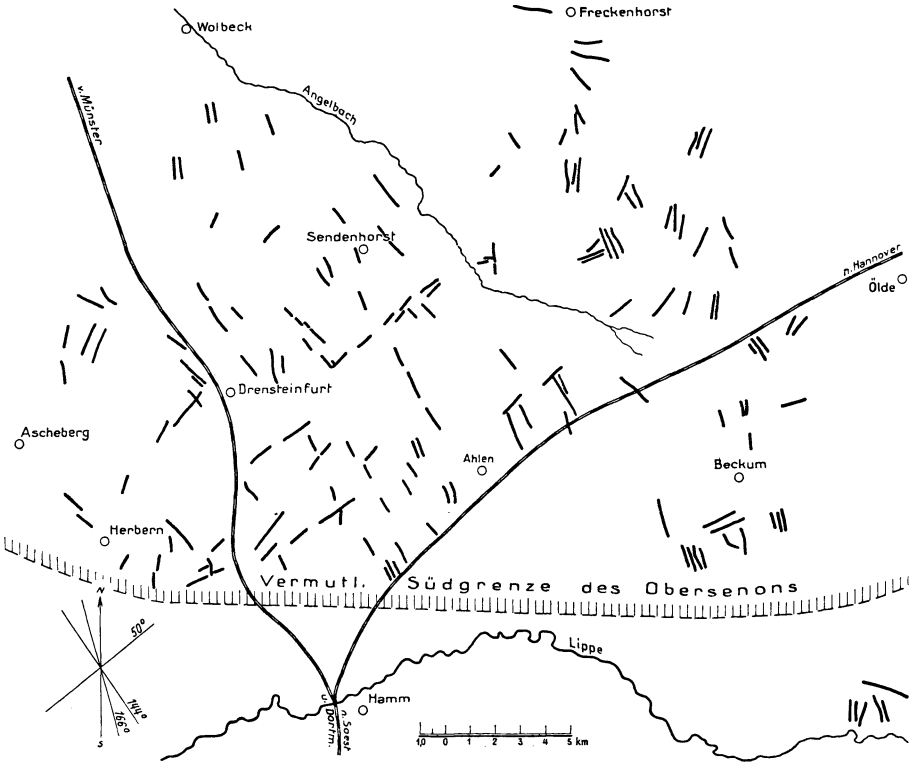


Abb. 649. Die Verbreitung der Strontianitgänge zwischen Hamm und Münster. Umgez. nach MIDDELSCHULTE u. a.

Sehr häufig zeigen die Gänge einen ± bilateralsymmetrischen Aufbau: An beiden Salbändern Kalkspat oder Schwefelkies als älteste Bildung, an die sich wieder beiderseits kristallinischer oder faserig-büscheliger bzw. radialstrahliger Strontianit anreiht. In der Mitte finden sich häufig offene Drusenräume mit wohlausgebildeten Strontianit- oder auch Kalkspat- und Schwefelkieskristallen (LASPEYRES 1876, BEYKIRCH 1901, SCHRÖDER 1936).

Der Strontianit ist nur selten rein und meist ziemlich stark durch kohlensauren Kalk (5—10%) verunreinigt. Die Farbe des Strontianits schwankt zwischen weiß, gelb, grau, schwach rötlich und braun und wird in Richtung von S nach N allmählich heller. Gleichzeitig macht die im S (südlich von Hamm) vorhandene Grobkörnigkeit nach N einer immer feinkörnigeren Struktur Platz. Im reinsten Zustande ist der Strontianit durchsichtig und enthält dann 70% Sr. Sein spezifisches Gewicht wurde zu 3,6—3,7, seine Härte mit 3,5 ermittelt.

Bemerkenswerterweise sind auf den Strontianitgängen nicht selten Erdpech, salzige Wasser und brennbare Gase festgestellt worden, welch letztere zu kleinen Schlagwetterexplosionen Veranlassung gegeben haben.

Seiner Entstehung nach handelt es sich wohl um Absätze aus der Tiefe aufsteigender strontium- und kalziumhaltiger, kohlensaurer Wässer auf Klüften des Mergels, wobei Strontianit stets die jüngere Bildung darstellt. SCHRÖDER (1936) möchte die auf epimagmatische Restlösungen zurückzuführenden Vorkommen mit den tertiären Basalteruptionen im SO des Bezirkes in Verbindung bringen.

Der 1870 eröffnete und längere Zeit blühende Bergbau auf Strontianit ist Ende der 80er Jahre vorwiegend infolge Wettbewerbs mit dem aus dem billigeren englischen Cölestin ($SrSO_4$ mit 56,5% Sr) hergestellten kohlensauren Strontium fast völlig zum Erliegen gekommen. Die Bedeutung des Bergbaues geht daraus

hervor, daß nach SCHULZE-HÖING (1912) im Jahre 1883 bei einer Belegschaft von rd. 2000 Mann rd. 7000 t im Werte von 180—250 Mk. je Tonne gefördert wurden. Die gesamte, von 1870/1919 gewonnene Menge betrug rd. 80000 t. Im Jahre 1936 sind nur rd. 300 t auf einigen Kleinbetrieben erzeugt worden.

Abgesehen von seinem Hauptverwendungszweck, der Raffination des Zuckers aus der Melasse, wurde Strontianit auch in der Glasindustrie, der Pharmazie und in der Pyrotechnik (Rotfeuer) verwendet. Heute findet er in geringen Mengen (etwa 30 t je Monat) in der rheinisch-westfälischen Stahlindustrie als Entschweflungs- und Entphosphorungsmittel bei der Gewinnung wertvoller Stahlsorten Verwendung.

Die Gründe für die Betriebseinstellungen sind, abgesehen vom Eingehen der auf dem Verfahren der Melasseentzuckerung beruhenden Zuckerraffinerien, auch in den großen Selbstkosten, in der unregelmäßigen und vielfach unedlen Gangausbildung, in den starken Wasserzuflüssen und in den hohen Abgaben an die Grundbesitzer zu suchen.

Falls eine Umstellung der einzigen, noch Cölestin verbrauchenden Dessauer Zuckerraffinerie auf Strontianit möglich ist, noch weiterer Absatz gefunden wird, eine gleichmäßigere und höhere Förderung sichergestellt, und der Strontianitbergbau auf gesetzgeberischem Wege vom Verfügungsrecht des Grundeigentümers befreit werden kann, dürfte ein bescheidener und auch devisenschaffender Bergbau noch für längere Zeit möglich sein, zumal die Vorräte zwar nicht genau berechenbar, so doch sicherlich noch lange nicht erschöpft sind. Möglicherweise können geophysikalische Untersuchungen auf radioaktivem Wege zur Festlegung neuer Lagerstätten führen.



Abb. 659. Bilateralsymmetrische Ausfüllung einer Spalte mit Kalkspat (*K*) und Strontianit (*S*). Grube Elise bei Ascheberg. S.W.B.

5. Seltenere Lagerstätten.

Außer den vorerwähnten Minerallagerstätten sind noch einige seltenere Vorkommen bekannt bzw. früher gebaut worden, deren heutige wirtschaftliche Bedeutung schwer zu beurteilen ist. Sie verdienen jedoch aus mineralogischen und historischen Gründen, wie auch der Vollständigkeit halber, kurz erwähnt zu werden.

a) Antimon-, Quecksilber-, Nickel- und Kobaltvorkommen.

Antimonerz. In der Fortsetzung des Remscheid-Altenaer-Sattels ist in dem Südostflügel des nach O einsinkenden Kulmsattels (nordöstlich von Arnsberg) früher von der Casparizeche bei Wintrop ein verhältnismäßig ausgedehntes Antimonerzvorkommen gebaut worden (s. Tafel XII).

Der mit Jamesonit ($Pb_2Sb_2S_5$) und Plagionit ($5\,PbS_4Sb_2S_3$) vergesellschaftete Antimonglanz (Sb_2S_3) ist hier an den Kulmplattenkalk gebunden, in welchem er nach der Literatur in dünnen Lagen auf Klüften und Schichtflächen vorgekommen sein soll. Nach anderen Angaben sollen hier fünf erzführende Plattenkalkbänke von 5—15 cm Dicke vorhanden gewesen sein, von denen kleine Gänge in den Kalk ausgingen. Das von BERGEAT zu den gangförmigen Bildungen gestellte Vorkommen wird von KRUSCH als metasomatische Lagerstätte aufgefaßt, die in Beziehung zu einem Eruptivgestein steht. Auf dem Nordflügel sowie am Ausgehenden war das Erz in „Antimonocker" umgewandelt.

Der bereits 1727 auf die Vorkommen betriebene Bergbau ist 1890 zum völligen Erliegen gekommen. Insgesamt sollen hier rd. 550 t Erz gewonnen worden sein.

Ein weiteres kleines Antimonerzvorkommen im Flözleeren baute früher die Grube Unverhofft Glück bei Nuttlar (Bergrevier Brilon).

Quecksilbererzvorkommen. Mehr von bergbaugeschichtlichem als von wirtschaftlichem Interesse ist die Tatsache, daß in Westfalen auch Quecksilbererze gewonnen worden sind.

So hat man in den Jahren 1864/77 auf den Gruben Merkur (bei Müsen), Anna (bei Littfeld) und Neue Rhonard (bei Olpe) gediegenes Quecksilber, Zinnober und Quecksilberfahlerz abgebaut. Die allerdings nur geringe Förderung hat sich 1865 im Höchstmaß auf rd. 270 t Erz belaufen.

Nickel- und Kobaltvorkommen. Eine sehr geringe Bedeutung kommt den Nickel- und Kobalterzvorkommen zu. Lagerstätten dieser Erze sind nur aus dem Siegerland bekannt, wo sie als seltene Mineralien auf den Siegerländer Spateisensteingängen beibrechen (BORNHARDT 1912). Eine bergbauliche Neuerschließung von Nickelerzen steht wohl außer Frage. Hinsichtlich der Gewinnung von Kobalterzen bieten sich auf der Grube „Philippshoffnung" bei Siegen noch höffige Aussichten (QUIRING 1930, KRUSCH 1937).

b) Die Goldlagerstätte des Eisenberges bei Corbach (Waldeck).

Seit langem ist bekannt, daß die Waldecker Flüsse, insbesondere die Eder mit der Orke und der Itter Gold führen. Mutterlagerstätte dieser Goldvorkommen ist der Eisenberg bei Corbach (Waldeck) im Quellgebiet der Nebenflüsse der Eder.

Der Eisenberg stellt ein aus gefalteten Schichten des Kulms und Devons aufgebautes Sattelgewölbe dar (s. Abb. 651), das stellenweise von fast söhlig gelagerten Zechsteinschichten überdeckt ist. Dieser Sattel wird von einer Reihe SW—NO streichender, paralleler Störungszonen (Ruscheln) sowie von NW—SO verlaufenden Querstörungen durchsetzt.

Nach Beyschlag und Schriel (1923) sowie Ramdohr (1931) tritt das Gold in gediegenem Zustande in feinster Verteilung entlang den alten Längsstörungen, und zwar in dem roten, zerriebenen Ruschelmaterial sowie in den Klüften und Haarrissen der Kieselschiefer- und Kieselkalkbänke (mit *Goniatites crenistria*) auf, die mit erzleeren Alaunschieferbänken wechsellagern. Träger des Goldes sind ferner die mit zerriebenem, tonigletttigem Material ausgefüllten jüngeren Querstörungen sowie gewisse Lettenlagen zwischen Kieselschiefern und Kieselkalken. Das Gold findet sich teils in feinster Verteilung, teils in Form feiner, mit bloßem Auge sichtbarer Überzüge von sog. „Senfgold" auf Mineralneubildungen des verwitterten Kieselkalkes. Bemerkenswerterweise ist das Gold nicht nur an die reiche „Zementationszone" (Reicherzzone mit 10 bis 300 g/t), sondern auch an die ärmere „Oxydationszone" (mit 6—28 g/t) gebunden. Die Primärzone enthält das Gold in Form mikroskopisch feiner Kriställchen, Körnchen und Schüppchen mit Kalkspat als vorherrschender Gangart. Außer Gold brechen bei Sulfide (Pyrit, Kupferkies, Nadeleisenerz, Bornit, Kupferglanz, Zinkblende), ferner Eisenglanz, Magnetit sowie Selenblei.

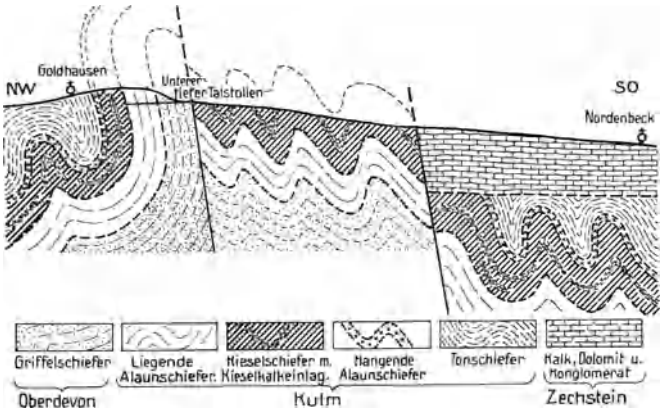


Abb. 651. Profil durch den Eisenberg bei Corbach. Nach Beyschlag-Schriel.

Hinsichtlich der Entstehung glaubt man, daß das Gold in kolloidaler Form durch Thermallösungen aus der Tiefe in die Spalten, Zerreibungsmassen, Schichtfugen und Haarrisse des Nebengesteins eingedrungen und dann ausgeflockt sei. Dabei ist der Goldgehalt durch den Ton adsorbiert worden, während die Alaunschieferbänke selbst erzleer geblieben sind. Die Genese des Goldes ist also als „aszendent-hydrothermal" zu bezeichnen, wahrscheinlich als Folgeerscheinung des sauren Vulkanismus zur Kulmzeit.

Der Bergbau auf dieses Vorkommen ist sehr alt. Etwa seit 1250 ist hier ein anscheinend wirtschaftlich recht ertragreicher Abbau betrieben worden. Im Jahre 1585 eingestellt, ist der Bergbau bald der Vergessenheit anheim gefallen. Erst 1917 sind die alten Baue von der Gewerkschaft Waldecker Eisenberg durch regelrechte Untersuchungsarbeiten wieder aufgeschlossen worden. Leider haben die später von der Preußag ausgeführten Aufschlußarbeiten keine bauwürdigen Teile einer Zementations- oder Oxydationszone mehr angetroffen. Damit dürfte der Bergbau am Eisenberge endgültig zum Erliegen gekommen sein.

c) Platinvorkommen des Sauerlandes.

Es handelt sich hier um die kurz vor dem Kriege durch aufsehenerregende Pressenotizen bekannt gewordenen Funde von Platin im Siegerlande, Sauerlande (Kreis Olpe und Meschede) sowie im Westerwalde. Ihr Vorkommen ist an die aus wechsellagernden Grauwacken, Quarziten, Sandsteinbänken und Tonschiefern bestehenden Horizonte des Gedinniens der Siegener Schichten (Unterdevon) und tieferer Schichten gebunden, ohne irgendeine Niveaubeständigkeit aufzuweisen.

Auf Grund vieljähriger Untersuchungen des 1913 verstorbenen Bergingenieurs Karl Schreiber aus Crombach sind von diesen Gesteinen vornehmlich die Grauwacken, und zwar eingelagerte, dunkle Streifen, als platinhaltig erkannt worden.

Im Gegensatz zu Krusch will Schneiderhöhn im Anschliff Platin und Gold nachgewiesen und mikrochemisch bestätigt haben. Außerdem finden sich in den dunklen Bändern noch Chromit, Eisenglanz, Granat, Korund, Magnetit, Pyrit, ferner an Metallen Iridium, Gold und Silber sowie Arsen, Antimon und Kupfer.

Bezüglich der Genesis scheint es sich in den dunklen Streifen nach Krusch um zerstörte, aufgearbeitete und neu verfestigte, alte, silurische Edelmetallseifen mariner Entstehung zu handeln, die durch Zertrümmerung platinführender basischer Eruptivgesteine (Norite bzw. Peridotite) entstanden sind. Über den angeblich hohen Platingehalt liegen authentische Mitteilungen nicht vor. Versuche der Preußischen Geologischen Landesanstalt haben ergeben, daß die hohen Gehalte auf fehlerhafte Untersuchungsmethoden zurückzuführen sind.

Die außerordentlich große Unregelmäßigkeit der Verteilung des in allerfeinster Form enthaltenen Platins läßt in Verbindung mit den hohen Kosten des Extraktionsverfahrens den Gedanken an eine gewinnbringende Ausbeutung des Platins im Großbetrieb als völlig ausgeschlossen erscheinen.

d) Weitere Vorkommen.

Zu den bemerkenswerten Minerallagerstätten gehört auch das Vorkommen der Grube Kunibert (bei Brilon) wegen des Beibrechens des seltenen Mendipits ($PbCl_2 + 2\,PbO$), eines rhombisch kristallisierenden Minerals, das meist derb in strahligen Aggregaten auftritt.

Erwähnt sei schließlich noch das Vorkommen von Blei- und Zinkerzen auf einer Reihe parallel gerichteter Gänge am Nordostrande des Rheinischen Schiefergebirges bei Blankenrode (Kreis Büren). Hier ist in den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts in den sog. „Bleikuhlen" am Westheimer Abbruch STILLES Abbau auf Bleiglanz und Galmei im Cenomanpläner umgegangen.

Nach POELMANN (1924) handelt es sich teils um Kluftausfüllungen, teils um metasomatische Erze, die insgesamt eine „tektonische Gangbrekzie" darstellen. Das genaue Alter der postcenomanen Erzbildung ist unbekannt.

Über etwa noch vorhandene Vorräte waren keine näheren Angaben zu erlangen.

Bei Vasbeck i. W. hat auf der Zinkerzgrube Matthias geringer Abbau auf vier getrennten Zinkerzlagern im Kalk des oberen Zechsteins stattgefunden. Es handelt sich hier um ursprünglich metasomatisch entstandene Zinkblendevorkommen von sehr schwankender Erzführung mit 15—25% Zn, ziemlich erheblichem Gehalt an Blei (2—14%) und geringem Eisengehalt. Der Bergbaubetrieb auf dieses Vorkommen ist im Jahre 1907 als unlohnend eingestellt worden (KIPPER 1908).

D. Salz- und Kalisalzlagerstätten.

1. Allgemeine Übersicht.

Zu den wenigen mineralischen Rohstoffen, an denen der deutsche Boden fast unerschöpflich ist, gehört das Salz. Auch der Niederrheinisch-Westfälische Industriebezirk nimmt teil an diesem reichen Bergsegen.

Die erste Erkenntnis der in der Gegend von Wesel sowohl links als rechts des Rheins im oberen Teil des Zechsteins auftretenden Salz- und Kalilager ist Bohraufschlüssen zu verdanken, die im Jahre 1897 bei Budberg zum ersten Male im Niederrheingebiet Steinsalz und 1902 bei Wesel rote Kalisalze (Carnallit) nachwiesen.

Die heute vorhandenen Salzablagerungen dürften nur die im tiefsten Teil des ehemaligen Beckens bzw. in besonderen, tektonisch bedingten Gebieten erhalten gebliebenen und vor Zerstörung geschützten Teile der ursprünglichen Ablagerung darstellen, die nach ihrer Bildungsgeschichte früher weit ausgedehnter gewesen sein muß und in etwa mit dem späteren Gebiete der „Kölner Bucht" zusammenfällt. Dementsprechend deckt sich auch das Ausgehende der Salzablagerung nicht mit der Südgrenze der unteren Zechsteinformation. Sie bleibt vielmehr hinter ihr nicht unerheblich zurück, umrahmt von einem $\pm$ breiten Streifen des salzfreien unteren Zechsteins.

2. Das niederrheinische Salz- und Kalisalzvorkommen.

Wie die Übersichtskarte (Abb. 652) in Verbindung mit dem Längsprofil (Abb. 653) erkennen läßt, ist die in einer Gesamtausdehnung von etwa 1250 km² nachgewiesene Ablagerung des Zechsteins und der Trias im Niederrheingebiet durch Querverwerfungen in herzynisch verlaufende Horste und Gräben zerlegt und von Verwerfungen begrenzt. Dementsprechend ist auch der Südrand der Zechsteinverbreitung ziemlich unregelmäßig ausgebildet, so daß mit dem Vor- und Zurückspringen der Zechsteinschichten in den Gräben und Horsten auch das Salz des Randgebietes in den Gräben nach S vorstößt, um auf den Horsten nach N zurückzutreten (s. Abb. 654).

Die früher nur durch Bohrungen bekannt gewordene, nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse mindestens 320 km² umfassende, niederrheinische Salzlagerstätte ist seit einer Reihe von Jahren auf der linken Rheinseite auch bergmännisch aufgeschlossen worden, wenn auch nur auf einer Schachtanlage, und zwar der Anlage Borth I/II der Deutschen Solvay-Werke A.G. (s. Abb. 652).

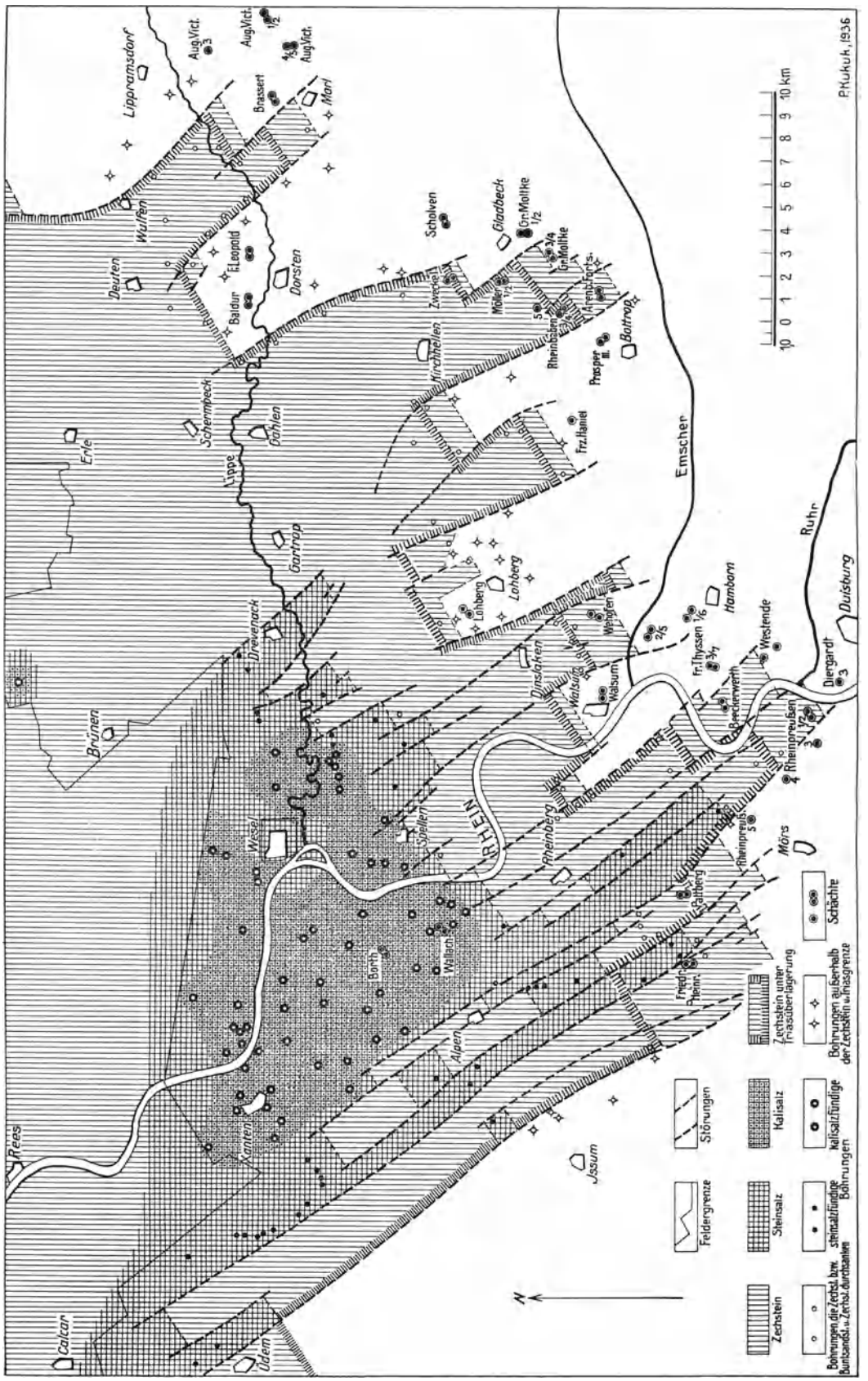


Abb. 652. Die Verbreitung der Stein- und Kalisalze im Zechsteingebiet des Niederrheins. Aus KUKUK: Bergbau 1936.

Im Durchschnitt übersteigt die Mächtigkeit des Salzkörpers im Niederrheingebiet kaum den Betrag von 300 m. Häufig sinkt sie auf 100 m und viel weniger herab, wie z. B. in der Bohrung Baerler Busch (nördlich Rheinpreußen Schacht V) mit rd. 12,50 m.

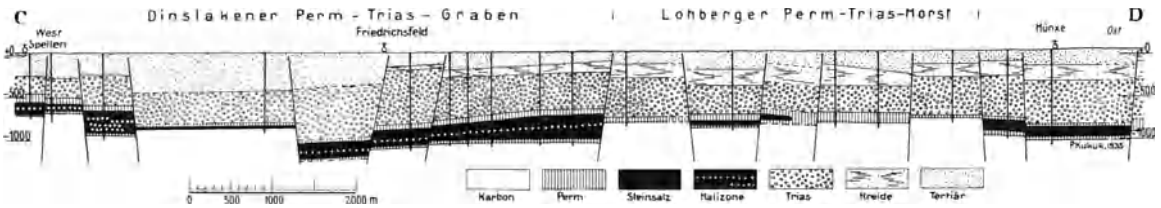


Abb. 653. W—O-Profil durch das Deckgebirge rechts des Rheins. Vgl. Profillinie A—B—C auf dem Grundriß, Abb. 654. Aus KUKUK: Bergbau 1936.

Als größte Mächtigkeit des Salzes kann nach den Aufschlüssen einer Bohrung bei Xanten der Betrag von etwa 476 m angesehen werden. Die erwähnten hohen Unterschiede in den Mächtigkeitszahlen nahe beieinander liegender Aufschlüsse sind teils primärer Natur, teils auf Auslaugung, größtenteils aber auf Abtragungsvorgänge bzw. dynamisch-tektonische Einflüsse nach Ablagerung des Salzes zurückzuführen.

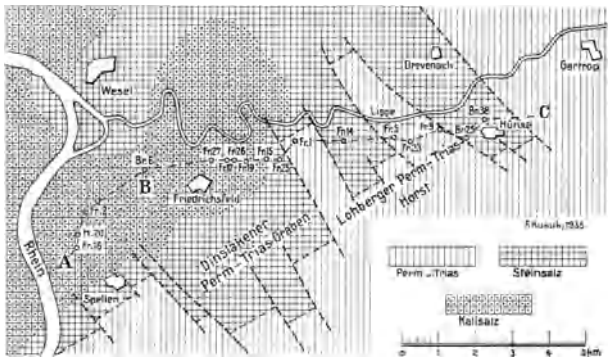


Abb. 654. Übersichtsskizze des Salz- und Kalisalzvorkommens rechts des Rheins. A—B—C Profillinie des Profils C—D der Abb. 653. Aus KUKUK: Bergbau 1936.

In den Profilen mit mächtiger Entwicklung des Salzes begegnen wir auch Kalisalzen, ohne daß hier strenge Gesetzmäßigkeiten des Auftretens der Kalisalze zu erkennen wären. Es handelt sich hier um eine Kieseritzone mit Hartsalzbänken, Carnallit- und Sylvinzonen. Ihr Vorkommen ist, wie erwähnt, erst seit 1902 bekannt. Bei einer völligen Profilentwicklung des Salzes nimmt die kaliführende Zone etwa 60—90 m ein. Sie ist nach WUNSTORF, FLIEGEL u. a. etwa wie untenstehend ausgebildet.

Danach liegt die kalisalzführende Zone ziemlich in der Mitte der Steinsalzfolge.



Abb. 655. Salzblock mit sog. „Jahresringen". Borthschächte. S.W.B.

Kennzeichnend für die ganze Salzablagerung ist, daß das reine grauweiße bis weiße, aus wechsellagernden Streifen milchig weißen, kleinspätigen Steinsalzes und etwas grobspätigeren, kristallklaren Lagen bestehende Salz überall mit scharfer Grenze von einer Anhydritbank ($CaSO_4$) unterlagert ist. Im Gegensatz zur Ansicht von FLIEGEL und WUNSTORF zeigt auch das liegende Steinsalz ähnlich wie im Werragebiet durchweg sog. „Jahresringe", d. h. etwa alle 10—20 cm treten sehr dünne, nur wenige Millimeter dicke Lagen von Anhydritschnüren auf (s. Abb. 655), die sich in frischem Salz nur durch einen dunkleren Ton des Salzes herausheben. Erst in der angewitterten Streckenfläche bzw. in den Spülstrecken (s. Abb. 656) treten sie schärfer heraus. Dabei handelt es sich hier nicht um wirkliche „Jahresringe", wie VAN'T HOFF annahm, sondern

Hangendes Steinsalz (grobkristallin)			50 m
Steinsalz in Wechsellagerung mit Hauptsalz, Carnallitzone		Kalisalzzone	80—90 m
Hartsalzflöz Steinsalz Hartsalzflöz	Hartsalzlager.		
Liegendes Steinsalz (weiß und klein- bis grobspätig)			80 m
Anhydrit			

um eine rhythmische Fällungserscheinung. Die ganz allgemein vorhandene große Reinheit der unteren Lagen des Steinsalzes macht das Salz in hervorragendem Maße für die verschiedensten Zwecke verwendungsfähig. Überlagert wird das 30—40 m mächtige, weiße Salz durch eine Zone gelblichroten Salzes, das durch einen überall verfolgbaren wurmförmigen „Löser" (Tonschicht) vom weißen Salz geschieden ist. Seine seismogrammartige Zeichnung ist aus Abb. 657 zu ersehen.

Die Kaliführung setzt mit mehreren Hartsalzlagern ein, auf die nach dem Hangenden zu Steinsalz in Wechsellagerung mit Hauptsalz folgt. Dabei wird die Färbung des Salzes eine rötliche. Noch weiter nach dem Hangenden zu verändert sich auch die Struktur des Steinsalzes; es wird grobkristallin (hangendes Steinsalz) (s. Abb. 658).



Abb. 656. Stoß eines Spülortbetriebes im weißen Steinsalz auf der 795 m-Sohle der Deutschen Solvay-Werke A.G., Borth. Aufn. des Werkes. Aus KUKUK: Bergbau 1936.



Abb. 657. Wurmartig gekrümmter „Löser" (Tonschicht) zwischen weißem Steinsalz und gelbrotem Steinsalz auf der 740 m-Sohle der Deutschen Solvay-Werke A.G., Borth. Aufn. des Werkes. Aus KUKUK: Bergbau 1936.

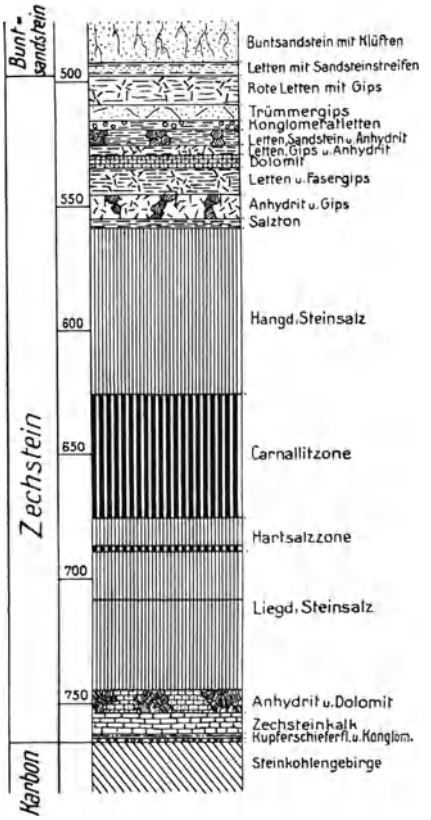


Abb. 658. Die Ausbildung des Zechsteins der Schachtanlage Borth I/II. Deutsche Solvay-Werke A.G.

Im allgemeinen tritt das Hartsalz in zwei bzw. drei ziemlich gleichmäßig entwickelten Flözen auf. Beide bzw. alle drei Bänke werden durch mehrere Meter mächtige Steinsalzlager getrennt. Das anhydritfreie Hartsalz ist kleinkristallinisch und läßt eine undeutliche Streifung erkennen. Es setzt sich aus Steinsalz (NaCl), Sylvin (KCl) und Kieserit ($MgSO_4 \cdot H_2O$) zusammen. Wegen des Fehlens von Anhydrit muß es nach RINNE als „Sylvinkieserithalit" bezeichnet werden.

Weiter nach dem Hangenden zu folgt die eigentliche Carnallitzone. Sie besteht aus einer Wechsellagerung dünner oder dicker Bänke von kaliführendem Hauptsalz und Steinsalz. Schon äußerlich unterscheidet sich das Hauptsalz durch seinen fetten Glanz und seinen muscheligen Bruch von dem Hartsalz und dem Steinsalz. In dem durch Reinheit und hohen Kaligehalt gekennzeichneten Hauptsalz liegt ein hochprozentiger Carnallit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$) mit 22—27% KCl vor, der wegen des geringen Kieseritgehaltes als „Halitcarnallit" bezeichnet werden kann.

Bisweilen findet an der oberen Grenze des Carnallits noch eine Anreicherung durch Sylvin (KCl) statt. Auch Sylvinit ($KCl \cdot NaCl$) wird gelegentlich beobachtet.

Die nebenstehenden Analysen (nach WUNSTORF und FLIEGEL) geben ein Bild des chemischen Charakters des Hauptsalzes.

	%	%	%
Chlorkalium (KCl)	22,55	24,00	26,20
Magnesiumsulfat ($MgSO_4$)	3,95	3,75	—
Chlormagnesium ($MgCl_2$)	28,60	30,90	33,34
Kalziumsulfat (K_2SO_4)	1,76	0,26	0,36
Chlornatrium (NaCl)	8,15	5,05	3,00
Unlösliches	1,46	0,44	0,20
Wasser (H_2O)	33,10	35,20	36,70

Im Gegensatz zu den mitteldeutschen Vorkommen hat man Umbildungssalze (Hutsalze), wie die dort so häufigen „Kainite", in den obersten Schichten noch nicht festgestellt. Auch vom Gipshute ist nichts bekannt geworden. Im Hinblick auf die Freiheit des Steinsalzes über dem Kalisalz von Anhydrit ist ein Gipshut auch nicht zu erwarten. Durch eine Decke roten Salztons wird das Salzlager abgeschlossen.

Bemerkenswerterweise ist in einem Sondergebiet der Carnallit durch mehrere Flöze chemisch reinen Carnallits von wasserheller, zitronengelber und violetter Farbe vertreten.

Zur Klärung der Ausbildung der Salzablagerung haben unter anderem neben den Bohrungen auf der linken Rheinseite in erster Linie die Aufschlüsse beim Abteufen der Borth- und Wallachschächte sowie beim Abbau des Salzes auf den Borthschächten sehr erheblich beigetragen.

	rd.	
Steinsalz	65 m	Oberes älteres Steinsalz
Oberes Kalilager (Carnallitzone)	64 m	Mittleres älteres Steinsalz
Unteres Kalilager (Hartsalzzone)		
Gelbrotes Steinsalz	18 m	Unteres älteres Steinsalz
Weißes Steinsalz	38 m	

Nach dem Zechennormalprofil, das aus den Aufschlüssen der Schächte I und II der Anlage Borth gemittelt wurde, ist hier die vorstehende Schichtenfolge im Salz aufgeschlossen worden (s. auch Abb. 658).

Allgemein gesagt, ist die Kalizone des Niederrheins als eine bankige Hauptsalzzone mit Hartsalzflözen an der Basis zu bezeichnen.

3. Die Tektonik der niederrheinischen Salzablagerung.

Wie aus den Ergebnissen der zahlreichen Tiefbohrungen im Niederrheingebiet hervorgeht (s. Abb. 652), sind hier im allgemeinen hinsichtlich der Ablagerung des Salzes zwei

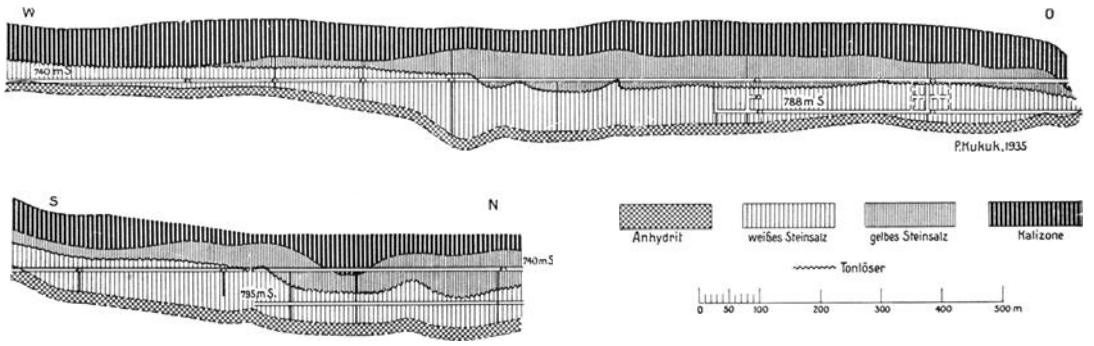


Abb. 659. WO- und NS-Profil durch das Salz- und Kalivorkommen der Schachtanlage Borth I/II. Umgez. nach Grubenrissen. Aus KUKUK: Bergbau 1936.

nicht unwesentlich voneinander verschiedene Gebiete zu unterscheiden, ein zentral und tief gelegenes, fast geschlossenes Salzgebiet in der Gegend von Wesel, das nach S etwa bis an die Verbindungslinie der Orte Üdem, Alpen, Rheinberg, Spellen und Drevenack heranreicht, und ein ohne scharfe Grenzen südlich anschließendes und weniger tief versenktes Randgebiet, das ± in herzynisch verlaufende Schollen aufgelöst ist. Die Begrenzung der Gesamtablagerung nach O und W wird ± von Verwerfungen gebildet. Auf der linken Rheinseite stößt das Salz führende Randgebiet weiter nach S vor als rechts des Rheins (s. Abb. 652). In diesem südlichen Randgebiete wechseln, wie Abb. 653 erkennen läßt, durch Verwerfungen begrenzte salzfreie Schollen (meist Horstgebiete) mit salzführenden Grabengebieten ab.

Das nördlich der oben angegebenen Grenzlinie gelegene, ausgedehnte und zusammenhängende Salzlager unterliegt im einzelnen — entsprechend seiner tektonischen



Abb. 660. Bis zur Überkippung gefalteter Sattel im weißen Steinsalz mit „Jahresringen." Südlicher Stoß der 94. Kammer (795 m-Sohle) der Schachtanlage Borth der Deutschen Solvay-Werke A.G. Aufn. des Werkes. Aus KUKUK: Bergbau 1936.

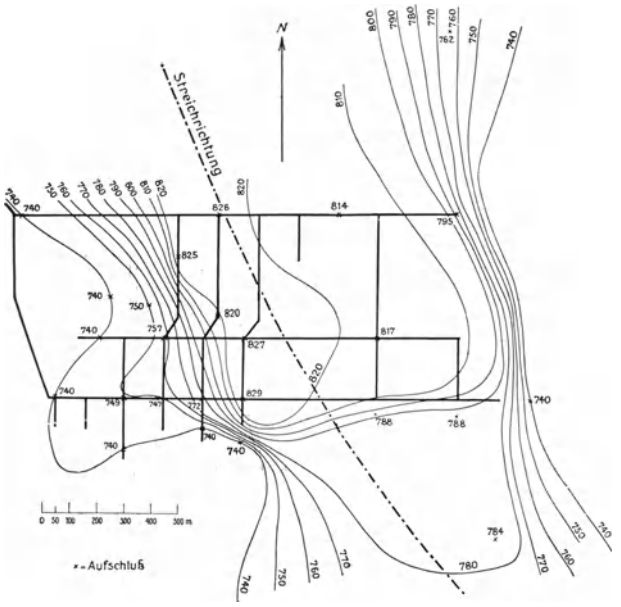


Abb. 661. Tiefenschichtenplan des liegenden Anhydrits. Schachtanlage Borth der Deutschen Solvay-Werke A.G. Umgez. nach Grubenrissen. Aus KUKUK: Bergbau 1936.

Geschichte — je nach der Ausbildung der im Untergrunde vorhandenen Schollentektonik in seiner Mächtigkeit örtlich ± starken Schwankungen.

Nach dem lediglich auf Grund der Bohrergebnisse entworfenen Profil durch die rechtsrheinische Salzablagerung (s. Profil Abb. 653) könnte es allerdings den Anschein haben, als wenn in diesem Gebiete eine Zerreißung des Salzlagers in einzelne Streifen längs der aus dem karbonischen Untergrunde bekannten Sprünge erfolgt sei. Es darf jedoch angenommen werden, daß sich auch im Niederrheingebiet das für tektonische Beanspruchung sehr empfängliche plastische Salz ähnlich wie in Mitteldeutschland verhalten hat und bestrebt war, bei eingetretener Zerrung oder Pressung (in nachpermischer Zeit) in Richtung des geringsten Widerstandes abzufließen und über die Brüche des präsalinaren karbonischen Untergrundes hinweg eine — wenn auch stellenweise deformierte — so doch ± zusammenhängende, plastische Salzdecke zu bilden. Dabei hat sie an den Stellen stärker ausgeprägter Graben- oder Horstgebiete im Liegenden des Salzes lediglich durch ± große Mächtigkeitsveränderungen oder in Form verschieden starker Flexuren reagiert.

In der Tat lehren die Aufschlüsse der linksrheinischen Schachtanlage Borth, daß hier ein zusammenhängendes und im großen und ganzen ziemlich horizontal gelagertes und einigermaßen gleichmäßiges, mächtiges Salzlager vorhanden ist (s. Abb. 659), das allerdings stellenweise Wellenform mit ausgesprochenen Sätteln (Abb. 660) sowie örtlich gewisse Mächtigkeitsschwankungen aufweist. Dabei erscheinen die Falten des Salzes ähnlich den neuerdings im NW des Bezirkes in den Deckgebirgsschichten der Kreide festgestellten Sattel- und Muldenbildungen „gerichtet", d. h. sie verlaufen im Gegensatz zum variszischen Streichen der Sättel und Mulden der karbonischen Falten „herzynisch". Diese Erscheinung läßt sich auch recht gut aus der Isohypsenkarte des liegenden Anhydrits erkennen (s. Abb. 661). Mit anderen Worten: Die Faltenelemente des Salzes haben das gleiche Streichen wie die Falten der Kreide im NW des Bezirkes.

Diese Erscheinung kann nur als Folge der bei der saxonischen Orogenese sich von NO nach SW auswirkenden Zusammenpressungsvorgänge der mobilen Salzlagerstätte gedeutet werden. Handelt es sich in den kräftigeren Falten des Salzes in Verbindung mit stellenweise auftretenden Verstärkungen und Mächtigkeitsverminderungen des Salzes um Pressungs- oder Zerrungserscheinungen, welche mindestens teilweise auf tektonische Vorgänge zurückzuführen sind, so dürften die schwächeren Fältelungen die Folge von Fließbewegungen des unter erheblichen geostatischen und tektonischen Drucke stehenden hochmobilen Salzes, also nicht rein tektonischer Natur sein.

Damit ähneln die Lagerungsverhältnisse des niederrheinischen Salzes in gewisser Beziehung denen der hannoverschen Salzlager, wenn auch hier mit Ausnahme der Gegend hoch im N an der holländischen Grenze bei Plantengaarde (s. Abb. 662) von einer tektonischen Ausbildung der Salzlagerstätte in Form von Salzdurchragungen bzw. aufgepreßten „Salzstöcken" oder „Salzhorsten" keine Rede sein kann.

Innerhalb der oben beschriebenen, zentralen Salzablagerung nimmt das niederrheinische Kalisalzvorkommen naturgemäß einen etwas kleineren Raum ein (s. Abb. 652). Auf die Darstellung weiterer Einzelheiten des Kalivorkommens muß hier aus einleuchtenden Gründen verzichtet werden.

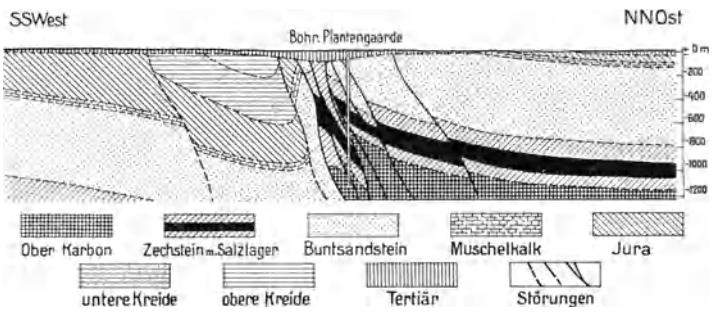


Abb. 662. Profil durch den Winterswijker Sattel. Nach Aufnahmen der Pr. G.L.A.

4. Die weitere Verbreitung des Salzes und Kalisalzes.

Wenn auch der Südwest-, Süd- und Südostrand des Salzvorkommens hinreichend genau erkannt ist, so haben wir über eine Weitererstreckung nach NW, N und NO nur unzureichende Vorstellungen. Zur Zeit stehen die nördlichsten fündigen Salzbohrungen etwa auf der Linie Calcar, Xanten, Dingden und Brünen (s. Abb. 652). Sicherlich geht das Salz noch über diese Linie hinaus, wenn auch unter einer im allgemeinen immer mächtiger werdenden Decke jüngerer Gesteine.

Wie Abb. 652 zeigt, verläuft zunächst die westliche Begrenzung des geschlossenen Salzvorkommens auf der linken Rheinseite etwa über Alpen und Üdem weiter nach NW.

Wahrscheinlich erstreckt sich aber das Salz nicht sehr weit nach NW, da an der belgisch-holländischen Grenze weder Salz noch Kalisalze festgestellt worden sind.

Rechts des Rheins läßt sich die Begrenzung des Salzes und Kalisalzes über Drevenack und Brünen mit Unterbrechung bis zur Bohrung Alfred 1 (nördlich von Brünen) verfolgen (s. Abb. 652).

Aber auch weiter in NO liegen Aufschlüsse, wenn auch das Salz in der Gegend von Osnabrück nach den Ergebnissen der Bohrungen nur mehr durch dünne Salzschnüre vertreten ist.

Noch tiefer nach SO haben, wie schon oben erwähnt, die im Gebiete des Osnings bei Niederbarkhausen und Detmold niedergebrachten lippischen Bohrungen den Zechstein salzfrei angetroffen. Jedoch weisen die im O erschlossenen und für den Badebetrieb benutzten Solen von Salzuflen und Oeynhausen wieder auf das Vorhandensein von Salz in der Tiefe hin.

Zur Beurteilung der Verhältnisse hoch im N und insbesondere an der holländisch-deutschen Grenze können folgende Aufschlüsse dienen:

So wurde in der Bohrung Alfred 1 (4 km nordöstlich von Brünen) von 1164—1217 m helles Steinsalz mit „Kalischnüren" durchbohrt. Von den weiter im N bei Winterswijk niedergebrachten holländischen Bohrungen hat die Bohrung Plantengaarde zwischen 457—695 m verschiedene mächtige Salzlager mit Schnüren von „Kalisalz" (mit 8,6% KCl) erschlossen, während die Bohrung Hesselink (südlich Ratum) bei 887 m ein 155 m mächtiges, horizontal gelagertes Salzlager mit einer rd. 10 m mächtigen, „Hartsalz" führenden Steinsalzbank antraf. Die holländische Bohrung Corle (westlich Winterswijk) durchsank gleichfalls mehrere „kalisalzführende" Salzlager. Auch die auf deutscher Seite niedergestoßene Bohrung Öding durchteufte ein 100 m mächtiges Steinsalzflöz mit zwischengelagerten, dünnen „Kalisalzlagen". Diese bestehen aus rotem Carnallit und Hartsalz (mit bis 26,8% KCl). Dagegen haben weder die ein mächtiges Salzlager

nachweisende Bohrung Vreden noch die Bohrungen Ochtrup, welche über 200 m mächtiges Salz durchsanken, noch die Bohrung Buurse — soweit bekannt — Kalisalz festgestellt. Wenn es auch nicht ausgeschlossen erscheint, daß in den beiden letzten Bohrungen noch schwache Kalischnüre vorhanden sind, so scheint hier doch der Ostrand der Kalisalzablagerung vorzuliegen.

Angesichts der großen Zahl vereinzelter Kalifunde im N, die früher mit dem geschlossenen niederrheinischen Salzvorkommen eine einheitliche Ablagerung gebildet haben dürften, interessiert naturgemäß die Frage, ob neben den niederrheinischen Kalisalzlagern noch weitere bauwürdige Kalisalzvorkommen vorhanden sind. Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden sich den im Salm-Salmschen Regalgebiet (nördlich der Lippe) noch zu vermutenden und den in den holländischen Bohrungen bisher festgestellten Kalisalzen gleich günstige bergbauliche Aussichten wie den Vorkommen am Niederrhein kaum eröffnen.

Abgesehen von dem angeblich weit geringeren Kaligehalt der Salze in den holländischen Bohrungen ist infolge der tektonischen Zerstückelung des dortigen Gebietes die Möglichkeit gering, hier ausgedehntere bauwürdige Kalivorkommen anzutreffen, zumal die auf ± tief versenkte Grabengebiete beschränkten Salzvorkommen für eine bergbauliche Gewinnung wahrscheinlich zu tief liegen.

5. Bergbauliches und Wirtschaftliches.

Wie schon erwähnt, wird das Salz zur Zeit nur auf einer Zeche, und zwar der Schachtanlage Borth I/II der Deutschen Solvay-Werke A.G. (rd. 5 km südwestlich von Wesel) gewonnen. Hier geht ein schwunghafter Bergbau um, der die Anlage zum größten Steinsalzbergwerk Deutschlands gemacht hat. Vorläufig beschränkt sich der mittels Kammerbau durchgeführte Abbau auf das untere, sehr reine Steinsalz.

Das Salz eignet sich wegen seiner großen Reinheit (98—98,5% NaCl) zu vielen Zwecken (z. B. Konservierung von Nahrungsmitteln, Leder und Holz, für die chemische Technik usw.). Ganz besondere Bedeutung besitzt es aber für die Herstellung von Soda in der bei Rheinberg gelegenen Fabrik der Solvay-Werke. Für die ersten Zwecke wird das auf der Schachtanlage Borth bergmännisch hereingewonnene Steinsalz gemahlen und den Verbrauchern je nach Bedarf in verschiedener Körnung zugeführt. Dagegen pumpt man das Salz für die Sodafabrik in Form von Sole, die in besonderen, nach dem Vorbilde des Salzkammergutes eingerichteten Aussolungsbetrieben unmittelbar in der Grube hergestellt wird, in großen Rohrleitungen zur Sodafabrik. 1937 betrug die Förderung an Rohsalz auf der Anlage Borth rd. 544000 t nebst etwa 285000 t Salzsole.

Die Salzvorkommen des Niederrheins erstrecken sich aber auch noch über die Felder vieler anderer Gesellschaften, und zwar links des Rheins über die der Gewerkschaften Rheinberg, Rossenray und Neu-Eversael, der Zeche Friedrich Heinrich sowie rechts des Rheins über die der Gewerkschaft Friedrich Thyssen.

In diesen Gebieten stehen bedeutende Mengen hochprozentiger Kalisalze und hochwertiger Steinsalze an. JANUS hat die in den verliehenen Berechtsamen der linken Rheinseite vorhandenen Vorräte zu rd. 45 Millrd. t Salz (einschließlich der Kalisalze) ermittelt. LANDGRÄBER (1915/35) schätzte ihren Inhalt an Kalisalzen auf rd. 28 Mill. t Kali (bei einem Abbauverlust von 50%). Rechts des Rheins soll mit den gleichen Mengen Kali gerechnet werden können. Insgesamt würden also im Niederrheingebiet mindestens rd. 55 Mill. t Kali vorhanden sein, während die Vorräte an bauwürdigem Steinsalz von bester Güte insgesamt rd. 100 Millrd. t betragen sollen.

Jedenfalls stellen die reichen Salz- und Kalisalzvorkommen des Niederrheins eine überaus wertvolle Lagerstättenreserve dar, auf die zu jeder Zeit zurückgegriffen werden kann.

E. Die Kohlenwasserstoffe des engeren und weiteren Ruhrbezirkes.

Kohlenwasserstoffe sind im Industriebezirk keine seltenen Erscheinungen. Bis zum Jahre 1903 kannte man freilich im engeren Ruhrbezirk nur etwa 30 Vorkommen. Im Laufe der Zeit hat sich ihre Zahl aber so erheblich vergrößert, daß WEGNER (1924) schon über 124 Vorkommen berichten konnte. Seit dieser Zeit sind mir noch einige 30 weitere Vorkommen zur Kenntnis gelangt.

Die Fülle wenn auch — wenigstens vorläufig — wirtschaftlich bedeutungsloser Kohlenwasserstoffvorkommen im westfälischen Boden bzw. in seinen Randbezirken gibt in Verbindung mit der Lage des Münsterschen Beckens zum alten variszischen Gebirge dem Gedanken Raum, daß innerhalb des Münsterlandes in unbekannter Teufe ± reiche Ölvorkommen vorhanden sind (VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT 1935). Freilich ist ein Beweis für diese Vermutung bislang noch nicht erbracht worden. Nicht einmal die Frage nach dem Muttergestein dieser Kohlenwasserstoffe ist einigermaßen geklärt.

Die Kohlenwasserstoffe des Industriebezirkes treten in fünffacher Form auf, und zwar als Erdgas, Erdöl, bituminöser Schiefer, Erdwachs und Asphalt (vgl. dazu Abb. 663).

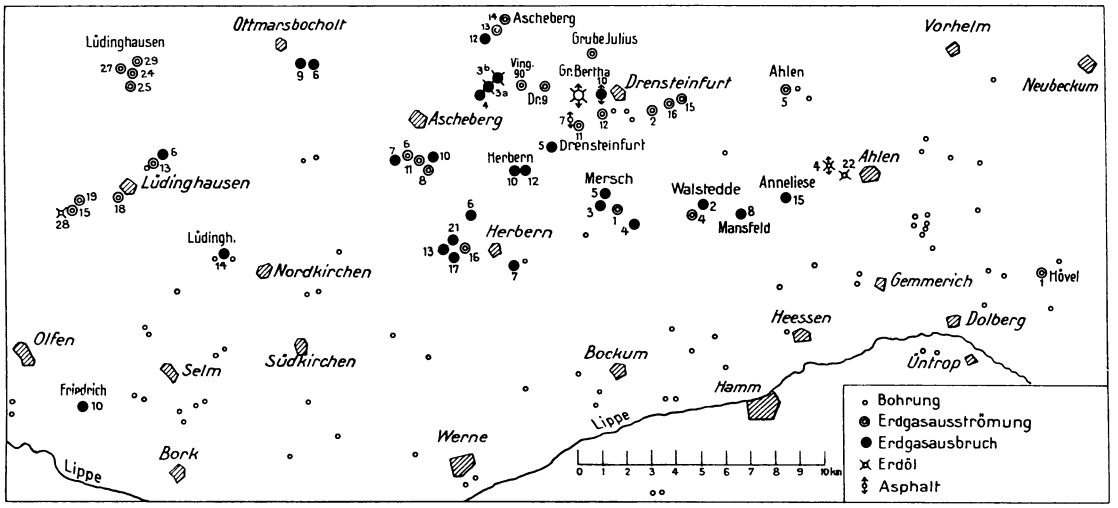


Abb. 663. Übersichtskarte der Kohlenwasserstoff-Vorkommen im südlichen Münsterland. Nach WEGNER 1924.

1. Erdgas.

Die Zahl der Erdgasvorkommen ist ziemlich groß. WEGNER (1924) führte in seiner Arbeit schon rd. 71 derartige Fälle auf. Über die Zusammensetzung der so häufig beobachteten Erdgase ist aus früheren Zeiten sehr wenig bekannt, da nur selten Untersuchungen der Erdgase vorgenommen bzw. in der Literatur veröffentlicht worden sind.

In den nicht untersuchten Vorkommen muß es daher offen bleiben, ob es sich um reine „Grubengase" (Methan = CH_4) oder um „Erdölgase" handelt, d. h. um solche, die außer Methan (bzw. Äthan) auch höhere Homologe oder Erdöl enthalten. Soweit die Gase aus reinem Methan bestehen, sind sie meines Erachtens als Entgasungserzeugnisse der Flözkohle (Grubengas) aufzufassen.

Die Herkunft der aus Methan und höheren Homologen (Erdölgasen) bestehenden Erdgase ist heute noch nicht mit Sicherheit klargestellt, da die im Pläner auftretenden Gase sicherlich ortsfremd sind.

Die ersten Erdgasfunde wurden bei Rheine im Gault gemacht. Dort war nach POGGENDORFF (1840) die von altersher bekannte Gasausströmung im Geistbrunnen der Saline Gottesgabe so erheblich, daß man das Gas 1824/25 in einem Rohr faßte und zum Heizen benutzte. Nach älterer Mitteilung soll das Gas vorwiegend aus Kohlenwasserstoffgas und ölbildendem Gas bestanden, dagegen nur wenig Schwefelwasserstoff und Kohlensäure enthalten haben. Die Akten der Saline berichten sogar von mehreren Schlagwetterexplosionen mit tödlichem Ausgang.

Nach neuerer Mitteilung der Städt. Betriebswerke Rheine wurden bei Versuchsbohrungen im Juli 1931 in einer Tiefe von 35 m wiederum starke Gasmengen festgestellt, welche in einer Menge von 3—4 m³/h ausströmten. Das hauptsächlich aus Methan bestehende Gas scheint aus dem Gault zu stammen. Eine Analyse des Geheimrats SCHENCK (Chemisches Institut der Universität Münster) ergab neben 90,50% CH_4, 0,00% CO_2, 0,80% O_2 und 8,63% N_2, 0,079% des seltenen Heliums. Über die Entstehungsursache des Gases besteht noch keine Klarheit, wenngleich der Heliumgehalt des Gases für Beziehungen zu Ölgasen spricht. Bei Vertiefung der Bohrung versiegte die Erdgasquelle im Jahre 1932.

Eine wesentlich andere Zusammensetzung besitzt das Grubengas aus der Wealdenkohle bei Obernkirchen. Es besteht hier nicht nur aus Methan (zu 30—40%), sondern vorwiegend (zu 50—65%) aus Äthan und höheren Homologen nebst geringen Mengen von CO_2, O_2 und N_2.

Erdgase sind, wie erwähnt, nicht selten auch beim Bergbau auf Strontianit im Münsterlande beobachtet worden. Hier wurden sie in der Grube meist durch Anzünden unschädlich gemacht; vereinzelt ist es auch zu Schlagwetterexplosionen gekommen. Nach allem scheint es sich lediglich um Methangase zu handeln.

Verhältnismäßig häufig wurden Gasaustritte während der Zeit der Bohrungen auf Kohle im N und O des Bezirkes in den Jahren 1902/07 sowie beim Schachtabteufen beobachtet. Das vorwiegend auf Klüften im weißen Mergel angetroffene Gas stieg entweder in heftigen Blasen auf, oder schoß, mit Spül- oder Grundwasser vermischt, in geschlossenem Strahl im Bohrturm hoch, z. B. bei den Bohrungen Ascheberg 7, Lüdinghausen 6, Hiltrup, Herbern 17, Drensteinfurt, Friedrich 10, Ascheberg 4, Dora 8 und Mansfeld 8 (KUKUK 1908, WEGNER 1924 und SCHMIDT 1931).

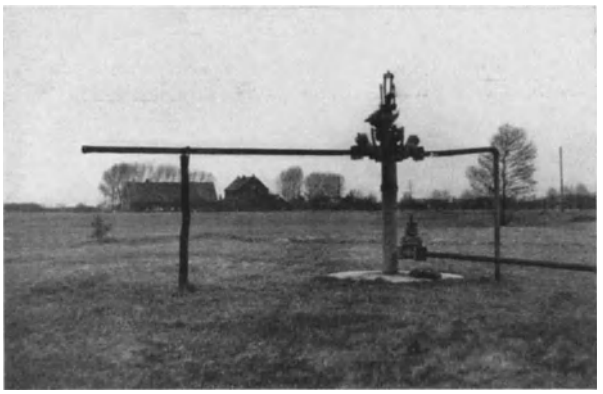


Abb. 664. Erdgasquelle der Bohrung Ascheberg 4 in Osterbauerschaft. Aufn. KUKUK.

Bisweilen war die Kraft der Gase so stark, daß das Bohrzeug herausgeschleudert wurde. Stellenweise entzündete sich das Gas an Lampen oder an dem Feuer der Lokomobilen, wobei eine ganze Reihe von Bohrtürmen abbrannte. Die Mehrzahl der Gasausbrüche war aber schon nach wenigen Tagen oder Wochen erschöpft. Gelegentlich sind Gasaustritte sogar noch beobachtet worden, nachdem die Bohrlöcher mit Tonkugeln verfüllt waren.

Der erste auf einer Bohrung nach Kohle bekannt gewordene Gasausbruch fand am 28. Juni 1902 in der Bohrung Friedrich 10 (Gewerkschaft Rheinpreußen) unweit des Hauses Sandfort (bei Olfen) statt. Er führte zu einer völligen Zerstörung des Bohrturmes.

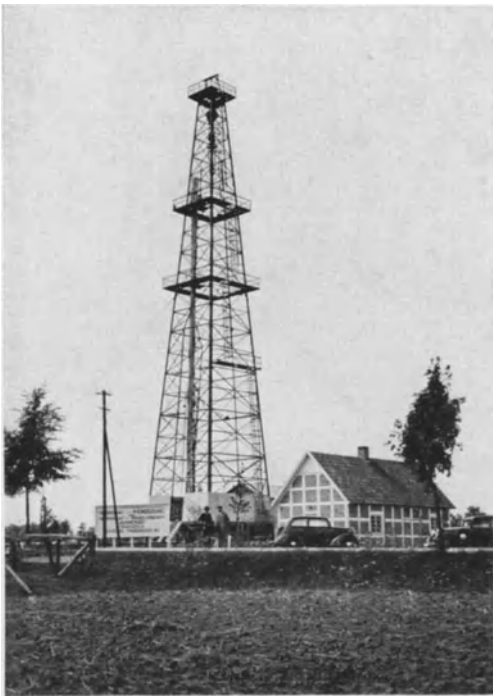


Abb. 665. Bohrturm der Erdölbohrung Ascheberg (V. 90, Gew. Wilhelm Friedrich) im Jahre 1935.

In vereinzelten Fällen hielt die Ausströmung längere Zeit an. So sind die Bohrlöcher Ascheberg 4 und Dora 8 bei Herbern (SCHMIDT 1931) noch heute unvermindert tätig. Das Gas der ersten Bohrung wurde eine Zeitlang durch ein besonderes Rohr der Ferngasleitung der Zeche Radbod nach Münster zugeführt (s. Abb. 664). Eine von der W.B. Bochum ausgeführte Analyse des stark nach Benzin riechenden Gases der Bohrung Ascheberg 4 ergab: $CO_2 = 0{,}0\,\%$, $O_2 = 0{,}6\,\%$, $N_2 = 2{,}6\,\%$, schwere Kohlenwasserstoffe $= 0{,}2\,\%$, Methan $= 93{,}0\,\%$, Äthan $= 3{,}6\,\%$.

Untersuchungen im Chemischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster haben ergeben, daß die Gase flüssige Kohlenwasserstoffe (Benzine) führen, und zwar enthält 1 m^3 mindestens 14,4 cm^3 flüssige Kohlenwasserstoffe. Von Interesse ist noch, daß das Gas (nach SCHENCK) 0,017% Helium besitzt.

Gasausströmungen zeigt auch die von der Gewerkschaft Wilhelm Friedrich im Niederbringen begriffene Bohrung Vingerhoets 90 auf Erdöl (s. Abb. 665).

Größere Gasmengen treten auch aus der Bohrung Dora 8 (bei Wessel) aus. Dort wird das Gas in einem kleinen Gasometer aufgefangen und seit 1916 für technische und hauswirtschaftliche Zwecke der nächsten Umgebung verwendet (s. Abb. 666). Es ist völlig geruchlos und besteht nach einer Analyse des Kohlenforschungsinstituts zu Mülheim aus: $CO_2 = 0{,}1\,\%$, schw. K.W. $= 0{,}2\,\%$, $O_2 = 0{,}5\,\%$, $CO = 1{,}1\,\%$, $H_2 = 3{,}2\,\%$, $CH_4 = 88{,}2\,\%$, $C_2H_6 = 0{,}0\,\%$, $N_2 = 6{,}7\,\%$. In diesem Gas dürfte es sich lediglich um Gase aus dem Steinkohlengebirge handeln.

Auch die unter der Emscherdecke des Deckgebirges umlaufende Sole führt nicht selten Erdgas.

So berichtet z. B. LOTTNER, daß sich in der Sole des Grulbades zu Recklinghausen-Süd bei 0,0% CO_2 4,52% CH_4 vorgefunden hat.

Das bemerkenswerterweise in den Gasen zahlreicher Bohrungen und Grubenaufschlüsse im Industriebezirk nachgewiesene Helium tritt leider prozentual in so geringen Mengen auf, daß es technisch kaum Verwendung finden dürfte.

Seit einigen Jahren ist es auch im Erdgas einer andern Bohrung bei Ascheberg aus 920 m Teufe bekannt. Der Gehalt an Edelgasen betrug hier 0,090%, davon 0,076% Helium. In einer Bohrung bei Ahlen belief sich der Gesamtgehalt an Edelgasen auf 0,268%, davon 0,19% Helium (KAUENHOWEN 1932). Nach SCHENCK ist Helium ferner unter anderem im Grubengas der Zeche Westfalen mit 0,13% sowie der Zechen Radbod, ferner Ewald Fortsetzung mit 0,290%, Helene (Essen) mit 0,23% und Sachsen mit 0,0289% ermittelt worden.

Weitere, auf Veranlassung des Preußischen Oberbergamtes zu Dortmund vorgenommene Untersuchungen verschiedener „Bläser" des Ruhrbezirkes haben ebenfalls eine ± große Menge an „Helium" und „Argon" festgestellt. So ergaben die Bläsergase der Zeche Ewald Fortsetzung IV/V einen Gehalt an Argon von 0,30% und an Helium von 0,22%. Auf der Zeche Prosper führte das Gas neben 47,3% Methan und 0,20% Äthylen 0,24% Helium. Auf Zeche Erin enthielt das Gas außer 96,7% Methan 0,033% Helium. Auf Schacht Fritz des Köln-Neuessener Bergwerks-Vereins wurden in einem Bläser 1,5% schwere Kohlenwasserstoffe, 77,7% Methan und 0,04% Helium nachgewiesen.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß in den letzten Jahren an verschiedenen Orten im O des Bezirkes das Auftreten von Erdgas auch an der Oberfläche beobachtet worden ist, und zwar an Punkten, an denen Tiefbohrungen oder sonstige bergmännische Aufschlüsse nicht vorhanden sind. Beispielsweise ist Erdgas an sehr verschiedenen Stellen der Gegend von Werne (a. d. Lippe), Kamen und Pelkum, insbesondere aber zwischen Ahlen und Dolberg, und zwar unmittelbar westlich von der Zeche Westfalen auf dem linken Werseufer festgestellt worden.



Abb. 666. Gasometer in Wessel bei Herbern. Aufn. KUKUK.

Hier strömt nach WEGNER Gas im Bette der Werse aus und setzt den Wasserspiegel auf reichlich $^1/_2$ m Durchmesser in stark brodelnde Bewegung. Ferner kenne ich in den zwischen der Landstraße und der Werse gelegenen Äckern zahlreiche Stellen, an denen das Pflanzenwachstum sowie der Ertrag erheblich gegenüber der Umgebung zurückgeblieben oder auch ganz verschwunden ist. Die Untersuchung zweier aus etwa $1^1/_2$ m Tiefe entnommener Proben derartiger Bodenstellen ergab nach WEGNER (1924) das Vorhandensein von rd. 88% CH_4.

Ganz die gleichen Erscheinungen habe ich auch an anderen Stellen, so in der Nähe der Schächte de Wendel, beobachtet.

Seit dem Herbst des Jahres 1930 soll hier mit Pausen das aus dem Mutungsbohrloch „Prinz Schönaich 11" plötzlich ausgebrochene Gas brennen. An vielen, manchmal schnell wechselnden Stellen des Grubenfeldes weist das Absterben von Pflanzen innerhalb von bestellten Äckern auf das Ausströmen von Gas hin.

Weitere Gasaustritte werden von zahlreichen anderen Punkten, so aus den Feldern der Zechen Grillo und Werne berichtet.

In den vorerwähnten Fällen scheint es sich fast ausschließlich um den Austritt von Grubengas aus Kohlenflözen zu handeln. Die zunächst überraschende Tatsache des Vorkommens von Grubengas aus großer Tiefe trotz der mächtigen, schirmenden Decke des Emschers findet seine Erklärung darin, daß ausweislich des Studiums der Grubenrisse die Gase unmittelbar über alten, die Kreide verwerfenden Karbonstörungen bzw. an den Austrittsstellen von jungen, die gesamten Deckgebirgsschichten durchsetzenden Abbaurissen austreten.

Wenn es sich auch in den vorerwähnten Gasvorkommen (insbesondere der Davert) insgesamt um recht erhebliche Mengen handelt, ist an ihre wirtschaftlichen Erschließung in größerem Umfange vorläufig doch noch nicht zu denken.

2. Erdöl.

Von den durch WEGNER festgestellten 124 Vorkommen von Kohlenwasserstoffen beziehen sich 26 auf das Auftreten von Erdöl. Nach dem heutigen Stande meiner Erfahrungen kann ich diese Zahl noch um zahlreiche weitere Vorkommen vermehren. Ich beginne mit dem Auftreten von Erdöl im flözführenden Karbon.

MÜLLER stellte in der Bohrung Anneliese 4 unterhalb des tiefschwarz gefärbten, 5 m mächtigen Grünsandes eine Ölimprägnation des stark nach Erdöl riechenden Steinkohlensandsteins fest.

Mentzel fand im Jahre 1904 auf der 620 m-Sohle der Zeche Rheinelbe III zwischen den Flözen Gustav und Katharina bis 1,25 m große Toneisensteinkonkretionen, auf deren Kontraktionssprüngen sich vielfach ein Überzug von wachsähnlichem, weichem Erdpech bzw. „Ozokerit" von butterähnlicher Konsistenz mit schwach öligem Geruch sowie eine Benetzung mit Erdöl fand. Ganz ähnliche Erscheinungen habe ich an mehreren Stellen in karbonischen Schiefertonen beobachtet, wie auf der Zeche Consolidation III/IV im Hangenden des Flözes Katharina in 490 m Teufe (Kukuk 1920).

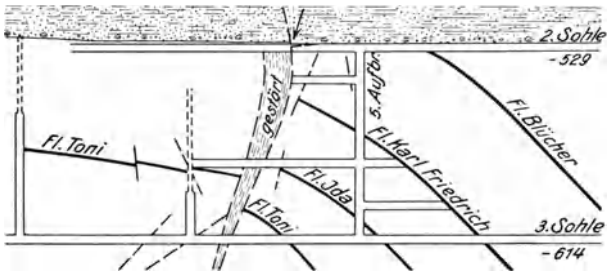


Abb. 667. Profil durch den nördlichen Querschlag der Zeche Ewald Fortsetzung mit der Austrittsstelle des Erdöls (Pfeil). Aus Kukuk: Glückauf 1932.

Weitere Belege finden sich in den geologischen Sammlungen der W.B. und der Essener Bergschule, und zwar unter anderem von der Zeche Holland (Hangendes des Flözes 17, Fettkohlenschichten) und von einigen anderen Zechen. Fuchs berichtete über aussickerndes Petroleum, das 1928 auf der Zeche Ludwig aus einer Kluft (rd. 15 m im Liegenden des Flözes Sarnsbank) ausfloß und das Wasser der Seige mit einer schillernden Haut überzog.

In der Bohrung Lüdinghausen 28 beobachtete ich im Jahre 1907 in 1120—1127 m Teufe eine im amtlichen Fundbericht nicht erwähnte, starke Imprägnation des Grünsandes mit Erdöl. Aus einer Teufe von 1135 m derselben Bohrung förderte man eine eigenartige „Kohle" zutage, deren Masse nach der auf meine Veranlassung erfolgten Untersuchung durch das Laboratorium der W.B. aus 61% stark verharztem Petroleum und 39% Kohle bestand (Kukuk 1909).

Außerdem soll nach Berichten der dortigen Landwirte aus einer Reihe von Bohrungen in der „Davert" dunkelbraunes, dickflüssiges Erdöl in ± großen Mengen ausgeflossen sein; Vorkommen, über die in amtlichen Berichten nichts zu erfahren war. Auch das bekannte fiskalische Bohrloch Senden traf Erdöl zweimal, und zwar in der Kreide und im Karbon (bei 1400 m) an, das hier hochstieg. In dem zur Zeit wieder freigelegten Bohrloch steigt noch ständig dickflüssiges schwarzes Erdöl hoch. Nach einer Analyse der Westfäl. Mineralölwerke zu Dortmund hat das Erdöl ein spezifisches Gewicht von 0,903, einen Flammpunkt von 47° C und einen Kältepunkt von —6° C. Das Öl ist sehr paraffin- und asphaltreich. Auch sollen im Karbonsandstein eingelagerte Kohlengerölle mit Erdöl imprägniert gewesen sein. Genauere Einzelheiten sind mir nicht bekannt geworden.

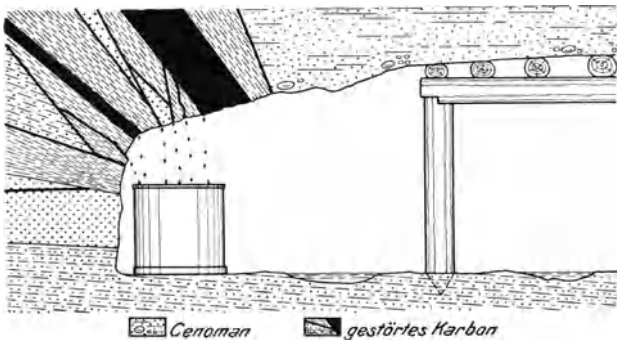


Abb. 668. Die Austrittsstelle des Erdöls auf der Zeche Ewald Fortsetzung. Aus Kukuk: Glückauf 1932.

Erwähnt sei ferner das jüngst festgestellte Vorkommen von Erdölspuren in einer Schiefertonlage im Hangenden eines ruscheligen Kennelschiefers über einem dünnen Kennelkohlenflöze der Zeche de Wendel. Ob hier ein genetischer Zusammenhang zwischen dem gepreßten Kennelschiefer und dem Erdöl vorliegt, scheint mehr als zweifelhaft zu sein.

Der wichtigste Fund scheint mir jedoch das Vorkommen des 1913 und 1932 von mir näher untersuchten Erdöls auf Zeche Ewald Fortsetzung I/II/III zu sein (Kukuk 1932). Dort lief längere Zeit (etwa 14 Tage) gelbbraunes Erdöl aus einer den cenomanen Grünsand verwerfenden Störungszone dicht unterhalb des Mergels auf der Wettersohle der genannten Zeche aus Kohle und Nebengestein aus (s. Abb. 667). Die Menge des hier ausgeflossenen, stark grün fluoreszierenden, hellen und dünnflüssigen Erdöls wird auf 5—10 m³ geschätzt. Es wurde hier aufgefangen (s. Abb. 668) und von den Bergleuten für häusliche Zwecke benutzt.

Soweit mir bekannt, ist das der erste Fall, daß größere Erdölmengen im Karbon des Ruhrbezirkes beobachtet worden sind.

Nach einer Analyse von Winter betrug das spezifische Gewicht 0,79, Viskosität 1,15, Flammpunkt 38° Asphaltgehalt 0,01%, Paraffingehalt 0,00%, Schwefel 0,015%, Benzingehalt (bis 150°) 4%, Wasserstoff = 13,74%, Kohlenstoff = 80,63% (bei 100—200°) bzw. H_2 = 13,6%, C = 81,5% (bei 201—270°). Das Öl mit der Bromzahl 2,5 enthält vorwiegend Glieder der Naphthenreihe (C_nH_{2n}).

Meines Erachtens handelt es sich in dem Öl um mobilisiertes Bitumen, das, durch tektonischen Druck oder Überlagerungsdruck aus Schichten des mittleren oder unteren Zechsteins in flüssiger Form ausgetreten, auf Verwerfungsklüften weitergewandert und im Steinkohlengebirge, der Schwere folgend, aus Verwerfungsspalten ausgeflossen ist.

Bemerkenswerterweise haben fast alle holländischen Bohrungen an der deutschen Grenze, so bei Groenlo, Eibergen, vorwiegend aber bei Corle auf der Schwelle von Winterswijk, „Erdöl" festgestellt (WEGNER 1932).

Nach TESCH und WUNSTORF zeigten sich hier nicht nur die Gesteine des unteren Zechsteins, sondern auch karbonische Sandsteine ± stark mit Erdöl imprägniert. In der Bohrung Corle z. B. war das Erdölvorkommen nach WUNSTORF an eine im unteren Zechstein (von 664—691 m) auftretende, 27 m mächtige Anhydritbank sowie an verschiedene Bänke von Sandstein und sandigem Schiefer des Karbons (von 843 bis 1169 m) gebunden (s. Abb. 669). Die Menge des aus dieser Bohrung stammenden Erdöls betrug mehrere Liter. Bezüglich der Entstehung wird von WUNSTORF angenommen, daß es sich um ein auf „primärer Lagerstätte" befindliches Öl handelt. Dagegen wird das Erdöl in den Sandsteinen des Karbons als eingewandertes Erdöl, d. h. als auf „sekundärer" Lagerstätte befindliches Öl angesprochen.

Auch hier ist die Frage nach dem Ursprung des Erdöls noch ungelöst. Daß — im Gegensatz zu den Vorkommen des Erdöls im Karbon von Dobrilugk — ein Destillationsprodukt der Kohle vorliegt, scheint nach WUNSTORF unbegründet zu sein. Seiner Ansicht nach stammt das Erdöl von einem die Scholle von Winterswijk südlich begrenzenden, tiefer gelegenen und Zechstein führenden Gebirgsstück, aus dem das Öl infolge des bei der Bildung der Scholle wirksam gewesenen Drucks in das höhere Stück übergetreten ist.

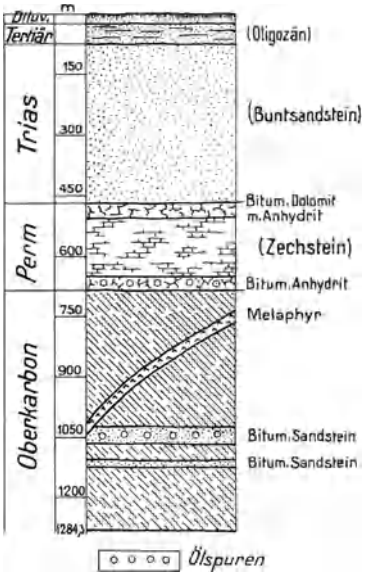


Abb. 669. Die Schichtenfolge in der Bohrung Corle bei Winterswijk (Holland) mit Ölspuren im Zechstein und Oberkarbon. Umgez. nach BENTZ.

Dolomit und Anhydrit des Zechsteins führen nach WUNSTORF u. a. sowohl links des Rheins als auch im nordwestlichen Westfalen (an der holländischen Grenze) fast allgemein ± starke Spuren von Erdöl. Beispielsweise sind beim Abteufen der Borthschächte (Solvay A.G.) im Dolomit unter dem Salz kleine Mengen flüssigen Erdöles nachgewiesen worden.

MÜLLER stellte 1903 dickflüssiges Erdöl im Zechstein-Dolomit bzw. Anhydrit der Bohrungen Salzreich 1 und 2 (nördlich von Ochtrup) fest. MIDDELSCHULTE beobachtete 1904 Öl bei 674 m und bei 875 m im gleichen Gestein der Rheinpreußenbohrung (Salzreich 3 bei Ochtrup).

Die auf Grund dieser Anzeichen von Erdölhöffigkeit von der Deutschen Tiefbohr-A.G. Aschersleben 1935 abgestoßene Reichsbohrung (R.B. 49) nördlich von Ochtrup erschloß gleichfalls zwischen 557 und 676 m Zechstein-Dolomit bzw. Anhydrit mit starken Ölspuren. Dagegen traf die in den Jahren 1936 und 1937 niedergebrachte R.B. 227 in diesen Schichten nur unerhebliche Erdölspuren an.

Viele Erdölvorboten sind aus der unteren Kreide bekannt. HARBORT wies auf vereinzelte Tropfen Erdöls in den in der Bohrung Bentheim 2 u. a. durchbohrten Cyrenenschalen des bituminösen Wealdentons hin.

Auch die Tümpel der Brechte (zwischen Ochtrup und Bentheim) sollen örtlich auf der Oberfläche Erdöl geführt haben. Markscheider LEIBOLD konnte südlich von Ottenstein (am Fuße der Barler Berge) ein ausgedehntes, toniges Sandvorkommen mit 2% Erdöl feststellen.

Ebenso sind in Plänerkalken der oberen Kreide Erdölspuren keine seltenen Erscheinungen. So wurden unter anderem in der Bohrung Münster 5 bei Hiltrup mehrfach einige Zentimeter starke Kalkspatklüfte im Turon angetroffen, die in kleinen, aber zusammenhängenden Drusen Erdöl enthielten.

Nach dem Fundbericht, der zur Verleihung des Distriktfeldes Rudolph I (bei Buldern) auf Asphalt geführt hat, zeigte sich bei einem Schurf das Nebengestein mit Erdöl imprägniert.

TESCH berichtet, daß auch die tiefliegenden mitteloligozänen Tone Hollands stellenweise etwas bituminös, d. h. von geringen Mengen Erdöls durchtränkt sind. Auch BÄRTLING hat im Miozänsand von Alstätte Erdölspuren beobachtet.

Jedenfalls sind die Vorkommen des westfälisch-holländischen Grenzgebietes, wenn auch vorläufig nur von fraglicher wirtschaftlicher Bedeutung, doch von besonderem wissenschaftlichem Interesse. Zur Klärung der Verhältnisse sollen noch die Sättel von Bentheim, Epe und Weseke mit Unterstützung des Reiches durch Tiefbohrungen auf Erdöl untersucht werden (BENTZ 1937).

3. Bituminöser Schiefer.

Bituminöse Schiefer sind keine seltenen Vorkommen im weiteren Bezirk. Sie haben jedoch keine wirtschaftliche Bedeutung erlangt.

Altbekannt ist der Posidonienschiefer bei Werther am Teutoburger Wald mit 20 m Mächtigkeit und bis zu 8% Öl. Aus ihm ist früher in einer Schwelanlage bis zu 6,5% Öl gewonnen worden.

Die sehr mächtigen bituminösen Schiefer der Wealdenformation bei Bentheim (mit bis zu 600 m Mächtigkeit) sind nur zum Teil bitumenhaltig. In den 60er Jahren hat man diese Schiefer abgebaut und verarbeitet. Neuere Untersuchungen von Beyschlag jr. haben die Bauwürdigkeit dieses Vorkommens stark in Zweifel gestellt.

Während des Krieges lieferte das Posidonienschiefervorkommen von Oerlinghausen (Lippe), wo schon früher eine Schieferölhütte bestand, den Rohstoff für mehrere Schwelereien, die bis zu 8% Öl aus dem Schiefer gewonnen haben sollen.

Von Bedeutung ist noch das Ölschiefervorkommen im Lias von Weseke. Der hier auftretende, etwa 30—40 m mächtige Posidonienschiefer hat einen durchschnittlichen Ölgehalt von 5—8%. Sein Vorrat ist auf rd. 10 Mill. t berechnet worden.

4. Erdwachs.

Von hauchdünnen Überzügen auf Klüften und Kontraktionsspalten konkretionärer Gebilde abgesehen, ist Erdwachs im Ruhrbezirk ein seltenes Mineral (Kukuk 1909). Nur in zwei Fällen sind mir etwas größere Vorkommen bekannt geworden. Das erste trat unterhalb des Flözes C (rd. 110 m unter Flöz Katharina) auf der Zeche Rheinpreußen I/II (s. Abb. 670) nahe einer Überschiebung in einer regelmäßig gelagerten, zerklüfteten Sandschieferbank (Kukuk 1932) auf.



Abb. 670. Erdwachsplättchen von der Zeche Rheinpreußen I/II. Aus Kukuk: Glückauf 1932. S.W.B.

An der Fundstelle fand sich eine größere Menge einige Millimeter dicker, milchig gelber Plättchen aus Erdwachs, welche Klüfte des Sandschiefers erfüllten (s. Abb. 670). Nach einer Analyse von Winter im Laboratorium der W.B. hatte das Mineral folgende Zusammensetzung: Spezifisches Gewicht 0,90, Schmelzpunkt 66,50°, Tropfpunkt 67,0°, Brechungsindex 1,44, Dispersion 63,7, Feuchtigkeit 0, Asche 0,8%, Wasserstoff 14,04%, Kohlenstoff 85,03%, Lösliches in Petroleumäther 92,7%. Es handelt sich also um ein Gemenge fester, gesättigter Kohlenwasserstoffe der Methan- oder Paraffinreihe von der Formel C_nH_{2n+2}.

Ein zweites Vorkommen eines mehrere Millimeter dicken Belages von Erdwachs auf Klüften eines Schiefertones der oberen Fettkohlenschichten wurde auf einer Sprungkluft zwischen Flöz Gretchen und Flöz Gustav auf der 6. (636 m) Sohle der Zeche Prosper I/II beobachtet. Irgendwelche Beziehungen zu Erdölvorkommen konnten nicht festgestellt werden.

5. Asphalt.

Auch die Zahl der Asphaltfunde ist nicht sehr groß. Sie ist jedenfalls viel geringer als die der Erdölvorkommen. In Mißdeutung der Natur dieses Minerals sind in früheren Zeiten wiederholt zweifelsfrei Asphaltvorkommen als Anthrazit oder Wealdenkohle angesprochen und gelegentlich auch bergamtlich als „Kohle" verliehen worden.

Von der Marck berichtete über eine Durchtränkung des obersenonen Strontianits und Kalkspats mit Erdpech und Bitumen im Berthaschacht bei Drensteinfurt. Besonders häufig sind kleine Asphaltfunde im Scaphitenpläner bei Lengerich und im Lamarckipläner bei Hilter, ferner im Pläner von Dissen und vom Hankenberg.

Kukuk (1909) beobachtete mehrere Asphaltvorkommen in der oberen Kreide verschiedener Tiefbohrungen im Salm-Salmschen Regalbezirk bei Deuten.

Dort waren einige Zentimeter starke Spalten vollkommen mit Asphalt ausgefüllt. In der Bohrung Augustus 18 stellte er bei 640 m Asphalt im cenomanen Grünsand in kleinen Mengen fest, während er ihn in der Bohrung Drensteinfurt 7 nur als Überzug von kluftausfüllenden Kalkspatkristallen im Turon fand.

Asphaltähnliche Massen sind ferner von ihm als Kluftausfüllungen des Pläners in den Bohrungen Drensteinfurt 10 und 17, und als schwarze, walnußgroße Klumpen einer bituminösen Masse im Pläner der Bohrung Münster 3 (bei 1105 m) beobachtet worden.

Außer diesen sind noch viele andere kleine Vorkommen bekannt. Seit langem weiß man von einem Asphaltvorkommen bei Weseke (südlich von Stadtlohn) aus dem Unterturon (WEGNER 1924, STOLLER 1930). Gaultgesteine bei Ahaus zeigten Versteinerungen, deren Hohlräume (Gaskammern von Ammoniten, Nabelausfüllungen usw.) Asphalteinschlüsse enthielten. Südwestlich von Bentheim bei Epe fand man Asphaltstücke im Wealden (WEGNER 1924). Auch bei Lengerich ist Asphalt im Scaphitenpläner nachgewiesen worden (WEGNER 1924). Über einen neuen Fundpunkt im Wealdensandstein von Oerlinghausen berichtete NIEDER (1933).

Schließlich habe ich auch im Steinkohlengebirge, so in den Spalten vieler Toneisensteingeoden auf zahlreichen Gruben, ferner im Innern karbonischer Goniatiten (als Einschlüsse in Dachsphärosideriten) Asphaltausscheidungen beobachtet.

Im Gegensatz zu diesen Vorkommen ohne wirtschaftliche Bedeutung stehen die altbekannten Lagerstätten von Asphalt bei Bentheim, Darfeld und Buldern, die teils unbedingt, teils bedingt bauwürdig sind. Sie stellen gewissermaßen „fossile Erdölquellen" dar.

Die Albertitvorkommen von Bentheim. Nach WEGNER (1931) tritt in der Bauernschaft Sieringshock südlich von Bentheim bei Dahlenbrock reiner Asphalt (Albertit) in mehreren NNW streichenden, parallelen und mit 80° nach O einfallenden Gängen auf, welche die mit 10—20° südlich einfallende Schichtenfolge des feinkörnigen Gildehäuser Sandsteins (Hauterivien) durchsetzen.

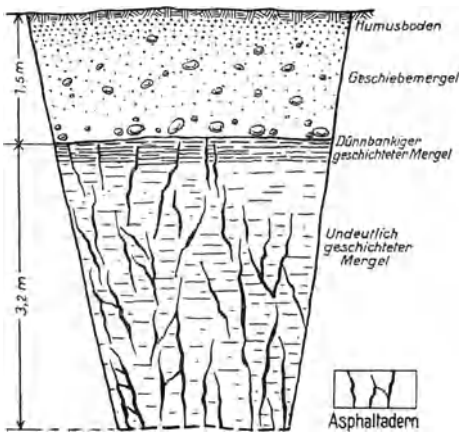


Abb. 671. Asphaltschurf bei Buldern in Westfalen. Nach MENTZEL.

Hier ist in den Jahren 1860/70 Asphalt unter dem Namen „Pechkohle" abgebaut worden. Die noch vor kurzem neu untersuchten Gänge bestehen je aus einer Reihe wenige Zentimeter dicker Asphaltschnüre. Auf Gang 2 sind 5 oder 6 ± albertitführende Klüfte nachgewiesen. Die anderen Gänge sind weit ärmer. Während man einen Gang bis 178 m Tiefe verfolgt hat, ist ein anderer bis 120 m aufgeschlossen worden. Auf dieses Bentheimer Asphaltvorkommen sind seinerzeit sechs Grubenfelder verliehen worden, und zwar ist die Verleihung bemerkenswerterweise auf „Kohle" (Steinkohle) erfolgt.

Nach WEGNERs Untersuchungen besteht die Ausfüllung der Klüfte aus Albertit, Schieferton und Letten bei scharfen Salbändern. Ersterer scheint unterhalb der 120 m-Sohle in Asphalt überzugehen. Die Mächtigkeit der Albertitklüfte ist nach seinen Feststellungen im allgemeinen wesentlich geringer, als früher angegeben wurde und geht kaum über 7 cm hinaus. Seiner Entstehung nach handelt es sich wohl um polymerisiertes, aus der Tiefe aufgestiegenes Erdöl, dessen Muttergestein noch fraglich bleibt.

Das Mineral ist hart, splittrig bis muschlig brechend, tiefschwarz und lebhaft glänzend. Es hat folgende Zusammensetzung: 79,75% C, 8,43% H, 0,58% S und 11,24% Asche. Das spezifische Gewicht beträgt 1,07—1,092. Bei der Destillation mit Wasserdampf ergab sich rd. 42% Teer von 0,853 spezifischem Gewicht, aus dem sich 7,1% Benzin, 34,4% Leuchtöl und 58,4% Rückstand gewinnen ließen. Bezüglich der chemischen Beschaffenheit nimmt der Bentheimer Asphalt gegenüber den hannoverschen Vorkommen (Vorwohle und Limmer-Ahlen) eine Sonderstellung ein. Wegen seiner Unschmelzbarkeit und schlechten Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff wird das Bentheimer Mineral nach amerikanischem Vorbilde (ABRAHAM 1920) nicht zu den Asphalten oder Asphaltiten, sondern zu den asphaltischen Pyrobitumina gerechnet. Es ist deshalb von WEGNER (1931) als „Albertit" bezeichnet worden.

Das bei dem früheren Abbau gewonnene Material wurde teils an Gasfabriken verkauft, teils in eigener Raffinerie verarbeitet. Es ist beabsichtigt, neu zu gewinnendes Gut für säure- und laugebeständige Lacke zu verwenden.

Der Asphalt (Asphaltit) von Darfeld. Nach Mitteilungen von BECKS aus dem Jahre 1841 tritt der Asphalt bzw. Asphaltit hier in zwei, etwa h 12 streichenden Klüften des söhlig liegenden obersenonen Mergels unmittelbar unter dem etwa 1 m mächtigen Lehm auf. Die Mächtigkeit der Gänge ist gering und soll nur sehr vereinzelt auf $^1/_2$ Fuß steigen. Bescheidene Mengen sind in den Jahren 1839/43 ausgebeutet worden.

Nach den neueren Versuchen der Glasuritwerke in Münster-Hiltrup läßt sich der Darfelder Asphalt für die Lackfabrikation verwenden. Er löst sich restlos in Sangajol (Terpentinersatz) und Solventnaphtha (Schwerbenzin). Das Material ist daher für Asphaltlacke brauchbar. Die Bauwürdigkeit dieses Vorkommens scheint jedoch nicht erwiesen zu sein.

Das Vorkommen von Hangenau (bei Buldern). Die im Schrifttum vielfach erwähnten Lagerstätten von Hangenau, Buldern, Appelhülsen bzw. Dülmen beziehen sich alle auf dasselbe Vorkommen, das 1815 in der Bauernschaft Hangenau zwischen Appelhülsen und Buldern im Bergwerksdirektorium des Herzogs von Croy zu Dülmen entdeckt worden ist. Die Gangmächtigkeit des Asphaltits schwankt zwischen der Stärke einer Messerklinge und 3 oder 4 Zoll (selten darüber).

Das bis zu 40 Fuß Tiefe verfolgte Vorkommen soll wegen seiner geringeren Ergiebigkeit und größeren Härte dem Darfelder Asphalt nachstehen.

Von einem 1903 angelegten Schurf der Deutschen Tiefbohr-A.G. bei Buldern hat MENTZEL (1904) vorstehende Skizze entworfen (s. Abb. 671). Hier war der auf Klüften bis 2 cm Mächtigkeit auftretende Asphalt aromatisch riechend, rein, schwarz, von muscheligem Bruch und plastisch. Die Ausscheidung des Asphalts aus Erdöl scheint noch in junger (diluvialer) Zeit vor sich gegangen zu sein, da die Mergelknollen der Grundmoräne mit Asphalthäutchen überzogen waren. Nach Untersuchungen BROOCKMANNS (Bochum) enthält der Asphalt von Buldern 58% in Äther Lösliches (Bitumen) und 42% in Äther Unlösliches (Asphalte). Der Schmelzpunkt liegt über 100°. Das Material brennt mit hoher, stark rußender Flamme und gibt 24% Koks, 75% Gas, 1% Asche. Es erscheint verwendbar zu Dachpappen und Straßenasphalt, jedoch nicht als Bindemittel für Briketts.

Soweit sich ein Urteil gewinnen läßt, scheinen die Vorkommen nicht bauwürdig zu sein.

6. Allgemeine Bemerkungen über die Herkunft der Kohlenwasserstoffe.

Wie schon WEGNER ausführte, ist der klüftige Pläner im Gebiet der Davert und ihrer Umgebung (Hiltrup, Rinkerode, Drensteinfurt, Walstedde, Mersch, Herbern, Ascheberg) anscheinend sowohl der Zahl als auch der Menge der bis jetzt beobachteten Erdölvorboten nach der Hauptträger der Kohlenwasserstoffvorkommen, während sein unmittelbares Hangendes und Liegendes sowie die älteren Schichten des Karbons erst in zweiter Linie in Betracht kommen. Diese Kohlenwasserstoffvorkommen sind hier örtlich an eine Verflachung der im allgemeinen nach N einfallenden Karbonoberkante, der WEGNER den Namen „Davertverflächung" beigelegt hat, gebunden. Sie stehen also nicht in Beziehung zu einem Faltenlager, sondern zu einer fast söhligen Schichtenlagerung bzw. zu einer schwach einfallenden Schwelle einer einseitig geneigten Schichtenfolge.

Über die Herkunft der Kohlenwasserstoffe kann auch heute noch nichts mit Sicherheit gesagt werden. Das Auftreten von Erdgasen im Karbon und im Deckgebirge läßt es — soweit es sich ausschließlich um Methan handelt — als naheliegend erscheinen, in ihnen Ausgangserzeugnisse der Kohle zu sehen. Andererseits sind aber auch zahlreiche Vorkommen von Erdgasen bekannt, wie unter anderem in der Davertverflächung, bei Rheine und Bentheim, bei denen ein gleichzeitiges Auftreten des Methans mit Äthan, höheren Homologen oder Erdöl nebst einem schwachen Gehalt an Helium nachgewiesen worden ist, Bestandteilen, die man angeblich in reinem Grubengas sehr selten beobachtet hat. Auch für die anderen Erdölvorboten steht die Frage nach dem Muttergestein der Petrolea noch offen. Freilich sprechen viele Beobachtungen dafür, daß das Muttergestein der Erdöle und Asphalte in den primär bituminösen Stinkschiefern, Anhydriten oder Stinkdolomiten des mittleren Zechsteins zu suchen ist, wie z. B. bei den Erdölvorkommen von Ochtrup und Corle (bei Winterswijk) und auf Ewald Fortsetzung. Deuten ja auch die großen, unvermutet aufgetretenen Erdölmengen im Zechsteinsalz der Kaligrube Volkenroda (u. a. a. O.) auf Zechsteinöle hin (ALBRECHT 1932). Andererseits ist aber zu beachten, daß Erdöle auch in mesozoischen Schichten entstanden und in anderen Ländern sogar in paläozoischen Formationen (Unterkarbon, Devon und Silur) keine seltenen Erscheinungen sind. Entstammt doch z. B. das Erdöl der im Vorlande des großen Faltengebirges der Alleghanies gelegenen pennsylvanischen Ölgebiete vorwiegend devonischen Schichten.

Dementsprechend erscheint es nicht völlig ausgeschlossen zu sein, daß es sich auch in den verschiedenen Kohlenwasserstoffvorkommen des Ruhrbezirkes um Vorboten von Öllagerstätten handelt, die ähnlich der Lage der Ölfelder Pennsylvaniens zum Alleghanygebirge in der Vortiefe des variszischen Gebirges zur Ausbildung gekommen und hier vielleicht an eine besondere fazielle Ausbildungsform unterkarbonischer oder devonischer

Gesteine gebunden sind (VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT 1935). Die auf Grund dieser Vermutungen angesetzten und zur Zeit betriebenen Tiefbohrungen im Münsterlande bei Ascheberg (s. Abb. 665), Hiltrup, Senden, Oelde u. a. O., die für Tiefen bis 3000 m geplant sind, werden zur Klärung dieser Frage sehr erheblich beitragen.

Jedenfalls ist die Frage nach dem Ursprung des Erdöls in Westfalen durchaus noch nicht als gelöst zu betrachten.

XVIII. Abschnitt.

Technisch verwertbare Gesteine, Mineralquellen und Grundwasservorkommen im Ruhrbezirk.

A. Gesteinsvorkommen.

Das Rheinische Schiefergebirge und das Münstersche Flachland einschließlich seiner Umrandung bergen zahlreiche — nicht nur örtlich — wertvolle Lagerstätten technisch nutzbarer Gesteine, die hier nach Gewinnungsort, Vorkommensart und Verwendung behandelt werden sollen. Ihre Bedeutung, insbesondere im Rahmen des Vierjahresplanes, ist um so größer, als die noch viel zu wenig bekannten Vorkommen nach Menge und Güte stellenweise mehr als ausreichend sind, um den Eigenbedarf unserer engeren Heimat bzw. des Vaterlandes zu decken. Demgemäß kommen ihre Erzeugnisse auch für die Ausfuhr in Frage und sind daher devisenwichtig. Zur leichteren Verfolgung der Einzelvorkommen sei hier auf die eigens für diesen Zweck entworfene, graphische Darstellung (siehe Tafel XIII) verwiesen.

Bei ihrer Besprechung werden auch über ihre wirtschaftliche Bedeutung, über Vorräte und über Fördermengen kurze Mitteilungen gemacht.

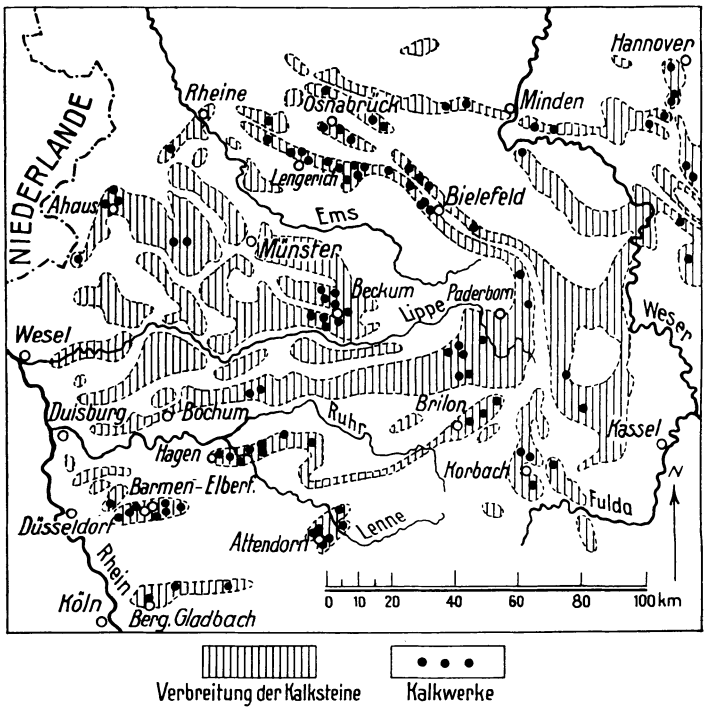


Abb. 672. Die Kalksteinvorkommen Westfalens und ihre Gewinnungsstätten. Nach HESS V. WICHDORFF.

1. Kalkstein, Dolomit und Marmor.

Zu den wirtschaftlich wichtigsten Gesteinen des weiteren Ruhrbezirkes gehören die Kalke und Dolomite (siehe Abb. 672). Der hohe Gehalt an kohlensaurem Kalk (bzw. an Magnesia), der örtlich bis auf 99,5% $CaCO_3$ steigen kann, macht die Kalkgesteine für die verschiedenartigsten Zwecke, und zwar sowohl als Roh- und Hilfsstoffe als auch für Veredlungszwecke, sehr begehrt.

Auf den großen Zug des bis zu 100 m mächtigen, mittel- bis oberdevonischen sog. „Massenkalks" baut sich die bedeutende Kalkindustrie Rheinlands und Westfalens auf. Die wichtigsten Kalksteinbetriebe dieses Zuges liegen in der Richtung von W nach O unter anderem bei Dornap-Hahnenfurt, Neandertal, Gruiten, Hofermühle, Wülfrath, Flandersbach, Elberfeld-Varresbeck, Barmen, Schwelm, Hagen, Letmathe, Iserlohn, Oberhagen, Oberrödinghausen (Hönnetal), Attendorn und Grevenbrück (Biggetal) (s. Tafel I u. XIII).

Der Güte nach sind im allgemeinen die Kalke der Gegend von Dornap und Letmathe den Kalken aus dem Bezirk von Barmen und Schwelm mit ihrer ± starken Dolomitisierung und der Einlagerung



Abb. 673. Gebänderter Kalkspatgang im Massenkalk der Donnerkuhle bei Hohenlimburg. Aufn. KUKUK.

mergeliger Schichten überlegen. Zum größten Teil findet das gewonnene Material als Rohstoff für industrielle Zwecke Absatz.

Ungebrannte Kalke verwendet die Eisenindustrie als Zuschlag (Flußmittel) beim Hochofenprozeß und beim Umschmelzen des Roheisens in Kupolöfen. Gebrannte Kalke benutzt man bei der Gewinnung von Flußeisen und Flußstahl im Thomas- und Siemens-Martin-Verfahren. In gebranntem Zustande dient der Kalk weiter als Weißkalk, Graukalk, Zementkalk und Romankalk, als Löschkalk, Mörtel oder als Düngekalk.

Zusammen mit dem Massenkalk finden sich auch größere Vorkommen von Dolomit [$CaMg(CO_3)_2$], mit rd. 54% $CaCO_3$ und 46% $MgCO_3$.

Er wird vorwiegend bei Gruiten, Schwelm und weiter in der Lüntenbeck bei Barmen gewonnen. Der hier abgebaute Dolomit wird gesintert, gemahlen und, mit Teer gemischt, vorwiegend zur Herstellung des feuerfesten Futters der Konverter für das basische Stahlgewinnungsverfahren und für Elektrostahlöfen, ferner für hydraulischen Mörtel und zur Herstellung künstlicher Magnesia (MgO) verwendet.

Ein kleiner Teil des Kalksteins und Dolomits findet ungebrannt (teils roh, teils gemahlen) als Baustein, Düngemittel, Kleinschlag, Betonkies, Gartenkies u. a. Absatz.

Die Gesamtjahreserzeugung der Kalkwerke des Ruhrbezirkes ist nicht bekannt. Als Maßstab der großartigen Betriebe möge die Leistung des größten Werkes (Rheinisch-Westfälische Kalkwerke A.-G. Dornap) dienen, das für 1936 eine Jahresförderung von rd. 3 Mill. t Rohkalkstein und Rohdolomit angibt, bei einer Belegschaft von rd. 1300 Mann. Der gesamte Gesteinsvorrat dieser Gesellschaft wird auf etwa 1 Millrd. t geschätzt.

Im Verlauf des Massenkalkzuges treten örtlich Lager, Gänge und Nester aus reinem, weißem Kalkspat auf, die entweder für Zwecke der chemischen Industrie oder für Gartenbaubedürfnisse (Gartenkies u. a.) abgebaut werden.

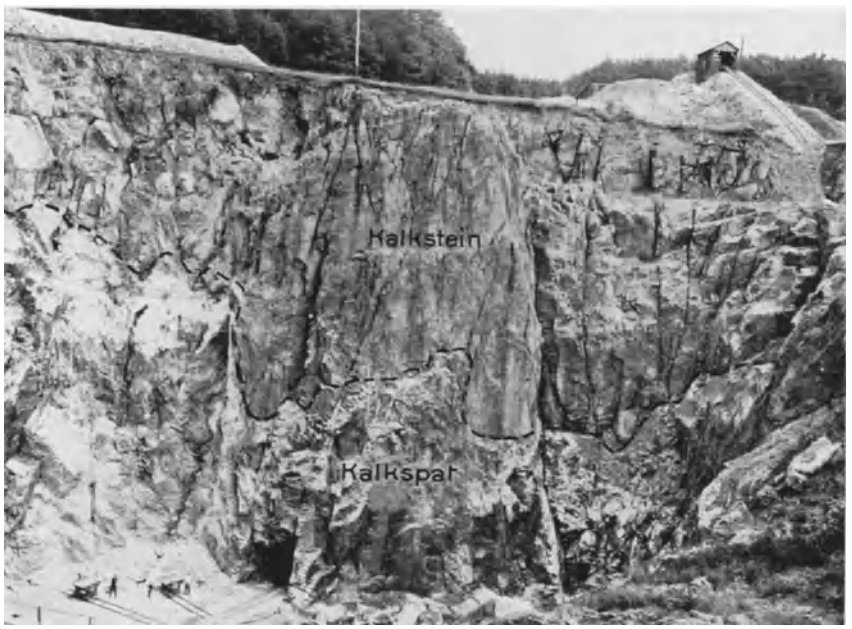


Abb. 674. Mächtiges Kalkspatvorkommen im mitteldevonischen Massenkalk von Beckum bei Balve.

Unter diesen sind zu nennen die stellenweise sehr mächtigen, weißen, örtlich aber auch buntgebänderten Kalkspatgänge in der Donnerkuhle bei Hohenlimburg (s. Abb. 673), das ungewöhnlich umfangreiche Kalkspatvorkommen (Gang?) der Gewerkschaft Roth bei Beckum nördlich von Balve (s. Abb. 674) und die Kalkspatgänge des Briloner Massenkalks, die bis zu 10 m und mehr mächtig werden.

Marmor. Stark metamorphosierte Kalke mit kristalliner Struktur sind nicht vorhanden. Dagegen werden und wurden dichte und schön gezeichnete, polierfähige Kalksteine örtlich als Marmor verschliffen, und zwar für Bausteine, Schalttafeln, Tischplatten usw.

In Betracht kommen hier z. B. der oberdevonische Dorper oder der mitteldevonische Schwelmer Kalk und der oberdevonische Kramenzelkalkstein von Mecklinghausen im Bergrevier Olpe.

Wegen seines geringen Widerstandes gegen die Atmosphärilien eignet sich der braun- bis fleischrote, zuweilen auch grün- bis bräunlich gefärbte und prächtig gezeichnete Mecklinghäuser Marmor jedoch nur für Innenschmuck.

Weitere Vorkommen nutzbarer Kalke und Marmore stellen die mitteldevonischen Kalke (Massenkalke) des nordöstlichen Sauerlandes dar.

Sie werden oder wurden bei Nieder-Alme, Nehden, Brilon, Grube Enkhausen bei Meschede, Bredelar, Suttrop und Warstein u. a. O. in kleineren und größeren Betrieben gebrochen (s. Tafel XIII). Leider kommt dem westfälischen Marmor eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung nicht zu, da er die Gewinnung großer und reiner Blöcke nicht gestattet.

Eine gewisse Rolle haben früher die sog. Hornsteine bei Belecke (Warstein) gespielt. Es handelt sich hier um oberdevonische Kalke, die durch jüngere kieselsaure Lösungen in grau-blau-schwarze, quarzitische Gesteine (mit 94% SiO_2 und 0,75% $CaCO_3$ und rd. 2300 kg/cm² Druckfestigkeit) umgewandelt sind.

Die hier lange Jahre von der Provinz Westfalen betriebenen Brüche (s. Abb. 675) sind heute bedeutungslos, da die leicht gewinnbaren Vorräte fast erschöpft sind.



Abb. 675. Aufschluß im Hornstein des Steinbruches von Belecke bei Warstein. Aufn. KUKUK.

Im Gegensatz zu der vielseitigen Verwendung des in Belgien in großer Ausdehnung vertretenen Kohlenkalks (sog. belgischer Granit) ist das graue, gutgebankte Material des auf ein schmales Band beschränkten Kohlenkalks des Velberter Sattelbezirkes zur Zeit nur sehr untergeordnet gefragt.

Daher sind die früher ausgedehnten Betriebe auf dem schon fast abgebauten Kohlenkalkstreifen des Velberter Sattels heute auflässig. Auch der bekannte, noch vor einem Jahrzehnt in Betrieb befindliche, große Bruch von Cromford bei Ratingen ist als erschöpft eingestellt worden.

Nur örtliche Bedeutung haben die blaugrauen Plattenkalke und Kieselkalke des Kulms. Die infolge ihrer gleichmäßigen Bankung eine leichte Bearbeitung gestattenden Gesteine werden teils als Hausbausteine und Werksteine, teils als Packlage gebraucht. Wegen der geringen Breitenerstreckung des Kulmbandes sind die Betriebe nicht sehr umfangreich.

Bekannte Brüche befinden sich unter anderem bei Schälk, Östrich, Allendorf, Oese (s. Tafel XIII), im Röhrtale bei Herdringen südlich von Neheim, bei Weninghausen und bei Müschede im Kr. Arnsberg.

Bei Corbach-Marsberg beherbergt der Zechstein gewisse Kalkvorkommen, die wegen ihrer Reinheit (rd. 98,5% $CaCO_3$) teils unmittelbar als Werkstein, teils in gebranntem Zustande als Hausputz („Zechit") herangezogen werden.

Auch gewisse Kalke des oberen Muschelkalks (sog. Trochitenkalke) eignen sich zum Kalkbrennen und als Bausteine. Sie sind früher bei Osnabrück als „Marmor" verschliffen worden.

An vielen Stellen werden auch die Schaumkalkbänke des unteren Muschelkalks (Wellenkalks) verwendet.

So wurden bei Osnabrück und Bielefeld zwei Oolithbänke des unteren Muschelkalks als Bausteine und zu Wegebauzwecken in erheblichem Umfange gebrochen.

Von großer Wichtigkeit ist das Vorkommen von Kalksteinen und Mergeln der Lamarcki- und Scaphitenschichten des Turons und des Cenomans im Zuge des Teutoburger Waldes sowie des Nordwestrandes.

Wegen ihrer Reinheit werden die dortigen Kalke und Mergel (mit einem Gehalt an $CaCO_3$ von 70—94%) sowohl zur Zementbereitung als auch zur Herstellung von Wasser- oder Weiß- (Fett-) Kalk ausgiebig herangezogen.

Größere Betriebe liegen unter anderem bei Lengerich, Iburg, Halle, Altenbeken und weiter im NW bei Rheine, Wessum, Bevergern, Stadtlohn und Wettringen. Die zwischengelagerten weichen Mergel dienen vielfach zum Kalken der Äcker.

Örtlich finden auch die Plänerkalke der Hochfläche von Paderborn Verwendung.

Beispielsweise werden bei Büren die Pläner des Cenomans und bei Geseke die oberturonen Schlönbachi-Schichten für die Zwecke der Zementindustrie abgebaut.

Weitere wichtige Vorkommen stellen die flachgelagerten Kalksteine und Mergel des Obersenons der unteren Mukronatenstufe der Beckumer Berge dar. Hier geht bei Beckum, Neubeckum und Ennigerloh ein reger Steinbruchsbetrieb um. Sein Material bildet die Grundlage für eine bedeutende Zementindustrie.

Der $CaCO_3$-Gehalt des Rohstoffes beträgt im Durchschnitt rd. 76%; der Rest besteht aus Al_2O_3, SiO_2 und Fe_2O_3. Für die wirtschaftliche Bedeutung des Bezirkes spricht, daß hier im Jahre 1913 nicht weniger als 12 Kalkwerke, 8 Portlandzementfabriken und 7 mit Kalkbrennereien verbundene Portlandzementwerke bestanden.

Die Gesamtjahresleistung der münsterländischen Zementwerke belief sich im Jahre 1913 auf rd. 427000 t Zement. 1935 war die Produktion schon auf rd. 740000 t gestiegen.

Haupterzeugnisse der dortigen Zement- bzw. Kalkindustrie sind: Portlandzement, ein künstliches, inniges Gemenge von kohlensaurem Kalk und Ton mit rd. 75% $CaCO_3$ und rd. 17% Al_2O_3, SiO_2 und Fe_2O_3, das bis zur Sinterung (1200—1400°) gebrannt und mehlfein gemahlen wird; Weißkalk oder Fettkalk, ein bis unterhalb der Sintergrenze gebrannter, reiner Kalkstein; Wasserkalk, ein bis unterhalb der Sintergrenze gebrannter, toniger Kalkstein; Romankalk, ein bis unterhalb der Sintergrenze gebrannter, kieselsäurereicher Kalkstein sowie Düngekalk, gemahlener oder gebrannter Kalkstein.

2. Grauwacke, Sandstein und Quarzit.

Als ein sehr wertvoller Baustoff ist die Grauwacke des Bergischen und des Sauerlandes anzusehen, die hier in den verschiedensten Stufen des Devons, vornehmlich in den Mühlenberg-Schichten, vertreten ist. Mit einer Druckfestigkeit von 2500 bis 4000 kg/cm² steht das sehr widerstandsfähige Gestein mit an erster Stelle nach den sog. Hartgesteinen.

Das rheinisch-westfälische Grauwackengebiet (s. Tafel XIII) umfaßt etwa 70—80 Betriebe mit rd. 150 Brüchen. Seine Hauptgewinnungsstätten liegen unter anderem im Lenne-, Nette- und Rahmedetal bei Altena, bei Gummersbach, im Aggertal, bei Lindlar, Engelskirchen und im Wiehltal. Hier wurden 1935 rd. 1500 Arbeiter beschäftigt, die etwa 2,5 Mill. t Pflaster und Kleinpflaster, Bord- und Werksteine, Packlage, Kleinschlag und Splitt erzeugten. Praktisch sind die Vorräte dieses wertvollen Bausteines unerschöpflich.

Eine große Rolle spielen auch die Sandsteine, und zwar insbesondere die des Karbons. Wegen ihrer meist geringen Härte sind die Sandsteine des Flözleeren im allgemeinen nur von geringer Brauchbarkeit. Lediglich in der untersten Zone des Flözleeren ist Härte und Verwitterungsbeständigkeit der Sandsteine und Quarzite so groß, daß an einzelnen Stellen, so z. B. bei Hagen, Brüche zur Gewinnung von Pflastersteinen, Bordsteinen, Schottermaterial usw. betrieben werden oder wurden.

Besseres Material liefert das flözführende Karbon. Im südlichsten Teil des Ruhrbezirkes tritt „Ruhrsandstein" oder „Kohlensandstein" an vielen Stellen zutage. Wegen ihrer Wetterfestigkeit sind die mächtigeren, mittelkörnigen Bänke, besonders die kieselsäurereichen (mit einem SiO_2-Gehalt zwischen 85 und 95%), sowie die örtlich konglomeratisch ausgebildeten und stellenweise sehr druckfesten Sandsteine stark begehrt.

Die Sandsteine verteilen sich auf die verschiedensten Zonen des flözführenden Karbons. Es werden bevorzugt die Magerkohlenschichten. Bekannte Sandsteinhorizonte finden sich unter anderem im Hangenden des Flözes Präsident, unterhalb des Flözes Sonnenschein, über Flöz Plaßhofsbank, unter Flöz Finefrau, unter Flöz Mausegatt, unter Flöz Sarnsbank, unter Flöz Wasserbank und über und unter Flöz Neuflöz sowie in der Zone der liegendsten Werksandsteinbank. Sind die Eigenschaften der Sandsteinbänke in der Horizontalen meist einigermaßen gleichbleibend, so zeigen sie in der Vertikalen nicht unerhebliche petrographische Unterschiede voneinander.

Dem Ausgehenden des flözführenden Karbons entsprechend, liegen die Hauptbrüche nördlich und südlich der Ruhr in der Richtung von O nach W, unter anderem bei Westhofen, Dortmund, Herdecke, Stockum, Witten, Bommern, Sprock-

hövel, Hattingen, Dahlhausen, Bochum, Kupferdreh, Essen, Altendorf und Mülheim (s. Tafel XIII).

Das im frischen Zustande hellgrau bis blaugrau aussehende Gestein nimmt infolge seines Gehaltes an Eisenkarbonaten bei der Verwitterung, die meist der Querklüftung folgt, vielfach eine gelbbraune Färbung



Abb. 676. Gewinnung großer Blöcke aus der liegendsten Werksandsteinbank der Magerkohlenschichten. Steinbruch in der Rettelsmühle bei Herdecke.

und bisweilen durch Auftreten konzentrischer Eisenausscheidungen ein schönes, ringförmig gebändertes Aussehen an (s. Abb. 62).

Je nach seiner Zusammensetzung und seiner stratigraphischen Lage ist die Druckfestigkeit des Sandsteins sehr verschieden. Sie bewegt sich etwa zwischen 1000 und 3500 kg/cm². Sein spezifisches Gewicht beträgt etwa 2,6. Auch hinsichtlich der geringen Wasseraufnahmefähigkeit, guten Frostbeständigkeit, der stets vorhandenen Griffigkeit und großen Zähigkeit entspricht der Sandstein den Bedingungen eines guten Bausteins.



Abb. 677. Piesbergsandstein mit Gletscherschrammen. Geologisches Institut Münster.

Beweis für die Wetterbeständigkeit der konglomeratischen Sandsteine liefern die vorwiegend aus diesem Material erbauten und gut erhaltenen, alten Ritterburgen, Kirchen, Klöster, Patrizierhäuser und Herrensitze des Ruhrbezirkes. Auch das Herausragen ausgeprägter Höhenrücken, auf denen die Gebäude vielfach errichtet sind, spricht für die Widerstandsfähigkeit der sie aufbauenden Gesteine.

Das in der Nachkriegszeit sehr vernachlässigte Material findet heute wieder eine wachsende Verwendung (s. Abb. 676), und zwar in erster Linie zu Pflaster- und Fundamentsteinen, zu säurefesten Bottichen und Trögen, als Bausteine für Wasserbauten, als feuerfestes Gestein, zu Bordsteinen, als Packlage und als Kleinschlag u. a. Für architektonische Zwecke kommen nur die feinkörnigen, kluftfreien Sandsteine in Betracht, die für manche schönen Gebäude verwandt worden sind, wie für den Justizpalast in Kassel und die Post in Elberfeld. Zur Zeit stehen weit über 60 Steinbrüche mit rd. 1300 Arbeitern wieder in Betrieb.

Wirtschaftliche Bedeutung haben auch die Betriebe auf dem karbonischen Sandsteinvorkommen des Piesberges bei Osnabrück in den Gemeinden Pye, Lechtingen und Haste, die zahlreichen Einzelbrüche des Ibbenbürener Schafberges bei Bockrade, Püsselbüren und am Dickenberge sowie die Brüche bei Bevergern.

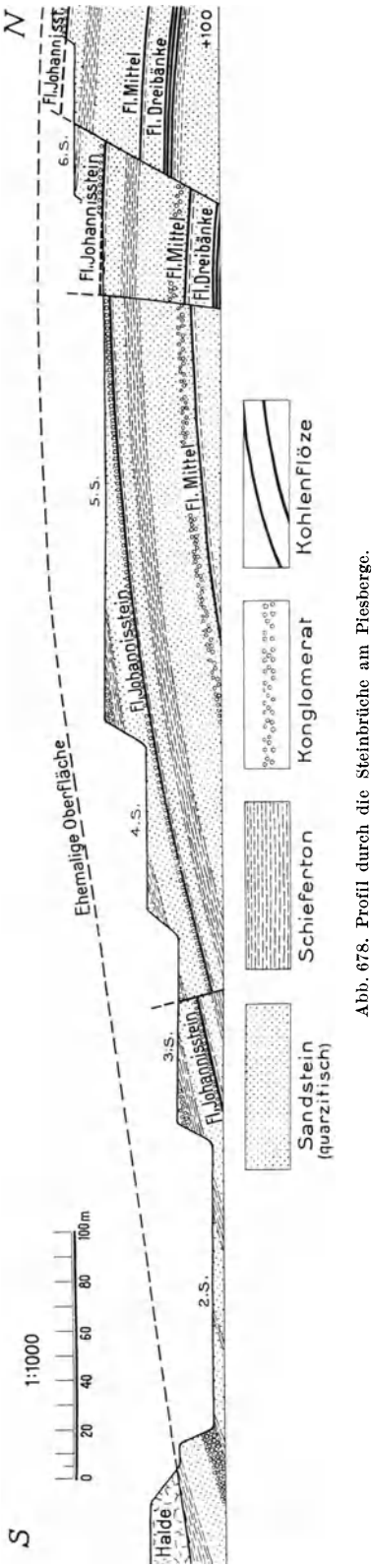


Abb. 678. Profil durch die Steinbrüche am Piesberge.

Das am Piesberge fast durchweg quarzitisch ausgebildete und sehr gleichmäßig gekörnte Gesteinsmaterial ist von besonders guter Beschaffenheit. Seine geringe Verwitterbarkeit und große Härte wird unter anderem durch die auch heute noch vorhandenen, eiszeitlichen Gletscherschrammen auf der Oberfläche des anstehenden Sandsteines bewiesen, von denen Abb. 677 eine Vorstellung gibt. Die durchschnittliche Druckfestigkeit des sehr gleichmäßigen Gesteins schwankt zwischen 1900 und 2300 kg/cm².

Wegen seiner wertvollen Eigenschaften wird das in einer Reihe übereinanderliegender Terrassen (s. Abb. 678) gewonnene Material zu den verschiedensten Zwecken, wie Werksteinen, Bordsteinen und Pflastersteinen, aber auch für Hafenbauten, Kirchen und monumentale Gebäude (Rathaus und Dom in Osnabrück, Museum in Bremen), sowie als Gleisschotter, als Splitt und Edelsplitt aller Art verwendet. Die Erzeugung verkaufsfähigen Materials am Piesberg betrug im Jahre 1936 weit über 600000 t bei rd. 1000 Mann Belegschaft.

Ähnlichen Zwecken dienen auch die Sandsteine von Ibbenbüren, die allerdings hinsichtlich ihrer Druckfestigkeit mit etwa 1000—1500 kg/cm² hinter der des Piesberger Sandsteins zurückstehen.

Auch die Trias beherbergt brauchbare Sandsteine. In Wrexen und Scherfede (bei Warburg an der Diemel) sowie am Solling sind im Mittleren Buntsandstein 50—60 m mächtige Sandsteinbänke (Wesersandsteine) entwickelt, die das Material zu feinkörnigen, gelblichweißen bis hellgrauen (Wrexen), seltener rotbraunen (Solling) Werksteinen und für Fußbodenbelag abgeben.

Bei Münder (im Solling) hat man kieselige, poröse, braunrote bis kirschrote Gesteine des mittleren Buntsandsteins zu Mühlsteinen und Bausteinen verwendet, so z. B. für den Bau der Abtei Corvey.

An anderen Orten des Sollings werden plattige Sandsteine für Dach- und Hausbedeckungen (sog. Sollingplatten) gebrochen. Weitere Betriebe auf Sandsteine des Buntsandsteins liegen bei Hameln und Carlshafen a. d. Weser.

Wertvolles Material liefern auch die Quarzitvorkommen. Gebaut werden Quarzitbänke des oberen Keupers bei Aerzen, rotgeflammte Keupersandsteine bei Vlotho, Triassandsteine bei Hameln und Schötmar und ferner Jurasandsteine bei Osterkappeln und Wehrendorf.

Großstückig brechende, grobkörnige, braune Sandsteine der jurassischen Makrocephalenschichten (Oberer Dogger), sog. „Portasandsteine", gewann man am Jakobsberge a. d. Porta sowie bei Nettelstedt (Kreis Lübbecke) in ausgedehnten, unterirdischen Brüchen.

Das verhältnismäßig wetterbeständige, wertvolle Gestein eignet sich besonders für monumentale Gebäude, wie der Dom zu Minden und das Denkmal des Wittekindberges zeigen.

Reich an Sandsteinen ist der Teutoburger Wald, wo als Werksandstein an zahlreichen Stellen in bedeutenden Betrieben der der unteren Kreide angehörige sog. „Teutoburger Waldsandstein" gebrochen wird.

Unter diesen Begriff fallen sowohl die eisenschüssigen Gaultsandsteine als auch die ähnlich aussehenden Neokomsandsteine (dickbankig abgelagerte, weißgelbe Sandsteine und die Hilssandsteine). Die wichtigsten

Betriebe liegen unter anderem bei Bielefeld, Detmold und Neuenheerse, Völmerstod, Örlinghausen und Tecklenburg.

Das Gestein findet seine Hauptverwendung zu Grabsteinen, Treppenstufen, Steintrögen und als Baustein (vgl. die Bauten des Schlosses zu Detmold und den Unterbau des Hermannsdenkmals).

In den bekannten Externsteinen tritt es als beherrschendes Naturdenkmal in Erscheinung (s. Abb. 679).



Abb. 679. Die Externsteine bei Horn im Teutoburger Wald vor der Freilegung. Nach käuflicher Photographie.

Genannt seien auch die weißgelben Sandsteine der Trias von Neuenheerse. Sie dienen unter anderem zur Auskleidung von Glasöfen.

Ebenso vielseitig ist die Verwendung des feinkörnigen, kieseligen, weißen bis rötlichen Sandsteins des unteren Neokoms.

Das Gestein wird bei Bentheim, Gildehaus (s. Abb. 680) und besonders in Hörstel (bei Rheine) in einer Reihe von Brüchen gewonnen. Ein weiteres Vorkommen ist das von Brochterbeck (bei Ibbenbüren). Hier wird ein feinkörniger, weißer Sandstein gebrochen, der weit über Deutschland hinaus als Baustein bekannt geworden ist (Rathaus und kgl. Palais in Amsterdam). Seine Wetterbeständigkeit macht ihn zu einem besonders wertvollen Bau- und Bildstein (vgl. Schloß zu Bentheim und das Denkmal des „Herrgott von Bentheim").

Bemerkenswerterweise ist der in der Grafschaft Bentheim gebaute Sandstein ein vom Verfügungsrecht des Grundeigentümers ausgeschlossenes „regales" Mineral.

Reich an wertvollen Sandsteinbänken ist ferner die Wealdenformation. Das hier auftretende, teils kieselige, teils kalkige Gestein wird in großen Brüchen, unter anderem in den Bückebergen, im Deister, am Süntel und im Osterwalde ausgebeutet (vgl. Tafel XIII).



Abb. 680. Nach S einfallende Sandsteinbänke der unteren Kreide (Hauterivien) im Gildehäuser Rücken. Aufn. KUKUK.

Ein besonders vortreffliches Material bietet der bei Obernkirchen (Grafschaft Schaumburg) gebrochene, kieselige, hellgraue bis gelbweiße Quarzsandstein (Obernkirchener Sandstein) von feinem und festem Korn, der für Grabdenkmäler und Bausteine (Kölner Domtürme, Ulmer Münster, Bremer Rathaus) gern verwandt wird. Ebenso vielseitig wurde der bekannte Deistersandstein benutzt, so z. B. für den Kölner Dom, Kirchen in Bückeburg, Siegessäule in Berlin u. a.

Wertvolle Sandsteine beherbergt auch die obere Kreide. Genannt sei hier der mergelige, glaukonitreiche, grüne Kalksandstein, der sog. Grünstein des mittleren Turons.

Es handelt sich um den bekannten Grünsand, einen glaukonitischen Kalksandstein mit phosphorsäurehaltigem Bindemittel der „Scaphitenschichten" bei Soest (Westbüderich, Werl und Ampen), den sog. „Soester (Werler) Grünsand" (s. Tafel XIII).

Der früher sehr ausgiebig, heute nur in vereinzelten Steinbrüchen (s. Abb. 681) gewonnene, an sich sehr ausdrucksvolle Soester Grünsand ist der Verwitterung stark ausgesetzt, wie die starken Zerstörungen der feinen Filigranarbeiten an den schönen Soester Kirchen beweisen. Die Druckfestigkeit des Ampener Gesteins ist nicht sehr hoch. Sie wird mit 800—1000 kg/cm² angegeben.

Wertvoll ist auch der Grünwerksandstein (grüner Kalksandstein) der Lamarckischichten bzw. des Cenomans des östlichen Haarstranges bei Altenrüthen und Rüthen (Bezirk Brilon).

Im Gegensatz zum Soester Grünsand zeichnet sich der ebenfalls schönfarbige Rüthener Sandstein durch seine verhältnismäßig hohe Wetterbeständigkeit aus.

Ähnlicher Art sind die bei Anröchte südlich Lippstadt, Belecke, Geseke und Erwitte gebrochenen, fälschlich als „Dolomit" bezeichneten Kalksandsteine.



Abb. 681. Flach gelagerte Schichten des Soester Grünsandes mit einer 2 m mächtigen Werksandsteinbank am Liegenden. Ampen bei Soest. Aufn. KUKUK.

Die obersenonen Schichten des Rückens von Altenberge-Nienberge und besonders des Gebietes der Baumberge sind reich an Sandsteinen (sog. Baumberger Sandstein) von gelblicher Farbe und feinem Korn mit kalkigem Bindemittel, die wegen ihrer leichten Bearbeitbarkeit früher zu den beliebtesten Bausteinen Norddeutschlands zählten.

Sie wurden und werden bei Schapdetten, Havixbeck und Nottuln gebaut. Die dortigen Kalksandsteine enthalten 57—70% $CaCO_3$, 26—37% SiO_2 und 1,7—2,4% Al_2O_3. Ihre gute Ausdrucksfähigkeit und schöne Nachfärbung machten sie schon im Mittelalter zum gesuchtesten Material des Münsterlandes für alle Arten von Bauten. Leider wird das Gestein durch die Einwirkung der SO_2 der Luft leicht zersetzt, so daß es heute in weit geringerem Maße, und zwar vorwiegend zu Innenbauten, Verwendung findet.

Nicht zu vergessen sind schließlich die zu Sandstein- bzw. Quarzitbänken verkitteten untersenonen Sande vom Stimmberge bei Haltern (s. Abb. 682), von Lembeck, Bork und Netteberge. Durch ihre geringe Härte sind sie allerdings nur gelegentlich verwendungsfähig, wie als Packlage u. a.

Sandsteine und Quarzite des Juras werden am Gehn bei Bramsche gebaut.



Abb. 682. Unvollkommen verfestigte Sandsteinbänke in den Halterner Sanden am Stimmberg bei Recklinghausen. Aufn. KUKUK.

Hier werden grünweiße Quarzite (Heersumer Schichten) und Sandsteine (unterer Kimmeridge) zu Pflastersteinen und Splitt verarbeitet.

3. Dachschiefer und Tone.

Von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung sind die durch Gebirgsdruck ausgezeichnet geschieferten Dach- und Plattenschieferlager der mittel- und oberdevonischen Schichten des oberen Ruhrtals (s. Tafel XIII). Die vorwiegend in zwei Zügen, dem südlichen Fredeburg-Willinger und dem nördlichen Nuttlar-Antfelder Bezirk auftretenden, meist stark gefalteten, 5—30 m mächtigen Lager werden auf den Schiefergruben zu Fredeburg, Raumland, Heiminghausen, Nordenau und Willingen bzw. auf den Gruben in Nuttlar und Antfeld in unterirdischen Betrieben schwunghaft ausgebeutet.

Das blaugraue, geschieferte Gestein (der sog. „schwarze Marmor" des Sauerlandes) liefert ein ausgezeichnetes, dünnplattiges Material, das sehr wetterfest und frostbeständig ist. Es wird dabei zu den verschiedensten Zwecken, insbesondere zu Dachschiefern (Schuppen), Wandtafeln, Schalttafeln, Fußleisten, Billardtischen, Grabsteinen, Hausverkleidungen, Fensterbänken u. a. verwendet. Eine Analyse des Dachschiefers aus dem Kaiser Wilhelm-Stollen bei Ostwig ergibt: $SiO_2 = 51{,}5\%$, $Al_2O_3 = 18{,}02\%$, $Fe = 5{,}15\%$, $CaO = 5{,}8\%$, $MgO = 4{,}38\%$, $H_2O = 2{,}82\%$.

Der schon den Römern nicht unbekannte Bergbau wird seit dem Jahre 1600 ± regelmäßig betrieben. Die Gesamterzeugung und der Geldwert der Dachschiefer und Schieferplatten Westfalens belief sich nach PLÜMPE (1917) im Jahre 1912 auf rd. 80000 m² Dachschiefer und rd. 30000 m² Schieferplatten im Gesamt-

werte von rd. 690000 Mk. Im Jahre 1935 erzeugte einer der größten Betriebe, die Schieferbau A.G. Nuttlar bei Nuttlar, rd. 3000 t an Dachschiefern, rd. 1000 t an Schieferplatten für die Elektroindustrie und rd. 1500 t an Tafelschiefern u. a.

Als ein sehr wichtiges Gestein haben früher die Alaunschiefer des Kulms gegolten. Diese feinschichtigen, durch organische Reste dunkelgefärbten Schiefer (mit *Posidonomya becheri*), die einen hohen Gehalt an Eisenkies (FeS_2) und Bitumen ähnlichen Bestandteilen besitzen, sind vielorts auf Alaun verarbeitet worden.

Man warf den Schiefer zunächst für 1—2 Jahre auf Halde, um ihn verwittern (oxydieren) zu lassen. Hierbei entstand Eisenvitriol ($FeSO_4$) und freie Schwefelsäure (H_2SO_4), wodurch der Ton zersetzt wurde, während sich die Tonerde in Aluminiumsulfat umwandelte. Dieses wurde ausgelaugt und unter Zusatz von Kaliumsulfat eingedampft. Hierbei kristallisierte Alaun $= KAl(SO_4)_2 + H_2O$ aus.

Zahlreiche, noch heute sichtbare, rostrote Halden sowie Schürfe am Ausgehenden des Kulmschieferbandes legen Zeugnis für den ausgedehnten alten Bergbau ab. Heute wird Alaun nicht mehr gewonnen.

Wirtschaftliche Verwendung finden auch die dunklen Lydite (Kulmkieselschiefer), die man an sehr verschiedenen Stellen des Kulmbandes für Zwecke des Kleinschlags und Kleinpflasters bricht (s. Abb. 36).

Als hochwertiger Stoff muß ferner der feuerfeste Ton aus den Flözen Erda und Hagen der Flammkohlenschichten bezeichnet werden (s. Abb. 256).

Leider ist die Mächtigkeit dieser in den beiden Flözen eingelagerten Bergemittel so gering, daß eine wirtschaftliche Verwendung trotz vieler Versuche nicht gegeben zu sein scheint.

Gleichfalls technisch wichtige Gesteine sind die ± reinen Tone.

Zur Herstellung von Töpferwaren kommen die Tone der unteren Kreide bei Stadtlohn und Gronau in Betracht. Auf ihnen baute sich die früher blühende Stadtlohner und Gronauer Töpferindustrie auf.

Gewisse Wealdentonschiefer sind örtlich, z. B. bei Salzbergen-Rheine, wegen ihres hohen Gehaltes an Bitumen zur Paraffindestillation zeitweise gewonnen worden.

Wirtschaftliche Bedeutung kommt auch den mitteloligozänen Tonablagerungen im NW bzw. W zu. Sie werden bei Schermbeck (Schermbecker Ton- und Falzziegelwerke A.-G.), Rhedebrügge und Mülheim-Speldorf als wertvolles Material für Dachpfannen, Ziegel, Tonröhren und andere Tonwaren abgebaut.

4. Mergel.

Eine vielseitige Verwendung besitzt der Mergel der verschiedensten Formationen. Wegen seines Kalk- und Kaligehaltes hat er vor der Einführung der Kalidüngung vielfach als Düngemittel gedient.

Noch heute verwendet man glaukonitische Mergel der Tertiärmulde von Bünde zum Düngen der Äcker, während deren Kalkbänke als Bausteine oder auch zum Kalkbrennen benutzt werden.

Auch die Mergel des Keupers dienen stellenweise zu Düngezwecken.

Gewisse Mergel des unteren Malms (Kimmeridge-Stufe) an der Porta finden samt den eingelagerten Kalkbänken in der Zementfabrikation Verwertung.

5. Ziegelmaterial.

Der großen baulichen Entwicklung im westfälischen Raume entsprechend, ist im Lande auch eine starke Ziegelsteinindustrie entstanden. Den wichtigsten Rohstoff zur Herstellung der Ziegelsteine für den Bedarf der großen Städte liefern die tonigen Gesteine fast aller Formationen des westfälischen Raumes. In Betracht kommen in erster Linie die diluvialen, kalkarmen und tonreichen Lößlehme (nebst dem Lehm der Flußterrassen und der Talauen), sodann die Schiefer des Karbons und des Juras im nordwestfälischen Berglande, die Tone der unteren Kreide an der holländischen Grenze bei Ochtrup, Gronau, Alstätte und Stadtlohn sowie die des Septarientons. Auch der diluviale Geschiebemergel wird im Münsterlande (so bei Haltern, Vreden, Münster, Emsdetten) zur Ziegeldarstellung herangezogen. Bei Dörentrup (Lippe) werden glaukonitische miozäne Tone für diese Zwecke verwendet, desgleichen bei Bocholt.

Das in unerschöpflichen Mengen vorhandene Material wird in zahllosen, über das ganze Revier verstreuten Ziegeleien in großen und kleinen Betrieben gewonnen. Zahlenmäßige Unterlagen waren nicht zu erlangen.

Große Bedeutung besitzen weiter die ausgedehnten Ablagerungen der Schiefertone und Tonschiefer des mittleren und oberen Flözleeren (Zone der Ziegelschiefer), sowie die lehmig zersetzten Schiefer anderer Formationen, die an zahlreichen Stellen zur Herstellung von Ziegelsteinen ausgewonnen werden (s. Tafel XIII).

Ein wertvolles Material ist auch der ungeschieferte Schieferton der verschiedenen Stufen des flözführenden Karbons, der im Gegensatz zum Lehm, Ton und Mergel der üblichen Ziegeleien nur im gemahlenen und angefeuchteten Zustande plastisch ist.

Auf diesem Umstand beruht die Herstellung von Mauersteinen, die sog. „Trockenpressung". Sie besteht darin, daß der im Kollergang zu Pulver vermahlene und in Formkästen gefüllte Schieferton mit 6% Feuchtigkeitsgehalt unter Druck gepreßt wird. Die so erzeugten Rohlinge bedürfen keines Trocknungsprozesses mehr, sondern können von der Presse aus sofort im Ringofen gebrannt werden.

Auf den Zechenziegeleien wurden im Jahre 1936 rd. 49 Mill. Stück Grubenschiefersteine erzeugt, die härter und widerstandsfähiger sind als die aus Lehm hergestellten Steine. Insgesamt erzeugten die Zechen auf ihren Ziegeleien rd. 166 Mill. Steine.

Vielfach werden auch die zutage tretenden, tonig verwitternden Mergel der oberen Kreide, so wie am Kassenberg bei Mülheim, bei Dortmund, Lünen, Dorsten, Bottrop u. a. O. verarbeitet.

Auch dieses Material gibt gute Steine, jedoch haben sie weniger schöne Farben. Hier muß dafür gesorgt werden, daß die stark kalkhaltigen Gesteinszonen ausgehalten werden.

6. Kies und Sand.

Die Vorräte an diesen Stoffen sind in Westfalen nicht übergroß. In Betracht kommen zunächst die mächtigen Kieslager der Rhein-, Lippe-, Ruhr- und Weserterrassen. Sie eignen sich wegen des Fehlens lehmiger Bestandteile besonders als Betonkies, Gartenkies sowie als Versatzmaterial für die Gruben.

Gutes Material findet sich unter anderem in der Hauptterrasse bei Dümpten und Frintrop. Weserkiese werden bei Hausberge, Lippekiese bei Haltern gebaggert. Große Kieslager finden sich ferner bei Veltheim (zwischen Rinteln und Vlotho).

Die gleiche Bedeutung haben die weit verbreiteten Sande der Haupt- und Niederterrasse sowie der Täler.

Sie werden an vielen Stellen als Bausande (Mauersand oder Mörtelsand) oder zur Herstellung von Gußformen in der Eisen- und Stahlindustrie verwendet. Es handelt sich in ihnen um Sande mit feinem und gleichmäßigem Korn, die sich scharf anfühlen und nach der Verarbeitung gasdurchlässig sind.

Zu nennen sind weiter die tonig-mergeligen, schwach glaukonitischen Sande des Untersenons, die für technische Zwecke an einigen Stellen in mächtigen Tagebaubetrieben schwunghaft abgebaut werden.

Man gewinnt sie bei Osterfeld (für Eisennaß- und Trockenguß), bei Bottrop (für Stahlnaß- und Metalltrockenguß) sowie am Annaberg bei Haltern.

Als Formsande finden auch die in großen Gruben östlich von Ratingen gewonnenen oberoligozänen Sande Verwendung (Abb. 563).

Mörtelsande werden in zahlreichen Aufschlüssen der Münsterländischen Endmoräne gewonnen.

Wichtige Sandgruben liegen bei Münster, Hiltrup und Emsdetten, in den sandigen Kiesrücken bei Waltrop, bei Recklinghausen und Billerbeck sowie in der Endmoräne bei Witten-Langendreer (Abb. 577).

Bei Bork, Schermbeck und Freudenberg werden untersenone Sande als Mauersande gegraben.

Dort, wo Lehmböden selten sind, werden Sande schwunghaft auf künstliche Weise (Mischung, Pressung und Erhärtung unter Dampfdruck) zu Kalksandsteinziegeln verarbeitet.

Hauptgewinnungsstätten sind die Talsande bei Schüttorf, Rheine und Dorsten, ferner die Sande der Heide bei Brackwede und schließlich die Sande der Endmoräne bei Sendenhorst und Münster.

Wertvoll sind auch die eisenarmen Sande der Quadratenschichten des Senons bei Dülmen (Glassande von Bork und Sythen) sowie die gröberen Sande von Ottenstein (bei Stadtlohn).

Ein ausgezeichnetes Rohmaterial für die Erzeugung guter Glassorten geben die reinen, miozänen Sande bei Dörentrup ab.

Zu Staubfeinheit gemahlen, wird das Gut auch als Glasurmasse in Porzellan- und Emaillierwerken verwendet. Eine Analyse der Sande ergibt 99,85 SiO_2, 0,054 Al_2O_3, 0,007 F_2O_3 und 0,002 $CaCO_3$.

Das Vorkommen hat volkswirtschaftliche Bedeutung, da nur eigene Rohstoffe verwandt werden, während seine hochwertigen Erzeugnisse zum größten Teile auf dem Weltmarkte Absatz finden.

7. Farberde.

Farberdevorkommen sind von verschiedenen Stellen bekannt.

Ockererde (rote, braune und gelbe Eisenfarberde) wird unter anderem ausgebeutet bei Lippinghausen (im Rhät), am Hüggel (im Perm) und in Osterkappeln bei Meggen. Gelbbrauner Eisenocker und mulmiges Manganerz werden als Farberde im Scharfenberger Walde bei Brilon gewonnen.

8. Eruptivgesteine.

Das Rheinische Schiefergebirge ist auch nicht arm an technisch verwendbaren Eruptivgesteinen (s. Tafel I). Für den nördlichen, hier in Frage stehenden Teil kommen unter anderem in Betracht die Vorkommen von Basalt (Saley bei Plettenberg und Hervel am Ebbegebirge), von Diabasen (nördliches und östliches Sauerland) mit einer Druckfestigkeit von 2000—2600 kg/cm², von Quarzkeratophyren (unteres Lennegebiet) und von Quarzporphyren (Bruchhäuser Steine, s. Abb. 31 u. 32). Sie werden, nebst ihren Tuffen, an vielen Stellen für die verschiedensten Zwecke gewonnen.

9. Versatzgut.

Von größter wirtschaftlicher Bedeutung für den Betrieb des Bergbaues ist die Versorgung der Zechen mit Bergeversatz. Hierfür stehen neben anderen Gewinnungsstätten in der Hauptsache die Sandvorkommen in der Haard, in der Hohen Mark und in den Borkenbergen zur Verfügung (s. Abb. 515). Bezüglich der geologischen Verhältnisse dieses vorwiegend den „Halterner Sanden" angehörigen lockeren und sandigen Materials sei auf Abschnitt XIII verwiesen.

Das für den Kohlenabbau erforderliche Versatzgut für Hand- und Blasversatz wird bei Annahme einer Steinkohlenförderung in Höhe von 120 Mill. t mengenmäßig auf rd. 90 Mill. t/Jahr veranschlagt. Neben den zu rd. 72 Mill. t dem laufenden Betriebe zu entnehmenden Bergen und dem zu rd. 12 Mill. t aus den Haldenvorräten zu gewinnenden Gute muß die etwa 6 Mill. t betragende, noch fehlende Menge von auswärts beschafft werden. Berücksichtigt man, daß der Inhalt der auf den Zechen noch vorhandenen Bergehalden heute nur mehr beschränkt ist, und daß sich der Bedarf an Versatzmaterial mit der zu erwartenden, weiteren Steigerung der Kohlenförderung gleichfalls entwickeln wird, spielt die Frage nach den als Zusatz in Betracht kommenden Fremdbergen eine nicht unerhebliche Rolle.

Wenn auch eine genaue Erfassung der hier anstehenden Mengen kaum möglich ist, so läßt sich doch ein angenähert richtiges Bild der vorhandenen Vorräte gewinnen, und zwar geht dieses aus einer Berechnung von Bax (1933) hervor. Danach enthält die Hohe Mark bei rd. 30 km² verwertbarer Sandfläche und 12 m abbauwürdiger Sandmächtigkeit etwa 960 Mill. t Sand. Die Borkenberge werden bei einem Flächeninhalt von rd. 15 km² und rd. 20 m Sandmächtigkeit auf einen nutzbaren Inhalt von rd. 480 Mill. t geschätzt, und schließlich birgt die Haard bei einem Flächenraum von 25 km² und rd. 20 m Abbaumächtigkeit rd. 800 Mill. t Sand. Insgesamt stehen hier also noch mindestens rd. 2250 Mill. t Sand an. Demnach könnte die für den Ruhrbezirk benötigte Menge selbst bei einer erforderlich werdenden Steigerung des Haldenbedarfs von 5 auf 10 Mill. t allein aus den Ablagerungen der Haard für rd. 80 Jahre gedeckt werden.

B. Sol- und Schwefelquellen.

Auch die Solquellen des Bezirkes, und zwar sowohl die natürlichen als die künstlich erschlossenen, sollen hier behandelt werden, zumal sie zu den vom Verfügungsrecht des Grundeigentümers ausgeschlossenen Mineralien gehören, also „bergfrei" sind, d. h. soweit sie einen Chlornatriumgehalt von mindestens 5 % haben. Sie treten sowohl im Deckgebirge als auch im Steinkohlengebirge und seinen liegenden Formationen auf.

Sie haben zum Teil schon seit langen Zeiten (vielleicht sogar schon seit prähistorischer Zeit) zur Herstellung des Kochsalzes gedient, oder sind in späteren Zeiten zu Badezwecken verwendet worden. Jedenfalls gehört die künstliche Gewinnung von Salz zu den ältesten Industriezweigen Westfalens.

1. Solen des Deckgebirges.

Die Schichten des Diluviums und des Senons sind anscheinend frei von Sole. Nach einer gelegentlichen Mitteilung soll allerdings einmal bei einer Brunnenbohrung im Senon im Felde der Zeche Westerholt eine Solquelle angetroffen worden sein. Für das Münstersche Becken bildet, wie schon erwähnt, der Emschermergel die hangende Begrenzung der Sole führenden Gebirgsschichten des Turons und Cenomans. Solquellen wird man daher künstlich vorwiegend dort erschließen können, wo die Decke des grauen Mergels den freien Austritt der Sole verhindert. Stellenweise finden sich Solen auch im Ausgehenden des weißen Mergels.

Zu den außerhalb des eigentlichen Steinkohlenbezirkes liegenden Solquellen gehören die Vorkommen des Nordwestrandes des Münsterschen Beckens: Rothenberge (zwischen Ochtrup und Wettringen), Saline Gottesgabe bei Rheine (beide im Gault entspringend) und die frühere Saline Hermannshall im Salzesch nördlich von Bevergern sowie die des Ostrandes: Brochterbeck (nordwestlich von Lengerich), Rothenfelde, Laer, Aschendorf, Dissen (am Teutoburger Walde) und Neusalzwerk (bei Minden).

Die im Steinkohlenbezirk auftretenden Vorkommen von Solquellen ziehen sich am ganzen Südrande der Kreidedecke von Oberhausen bis Sassendorf entlang. Sie sind in ihrem westlichen Teile von Oberhausen bis Königsborn bzw. Hamm teils an das Deckgebirge des flözführenden Karbons, teils an dieses selbst gebunden. Östlich von Königsborn und Hamm entspringen die Quellen sämtlich dem Deckgebirge. Dieser ganze Zug führt den bezeichnenden Namen der „Solquellen des Hellwegs“ (s. Tafel XII).

Schon im Jahre 1855 hat Huyssen die Solquellen zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gemacht. Spätere Nachrichten sind in der Literatur bis auf die Ausführungen Middelschultes selten. Auf einige der wichtigeren Vorkommen des Südrandes sei im Nachstehenden kurz eingegangen.

Während die Solen der Gegend westlich von Wattenscheid sämtlich im Karbon entspringen, sollen in der Gegend von Bochum kochsalzhaltige Quellen im Mergel erschlossen worden sein.

Nach von Dolffs ist im 17. Jahrhundert eine halbe Stunde westlich von Bochum (auf Hennekens Wiese, am Kabusenbach) in der Nähe von Wattenscheid ein Salzwerk betrieben worden.

Salzhaltige Wasser hat man unter anderem beim Abteufen der ersten Schächte der Zechen Constantin der Große und Hannibal im klüftigen weißen Mergel angetroffen. Huyssen ist schon 1855 eine ganze Anzahl von Bohrungen bekannt, die im Turon schwache Solen erschroten haben, so bei Haus Bladenhorst (Herne) und am Fredenbaum (Dortmund) u. a. O. Bei Recklinghausen ist im Pläner die Quelle des „Grulbades“ erbohrt worden.

Letztere hatte nach Bischofs Analyse folgende Zusammensetzung: In 10000 Teilen Wasser waren enthalten: Chlornatrium = 153,223, Chlorkalium = 3,445, Chlormagnesium = 13,765, Chlorkalzium = 12,258, Chlorbarium + 0,811, Brommagnesium = 0,117, kohlensaurer Kalk = 0,629, kohlensaures Eisenoxydul = 0,161, Tonerde = 0,032, Kieselsäure = 0,230, Strontium in Spuren, phosphorsaure Salze in Spuren, lösliche Bestandteile 183,619, unlösliche Bestandteile 1,052. Hierzu kamen noch 4,6% gasförmige Bestandteile (Kohlenwasserstoffe mit 1,75% Kohlensäure).

Auch in dem aus dem Deckgebirge der Zeche Waltrop stammenden Durchbruchwasser handelte es sich um eine salzreiche Sole.

Sie zeigte nach der Untersuchung des Laboratoriums der W.B. folgende Zusammensetzung: 41,46 g NaCl, 3,63 g $CaCl_2$, 1,21 g $MgCl_2$, 0,45 g $MgCO_3$, 0,11 g $Fe(HCO_3)_2$, 0,47 g Silikate, insgesamt 47,33 g feste Stoffe je 1 l.

Das weitaus bedeutendste Glied in der Kette der Hellweger Solquellen ist das von Königsborn am Ausgehenden der Emschermergeldecke. Die bis Königsborn (früher Unna-Brockhausen) eng zusammenliegenden Solquellen, deren Zahl sich im Jahre 1855 noch auf 61 belief, sind nachweislich schon seit dem 13. Jahrhundert auf Salz ausgebeutet worden. Der alte Königsborner Hauptbrunnen führte eine hochprozentige Sole mit einem Gehalt von 5,6 bis 6,6% NaCl.

Nach Huyssen soll dieser eine Brunnen bis zum Jahre 1855 im ganzen rd. 188000000 kg Salz geliefert haben.

Seit 1884 wird die Saline Königsborn aus einer 5 km nordöstlich von Hamm bei Haus Werries gelegenen, im Jahre 1876 erbohrten Quelle (Werries-Quelle) im Felde der Zeche Maximilian mit Rohsole versorgt. Diese

aus 687 m Teufe (Unter-Turon) stammende 8%ige Sole von 32,9° C, die rd. 1000 m³ in 24 h schüttet, wird durch eine 26 km lange Leitung nach Königsborn gepumpt. Sie hat eine Radioaktivität von 0,28—0,46 Macheeinheit.

Außer der Königsborner sind noch weitere Solquellen im Verlauf des Hellwegs zu nennen. Sie liegen aber zum größten Teil schon nicht mehr im unmittelbaren Deckgebirge des flözführenden Karbons, da das Ausgehende des letzteren schon weiter nördlich in nordöstlicher Richtung unterhalb der Mergeldecke verläuft. Der von Königsborn bis Salzkotten ohne größere Zwischenräume verfolgbare Solquellenzug (s. Tafel XII) umfaßt die im Ausgehenden des Turons nahe der Grenze des Emschermergels gelegenen und heute nur zu Kurzwecken verwendeten Solquellen von Werl, Sassendorf bei Soest (Genossenschaft der Salzbeerbten), Westernkotten und Salzkotten sowie die stillliegenden Solquellen von Ampen und Schwefe, Soest und Erwitte (bei Geseke).

Bei Soest weist schon der alte Name (Suosat, Suesaz) auf Salzgewinnung hin, die schon im 10. Jahrhundert hier betrieben wurde, aber sehr früh wieder eingestellt worden sein soll.

Nördlich des Hellwegs liegen zahlreiche weitere, solfündige Bohrlöcher, so bei Heessen, Rottum, Pelkum, Hamm, Westerbonen, Peddinghausen und Rhynern.

Schon 1855 gab es in der Gegend von Pelkum fünf Solquellen. Die Sole der Helenenquelle von Hamm (mit 8,5% NaCl und 33° C) findet zum Badebetrieb (Thermalsolbad Hamm) Verwendung.

Durch die vielen zu Beginn dieses Jahrhunderts im O und N des Bezirkes angesetzten Tiefbohrungen auf Steinkohle sowie durch Bergbaubetrieb ist die Zahl der Solquellen noch erheblich größer geworden.

Zu diesen gehören z. B. die Solquellen der Bohrungen Anton 1 und 11 (bei Dolberg), Maximilian 1 (bei Hamm), Therese (bei Mark), ferner bei Nateln (Bohrgesellschaft Aurora), Wambeln (bei Wambeln), Gahmer Brunnen (in Gahmen bei Lünen), Werne (bei Werne a. d. Lippe), Lüner Brunnen (bei Lippoltshausen) sowie im Schacht Preußen I, im Schacht I der Zeche General Blumenthal und in vielen anderen Schächten.

Die im Laboratorium der Westfälischen Berggewerkschaftskasse ausgeführte Analyse der Sole der Bohrung Anton 1 hat ergeben im Liter: 95,60 g NaCl, 1,30 g KCl, 1,83 g $CaCl_2$, 1,92 g $CaSO_4$, 193 g $CaCO_3$, 1,20 g $MgCO_3$, 0,04 g SiO_2 und 0,18 g Fe_2O_3.

Es erübrigt sich, die große Zahl der schon von Middelschulte (1902) und Mentzel (1903) angegebenen Fundstellen im einzelnen zu nennen, da fast jede spätere Tiefbohrung Solquellen in der Kreide erschlossen hat.

Auch links des Rheins sind viele Solen bekannt geworden.

Auf der „Saline Rheinberg" wird sogar aus der Sole Salz gewonnen, und zwar etwa 450 t je Monat.

Dagegen sind in den hangendsten Stufen der Kreide, im Senon, salzhaltige Quellen kaum vorhanden.

Im allgemeinen ist der Salzgehalt der Quellsolen in der Kreide des Münsterschen Beckens nicht sehr bedeutend und übersteigt nach Huyssen nirgends 9,3%. Solquellen mit 7—8%iger Sole gehören daher schon zu den Seltenheiten. Viele Solen erreichen nicht einmal den Gehalt der Nordsee an Salz mit 2,5% [1]. Natürlich kommen zwischen Sole und Süßwasser auch alle möglichen Übergänge vor. Sämtliche Solquellen des Deckgebirges führen freie Kohlensäure, so daß sie aus den Bohrlöchern meist mit weißem Schaum perlend austreten, wobei ihre Temperatur der Teufe, aus der sie stammen, entspricht. Häufig treten die erschrotenen Solquellen unter starkem Drucke aus dem Bohrloch, der aber meist nach einiger Zeit nachläßt. Nachgewiesenermaßen erfolgt der Umlauf der Solen teils auf Vertikal-, teils auf Horizontalklüften und Schichtfugen. Nicht selten werden in nahegelegenen Bohrlöchern des weißen Mergels — südlich der Emschermergeldecke — neben Solen verschiedenen Salzgehaltes auch Süßwasserquellen erschroten. Diese Feststellung spricht dafür, daß hier diese Wässer auf Kluftsystemen und nicht auf Schichtfugen umlaufen.

Die Ergiebigkeit der Solquellen ist starken Schwankungen unterworfen. Sie ist am höchsten unmittelbar nach Erschroten der Quelle. Je nach der Größe des unterirdischen Solbehälters (Summe aller offenen Klüfte) nimmt die Sole früher oder später bis zu der Menge ab, die dem jeweiligen Zufluß entspricht. Erhebliche periodische Schwankungen in der Ergiebigkeit der Quellen sind nach Huyssen nicht selten von der

[1] Der Gehalt der Solen wurde früher nach „Loten" bestimmt. Unter „Lötigkeit" (Prozentigkeit) versteht man die Gewichtsteile Rohsalz, die in 100 Gewichtsteilen Salzsole enthalten sind. Eine siedewürdige Sole mußte 10—11-lötig sein, d. h. in einer Kanne Sole (= 1 l) mußten 10—11 Lot Salz enthalten sein. Gesättigte Kochsalzlösung ist 29-lötig und enthält 280 g/l.

Höhe der atmosphärischen Niederschläge abhängig. Gelegentlich erfolgende Abnahme der mittleren Ergiebigkeit dürfte auf Verstopfung der Zuführungsklüfte und Abziehen der Solen in andere Quellen zurückzuführen sein.

An der chemischen Zusammensetzung der festen Bestandteile der Solen, die, wie oben bemerkt, bei Wasser aus dem Deckgebirge (unterhalb des Emschermergels) 9,3% kaum übersteigen, beteiligt sich Chlornatrium (NaCl) in der Regel mit 87—95%.

Außerdem sind vorhanden: Chlormagnesium ($MgCl_2$), Chlorkalzium ($CaCl_2$), Bariumchlorid ($BaCl_2$), ferner Kalium-, Natrium- und Kalziumsulfat (K_2SO_4, Na_2SO_4, $CaSO_4$), sowie $MgCO_3$ und $CaCO_3$. Schließlich weisen die Analysen stellenweise noch kleine Mengen von Eisen-, Mangan- und Natriumkarbonat, Kalziumphosphat, Kieselsäure, Brom, Jod und organischen Stoffen nach. Die Mutterlaugen einzelner



Abb. 683. Im Jahre 1934 entstandener „Erdfall" östlich von Steinbeck (nördlich von Ibbenbüren). Aufn. des Westf. Provinzial-Museums für Naturkunde.

Vorkommen führen auch einen kleinen Gehalt an Lithium. Einige Solen lassen deutlich einen Geruch nach Schwefelwasserstoff wahrnehmen.

Auch in dem Gebiete zwischen Weser und Teutoburger Wald treten Solquellen auf, die außerdem noch einen hohen Gehalt an Kohlensäure aufweisen.

Die als „sulfatische Eisensäuerlinge" und „erdige Säuerlinge" bekannten Quellen werden in den bekannten Bädern zu Oeynhausen (mit 7000 l/min die größte Solquelle der Welt), Salzuflen, Pyrmont, Driburg, Meinberg und ferner Melle, Essen, Hüsede u. a. zu Heilzwecken benutzt.

Die künstlich erschlossenen Mineralquellen gehen zurück auf das Vorhandensein von Salz im Untergrunde der näheren oder weiteren Umgebung, der Möglichkeit der Auflösung des Salzes infolge gestörter Gebirgsverhältnisse und der Vereinigung der Sole mit juveniler (postvulkanischer) Kohlensäure, die die Sole hochbringt. Dabei wird die Kohlensäure auf die vulkanische Tätigkeit der Gegend zur Tertiärzeit, die am Hüssenberge bei Eysen und bei Sandebeck (Horn) Basalt lieferte, zurückgeführt.

Den Salzgehalt der Solen aus dem Deckgebirge hat man früher auf Auslaugung von salzhaltigen Kreideschichten zurückgeführt. Abgesehen davon, daß Salz in der Kreide bis jetzt nicht nachgewiesen worden ist, erscheint es aber auch ganz ausgeschlossen, daß die im Laufe der Zeit zutage geförderten, riesigen Salzmassen, die seit langen Zeiten den Gegenstand einer großen Salzindustrie bilden, ursprünglich dem in den Schichten der Kreide vorhandenen Salz entstammen könnten.

Allein eine einzige Solquelle, wie die Helenenquelle bei Hamm (mit rd. 210 l Sole/min und 80 g/l Salz) förderte rd. 8830 t/Jahr Salz zutage (Fuchs 1928).

Sehr unwahrscheinlich ist es ferner, daß es sich in den Solen um Wasser handelt, das unmittelbar von der Tagesoberfläche eingedrungen ist. Die meiste Wahrscheinlichkeit hat die schon von Karsten (1826) geäußerte und noch heute vertretene Vorstellung, daß die Salzlösungen einem Salzauslaugungsgebiete des Zechsteins bzw. der Trias

entstammen. Sind doch beide Formationen sowohl im NW als im NO (im Teutoburger Waldgebiet) salzführend entwickelt. Auf die Verbindung der Solen mit den Salzlagern weisen im übrigen das auf Auflösung von Salz oder Gips zurückzuführende, häufige Vorkommen sog. „Riesenbrekzien" innerhalb der Schichten des Zechsteins (im Hangenden des Salzes) sowie die vielen, am Nordwestrand des Teutoburger Waldes gelegenen und sich ständig neu bildenden Einbruchstellen (Erdfälle) hin (s. Abb. 683).

Für den genetischen Zusammenhang der Sole mit kaliführenden Salzlagern spricht auch der Nachweis von Kalisalzen (KCl) in der Sole neben den Chlorverbindungen des Kalziums, Magnesiums, Bariums und geringen Mengen ihrer Sulfate. Der Kalisalzgehalt ist sogar nicht unbeträchtlich und kann nach Fuchs (1928) bis zu $^1/_3$ des Kochsalzgehaltes erreichen.

Hat man in diesen Salzlagern die Ursachen der Solen des Deckgebirges im Ruhrbezirk erkannt, so liegt kein Grund vor, für die übrigen Kochsalzquellen des Gebietes eine andere Herkunft anzunehmen. Somit dürften auch die Solevorkommen von Königsborn, Werl, Soest, Sassendorf, Salzkotten und des Teutoburger Waldgebietes ihr Salz permischen oder triassischen Salzlagerstätten entnommen haben.

Breddin (1929) ist der Ansicht, daß das Wasser schon seit riesigen Zeitläufen in den Klüften enthalten ist und daß große Salzmengen aus den Salzlagern des Zechsteins (und Buntsandsteins) im NW des Gebiets u. a. a. O. durch wenig durchlässige Schichten hindurch langsam in die Klüfte der Kreide diffundierten, wobei sich das Salz im Laufe der Zeit in den wasserführenden Schichten immer weiter verteilte und dadurch in Gebiete vordrang, die heute weit von der Salzlagerstätte selbst entfernt sind. Fliegel nimmt an, daß sogar die bei Köln erbohrte Kochsalzquelle ihre Salzführung den Zechsteinsalzen im Niederrheingebiet verdankt.

Sehr zu beachten ist, daß die Hauptrichtung der Sole im weißen Mergel der Richtung der Süßwasser entgegengesetzt ist, d. h. aufsteigend von N nach S verläuft (Abb. 696). Die Ursache dieses Aufsteigens dürfte in der hohen Temperatur und dem Kohlensäuregehalt der Sole, insbesondere aber in ihrem artesischen Auftrieb liegen. Demgegenüber hat das Süßwasser (im allgemeinen) eine abfallende Tendenz. Die Sole reicht so weit im weißen Mergel nach S, als er vom Emschermergel überlagert wird. Über den Hellweg hinaus nach S sind keine Solquellen mehr festgestellt worden.

Im Gegensatz zum W zeigen die Solquellen im östlichen Teile des Münsterlandes neben ihrer hohen Temperatur auch einen beachtlichen Gehalt an freier Kohlensäure (wie z. B. auf Zeche Maximilian), d. h. die Spülung beginnt beim Anbohren einer Solquelle zu „perlen".

So erstickten bei einem Salzwasserdurchbruch auf der heute auflässigen Zeche Piesberg (bei Osnabrück) im Jahre 1893 neun Bergleute in ausströmender Kohlensäure. Ob die freie Kohlensäure im O des Reviers als Produkt nachvulkanischer Tätigkeit aufzufassen oder durch chemische Vorgänge im Erdinneren entstanden ist, will ich hier dahingestellt sein lassen.

Nicht unerwähnt bleibe, daß auch im Buntsandstein Solen angetroffen worden sind, deren Salzgehalt allerdings nicht sehr hoch gewesen ist.

2. Solen des Steinkohlengebirges.

Wie schon erwähnt, sind die Solen des flözführenden Karbons im allgemeinen weit stärker als die der Kreide. Sie weisen gewöhnlich einen Kochsalzgehalt von 7—8 % auf. Vergleichsweise sei erwähnt, daß der Salzgehalt des Roten Meeres rd. 5 % beträgt. Stellenweise steigt der Gehalt aber auf 14—18 % an. Bemerkt sei, daß verleihbare Solquellen mindestens 4—5 % = 40—50 g/l enthalten müssen. Die Temperatur der Quellen entspricht gewöhnlich der Teufe, in der sie erschroten sind und ist daher auf tieferen Gruben sehr hoch. Die höchste, mir bekannte Temperatur weist die im Jahre 1930 aus der bekannten Blumenthaler Hauptverwerfung der Zeche Auguste Victoria auf der 806 m-Sohle mit über 53° austretende, starke Sole (mit 14 % Salz) auf.

Kennzeichnend für die Solquellen des Steinkohlengebirges sind unter anderem die meist geringe Ergiebigkeit, welche 1 m³/min kaum übersteigt, die Beständigkeit der Ausflußmenge nach einem starken Abfall beim Erschroten der Quelle, die hohe Temperatur der Sole (30—53° C) sowie eine ständige Zunahme des NaCl-Gehaltes mit fortschreitender Tiefe. Er stieg z. B. auf Zeche Graf Moltke von 3,25 % im Jahre 1882 auf rd. 12 % im Jahre 1936.

Über die Zusammensetzung der Solen unterrichten die nachstehenden Angaben:

Eine auf Schacht I der Zeche Shamrock I/II auf der 6. Sohle (670 m) erschrotene, lauwarme Quelle hatte folgende Zusammensetzung: 90,67 g Kochsalz, 37,30 g Chlorkalzium, 6,01 g Chlormagnesium, 3,18 g

Chlorbarium, 0,32 g Chlorkalium, 0,05 g Eisenoxyd, 0,07 g Kieselsäure im Liter, insgesamt 137,60 g/l feste Stoffe.

Auf Zeche Graf Moltke I/II ergab die Untersuchung einer Solquelle aus Flöz Karl: Rückstand = 142 g/l, Chlor = 83,40 g, CaO = 9,96 g, BaO = 1,37 g, MgO = 2,19 g, Na_2O = 59,20 g.

Analysen von drei Wässern auf verschiedenen Sohlen der Zeche Westende wiesen nach:

	1. Sohle g/l	2. Sohle g/l	5. Sohle g/l
Abdampfrückstand	3,182	3,368	33,93
Glühverlust	0,103	0,053	—
SO_4	0,918	0,662	0,807
Cl	0,803	1,310	19,430
SiO_2	0,007	0,010	0,013
Fe_2O_3	0,002	0,006	0,015
CaO	0,061	0,066	1,217
MgO	0,064	0,054	0,532
Gesamthärte	15,7°	14,6°	108,6°
Reaktion	ätzalkalisch	ätzalkalisch	ätzalkalisch
Nitrate	Spuren	Spuren	Spuren
Ammoniak	frei	frei	frei

Die im Karbon erschrotenen, warmen Solen (mit 30—40° C) werden auf einigen Zechen zu Badezwecken verwandt.

So gibt die Wilhelmsquelle (mit 103 g/l NaCl) im Grubenfelde der Zeche Pluto ihre Sole an das Solbad Wilhelmsquelle in Wanne ab. Die Zeche Alstaden (mit ihrer 88,8 g/l NaCl und 64,8 g/l MgCl enthaltenden Sole) beliefert das bekannte Solbad Raffelberg bei Duisburg, während unter anderem die Solen der Zechen Auguste Victoria, König Ludwig, General Blumenthal I/II, Zweckel (Solquelle Emmyshall) und Graf Moltke I/II (mit rd. 11% NaCl) auf den Zechen selbst zu Badezwecken benutzt werden. Dagegen verwendet die Zeche Friedrich Heinrich bei Lintfort einen Teil ihres salzhaltigen Grubenwassers (jährlich 4000 m^3) zur Regenerierung in der Permutitanlage.

Die Menge des in den Grubenwässern enthaltenen und damit zutage gehobenen Salzes ist überraschend groß. Nach Semmler (1935) förderte eine Essener Zeche bei 1,5 m^3/min Zufluß und rd. 13,5 g/l Salz im Grubenwasser in einem einzigen Jahre rd. 106000 t Salz zutage.

Insgesamt wird das in den Grubenwässern des Ruhrbezirkes in einem Jahre gelöste und gehobene Salz auf rd. 2 Mill. t = rd. 1 Mill. m^3 Salz veranschlagt. Das entspricht einem Salzwürfel von rd. 100 m Kantenlänge!

Über zahlreiche andere Solezuflüsse des Steinkohlengebirges, deren Ergiebigkeit, Salzgehalt und Temperatur gibt unter anderem das alte Sammelwerk Bd. I, S. 240f. Aufschluß.

3. Solen der liegenden Schichten.

Solquellen sind auch in den liegenden Schichten des Karbons keine seltenen Erscheinungen.

Nach Karsten (Archiv 1826) war bei Werdohl (a. d. Lenne) eine Saline in Betrieb, deren Sole aus den mitteldevonischen Grauwacken im Lennetal zutage trat. Sie wurde im Jahre 1789 wegen zu starker Aussüßung der Sole stillgelegt.

Die durch v. Dechen (1850) erwähnten Mineralwasser von Schwelm, Epphausen, Rehe und Menden mögen kulmischen Schichten entstammen, deren feste Bestandteile dem dortigen „vitriolisch-alaunigten Schiefertonflöz" entzogen worden sind.

Erwähnt sei ferner eine schwachsalzige Mineralquelle im Kulm von Belecke (Belecke = Badelike), eine im Mittelalter bekannte Heilquelle, die auch von Kaiser Otto dem Großen besucht worden sein soll. Die lange Zeit versiegt gewesene Quelle ist im Jahre 1933 neu erbohrt und gefaßt worden.

Diese Sole enthält in 500 g: $MgSO_4$ = 0,12 g, $CaCO_3$ = 0,25 g, NaCl = 3,50 g, $CaCl_2$ = 0,08 g, $MgCl_2$ = 0,07 g, Organ. Substanz und Verlust 3,82 g.

Zwei weitere Quellen sind durch den Steinbruchsbetrieb bei Drewer (Warstein) im Unterkarbon erschlossen worden. Sie führen nach H. Schmidt (1920) an Eisensalzen reiches Wasser.

Aber auch tief im Rheinischen Schiefergebirge hat man Solquellen nachgewiesen. So erwähnt Henke (1934) aus dem Siegerland das Vorkommen warmer, schwacher Solen auf den Gruben Neue Haardt und Alte Dreisbach (mit 2 g NaCl/l) sowie alkalischen Wassers (mit 230 mg Na bei 250 mg CO_2/l) auf der Grube Große Burg.

4. Schwefelquellen.

An verschiedenen Stellen des weiteren Industriegebietes, wie im Weserberglande und im Osning, treten auch Schwefelquellen zutage, die durch freien Schwefelwasserstoff und durch die Sulfide der Alkalien und alkalischen Erden gekennzeichnet sind. Ihre Entstehung ist unter anderem auf Zersetzungsvorgänge schwefelkiesreicher Schichten des Juras bzw. des Wealdens zurückzuführen. Bekannte Schwefelquellen finden sich bei Bentheim, Ibbenbüren, Nammen bei Minden, Iburg, Nenndorf am Deister, Eilsen bei Bückeburg u. a. a. O. (s. Tafel XII). Sie werden größtenteils zu Badezwecken benutzt.

C. Grundwasservorkommen.

Zu den wichtigsten nutzbaren Bodenschätzen des Bezirkes gehört das der Trink- und Nutzwasserversorgung dienende Grundwasser.

Die steigende Bedeutung dieses Wassers (einschließlich der gereinigten industriellen Abwässer) für die vielseitigen Bedürfnisse des Rheinisch-Westfälischen Industriebezirkes ergibt sich schon aus der Tatsache, daß die an Wasser für die Versorgung der Städte, Kohlenzechen und Fabriken in den Jahren 1930/32 je Jahr benötigte Menge auf rd. 750 Mill. m³ bemessen wird, gegenüber rd. 76 Mill. m³ im Jahre 1872. Dieser Betrag entspricht einem Viertel des mittleren Jahresabflusses der Ruhr bei Mülheim.

1. Die wichtigsten Grundwasservorkommen des Industriebezirkes.

Die Wasserversorgung des Industriebezirkes stützt sich vorwiegend auf das Vorkommen des Grundwassers in den Alluvionen des Ruhrtales, das an den verschiedensten Stellen noch eine künstliche Anreicherung erfährt. Auch die diluviale Niederterrasse des Ruhrtales stellt einen wichtigen Grundwasserhorizont dar, der in größtem Umfange nutzbar gemacht wird. Es handelt sich hier um verhältnismäßig grobe Kiese, die große Wassermengen bergen. Wegen des schnellen Durchflusses des Wassers vermögen hier schon wenige Pumpen große Mengen zu liefern.

Dazu kommen noch die erheblichen Wassermengen der zahlreichen, im Quellgebiet der Ruhr und ihrer Zuflußgebiete angelegten Talsperren, von denen die Möhne-Talsperre (mit rd. 134 Mill. m³), die Sorpe-Talsperre (mit rd. 71 Mill. m³), die Lister-Talsperre (mit rd. 22 Mill. m³) und die Verse-Talsperre (mit rd. 32 Mill. m³) die größten sind (s. Tafel I). Die besondere Bedeutung des Wassers dieser Talsperren liegt darin, daß es rein ist, nur geringen Chlorgehalt und geringe Keimzahl besitzt.

Die Wasserversorgung wird weiter unterstützt durch die erst zum Teil fertiggestellten, großen Stauseen des Ruhrverbandes, welche eine Klärung des durch Abwässer verschmutzten Ruhrwassers herbeiführen und auch als Wasserspeicher dienen sollen, wie der Hengstey-See, der Harkort-See (bei Wetter) und der Baldeney-See (bei Essen), denen sich später noch eine Reihe anderer Seen, wie der Hohensteiner See, der Herbeder See, der Hattinger See, der Kettwiger See und der Kahlenberger See zugesellen soll (s. Abb. 4).

Für das dem Rheinstrom benachbarte Gebiet bildet der in den diluvialen Kiesen der Niederterrasse umlaufende, riesige Grundwasserstrom des Rheintales eine unerschöpfliche Quelle. Als wasserstauende Sohle der rd. 13 m mächtigen Niederterrassenablagerungen wirken feinkörnige tertiäre Sande und Tone. Ganz naturgemäß ist der Grundwasserstand in diesen Kiesen abhängig vom Wasserstand des Rheins, mit dem er steigt und fällt.

Die hier zusitzenden Wassermengen werden in erheblichem Ausmaße längs des Rheins ausgewonnen, so von den Wasserwerken der Stadt Duisburg, der ehemaligen Rheinstahlhütte, der ehemaligen Hütte Phönix und vorwiegend von den Thyssen-Gas- und Wasserwerken. Während rechts des Rheins das Grundwasser gewöhnlich senkrecht zum Strom hin abfließt, ist das links des Rheins wegen der Ungleichmäßigkeit der unterirdischen Grundwasserscheiden nicht überall der Fall.

Das Grundwasser des Rheingebietes zeichnet sich im allgemeinen durch eine gleichmäßige Temperatur (10—12°) während des ganzen Jahres aus, ist praktisch keimfrei (unter 10) und auch frei von schädlichen Bestandteilen. Der Härte nach schwanken die Wässer am Niederrhein zwischen mittelharten (10—12°) und ziemlich harten Wassern (12—18°)[1].

Bedeutende Wassermengen enthalten ferner die mächtigen Kiese der unteren Mittelterrasse von Oberhausen. Einen nicht unwichtigen Wasserbehälter stellen weiter

[1] Härte (in deutschen Härtegraden) ist die in 100 cm³ Wasser enthaltene Menge CaO oder MgO (in mg). Es entspricht 1 Härtegrad der Lösung von 10 mg CaO oder 7,19 MgO in 1 l Wasser.

die Kiesablagerungen des Plateaugebietes zwischen Ruhr und Emscher, d. h. der Hauptterrasse dar. Hier treten an der Grenze der Kiese mit den unterlagernden, undurchlässigen Kreideschichten viele starke Quellen zutage, so z. B. in der Gegend der Zeche Kronprinz bei Mülheim.

Abgesehen von den Talauen und Terrassen der Ruhr sowie des Rheins, sind die Grundwasserverhältnisse innerhalb des Industriebezirkes der Gewinnung von Nutzwasser nicht überall günstig. Wo tonreiche Mergel die unmittelbare Oberfläche bilden, wie im mittleren und östlichen Verbreitungsgebiet des Emschers, fehlen größere Grundwassermengen. Anders liegen die Verhältnisse im Bereiche der untersenonen, sandigen Mergel, wie in der Gegend von Recklinghausen, Bottrop, Gahlen, Dorsten und Haltern.

Eine wenig angenehme Beigabe dieser innerhalb der Sande zirkulierenden Wasser ist freilich der häufig vorhandene Gehalt an gelöstem Eisenkarbonat, das bei Berührung von Luft in braunen Flocken ausfällt.

Bei Haltern hat das „Wasserwerk für das nördliche westfälische Kohlenrevier" zu Gelsenkirchen das Wasser des salzfreien Heubachs aufgestaut und läßt es versickern, um es als Grundwasser wieder zu gewinnen (Leistung im Jahre 1931 rd. 28,5 Mill. m^3 bei einem vorhandenen Fassungsvermögen bis 9,4 Mill. m^3). Weiter westlich bei Holsterhausen liegen die Anlagen der „Rheinisch-Westfälischen Wasserwerksgesellschaft", Mülheim (Ruhr). Bedauerlicherweise haben die schon seit vielen Jahren bekannten, artesischen Springquellen aus den Kreidesanden bei Gahlen und Schermbeck (s. Abb. 699) mit ihrem ausgedehnten Niederschlagsgebiet, trotz ihres großen Reichtums an vortrefflichem Wasser, eine Nutzung noch nicht erfahren.

Bekannt ist auch der Südrand der Münsterschen Ebene mit seiner reichen Quellzone am Ausgehenden des Haarstranges und in der Paderborner Hochfläche. Dort treten die Niederschläge des Gebietes zum Teil in starken Quellen, wie bei Lippspringe, Paderborn und Lippstadt zutage.

Auch an der Grenze des Turons gegen den Emscher haben wir ein Gebiet, in dem in zahllosen Quellen sowohl Süßwasser als auch heilkräftige Solen aufsteigen.

Im Gegensatz zu den Ablagerungen der Ruhr werden die diluvialen Talsande der Emscher trotz ihres ziemlich bedeutenden Wasserspeichervermögens zur Grundwassergewinnung nicht benutzt, da sie durch die verschmutzten Wasser des Flusses, durch gewerbliche und ländliche Abwässer sowie durch salzige Grubenwasser zu sehr verunreinigt sind. Im übrigen dient die Emscher im wesentlichen der Ableitung der Abwässer.

Auch die Grundwassermengen des Lippetales kommen wegen ihrer Versalzung durch Zechenwässer (rd. 1,6 g/l NaCl) nicht in Betracht, zumal die Lippe in Zukunft sogar große Abwassermengen aufnehmen muß. Dementsprechend ist auch die Wasserentnahme aus den Granulatenschichten der unteren Lippe beschränkt, da bei starker Beanspruchung das salzige Lippewasser in die seitlich des Flusses liegenden, wasserführenden Schichten eindringt und das hier stehende Süßwasser versalzt. Aus diesem Grunde nehmen die großen, an der Lippe gelegenen Zechen (Radbod, Westfalen, Sachsen) ihren Bedarf an Kesselspeisewasser aus der Ruhr.

Über einen sehr großen Wasservorrat verfügt auch die Senne im O des Münsterschen Beckens. In den diluvialen Schichten dieser ausgedehnten Ebene sammeln sich große Mengen von Niederschlägen an, die sich auf dem undurchlässigen Emschermergel aufstauen.

Wichtig für die Wasserversorgung des Münsterlandes ist schließlich die Münstersche Endmoräne mit ihrem in einer Rille eingelagerten, diluvialen Grobsandzuge, aus dem das Wasser unter anderem für die Städte Ahlen, Münster, Borghorst, Burgsteinfurt, Rheine, Ochtrup entnommen wird.

Ein weiteres wichtiges Grundwasservorkommen ist der von Wegner festgestellte, mit wasserführenden, diluvialeu Sanden und Kiesen erfüllte Taltrog im Gebiete der Ems in Richtung Senne bis Neunkirchen-Rheine, das erst im Begriffe steht, ausgebeutet zu werden.

In anderen Gebieten, wie z. B. im Bereich der Hellwegebene, sind dagegen die Verhältnisse für eine zentrale Wasserversorgung recht ungünstig. Daher haben alle Städte und Gemeinden dieser Gegend Anschluß an die großen Wasserwerke des Ruhrbezirkes (z. B. Wasserwerk für das nördliche westfälische Kohlenrevier u. a.) genommen.

2. Die Versorgung des Bergbaues mit Grundwasser aus werkseigenen Gewinnungsanlagen.

Es dürfte nicht allgemein bekannt sein, daß die Zechen des Bezirkes einen nicht unerheblichen Teil ihres Wasserbedarfs aus eigenen Grundwasseranlagen decken, da die aus der Grube gehobenen Wasser sich wegen ihres hohen Salzgehaltes und der großen Härte zu Betriebszwecken wenig eignen. Daher betrug auch der Anteil des für eigene Zwecke benutzten Grubenwassers im Jahre 1921 nur etwa 10,5 % (= rd. 20 Mill. m³). Neuere Angaben liegen leider nicht vor. Im übrigen verwandten nach TRÜMPELMANN zur Deckung ihres Bedarfs 83 Zechen nur Ruhrwasser, 16 Zechen Grubenwasser aus eigenen Anlagen, 161 Zechen Ruhrwasser und Wasser aus eigenen Werken. Die von den Zechen im Jahre 1921 aus eigenen Grundwasseranlagen gewonnene Nutzwassermenge belief sich nach TRÜMPELMANN (1924) auf rd. 26000000 m³ oder 11 % des Gesamtwasserbedarfs der Zechen. Die hierfür aufgewandten Kosten sollen seinerzeit durchschnittlich nur 40 % des von den Wasserwerken berechneten Wasserpreises ausgemacht haben.

Ein kurzer Überblick über die von den Zechen ausgenutzten, Grundwasser führenden geologischen Horizonte des Ruhrbezirkes und über die aus ihnen geschöpften Mengen möge die Verhältnisse erläutern.

Alluvium. Die überragende Bedeutung der Ruhralluvionen für die allgemeine Wasserversorgung des ganzen Industriegebietes hat sich auch der Bergbau zunutze gemacht. Im Jahre 1922 gewannen die Zechen mit Pumpstellen an der Ruhr aus diesen Ablagerungen ihr Wasser in einer Menge von rd. 600000 m³. Es handelt sich hier jedoch nicht um eigentliches Grundwasser, sondern um filtriertes Oberflächenwasser. Naturgemäß eignet sich das von den Zechen gewonnene Ruhrwasser ebenso für alle Zwecke des Betriebes wie das von den Wasserwerken gelieferte. Es ist jedoch als Trinkwasser nicht einwandfrei, da besondere Verfahren zur Keimtötung keine Anwendung finden.

Diluvium. Obwohl der diluviale Lößlehm in vielen Fällen Träger eines mehr oder weniger bescheidenen Grundwasserstromes ist, werden von den Zechen in diesem Horizont keine Grundwassergewinnungsanlagen betrieben. Jedoch steht den Zechen in den diluvialen Kiesen der Niederterrassen des Rheins in der Gegend von Duisburg und Hamborn und am linken Niederrhein ein Grundwasserstrom von großer Ergiebigkeit zur Verfügung. Dieser Grundwasserhorizont, dessen Mächtigkeit auf 10—20 m zu schätzen ist, lieferte mit Hilfe großzügiger Wasserwerksanlagen im Jahre 1921 den 7 Anlagen der Vereinigten Stahlwerke jener Gegend das Nutzwasser für ihre Hütten und Zechen, und zwar in einer Menge von rd. 2400000 m³. Aus dem gleichen Grundwasserhorizont decken die auf der linken Rheinseite liegenden Zechen ihren gesamten Bedarf vermittelst Rohr- oder Schachtbrunnen. Ihre Wasserförderung belief sich 1921 auf rd. 14710000 m³. Wegen seiner hohen Güte eignet sich das Grundwasser aus der Rheinterrasse für alle Zwecke des Betriebes.

Senon. Sehr reich an Grundwasser sind die sandigen Schichten des Senons. Daher gewinnen auch alle hier in Frage kommenden Zechen Grundwasser aus dieser Zone. Die Gesamtfördermenge hat sich im Jahre 1921 auf rd. 2700000 m³ belaufen.

Die günstigsten Verhältnisse bietet das Gebiet der sog. „Halterner Sande" nördlich einer Linie, die sich etwa über Dorsten, Marl und Sinsen hinzieht. Hier haben alle im Gebiet dieser Sande gelegenen Zechen eigene Anlagen zur Grundwassergewinnung errichtet. Sie förderten im Jahre 1921 insgesamt rd. 1100000 m³. Dagegen hebt die Zeche Westfalen bei Ahlen (die als nördlichste Grube bereits im Gebiet des Obersenons liegt) mittels eines in diesen Schichten stehenden, 18 m tiefen Schachtbrunnens rd. 300000 m³ Wasser, das in Wäsche und Kokereibetrieb Verwendung findet.

Emscher. Im Gegensatz zum mittleren und unteren Emscher (grauer Mergel) stellt er in seinen hangenden Schichten einen verhältnismäßig guten Horizont für Grundwassergewinnung dar. Rd. 20 einzelne Zechen haben aus diesem Grundwasserhorizont Wasser gefördert, und zwar eine Menge von rd. 3900000 m³. Es braucht nicht besonders betont zu werden, daß dieses Wasser nicht dieselbe Güte wie das von den Wasserwerken gelieferte Ruhrwasser besitzt. Es findet daher vorzugsweise dort Verwendung, wo das Wasser nicht unbedingt einwandfrei zu sein braucht, d. h. in erster Linie also als Zusatzwasser für die Wäsche, als Kokslöschwasser und teilweise auch als Kühlwasser.

Turon. Trotz der örtlich starken Wasserführung des weißen Mergels kommt derselbe für die Wassergewinnung in größerem Umfange wenig in Betracht. Aus diesem Grunde haben nur einzelne Zechen den Versuch gemacht, hier Grundwassergewinnungsanlagen zu schaffen, wie z. B. die Zechen Hansa, Tremonia, Hannover und Hannibal.

Karbon. Verschieden groß sind die Mengen, die aus den Schichten des Karbons gewonnen werden können. Hier bilden die Sandstein- und Konglomeratbänke im Ausgehenden des Steinkohlengebirges die Wasserträger. Es gewannen z. B. die beiden Zechen Victoria und Prinz Friedrich in Kupferdreh bis zu ihrer Stillegung rd. 80% ihres Gesamtbedarfs aus dem Steinkohlengebirge.

Oberflächengewinnung. Noch bedeutender als die aus dem eigentlichen Grundwasser geförderten Wassermengen sind die aus den Oberflächenwassern stammenden Mengen. Mit Hilfe eigener Oberflächenwassergewinnungsanlagen förderten im Jahre 1921 rd. 20 Zechen über 31000000 m³.

XIX. Abschnitt.

Die Wasserführung des Gebirges.

Es bedarf keiner Begründung, daß in einer geologischen Betrachtung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges die Wasserführung seiner es aufbauenden Schichten nicht fehlen darf. Stehen doch die notwendigerweise zu hebenden Zuflüsse der Gruben nach Art und Menge in engster Beziehung zur Wasserführung des Gebirges.

Die Bedeutung der Wasserführung für die Belange des Bergbaues erhellt auch aus der naturgemäßen Beeinflussung der Tageswasser durch die Wirkungen des Abbaues sowie den dadurch eintretenden Grundwasserabsenkungen und -entziehungen, die nicht nur einzelne Brunnen oder sonstige Wassergewinnungsanlagen betreffen, sondern sich auch auf ganze Siedlungen und ihre Vegetation auswirken können.

Aus diesen Gründen ist der Bergbau gezwungen, sich zusammen mit der Geologie, dem Tiefbau und der Hydrotechnik mit den Fragen des Grundwassers und den vielen weiteren damit in Verbindung stehenden Problemen eingehend zu beschäftigen.

A. Die bergwirtschaftliche Bedeutung der Wasserhaltung für den Bergbau.

Die große Bedeutung der Wasserhaltung für den Bergbau geht schon aus der in nichtbergmännischen Kreisen unbekannten Tatsache hervor, daß die Gruben fast aller größeren Steinkohlenbergbaubezirke weit mehr Wasser heben müssen, als sie Kohle fördern. So sind im Jahre 1934 je t Kohlen gehoben worden:

im Ruhrbezirk	rd. 1,3 t Wasser,
im Saarbezirk	rd. 1,9 t Wasser,
in Niederschlesien	rd. 3,0 t Wasser,
in Oberschlesien (1912)	rd. 4,9 t Wasser.

Damit steht der Ruhrbezirk noch am günstigsten da.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserführung kommt aber erst richtig zum Ausdruck, wenn man den Begriff „1 t Wasser" (= 1 m³ Wasser), d. h. die dauernde Hebung von 1 m³/min während eines Jahres nach den verursachenden Kosten betrachtet. Nach den Feststellungen des früheren Direktors der Bochumer Bergschule, Professor Dr. Heise (1931) kostet die Hebung von 1 m³/min Wasser während der Dauer eines Jahres (= rd. 525000 t im Jahr)

aus 200 m Teufe	rd. 42000 RM,
aus 400 m Teufe	rd. 85000 RM,
aus 600 m Teufe	rd. 135000 RM.

Danach wachsen also die Kosten der Hebung aus größerer Teufe unverhältnismäßig schnell an. Berücksichtigt man, daß die durchschnittliche Tiefe der Ruhrschächte heute etwa 600 m beträgt, so liegt die Höhe der geldlichen Belastung der Gruben auf der Hand. Sie kann sogar so groß werden, daß sonst ertragreiche, tiefe Zechen ihren Betrieb einstellen mußten, wie z. B. Maximilian bei Hamm und Hermann bei Bork. Aber auch manche in viel geringerer Tiefe bauenden Zechen, wie Johann Deimelsberg, Eintracht Tiefbau und die Steinkohlenzeche am Piesberg bei Osnabrück, haben unter anderem infolge der hohen Kosten der Wältigung starker Wasserzuflüsse den Betrieb nicht aufrecht halten können. Als Beweis für die starke Belastung des Bergbaues durch die Wasserhaltung sei angeführt, daß im Jahre 1913 die Kosten für die Wältigung von 218,7 Mill. m³ Wasser aus rd. 680 m Teufe mehr als 60 Mill. RM betragen haben.

In Erkenntnis der praktischen Bedeutung der Bearbeitung wasserwirtschaftlicher Fragen ist nach dem Kriege bei der geologischen Abteilung der W.B. eine besondere, mit der Prüfung dieser Fragen betraute Stelle (sog. Wasserwirtschaftsstelle) eingerichtet worden, die nach ihrer Aufhebung im Jahre 1923 im Jahre 1933 wieder besetzt wurde.

Aus den Ermittlungen dieser Wasserwirtschaftsstelle (vgl. dazu Tabelle 46) geht hervor, daß im Jahre 1921 bei einer Förderung von rd. 94 Mill. t Kohlen rd. 197 Mill. t Wasser gehoben worden sind. Das Verhältnis der geförderten Kohle zum gehobenen Wasser hat also damals im Gesamtdurchschnitt des Ruhrbezirkes etwa 1:2 betragen. Heute ist dieser Quotient weit günstiger, da in den letzten Jahren gerade die Zechen mit ungewöhnlich hohen Wasserzuflüssen stillgelegt worden sind. Beispielsweise verhielt sich im Jahre 1928 bei den Ver. Stahlwerken die Kohlenförderung zur Wasserförderung wie 1:1.

Tabelle 46.
Wasserhebung und Förderung im Ruhrkohlenbezirk im Jahre 1921. (Nach TRÜMPELMANN.)

	Gebiet der Zechen ohne Mergelüberlagerung (a)	Gebiet der Zechen unter dem Ausgehenden des weißen Mergels (b)	Gebiet der Zechen unter Emschermergel (c)	Gesamtgebiet
Gesamtzuflußmenge m³	81742000	45419000	69875000	197036000
Gesamtzuflußmenge m³/min	155	86	133	374
Zahl der Schachtanlagen	65	41	154	260
Zufluß je Schachtanlage m³	1258000	1108000	454000	758000
Zufluß je Schachtanlage m³/min	2,39	2,11	0,86	1,47
Gesamtkohlenförderung t	11289000	12192000	69891000	93372000
Förderung je Schachtanlage	173700	297400	453800	359100
Verhältnis der Wasser- zur Kohlenförderung auf 1 t	7,24	3,73	1,00	2,11

Vergleichsweise sei erwähnt, daß — nach Angabe des alten Sammelwerks — im Jahre 1899 (d. h. zu einer Zeit, wo der Abbau noch auf vielen Gruben ohne schützendes Deckgebirge umging) bei einer Kohlenförderung von rd. 55 Mill. t rd. 169 Mill. m³ Wasser, also rd. 3 m³ Wasser je 1 t Kohle gehoben worden sind, gegenüber rd. 4 m³ Wasser 1885, rd. 2 m³ 1913, rd. 2,4 m³ 1920 und rd. 1,6 m³ 1926.

Immerhin ist die Menge des geförderten Wassers noch überaus groß, wie schon allein daraus hervorgeht, daß die tägliche Wasserhebung im Jahre 1926 rd. 490000 m³ betrug, während der tägliche Wasserbedarf der Stadt Essen sich auf rd. 54000 m³ belief. Die jeden Tag von den Zechen gehobene Wassermenge würde also ausreichen, um eine 10mal größere Stadt als Essen mit Wasser zu versorgen.

B. Die hydrogeologischen Verhältnisse des Deckgebirges.

Der sehr verschiedenen Art der Wasserführung innerhalb der einzelnen Formationsglieder des Ruhrbezirkes entsprechend, sollen der Reihe nach erst die Wasser des Deckgebirges, dann die der flözführenden und zum Schluß der liegenden Schichten des Karbons behandelt werden.

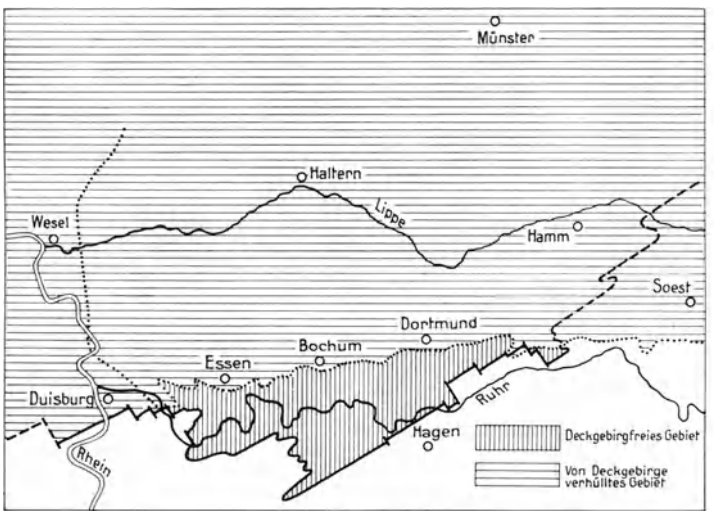


Abb. 684. Geohydrologisches Übersichtsbild des Ruhrbezirkes.

Die Darlegung der hydrogeologischen Verhältnisse des Deckgebirges stützt sich neben der Berücksichtigung der grundlegenden älteren Arbeiten von HUYSSEN, MIDDELSCHULTE und CREMER-MENTZEL u. a. auf die neueren Untersuchungen von BÄRTLING, WEGNER, TRÜMPELMANN, LÖSCHER, FUCHS, BREDDIN, WINTER, BLANK, SEMMLER, SPETHMANN, NEUMANN, KELLER u. a. sowie auf eigene Untersuchungen. Aus diesen Arbeiten geht hervor, daß hinsichtlich der Frage der Wasserführung gegenüber den älteren Anschauungen viele neue Beobachtungen gemacht worden sind, die zu wichtigen Erkenntnissen geführt haben.

Hydrogeologisch betrachtet, besteht das flözführende Steinkohlengebiet aus zwei Teilen (s. Abb. 684): einem kleinen, im S gelegenen Gebiete von etwa 550 km² Inhalt, in dem die Schichten des Karbons unmittelbar zutage ausgehen und den Niederschlägen ± ungehinderten Eintritt gewähren, sowie einem rd. 5500 km² großen nördlich gelegenen und durch ein Deckgebirge (Tertiär und obere Kreide) gegen Niederschläge ± geschützten Gebiet. Dementsprechend ergibt sich nach den Ermittlungen der Wasserwirtschaftsstelle (TRÜMPELMANN 1923/24) bezüglich des Verhältnisses von Kohle zu Wasser (s. Abb. 685):

für die Kohlenfelder ohne Mergelüberdeckung . . . . . 1 : 7,24,
für die Kohlenfelder im Gebiet des ausgehenden Cenomans und Turons . 1 : 3,73,
für die Kohlenfelder im Gebiet des wasserstauenden Emschermergels . . 1 : 1.

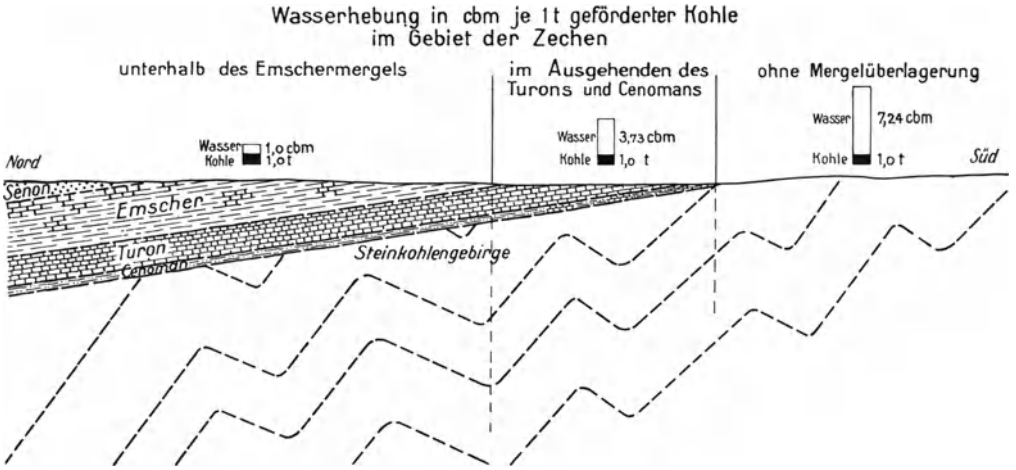


Abb. 685. Schematisches Bild der Wasserförderung im Ruhrbezirk.

Wenn auch die hier angegebenen, rein rechnungsmäßig festgestellten Verhältniszahlen wegen der Vermengung von Gebieten sehr verschiedener Wasserführung miteinander kein zutreffendes Bild für die absoluten Wasserzuflüsse einer Einzelgrube vermitteln können, so läßt sich daraus doch ersehen, wie sehr die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse einer Grube durch das Vorhandensein und die Art des Deckgebirges ± maßgeblich beeinflußt sein können. Sitzen doch schon innerhalb des Gebietes einer einzelnen Grube im allgemeinen in dem vom Mergel überdeckten Teile des Grubenfeldes weit geringere Wasserzuflüsse zu als im mergelfreien Teile.

Bekanntlich sind die wasserführenden Schichten des Deckgebirges durch wasserstauende Schichten gewissermaßen in Grundwasserstockwerke zerlegt, die meist nichts oder kaum etwas miteinander zu tun haben.

Im Gegensatz zu dem im bergmännischen Schrifttum noch vielfach gebrauchten Ausdruck „Wasserträger" für die undurchlässigen Schichten des Deckgebirges sollen die die wasserhaltenden oder wasserführenden Schichten nach oben und unten abschließenden, wasserundurchlässigen Schichten als Wasserstauer bezeichnet werden.

Die Wasserführung dieser Horizonte ist entweder an lockere (poröse) oder an feste (klüftige) Gesteine gebunden. Im ersten Falle haben wir es mit Schwimmsand-, im zweiten Falle mit Kluftwasserhorizonten zu tun.

Im Nachstehenden sollen nun die am Aufbau des Deckgebirges beteiligten Formationen (in der Richtung vom Liegenden zum Hangenden), nämlich Zechstein und Buntsandstein, Kreide, Tertiär und Diluvium vorwiegend auf Grund der bei bergbaulichen Arbeiten (Schachtabteufen) gesammelten Beobachtungen auf ihre Wasserführung untersucht werden (s. Abb. 686).

Leider vermögen die beim Abteufen der zahlreichen Gefrierschächte angestellten Beobachtungen wenig über die tatsächlichen Verhältnisse der Wasserführung der durchteuften Schichten zu besagen, da in den in Frage kommenden Zonen das Wasser gefroren ist.

1. Zechstein.

Die das Steinkohlengebirge diskordant überlagernden Schichten des Zechsteins (und Buntsandsteins) bedecken rechtsrheinisch einen kleinen Teil der Oberfläche des

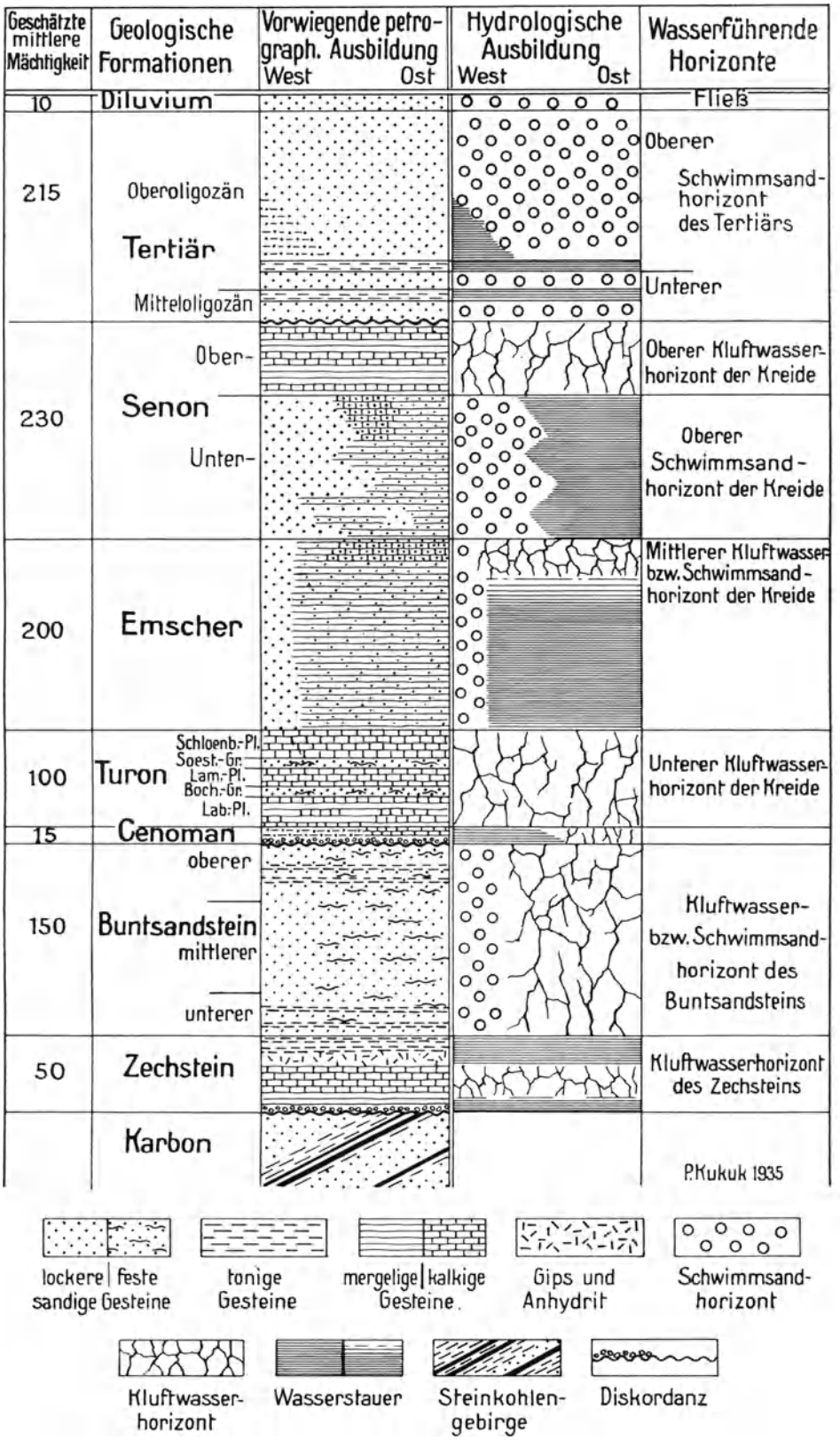


Abb. 686. Schematische Darstellung der Wasserführung des Deckgebirges im rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlengebiet.

Karbons in der Gegend von Wesel bis Dorsten, etwa nördlich der Linie Duisburg, Hamborn, Bottrop, Gladbeck, Dorsten und Marl. Links des Rheins kommt das nördlich der Linie Homberg, Mörs und Issum gelegene Gebiet in Betracht (vgl. Abb. 425). Hier sind sie vorwiegend in eingesunkenen Grabenschollen, aber auch auf Horstschollen erhalten geblieben. Die Ablagerungen des Zechsteins setzen sich hier vorwiegend aus wasserstauenden, kalkigmergeligen und geschlossenen Gesteinsbänken (Mergelschiefer), teils aber auch aus kalkig-dolomitischen und klüftigen, d. h. wasserdurchlässigen und stellenweise auch wasserführenden Schichten zusammen.

Nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen haben sich im Ruhrrevier die Schichten des Zechsteins im allgemeinen als nicht sehr wasserreich erwiesen. Insbesondere hat der in Mitteldeutschland wegen seiner wasserreichen Ausbildung so wenig geschätzte „Plattendolomit" des oberen Zechsteins angenehm enttäuscht.

Das gutartige Verhalten des Zechsteins geht schon daraus hervor, daß z. B. die auf der Zeche Graf Moltke vor langen Jahren zum ersten Male ohne genaue Kenntnis der Deckgebirgsverhältnisse bis in den Zechstein getriebenen Querschläge und Strecken völlig trocken waren. Dagegen zeigten die Erfahrungen beim Niederbringen der Möllerschächte sowie jüngere Beobachtungen beim Abteufen der Beeckerwerth-, Borth-, Wallach- und Pattbergschächte, daß den Schichten des Zechsteins, soweit sie kalkig und klüftig ausgebildet sind, auch größere Wassermengen zusitzen können. Auf den letzteren war allerdings der Austritt von Wasser in diesen Schichten infolge Anwendung des Gefrierverfahrens beim Abteufen nicht unmittelbar festzustellen.

Im allgemeinen konnte beobachtet werden, daß die den Zechstein durchsetzenden Klüfte vielfach mit Fasergips und Anhydrit, im Salzton mit Fasergips und im Salz mit Kristallsalz ausgefüllt sind.

Bemerkenswerterweise ist der den Zechsteinschichten eingelagerte Salzkörper, wie z. B. auf den Borthschächten, vor der Einwirkung von Wässern durch einen wasserundurchlässigen, wellig gelagerten, von Salz durchsetzten Salzton völlig geschützt.

Unter den Zechsteinschichten hat sich der Gips als Wasserstauer erwiesen, soweit er in genügender Mächtigkeit entwickelt ist. Wo vorhanden, bildet er auch die stauende Schicht gegenüber dem Wasser aus dem Buntsandstein. Im übrigen schließen ganz allgemein die mergeligen und tonigen Schichten des Kupferschiefers die gesamten Wasser des Zechsteins gegen das Karbon ab.

Auch die im O des Bezirkes (im westfälisch-lippischen Bergland) im Zechstein niedergebrachten Bohrungen von Niederbarkhausen, Detmold, Sonneborn u. a. haben (nach Mestwerdt) im Zechstein keine nennenswerten Wassermengen erschroten.

2. Buntsandstein.

Wesentlich anders verhalten sich die den Zechstein überlagernden Schichten des Buntsandsteins. Sie haben im allgemeinen eine so starke Wasserführung gezeigt, daß sie nur unter großen Schwierigkeiten durchteuft werden konnten. Ihrer petrographischen Beschaffenheit nach handelt es sich zum Teil um mehr oder weniger feste Sandsteine (und Konglomeratlagen) mit vertikal und horizontal verlaufenden Spalten, Klüften und Haarrissen, auf denen Salzwasser unter hohem Druck umlaufen. Stellenweise sind die Sandsteine infolge Armut an Bindemitteln sehr mürbe und zum Teil sogar völlig locker. Diese Sande haben dann die Eigenschaften richtiger Schwimmsande. Mitunter finden sich ± mächtige Lettenbänke eingelagert, die wasserführende Horizonte abschließen können. Ganz besonders wasserreich erwies sich eine etwa 10 m mächtige Sandschicht an der Grenze des mittleren zum oberen Buntsandstein. Tatsächlich sind im Buntsandstein — wenigstens vorübergehend — fast alle Schächte beim Abteufen ersoffen.

Um ein Beispiel anzuführen, stieg nach Durchteufen des cenomanen Mergels das Wasser auf den Möllerschächten (Schacht I) innerhalb des Grünsandes aus dem liegenden Buntsandstein unter gewaltigem Druck hoch und ließ den Schacht zeitweise ersaufen. Die stark salzigen, aber nicht harten Wasser — sie enthielten 2,55% NaCl nebst Spuren von Eisen, Ammoniak und Schwefelsäure — führten auch noch große Mengen mechanisch mitgerissenen Gesteinsmaterials mit sich, die sich beim Klären oder Filtrieren in Gestalt eines feinen roten Schlammes absetzten. Nach dem Trocknen zeigte der Schlamm folgende Zusammensetzung: 7,21% Fe_2O_3, 22,49% Al_2O_3, 64,70% SiO_2 und 3,35% NaCl. Das auf der Zeche Rheinbaben erschrotene Wasser ergab nach der Analyse des Laboratoriums d. W.B. in 1 l: 17,896 g NaCl, 1,982 g $CaCl_2$, 0,309 g $MgSO_4$, 0,023 g $MgCO_3$, 0,030 g SiO_2.

Weiter versoff im Buntsandstein vorübergehend Schacht I des Steinkohlenbergwerkes Zweckel.

Mit noch größeren Wasserschwierigkeiten hatte die Deutsche Solvay-Gesellschaft beim Abteufen ihrer Doppelschächte Borth und Wallach auf der linken Rheinseite zu kämpfen. Dem hier sehr klüftigen und mürben, stellenweise rein sandigen Buntsandstein entströmten nach Hornung zu wiederholten Malen im Schacht so große Salzwassermengen, daß alle Bemühungen, den Schacht vermittelst des Zementierverfahrens

herunterzubringen, vergeblich waren, trotzdem riesige Mengen von Zement (in einem Falle bei 400 m rd. 80225 kg) zum Versteinen verbraucht wurden. Gelang es, die wasserführenden Klüfte zu versteinen, so suchte sich das Wasser einen anderen Weg seitlich der geschlossenen Klüfte.

Auf Schacht Wallach II ereignete sich nach LANDGRÄBER bei 463 m ein Wasserdurchbruch, der etwa 60 m³/min brachte und den Schacht bis 80 m unter der Hängebank erfüllte, wobei gleichzeitig rd. 700 m³ Sand eingeschwemmt wurden. Nur mittels des Gefrierverfahrens gelang es, herunterzukommen. Mächtigere Letteneinlagerungen haben dann das Eindringen des Wassers in den Zechstein bzw. in das Karbon verhütet.

Trotz der verhältnismäßig hohen Gutartigkeit des Zechsteins ist eine Sicherung des Steinkohlengebirges gegenüber den Wassern des Buntsandsteins durch die Schichten des Zechsteins kaum in dem Maße gegeben, wie sie durch den tonigen cenomanen Grünsand gegenüber den Wassern des Turons und oberen Cenomans bewirkt wird. Jedenfalls wird durch die Überlagerung des Karbons von Schichtengliedern des Buntsandsteins die Möglichkeit von Wasserdurchbrüchen im Karbon erhöht. Die Hauptursache hierfür liegt in der tektonischen Zerrissenheit des ganzen Gebietes mit seinen sowohl den Buntsandstein und Zechstein als auch die Kreide durchsetzenden Verwerfungen, die den Deckgebirgswässern aus dem Buntsandstein und Zechstein den Zutritt zum Karbon ermöglichen können.

3. Kreide.

Wegen ihrer weit größeren Ausdehnung sind die wasserführenden Ablagerungen der Kreide naturgemäß von besonderer Bedeutung für den Bergbau, zumal die Kreide von jeher, solange überhaupt Schächte durch sie abgeteuft worden sind, hinsichtlich ihrer Wasserführung gefürchtet war. Hier besteht zudem die Gefahr einer unmittelbaren Verbindung der Wasser der Kreide mit dem Karbon in weit stärkerem Maße, da eine sehr große Zahl alter karbonischer Sprünge auch das Kreidedeckgebirge durchsetzt.

Die Wasserführung der unteren Kreide ist für das eigentliche Bergbaugebiet ohne Belang, da Ablagerungen dieser Stufe als unmittelbares Hangendes von Steinkohlengruben im engeren Ruhrbezirk nicht vorhanden sind. Nach den Bohrergebnissen sind zwar wiederholt im Gault Solen aufgetreten, doch erübrigt es sich, auf diese für den Bergbau praktisch bedeutungslose Schichtenfolge hier näher einzugehen.

Die Wasserzuflüsse aus den verschiedenen Stufen der oberen Kreide hängen in erster Linie von der petrographischen Beschaffenheit der Gesteine und nicht von der Formation als solcher ab. Ganz allgemein gelten dem Bergmann das Cenoman (Essener Grünsand) und der Emschermergel (grauer Mergel) als ± wasserarm, das Turon (weißer Mergel) und das Senon (sandiger Mergel) dagegen als wasserreich. Im einzelnen steht die Wasserführung der verschiedenen Kreidestufen mit den sowohl in der Richtung von W nach O als auch von NW nach SO eintretenden faziellen Änderungen der Schichtenausbildung im engsten Zusammenhang.

So ist z. B. im O der Hauptwasserführer das kluftreiche Turon. Dagegen übernimmt im W auf den Randstaffeln des Rheintalgrabens der meist sandige Emscher bzw. das Senon diese Rolle, während mehr nach der Mitte des Bezirkes zu, praktisch genommen, weder wasserführender Emscher noch klüftiges wasserreiches Turon, dafür aber wasserreiches Senon vertreten ist. In der Gegend zwischen Essen, Gelsenkirchen und Bottrop sind die Wasserzuflüsse aus dem Deckgebirge nicht sehr bedeutend.

Wie schon MIDDELSCHULTE (1902) klar erkannt hat, kann man innerhalb des größten Teiles des Kreidedeckgebirges vornehmlich zwei Wasserhorizonte, d. h. einen unteren Kluftwasserhorizont (Turon-Cenoman) und einen oberen Schwimmsandhorizont (Senon) unterscheiden. Beide Horizonte werden durch den in der Mitte und im O des Bezirkes über 200 m mächtigen, tonigen, grauen, im allgemeinen wasserstauenden Mergel, den sog. Emschermergel, getrennt. Diese wichtige Eigenschaft verliert der Emscher auch durch Einwirkungen des Abbaues nicht. In den obersten 60—80 m ist aber auch der Emscher wasserführend, da er hier meist fester und kluftreicher ist und seine Klüfte und Schichtfugen durch Korrosion erweitert sind. Gelegentlich führt er auch noch einmal — etwa in der Mitte — eine wasserführende Zone, wie auf Zeche de Wendel. Im W ändert sich seine im allgemeinen wasserstauende Eigenschaft

mit dem faziellen Übergang in sehr sandigen Mergel, so daß er hier ganz allgemein wasserführend wird, wie auf der Zeche Graf Moltke, Hugo, Lohberg u. a. a. O.

Bemerkenswerterweise handelt es sich in dem Wasser des oberen Horizonts (über dem Emscher) ausschließlich um Süßwasser, das aus den unmittelbaren Tagesniederschlägen stammt, während der tiefere fast durchweg Salzwasser (Sole) und nur gelegentlich Süßwasser führt.

a) Der untere Kluftwasserhorizont.

Der vorwiegende Wasserhorizont der oberen Kreide ist der weiße Mergel, der die vier Stufen des Oberturons (Schloenbachipläner), des Mittelturons (Scaphiten- und Lamarckipläner), des Unterturons (Labiatuspläner) sowie den oberen kalkigen Teil des Cenomans (Rhotomagensiskalke) umfaßt. Je nach ihrer faziellen Ausbildung, ob mehr kalkig oder mehr tonig, können sämtliche vier Stufen des weißen Mergels ± wasserführend sein. Auch in den sog. Grünsanden (Soester, Bochumer und Essener Grünsand) sind beim Schachtabteufen je nach ihrer faziellen Entwicklung stellenweise ± große Wassermengen erschroten worden.



Abb. 687. Mit Zement ausgefüllte offene Kalkspatkluft im Turon. S.W.B.

Die Hauptwasserführer stellen die Zonen der dickbankigen und festen klüftigen Mergelkalke des Schloenbachi- und Lamarckipläners dar.

Aus diesen wasserreichen Zonen gewannen früher z. B. die im S der Stadt Dortmund gelegenen großen Brauereien ihr Wasser.

Zum Beweis für die starke Wasserführung erinnere ich an die Zuflüsse beim Abteufen der Schächte A. v. Hansemann (rd. 42 m³), Zeche Viktor (rd. 21 m³ im Schloenbachipläner) und der stillgelegten Zeche Maximilian bei Hamm (6,5 m³). Bisweilen war die Zuflußmenge beim Abteufen so groß, daß das Wasser im Schacht hochging. Auf Zeche Hansa stieg das bei 80 m Teufe im Schacht angeschlagene Wasser, die Schachtröhre erfüllend, in 12 Stunden bis zur Rasenhängebank und floß dort artesisch aus. Auch beim Durchbruch auf der Zeche Maximilian gingen die Wasser hoch und stiegen über die Hängebank.

Stark tonig entwickelte Zonen, wie der Labiatuspläner, sind stellenweise nicht so reich an wasserführenden Klüften und scheinen daher gelegentlich bzw. örtlich einen ± guten Wasserabschluß bestimmter Kluftsysteme bzw. Wasserstockwerke gegenüber anderen oder gegenüber der Gesamtheit bewirken zu können. Dieses Verhalten wird dadurch bewiesen, daß sich z. B. am Ausgehenden des wasserstauenden Emschers und bisweilen auch über den tonigen Labiatusmergeln Quellhorizonte beobachten lassen. Die Bedeutung dieser wasserstauenden Zwischenlagen geht jedoch nicht so weit, daß durch ihr Auftreten gewissermaßen eine Zerlegung des gesamten Grundwassers in mehrere völlig unabhängige Wasserstockwerke bewirkt würde, wie gelegentlich angenommen worden ist.

Die wasserreichen Kluftzonen werden heute beim Durchteufen mittels des Zementierverfahrens überwunden, wobei die Klüfte so völlig mit Zement ausgefüllt werden, daß ein Wasserumlauf unmöglich ist. Der dichte Verschluß derartiger Spalten durch Zement geht aus Abb. 687 hervor.

Nach alter Lehrmeinung gilt in bergmännischen Kreisen als Wasserstauer dieser wasserreichen Stufe das Cenoman in der Fazies des Essener Grünsandes. Diese Annahme ist aber nur mit gewissen Einschränkungen richtig. Tatsächlich besitzt der Essener Grünsand diese Eigenschaft nur dort, wo er bei größerer Mächtigkeit sehr tonig entwickelt sowie kluftfrei ist und genügende Plastizität aufweist, wie im Gebiet von Essen, Gelsenkirchen, Recklinghausen u. a. a. O. In anderen Gebieten, insbesondere im O des Reviers, ist der cenomane Grünsand vielfach kalkig und wenig plastisch und bricht durch Abbauwirkungen nach Art des Sandsteins herein (s. Abb. 688). Von einer wasserstauenden Wirkung kann in diesen Fällen nicht mehr geredet werden. Stellenweise wird er sogar

selbst ± wasserführend bzw. gestattet den Kluftwassern der höheren Zonen den Durchtritt zum Karbon, besonders dann, wenn er von mehr oder weniger stark verwerfenden Klüften durchsetzt wird (s. Abb. 689). Örtlich kann die Aufgabe des Cenomans, als Wasserstauer gegen das in Abbau stehende Steinkohlengebirge zu dienen, von den tonigen Gesteinen des als Sicherheitspfeiler dienenden flachgelagerten Karbons übernommen werden.

Von besonderer Bedeutung für die Rolle des Cenomans als Wasserstauer sind daher die Lagerungsverhältnisse des darunter gelegenen Steinkohlengebirges und seine fazielle Ausbildung. Liegt der Essener Grünsand über steil aufgerichteten und an Sandsteinen reichen Karbonschichten, die unmittelbar unter dem Grünsand abstoßen, so wird er als wasserstauend den Wirkungen des Abbaues weit weniger widerstehen können und leichter wasserdurchlässig werden, als wenn es sich in den unterlagernden Schichten um horizontal gelegene und an Schiefertonen reiche Karbonsedimente handelt.

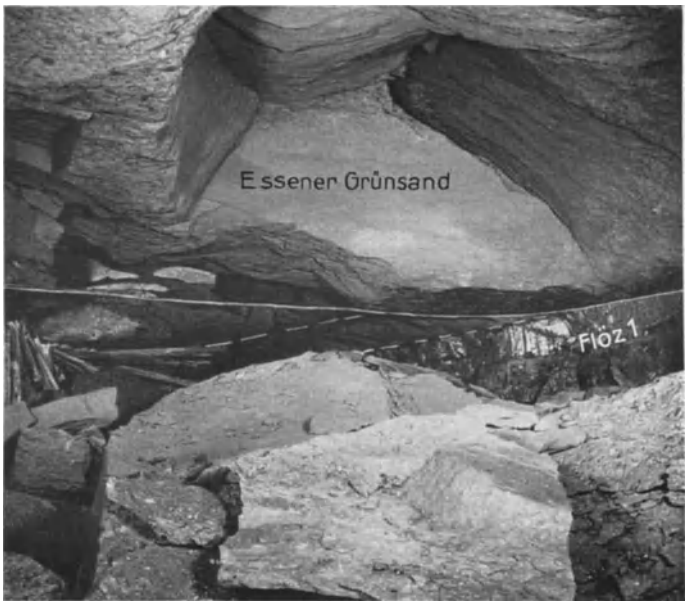


Abb. 688. Hereinbrechen des Essener Grünsandes infolge Wirkungen des Abbaues auf einer Zeche im SO des Bezirkes. Aufn. Bergbau-Verein Essen.

Immerhin hat der Essener Grünsand bis zum Jahre 1921 noch rd. 100 Zechen mit einem Zufluß von weniger als 1 m³/min als Wasserstauer gedient, während er nur 20 Zechen größere Zuflüsse von 1 bis 10 m³ aus dem Deckgebirge gebracht hat.

Aufgabe des Bergbaues muß es daher sein, wo angängig, die wasserstauende Eigenschaft des Essener Grünsandes durch möglichst bruchlose Senkung des Deckgebirges zu erhalten, besonders dort, wo es von jüngeren Verwerfungen, d. h. von wiederaufgerissenen, alten tektonischen Sprüngen durchsetzt wird.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Wasserführung des weißen Mergels für den Bergbau sei hier noch etwas ausführlicher auf die verwickelten Verhältnisse der Wasserverhältnisse des Turons eingegangen. Offenbar hängt die Menge des im weißen Mergel zusitzenden Wassers nicht nur von der petrographischen Ausbildung des Gesteins, sondern auch von seiner Gesamtmächtigkeit ab. Da die mittlere Mächtigkeit der kluftwasserführenden Schichten des Turons im S nur einige 10 m, nördlich der Lippe (zwischen Hamm und Haltern) aber schon etwa 150—180 m mißt, wächst mit der Zunahme der Mächtigkeit natürlich in etwa auch seine Gefährlichkeit bezüglich der Wasserführung. Diese ist jedoch nicht lediglich eine Funktion der Mächtigkeit des Turons sowie seiner faziellen Ausbildung. Auch die Lage im Gesamtgebiete des weißen Mergels und ferner Zahl, Ausbildung und Ausdehnung der wasserführenden Klüfte sowie die Art ihres Zusammenhanges untereinander spielen eine bestimmte Rolle.

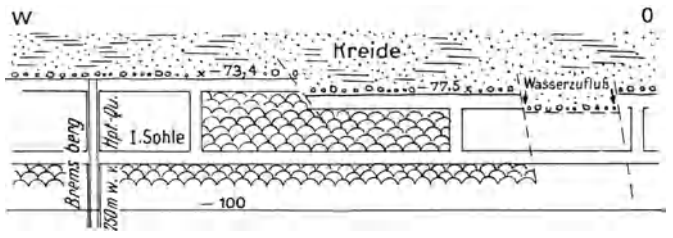


Abb. 689. Wasserdurchbrüche an Kreideabstürzen auf Zeche Kurl (Seigerriß von Flöz Mausegatt).

Als Wasserführer des Turons sind einerseits sehr flach fallende Klüfte, die wohl meist mit den Sedimentationsfugen der Kalkmergel zusammenfallen, von großer Bedeutung, andererseits sind auch die verschiedenen fast seigeren Kluftsysteme von Wichtigkeit. Besitzt doch das von ihnen durchsetzte Gestein (vorwiegend Kalkmergel, Mergelkalke und Mergel) im Gegensatz zu den Sandsteinen des Karbons kein großes Poren-

volumen, so daß das Nebengestein praktisch undurchlässig ist. Unter diesen Spalten sind „natürliche" und im eigentlichen Bergbaugebiet auch „künstliche" zu unterscheiden: Zu den ersten gehören die verschiedenartigen, stellenweise durch Wirkung der Wasser erweiterten und ± offenen Gesteinsklüfte [Diaklase (Lösen) und Paraklase (Verwerfungen)].

Die als Hauptwasserführer in Betracht kommenden natürlichen Vertikalklüfte sind, je nachdem, ob es sich um „Lösen" oder „Verwerfungsklüfte" handelt, nach Ausbildung und Richtung sehr verschieden. Die Lösen stellen einfache, ± steilstehende enge Spalten mit meist glatten Ebenen dar, die gelegentlich an bestimmten Schichtfugen absetzen, um dann wieder in der alten Richtung weiterzulaufen. Sie dürften schon bei der Austrocknung des Kalkschlammes entstanden sein. Demgegenüber stehen Klüfte, welche deutliche Verwerfungserscheinungen zeigen und örtlich mit Gangart ausgefüllt sind. In ihnen sind vorwiegend Spalten zu erblicken, die aus dem Steinkohlengebirge in die Kreide durchsetzen. Sie bestehen nicht selten aus einer Hauptkluft und mehreren stellenweise gabelig verzweigten Nebenklüften (s. Abbildung 690) und bilden dann eine ± breite Störungszone. Sie sind es auch, die in der Hauptsache die Verbindung der hangenden

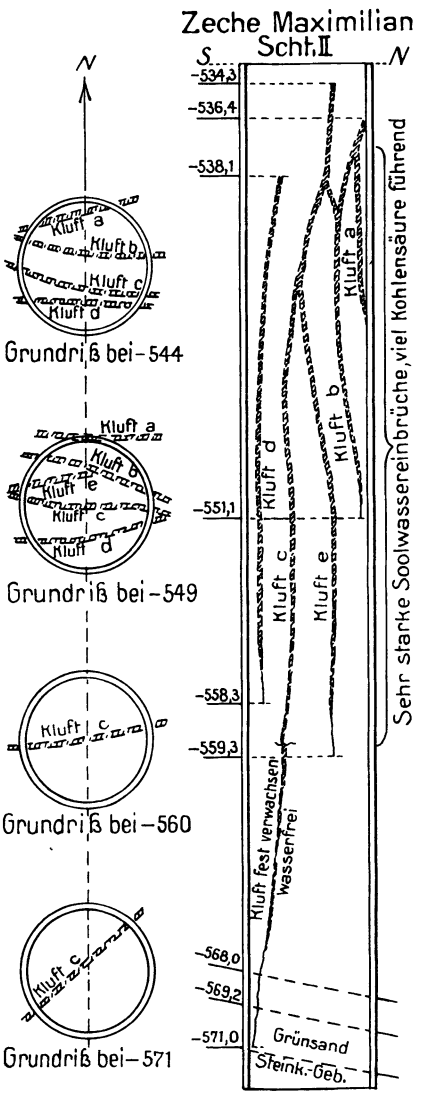


Abb. 690. Beim Schachtabteufen aufgeschlossene wasserführende Klüfte im Turon der Zeche Maximilian. Nach Zechenangaben.

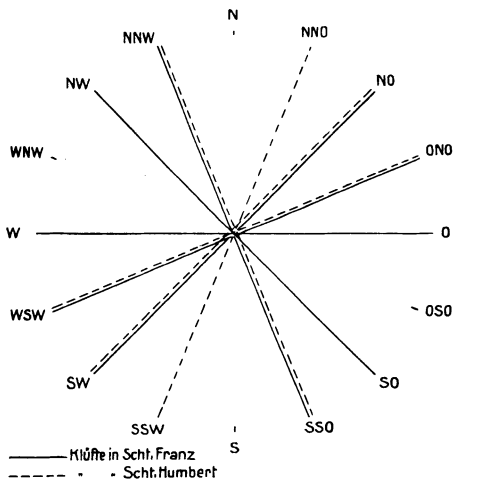


Abb. 691. Kluftrose des Deckgebirges der Zeche de Wendel. Nach RAUB.

mit den liegenden Schichten hinsichtlich der Wasserführung vermitteln. Auf ihnen geht z. B. beim Bohren die Spülung verloren.

Das Hauptstreichen der teils auf Pressung, teils auf Zerrung beruhenden Verwerfungsklüfte scheint die NW—SO-Richtung (bzw. die zu ihr senkrechte NO—SW-Richtung) zu sein, was sich auch aus dem Verlauf der zahlreichen, genau festgelegten Strontianitgänge (s. Abb. 649) ergibt. Andererseits scheint festzustehen, daß viele Klüfte an keine bestimmte Richtung gebunden sind.

Zu diesem Ergebnis kommt auch RAUB (1933), der auf Grund genauer Beobachtungen beim Abteufen der Schächte Franz und Humbert der Zeche de Wendel eine Kluftrose der wasserführenden Klüfte aufstellen konnte (s. Abb. 691), aus der sich eine Bevorzugung einer bestimmten Richtung kaum herauslesen läßt.

Zu den künstlichen Rissen zähle ich die noch viel zu wenig beachteten, durch Abbau entstandenen Risse, auf deren Bedeutung unter anderem RAUB (1933) hingewiesen hat.

Manche der das Turon oder das Senon durchsetzenden Vertikalklüfte sind schon seit alter Zeit wieder durch Kalkspat (s. Abb. 692), Gips oder Pyrit, seltener durch Strontianit oder noch seltener durch Cölestin



Abb. 692. Durch Kalkspat verheilte Kluft im Turon. S.W.B.

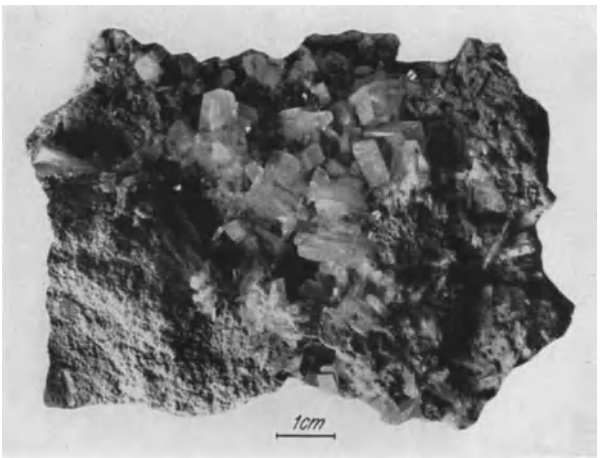


Abb. 693. Cölestin auf einer Kluft im Turon. Zeche Westfalen bei Ahlen. S.W.B.

(s. Abb. 693), den ich zum ersten Male im Deckgebirge der Schachtanlage I/II auf der Zeche Westfalen bei Ahlen fand, verheilt. Andere Wasserklüfte haben durch chemische Auflösung des Kalkes eine Erweiterung erfahren und klaffen — wenn auch nur stellenweise — mehrere Dezimeter weit (s. Abb. 694). Wieder andere scheinen sich erst im Laufe der Zeiten zu füllen bzw. wieder von Mineralabsatz frei zu werden, da die Absatz- bzw. Lösungsfähigkeit von dem jeweils herrschenden Druck, der Kohlensäureführung und der Temperatur abhängig ist. Wieder andere zeigen durch ihre mylonitisierte oder von Rutschflächen durchzogene Ausfüllungsmasse, daß sich auf ihnen wiederholte Bewegungen abgespielt haben.

Neuere Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß — wenigstens stellenweise — die ± horizontal verlaufenden und durch das Grundwasser örtlich erweiterten Schichtfugen (Sedimentationsfugen) die wichtigsten Wasservermittler sind.

Sehr bemerkenswert für die Wasserführung des Gebirges ist unter anderem die Tatsache, daß in Gebieten, die im Bereiche der vom Abbau ausgehenden Gebirgsbewegungen liegen, infolge Öffnung der Klüfte weit größere Wassermengen erschroten werden können als in Gebieten, die frei von derartigen Beeinflussungen geblieben sind.

So wurden beim Abteufen des schon beeinflußten Schachtes IV der Zeche Radbod größere Wassermengen erschlossen, während die drei ersten Schächte fast trocken herunterkamen.

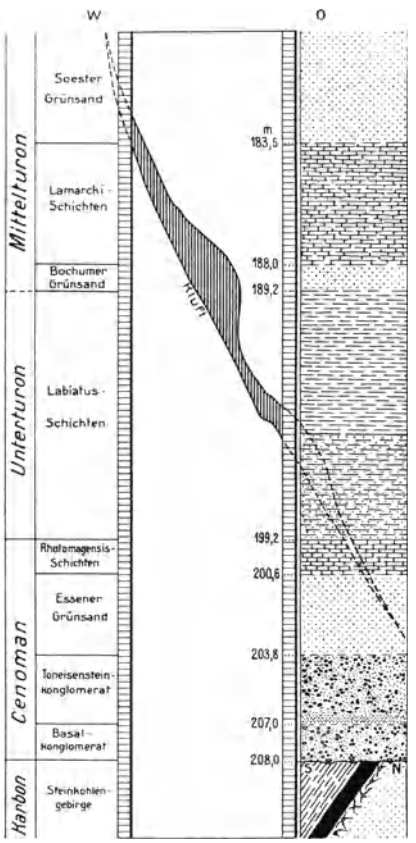


Abb. 694. Offene Kluft im Turon (Schacht III der Zeche Westhausen).

Soweit unsere Beobachtungen reichen, bilden die Spalten des Turons — und im O auch des Cenomans — ein stellenweise durch Quersprünge miteinander verbundenes, weitverzweigtes, ± weitmaschiges Netzwerk hakig ausgebildeter Klüfte. Gesetzmäßigkeiten bezüglich des Auftretens der Klüfte in den verschiedenen Horizonten der Kreide bzw. hinsichtlich bestimmter Richtungen oder der Verbindung der Klüfte untereinander

sind daher nur gelegentlich zu erkennen. Die örtlich vorhandene Durchkreuzung der verschiedenen Kluftarten bedeutet aber noch nicht, daß nun die einzelnen Klüfte alle miteinander in Verbindung stehen. Das ergibt sich schon daraus, daß sich mitunter Klüfte bzw. Kluftsysteme gegenseitig durchdringen, die in ihrem Inhalt ganz voneinander verschieden sind.

Im Gegensatz zu den Steinkohlengebirgsklüften führen oft nur wenige Meter voneinander gelegene Klüfte der Kreide entweder Sole oder süßes Wasser oder auch Sole und Süßwasser übereinander. Einige enthalten Petrol-, andere Grubengase.

Jedenfalls ist die Frage des Zusammenhangs der wasserführenden Klüfte im weißen Mergel auf Grund vieler Beobachtungen bei Wasserdurchbrüchen und -einbrüchen beim Schachtabteufen dahin zu beantworten, daß im gesamten weißen Mergel teils auf unmittelbare, teils auf mittelbare Verbindung der stellenweise mit artesisch gespanntem Wasser gefüllten Klüfte sowohl nach der Vertikalen als nach der Horizontalen geschlossen werden kann (WEGNER 1922).

So sank z. B. bei Gelegenheit des Wasserdurchbruches auf Zeche Maximilian der Solspiegel der 1,5 km entfernt gelegenen Werriesquelle (bei Hamm) um 50 m, während gleichzeitig auch die Solquelle Neuwerk der noch weiter entfernten Saline Werl in der Ergiebigkeit nachließ. Ein anderes sehr bekanntes Beispiel bietet die schon im Bd. I des Sammelwerkes 1903, S. 248 gebrachte Beeinflussung des Wasserspiegels im stilliegenden Schacht A. v. Hansemann durch den Beginn der Sümpfungen auf den benachbarten Zechen Erin und Hansa.

Daß stellenweise besondere Spaltensysteme infolge verschiedener Leitfähigkeit der Spalten und schneller Durchflußmöglichkeit in engerer Verbindung miteinander stehen als mit anderen, braucht kaum besonders betont zu werden.

Diesem offenbar bestehenden Zusammenhang der Klüfte des weißen Mergels untereinander scheinen viele Beobachtungen zuwiderzulaufen. So hat man nicht selten feststellen können, daß innerhalb desselben Gebiets eine Bohrung oder ein Schacht ersoff, während benachbarte Bohrungen oder Schächte völlig oder nahezu trocken herunterkamen oder umgekehrt.

Beispielsweise wurden beim Abteufen von Schacht I der Zeche Scharnhorst sowie von Schacht IV und V der Zeche Erin stark wasserführende Klüfte erschlossen. Dagegen durchsanken Schacht II (Scharnhorst) oder Schacht V (Erin) überhaupt keine oder nur sehr wasserarme bzw. mit Mineralsubstanz (Kalkspat) erfüllt Spalten.

Die Ursache liegt unter anderem in der ganz ungleichmäßigen Verteilung wasserführender bzw. infolge nachträglicher Mineralausscheidung $\pm$ wieder geschlossener und daher wasserfreier Klüfte. Stellenweise ist sie aber auch darin begründet, daß infolge des beim Abteufen des ersten Schachtes erfolgten Zementierens der Klüfte die den zweiten Schacht durchsetzenden Klüfte schon versteint waren. Eine Regel, wo und in welchem Umfange die Versteinung erfolgt ist, kann natürlich nicht aufgestellt werden.

Zu beachten ist weiter, daß ein und derselbe Grundwasserhorizont nicht überall gleich wasserführend ist. So enthält z. B. gerade das anderweitig so wasserreiche Turon in der Gegend von Essen, Gelsenkirchen und Bottrop nur wenig Wasser. Die gleiche relative Wasserarmut herrscht auch im Gebiet des weißen Mergels zwischen Herne und Waltrop. Ein weiteres Gebiet geringer Wasserführung im Turon kennt man aus der Gegend nördlich von Dortmund, und zwar in den Feldern der Zechen Erin-Hansemann und der Zechen Kaiserstuhl, Minister Stein und Hardenberg sowie Minister Achenbach. Auch in der Linie der Zechen Baldur-Hermann-Westfalen liegt eine verhältnismäßig wasserarme Zone. Diese sog. „Trockenzonen" dürften in erster Linie auf die hier bei Gelegenheit großer Wasserdurchbrüche (auf den verschiedenen in Frage kommenden Zechen) entstandene Herabziehung des Grundwasserspiegels infolge starker Wasserhebung seitens der Gruben zurückzuführen sein.

So erfolgte im Jahre 1922 auf Zeche Emscher Lippe ein starker Wassereinbruch mit 12 m³/min Zufluß, der innerhalb von 6 Monaten auf 4 m³/min zurückging, während gleichzeitig der Kochsalzgehalt von 5% auf $2^1/_2$% sank. Auf Zeche Waltrop, die im Jahre 1910 durch einen Wassereinbruch von 16 m³/min ersoff, verminderte sich der Zufluß durch Pumpen von 16 m³ auf 6,2 m³ im Jahre 1914, um später völlig aufzuhören. Auch hier ging der NaCl-Gehalt von 5 % auf 2,2 % herunter. Auf Zeche Viktor sanken die Wasserzuflüsse zum Teil infolge Wirkung des Sümpfens auf den Zechen Emscher Lippe und Waltrop von 22 m³/min auf rd. 4 m³/min.

TRÜMPELMANN (1923) hat bestimmte Zonen dieser Gebiete als Einflußbereiche (Absenkungstrichter) der Abzapfungen in verschiedenen Zechengebieten besonders kenntlich gemacht (s. Abb. 695).

Als Beweis für das Weiterbestehen der Trockenzonen dient unter anderem die Tatsache, daß im Trockengebiet II die Schächte IV/V der Zeche A. v. Hansemann in den Jahren 1934/35 fast trocken herunterkamen.

Eine Nachfüllung der Spalten des Turons durch Wasser aus dem N dürfte kaum stattfinden, da fast alles von N her kommende Wasser den nördlich gelegenen tieferen Gruben zufließt. Dafür spricht, daß nördlich der Trockenzone Erin-Hansemann der Wasserzufluß so erheblich nachgelassen hat, daß schon stärkere Wasserabzapfungen die Trockenlegung befördern.

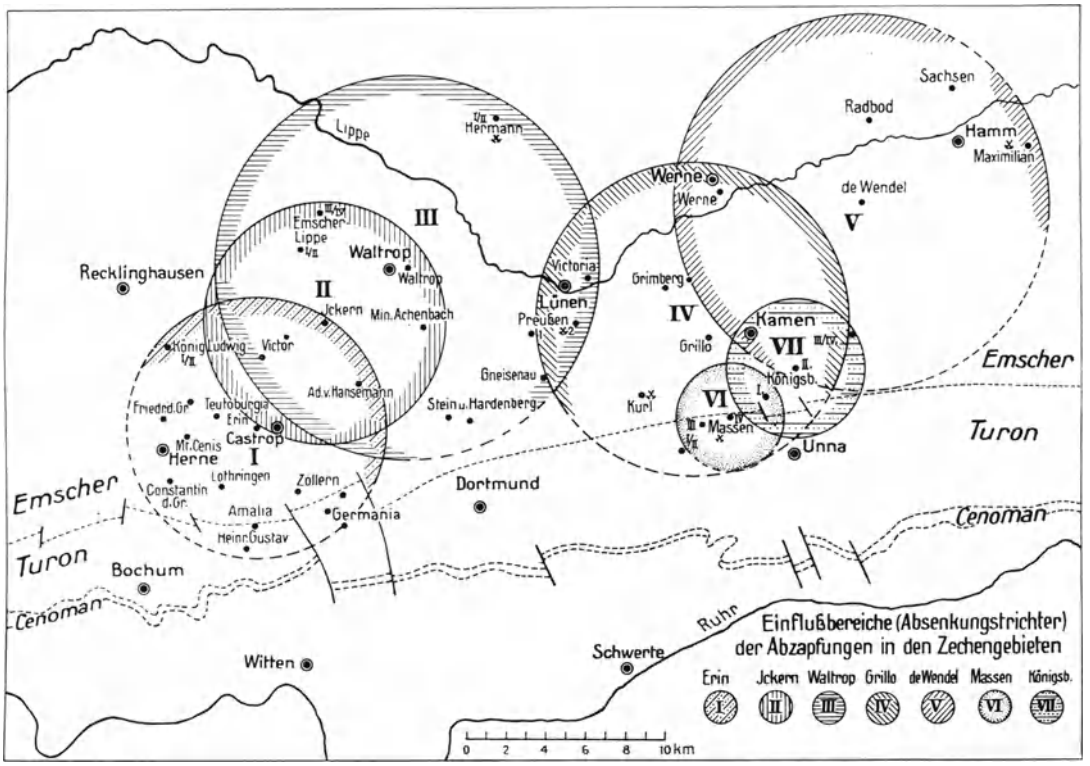


Abb. 695. Darstellung der Wasserabsenkungstrichter im Turon. Umgez. nach TRÜMPELMANN.

Über die Herkunft der im weißen Mergel umlaufenden Süßwasser kann kaum ein Zweifel bestehen. Sie stammen vorwiegend aus den atmosphärischen Niederschlagswassern, die am breiten Nordabfall des aus turonen Kalksteinschichten bestehenden Haarstranges bzw. der Paderborner Plänerkalkhochfläche sowie am Rande des Teutoburger Waldes in die klüftige, weiße Kreide eindringen (s. Abb. 696), sich auf dem ± undurchlässigen Grünsand des Cenomans (oder den vertonten Grenzschichten zwischen Kreide und Liegendschichten) aufstauen, um sich dann, dem Gefälle der Stauschicht folgend, nach N bzw. NW, W und SW weiter zu bewegen. Am Südrande des tonigen Emschers treten sie ± gemischt mit Sole als „Stauquellen" (Barrier-Quellen) des Hellweges wieder zutage (s. Abb. 696). Ein Teil des Wassers fließt auf Klüften weiter nach N.

Aus dem am Südrande des engeren Bergbaubezirkes gelegenen schmalen Streifen des zutage tretenden weißen Mergels gelangt allerdings nur wenig Wasser mehr bis unter die Schichten des Emschers; wird doch ein weiteres Abfließen dieser Wasser durch die ständige Abzapfung seitens der zahlreich hier gelegenen Zechen sowie der für die Zwecke der Wasserversorgung der Bierbrauereien und Fabriken niedergebrachten Brunnen ± unterbunden.

Tatsächlich ist der früher vorhandene große Wasserreichtum im Ausgehenden des weißen Mergels im Laufe der Zeit (etwa südlich der Eisenbahnlinie Dortmund-Bochum) durch den starken Verbrauch immer geringer geworden, so daß z. B. die großen Bierbrauereien dieses Bezirkes sich in steigendem Maße auf den Bezug von Leitungswasser einstellen mußten.

Es ist daher kaum zu bezweifeln, daß es im Laufe der Zeit allmählich zu einer völligen Entwässerung der Spalten kommt, wie schon TRÜMPELMANN ausgeführt hat. Man kann

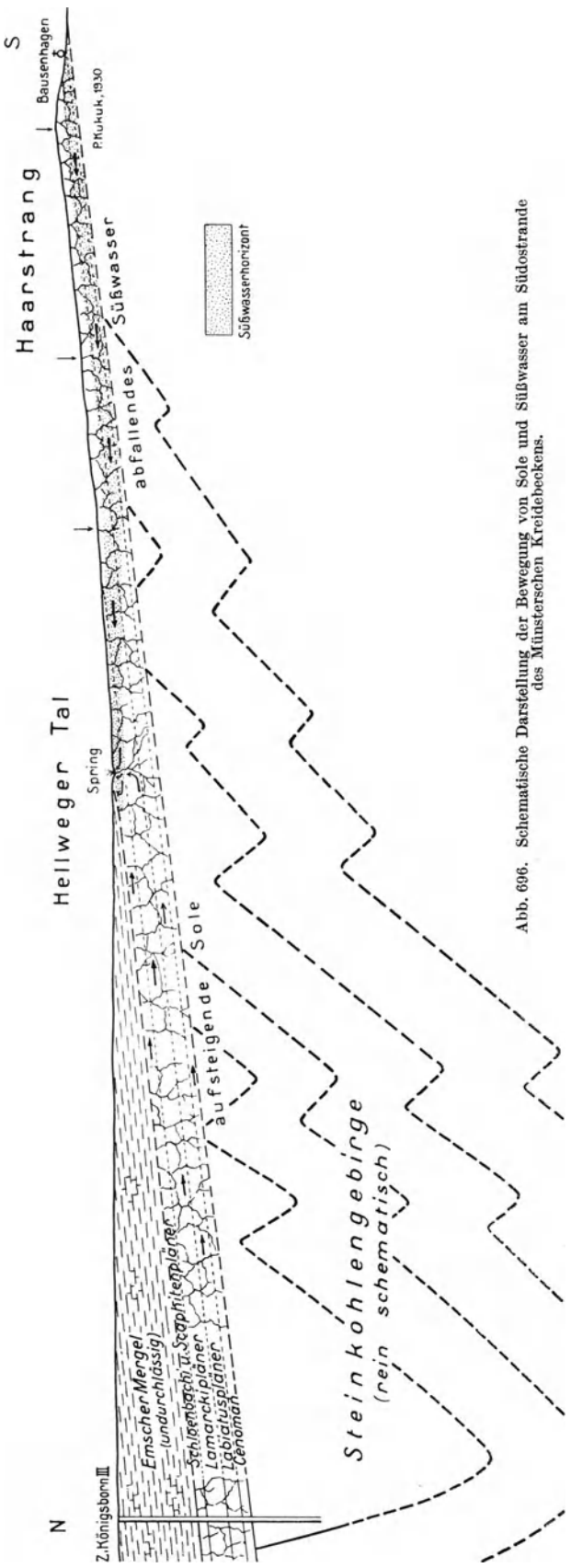


Abb. 696. Schematische Darstellung der Bewegung von Sole und Süßwasser am Südostrande des Münsterschen Kreidebeckens.

daher damit rechnen, daß schon in einigen Jahrzehnten größere Teile des Deckgebirges praktisch frei von Wasser sind. Hierdurch wird die dem Bergbau aus den Deckgebirgswassern drohende Gefahr in ihrer Gesamtheit im Laufe der Zeit immer geringer werden.

Fraglich ist noch immer die Herkunft der unter der undurchlässigen Emscherdecke in den Schichten des Turons erschlossenen Solen. Man weiß, daß sie das Bestreben haben, sich in der entgegengesetzten Richtung des Süßwasserstromes, d. h. von N nach S aufsteigend fortzubewegen. Aber erst außerhalb der Emschermergeldecke werden sie von den nach N abfallend vorstoßenden Süßwassern ausgesüßt.

Wie die Beobachtungen lehren, mischt sich das spezifisch leichtere Süßwasser nicht ohne weiteres mit den in Bewegung befindlichen spezifisch schwereren Salzwässern der tiefen Teile des weißen Mergels, sondern schwimmt gewissermaßen auf dem Salzwasser, um stellenweise als gleichmäßiger, gegen NW gerichteter Strom über dem Salzwasser in das Gebiet der bergbaulichen Abzapfungen zu gelangen. Freilich erstreckt sich der Süßwasserstrom im allgemeinen nicht sehr weit in das Innere, weil nach den vorliegenden Beobachtungen schon nach Einsatz des Emschermergels die hier austretende Sole den Süßwasserstrom teilweise beeinflußt. Daher bleiben auch z. B. die Zuflüsse der etwas weiter nördlich gelegenen Zechen Kurl, Gneisenau und Scharnhorst trotz der Nähe des Süßwassergebietes salzhaltig, ohne ausgesüßt zu werden.

Bemerkenswerterweise besitzen die Solen aus dem Deckgebirge sehr verschiedene Gehalte an Salz. Es enthielten die Zuflüsse der Zechen Ickern 4,6 g/l NaCl, Emscher-Lippe 23,0 g/l NaCl, Waltrop 59,5 g/l NaCl, Hermann 64,9 g/l NaCl und Maximilian 80,9 g/l NaCl.

Von Bedeutung ist ferner die Feststellung, daß bei den bekannten großen

Wasserdurchbrüchen (wie auf den Zechen Victor, Ickern, Emscher-Lippe und Waltrop) der Salzgehalt der Wasserzuflüsse im Laufe des Pumpbetriebes immer weiter nachließ, um von einem bestimmten Gehalt an beständig zu bleiben. Daraus folgt, daß zwar anfänglich ein Teil des angezapften Wassers durch Süßwasser ergänzt worden ist, daß aber später dauernd Salzwässer nachgeflossen sind. Als Lieferant des Süßwassers kann der unmittelbare Südrand der Kreide (bei Dortmund) nur noch untergeordnet in Frage kommen. Es muß daher aus einem anderen Gebiet, d. h. aus dem SO und O, und zwar aus dem Haarstrang, aus dem Paderborner Hochgebiet und dem Osning stammen.

Kennen wir also das Herkunftsgebiet der Salzwasser noch nicht mit Sicherheit, so steht jedenfalls fest, daß sie nicht aus den im S oder SO gelegenen Niederschlagsgebieten herrühren. Ihre Heimat dürften vielmehr die Gebiete sein, die, wie der NW (Niederrheingebiet) und der NO (nördlichstes Teutoburger Waldgebiet), Salzlager im Zechstein enthalten. Demgegenüber ist FULDA (1935) geneigt, die Solen im NO des Reviers auf Rötsalze des Buntsandsteins zurückzuführen, ohne allerdings für diese Ansicht eine nähere Begründung zu geben. Mit Sicherheit ist die Frage des Ursprungs der Solen jedenfalls noch nicht gelöst, ebensowenig wie die Gründe für die Bewegung der Solen ganz geklärt sein dürften.

b) Der mittlere Kluftwasserhorizont.

Auch der Emschermergel kann stellenweise, und zwar in seinen obersten 60—80 m, härter und klüftiger und dann wasserführend sein, so z. B. in der Gegend von Wanne und Eickel, Castrop u. v. a. O. Hier wird er von zahllosen wasserführenden Klüften derart durchsetzt, daß sich ein ziemlich einheitlicher Grundwasserspiegel herausbildet, der in seiner hydrologischen Beschaffenheit dem Grundwasserspiegel in lockeren Schichten fast ganz entspricht.

c) Der obere Schwimmsandhorizont.

Wie schon erwähnt, liegt über dem in der Mitte und im O des Bezirkes größtenteils wasserstauenden Emschermergel im NW des Gesamtgebietes ein höherer wasserführender Horizont, der sich hauptsächlich in den lockeren, bis 150 m und mehr mächtigen sandigen Schichten des Untersenons bewegt.

Dieser obere Horizont, der das in den Hohlräumen zwischen den einzelnen Sandkörnern auftretende Wasser der lockeren sandigen Schichtenglieder des Untersenons beherbergt, führt fast nur Süßwasser und steht damit im natürlichen Gegensatz zu dem vorwiegend die Klüfte erfüllenden unteren Grundwasserhorizont, mit dem er keine unmittelbare Verbindung hat.

Pflegte man früher alle diese Sande unter dem Namen der „Halterner Sande" zusammenzufassen, so haben die neueren Untersuchungen ergeben, daß diese Sande keiner bestimmten Zone des Untersenons angehören, sondern ± fazielle Erscheinungen darstellen (s. die Fazieskarte BREDDINs, Abb. 697). Wegen der Verschiedenartigkeit der petrographischen Ausbildungsweise dieser Sande und ihres Verhaltens bezüglich der Wasserführung sollen die verschiedenen Arten der Sande (reine Sande, Formsande, Sandmergel) im Anschluß an Beobachtungen BREDDINs (1925/35) getrennt dargestellt werden.

Reine Sande. Die sehr tonarmen oder tonfreien und daher fast reinen wasserdurchlässigen Sande von gelber Farbe finden sich vorwiegend im N des heutigen Bergbaubezirkes, d. h. nördlich der Linie Schermbeck-Wulfen und südlich von Haltern (s. Tafel IX). Mit dem Vorrücken des Bergbaues in dieser Richtung werden diese Schichten wegen ihrer starken Wasserführung noch einmal eine starke Beachtung finden. Der Wassergehalt derartiger sandiger Schichten ist naturgemäß um so stärker, je reiner die Sande sind.

So vermag 1 l reiner Sand aus der Haard rd. 350—400 cm³ Wasser aufzunehmen, d. h. 1 m³ Sand kann 350—400 l Wasser fassen. Im bergtechnischen Sinne sind diese Sande wegen ihrer Durchtränkung mit Wasser als „Schwimmsande" aufzufassen, d. h. angeschnitten fließen sie in Form eines mehr oder minder dünnflüssigen Breis aus den Stößen zur Anschnittstelle hin. Sie müssen deshalb mittels des Gefrierverfahrens durchteuft werden.

Formsande. In diesen handelt es sich um graue, schwachmergelige Feinsande mit Tongehalt. Die den Lauf der Lippe etwa zwischen Gahlen und Ahsen (Lippe) begleitenden Sande (siehe Dorstener Kreidemulde) treten ferner in einem breiten, schüsselförmigen Becken zwischen Dinslaken, Bottrop und Oberhausen (Bottroper Kreidemulde) auf. Sie führen weit weniger Wasser als die gelben Sande und kommen daher wegen verminderter Fließbewegung für die Wassergewinnung weniger in Betracht.

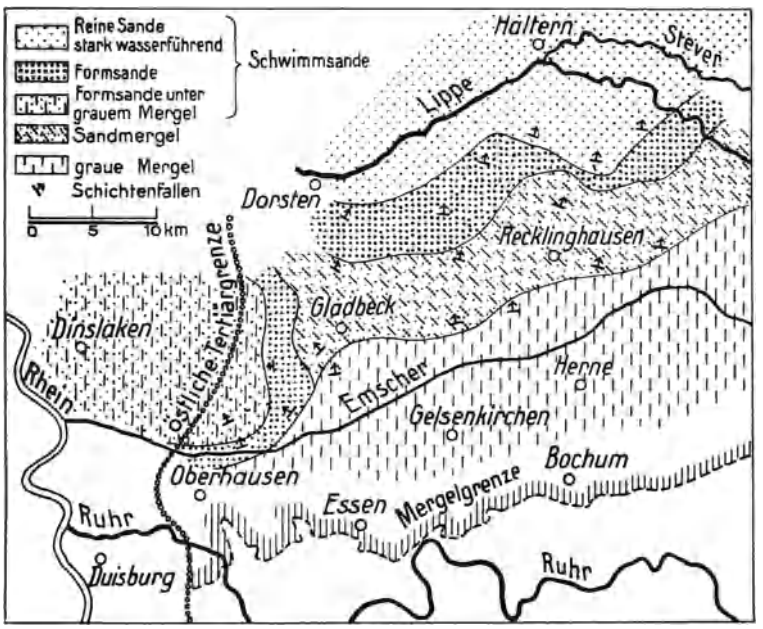


Abb. 697. Die Verteilung der Schwimmsande und Sandmergel des Untersenons im Nordwestteil des Industriebezirkes. Umgez. nach BREDDIN.

Dennoch können sie dem Abteufen der Schächte sehr erhebliche Schwierigkeiten bereiten, wie die wiederholten Schachteinstürze der vergangenen Jahre [z. B. der Schächte Franz Haniel (s. Abb. 698) und Auguste Victoria, Schacht III] gezeigt haben. BREDDIN nimmt an, daß diesen tonigen Sandschichten trotz des geringeren Wassergehaltes eine um so größere Beweglichkeit innewohnt, weil der geringe Tongehalt der Sande gewissermaßen als Schmiermittel dient.

Sowohl die am Ostrande der Bottroper Kreidemulde wie nördlich und südlich der Dorstener Mulde ausstreichenden gelben Wassersande (sandige Ausbildung des Recklinghäuser Sandmergels) sind hier von



Abb. 698. Zusammenbruch des Schachtes Franz Haniel II in untersenonen Sanden 1925. Aufn. der Zeche.

wasserstauenden, muldenförmig abgelagerten grauen Mergeln, den obersenonen „Bottroper Mergeln" (nach BREDDIN), diskordant überlagert, so daß dadurch das hier zusitzende Wasser artesisch gespannt ist.

Durch eine größere Zahl alter Mutungsbohrungen auf Steinkohle und neue Wasserbohrungen, die nördlich von Gahlen und südlich von Schermbeck niedergebracht sind, hat man im untersenonen gelben Sand in

zwei Horizonten (bei rd. 25 und 50 m) gespanntes Wasser erschlossen, das in zahlreichen Springquellen ständig ausläuft, ohne ausgenutzt zu werden (s. Abb. 699). Im Hinblick auf seine Härte (6–9° deutsche Härte) und seine Reinheit ist es als Trinkwasser sehr geeignet. Seine geologischen Verhältnisse gehen aus der von Breddin entworfenen Darstellung hervor (s. Abb. 700). Die Menge des 1926 aus 7 Quellen erbohrten Wassers beträgt nach Breddin (1935) insgesamt rd. 180 s/l = rd. 16000 m³ je Tag = 5,7 Mill. m³ je Jahr. Wegen seiner guten Eigenschaften und seiner Menge wird es angesichts des steigenden Bedarfs an gutem Trinkwasser noch einmal für die Wasserversorgung des Industriegebietes von großer Bedeutung sein.



Abb. 699. Artesische Quelle Bricht 1 am Bahnhof Schermbeck.

Sandmergel. Eine dritte Gruppe bilden die sog. Sandmergel, die als Übergang der Formsande zu den fast wasserfreien festen Mergeln zu betrachten sind. Auch sie stellen keine einheitliche Schichtenfolge desselben geologischen Alters dar, sondern umfassen fazielle Ausbildungen verschiedener Stufen. Breddin schlägt daher vor, die Bezeichnung dieses Sandmergels als Recklinghäuser Sandmergel fallen zu lassen, da sie leicht zu Irrtümern Anlaß geben kann. Wie aus Abb. 697 hervorgeht, erstrecken sich diese Sandmergel in einem bis 7 km breiten Streifen von Gladbeck über Recklinghausen bis über Datteln hinaus.

Das Kennzeichen dieser Sandmergel ist die Wechsellagerung der $^1/_2$—2 m mächtigen, teils verfestigten, teils lockeren mergeligen Feinsande mit 0,10—0,40 m dicken Kalksandsteinbänken. Die Wasserführung dieser Schichten innerhalb des Bezirkes ist sehr verschieden.

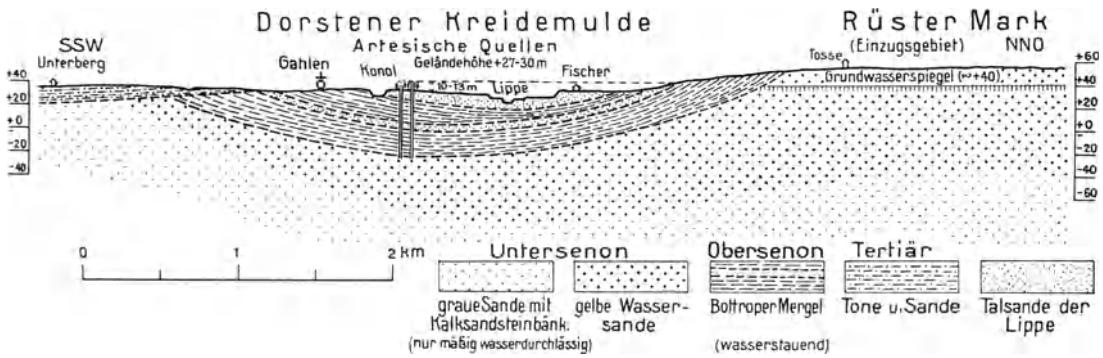


Abb. 700. Schematische Darstellung artesischer Quellen in der Dorstener Kreidemulde. Nach Breddin.

Beispielsweise hatte die Zeche General Blumenthal (Schacht IV) aus diesen Schichten bis 14 m³, die Zeche Ewald Fortsetzung bis 9 m³ Wasserzuflüsse zu wältigen. Demgegenüber betrugen sie auf Zeche Schlägel und Eisen V/VI nur 0,085 m³. Bei den 1930 abgeteuften zwei Schächten König Ludwig VII und VIII belief sich die Menge sogar nur auf rd. 130 l/st.

Die Wasser entstammen vorwiegend den klüftigen, festen Kalksandsteinbänken, in denen sich das Wasser stark anzureichern vermag. Dagegen ist der Reichtum der in den Feinsanden angesammelten Wasser ihrer petrographischen Beschaffenheit entsprechend nicht sehr groß.

Die Ursache liegt darin, daß die Hohlräume zwischen den Sandkörnern zwar durch die Tonsubstanz nicht ganz erfüllt sind, während die Verkittung der Körner durch den Mergel so stark ist, daß ein freies Fließen des Wassers sehr behindert wird.

Immerhin ist die Standfestigkeit des Sandmergels ausreichend, um ein Abteufen (ohne Anwendung des Gefrierverfahrens) mittels des Zementierens zu ermöglichen, wie das z. B. auf dem neu abgeteuften Schacht Hugo Ost (bei Buer) erfolgt ist.

Die obenerwähnten festen Bänke des Recklinghäuser Sandmergels (längs des Vestischen Landrückens) sind im übrigen das Ursprungsgebiet zahlreicher starker Quellen, die ein gutes und hartes Trinkwasser liefern.

Einen erheblichen Fortschritt in der Erkenntnis der Wasserführung dieser Schichten bedeuten die Ergebnisse der Untersuchungen der Tektonik des Gebietes durch Löscher

und BREDDIN. Hiernach zeigen die Schichten der Kreide im Gegensatz zu den älteren Auffassungen, wonach die Kreideablagerungen $1^1/_2$—3° durchweg gleichmäßig nach N einfallen sollen, im NW des Gebietes die schon erwähnte Sattel- und Muldentektonik. Nun bewegen sich in den hier vorhandenen flachen Mulden in Richtung der nach NW abfallenden und sich nach SO heraushebenden Muldenlinien starke Grundwasserströme, deren Wasser infolge Überlagerung durch tonige Schichten (Bottroper Mergel) artesisch gespannt sind. Es scheint daher kaum ein Zufall zu sein, daß die vor wenigen Jahren eingestürzten Schächte Franz Haniel und Auguste Victoria III (sowie Hugo bei Sterkrade) in solchen tektonischen Mulden des Deckgebirges stehen, in denen durch die auftauende Wirkung des Grundwassers auf den Frostkörper beim Ziehen der Gefrierrohre ungleiche Druckverhältnisse ausgelöst wurden, die auf die Schachtröhre ungünstig einwirkten. Ein Beweis für diese Annahme von Ursache und Wirkung ist jedoch nicht zu erbringen.

Örtlich, insbesondere aber östlich der Linie Waltrop-Bork, geht die oben geschilderte sandige Fazies der untersenonen Mergel durch auskeilende Wechsellagerung in die tonmergelige Fazies (grauen Mergel) über, die früher allgemein schon zum Emscher gerechnet worden ist. Aus der Fossilführung erkennt man jedoch, daß hier nur eine fazielle Ausbildung des Untersenons vorliegt. Infolge ihres hohen Tongehaltes führen diese grauen Mergel naturgemäß nur gelegentlich, meist aber überhaupt kein Wasser mehr.

4. Tertiär.

Ganz im W des Industriebezirkes treten zu den Wassern der Kreide noch die Wasser des Tertiärs. Sie stauen sich auf der meist tonig verwitterten Oberfläche der Kreideschichten auf und bilden dort einen gesonderten Grundwasserhorizont. Die Wasserführung dieser Schichten ist eng mit der petrographischen Beschaffenheit der marinen Schichten verknüpft, die infolge ihrer Feinkörnigkeit, Gleichmäßigkeit und ± starken Tonbeimengung eine fließende Beschaffenheit angenommen haben, bei der alles Wasser kapillar gebunden ist. Wegen dieser Eigenschaft haben sie dem Abteufen vor der Einführung des Gefrierverfahrens große Schwierigkeiten bereitet.

Ihre Ausbildung und Wasserführung im einzelnen ist erst seit kurzer Zeit, vornehmlich durch BREDDIN, näher bekannt geworden. Wie in den oberen Schwimmsandhorizonten der Kreide handelt es sich auch in den Wassern des Tertiärs um Süßwasser. Nach dem Ergebnis der neueren Schachtaufschlüsse kann man vier verschiedene Schichtenfolgen des Tertiärs unterscheiden, deren Wasserführung — der petrographischen Beschaffenheit dieser Horizonte entsprechend — auch sehr voneinander verschieden ist.

Die Basis des Tertiärs, das diskordant die älteren Schichten überlagert, bildet eine sehr kennzeichnende, 10—20 m mächtige Zone feinkörniger, hellgrauer und tonfreier Sande (typische Schwimmsande), die sog. Walsumer Sande, die an der Basis kiesig entwickelt sein können. Sie stellen die wasserreichste Schichtenfolge des Tertiärs im Industriebezirk dar.

Nach den tierischen Funden in diesen Schichten gehören die Sande noch zum Mitteloligozän und entsprechen nach SCHMIERER den „Stettiner Sanden".

Bisweilen treten unterhalb dieser Walsumer Sande, wie bei Hamborn, noch eine wasserstauende Tonschicht (Tonbank von Hamborn) und darunter eine sehr wasserreiche Fließsandschicht (untere Sande von Hamborn) auf.

Über den Walsumer Sanden lagert der altbekannte und weitverbreitete Septarienton des Mitteloligozäns in Form einer etwa 10 m mächtigen Schicht festen und fetten Tones (sog. Tonmergel), dessen kalkige Einlagerungen örtlich Kluftwasser führen können. Diese Zone bildet im allgemeinen den Wasserstauer für die im Hangenden folgenden wasserführenden Sande, die tonigen Mehlsande und mehlsandigen Tone.

Obwohl der Wassergehalt dieser bis 120 m mächtigen Schichten infolge des hohen Tongehaltes nicht sehr hoch ist, reicht er aus, um ihnen einen breiartigen Charakter zu verleihen. Dagegen ist ihre Standfestigkeit ziemlich groß.

Stellen die Mehlsande rechts des Rheins fast durchweg die oberste Schicht unterhalb des Diluviums dar, so stehen links des Rheins noch höhere Schichten, und zwar muschelführende Feinsande des Oberoligozäns (in rd. 70 m Mächtigkeit) an. Diese sind wegen ihres gegenüber den Sanden der Oberkreide noch feineren Korns als richtige „Schwimmsande" entwickelt.

5. Diluvium.

Von den sehr verschiedenartig ausgebildeten Schichten des Diluviums kommen als Wasserführer — außer den wichtigen Terrassenbildungen — wegen ihrer Wasseraufnahme und Fortleitungsfähigkeit vorwiegend die Talsande und die Lößbildungen in Betracht. Soweit die Talsande und der Löß wasserführend sind, d. h. im Bereiche des über einer wasserstauenden Schicht sich ansammelnden Grundwassers liegen, werden beide Schichtenglieder seit altersher allgemein als „Fließ" bezeichnet. Als Wasserstauer für die Wässer des Diluviums kommen die fast durchweg entwickelte tonige Verwitterungszone der Kreide, der Ton des Tertiärs oder eine der vielfach vorhandenen Tonbänke im Liegenden der diluvialen Schichten in Betracht.

Der Kampf mit dem Fließ hat den hohen Grad der Ausbildungsstufe des Senkschachtverfahrens im hiesigen Bezirk bewirkt. Die in bergbaulichen Kreisen oft erörterte Frage ob durch Entwässerung von Fließschichten Bodensenkungen entstehen oder nicht, kann wegen der Verschiedenartigkeit der petrographischen Verhältnisse nur von Fall zu Fall entschieden werden.

Sehr wasserreich sind die die breiten und flachen Täler der Emscher und Lippe sowie die deren Seitentäler erfüllenden tonfreien, grauen, fein- bis mittelkörnigen Sande.

Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden und bewegt sich im Tale der Emscher gewöhnlich zwischen 6 und 10 m; es werden auch wohl 12—15 m gemessen. An der Basis liegt gewöhnlich noch eine kiesige Schicht, die besonders wasserführend ist.

Unter den Talsanden befindet sich sehr häufig (aber nicht immer) noch „Grundmoräne", bisweilen auch glazialer Ton. Beide können einen Wasserabschluß der diluvialen Schwimmsande herbeiführen, falls sie nicht ihrerseits wieder von mächtigeren wasserführenden Sanden und Kiesen unterlagert werden.

Auf der Zeche Christian Levin traf man im Jahre 1927 infolge Auftretens diluvialer Zwischenschichten unterhalb der tonigen Bänke des Diluviums den standfesten Mergel erst 17 m unter der Oberfläche an. Wenn derartige Fälle auch zu den Ausnahmen gehören, dürfte es sich doch sehr empfehlen, vor der Inangriffnahme der Senkschächte sich davon zu überzeugen, ob die unter den Fließsanden folgenden tonigen Schichten wirklich schon zur Kreide gehören, oder ob es sich um Grundmoräne bzw. diluvialen Ton handelt.

Andererseits bilden die wasserreichen diluvialen Schichten mit den wasserreichen Ablagerungen des obersten Emschermergels nicht selten einen einheitlichen, stark wasserführenden Grundwasserhorizont.

Dementsprechend ersoff Schacht IV der Zeche Gneisenau beim Übergang von den diluvialen Schichten zum grauen Mergel, indem das Wasser schnell hoch stieg, die Spundwände wegdrückte und eine spätere Frostmauer durchbrach. Erst eine sehr tief reichende Frostmauer konnte den Schacht abdichten.

Eine etwas geringere Bedeutung kommt dem wasserführenden Löß zu. Im südlichen Teil des Ruhrgebietes auf größere Ausdehnung vorhanden, ist er im N der Emscher und weiter nach O nur mehr untergeordnet vertreten. Die Schichtenmächtigkeit des Lößes schwankt sehr erheblich. Selbst Mächtigkeiten von etwa 10 m sind auch auf größere Erstreckungen nicht ganz selten.

Wegen der großen Gleichmäßigkeit der staubfeinen Sandkörnchen, des geringen Tongehaltes und der großen Porosität ist der Löß in der Lage, große Mengen von Wasser aufzunehmen, die infolge der vielen Wurzelröhren auch leicht zirkulieren können. Nach Breddin sollen die im Löß aufgespeicherten Mengen hinter denen eines reinen, tonfreien Schwimmsandes nicht zurückstehen. Wassererfüllte Löße werden daher ebenso wie die gewöhnlichen Schwimmsande beim Tiefbau und Schachtbetrieb sehr ungern gesehen.

Nicht selten bereitet auch die Unebenheit des Lößuntergrundes dem Niedergehen des Senkschachtes größere Schwierigkeiten, besonders wenn dieser auf einer Seite festen Boden erreicht hat und auf der anderen Seite noch im Fließ steht, da auf diese Weise kein Abschluß der wasserführenden Schichten erreicht werden kann.

Bisweilen schalten sich auch zwischen dem Fließlöß und der festen Kreide — ähnlich wie beim Talsand — noch ältere Diluvialschichten (Grundmoräne) und darunter noch eine weitere Fließlößschicht ein. Zur Vermeidung von Fehlschlägen bei Tiefbauten sind solche Gebiete vorher durch Vorbohrungen sorgfältig zu untersuchen.

C. Die Beeinflussung der natürlichen Grundwasserverhältnisse des Deckgebirges durch den Bergbau.

Eine Wasserentziehung aus wasserführenden Schichten des Deckgebirges durch Einwirkungen des Abbaues ist unter anderem möglich: 1. Unmittelbar durch Zerreißung des Wasserstauers infolge söhlig wirkender Zugkräfte oder infolge von Durchbrechen des Wasserstauers durch den über dem Stauer lastenden Wasserdruck und 2. mittelbar durch Bewegungen des Wasserstauers längs alter tektonischer Verwerfungen, wobei sich das Wasser auf diesen durchdrücken kann (s. Abb. 701).

Beim Schachtabteufen ist das Anschneiden wasserführender Klüfte oder Schwimmsandhorizonte zu nennen.

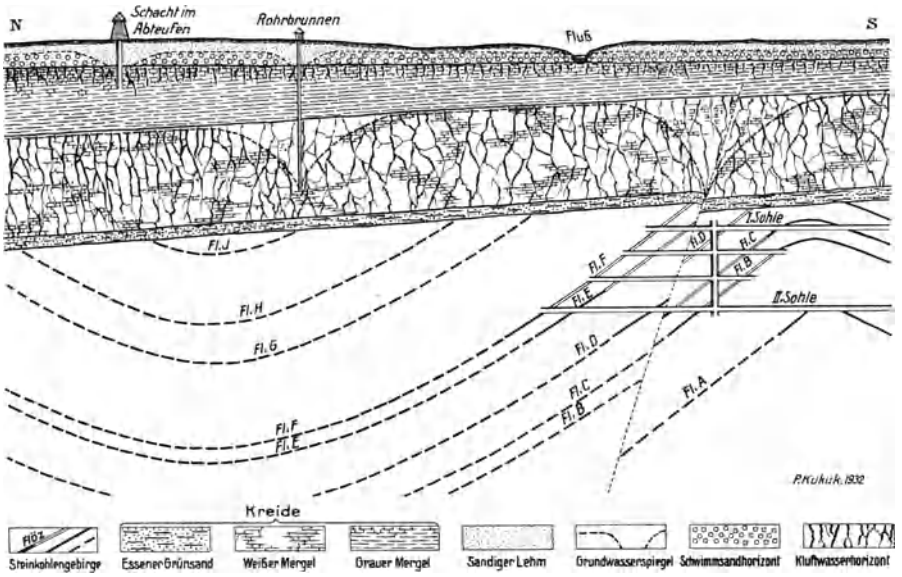


Abb. 701. Schematisches Bild der Grundwasserabsenkung durch Bergbau und Bohrbetrieb.

Dabei sind weitreichende Wasserentziehungen eine häufige Folge, bis sich nach Abschluß des wasserdichten Ausbaues die normalen Wasserverhältnisse schnell wieder einstellen. Nicht jede Abbauwirkung auf einen Grundwasserstauer braucht auch eine Wasserentziehung zur Folge zu haben. Vielmehr kann sich dieser Stauer bei hinreichend toniger und plastischer Beschaffenheit durchbiegen, ohne zu brechen oder durch Zuschlämmen und Aufquellen wieder schließen, so daß das Wasser dann weiter gestaut wird.

Bei Eintritt einer Verbindung des Spaltennetzes im weißen Mergel mit den Grubenbauen können dem Steinkohlengebirge infolge des geringen Strömungswiderstandes der Gebirgswasser schnell gewaltige Wassermengen zufließen, wie die Wasserdurchbrüche auf den Zechen Victor, Waltrop, Maximilian, Hermann und zahlreichen anderen Gruben bewiesen haben. Gleichzeitig verändert sich an der Stelle des Wasserdurchbruches weitgehend der Grundwasserspiegel des artesisch gespannten Wassers, wobei mehr oder weniger ausgedehnte, unregelmäßige und daher nicht streng paraboloidische Wasserabsenkungstrichter entstehen (s. Abb. 701).

Wie die Erfahrungen bei den erwähnten großen Wasserdurchbrüchen gelehrt haben, nehmen die Wasserzuflüsse unter Erzeugung eines gewaltigen Absenkungstrichters der Menge nach allmählich ab, um nach Erreichung eines Gleichgewichtszustandes ganz zu versiegen.

D. Die Wasserführung des flözführenden Steinkohlengebirges.

Die Grubenwasser des Steinkohlengebirges werden vorwiegend aus drei Quellen gespeist.

Die erste Quelle sind die Tageswasser in Form atmosphärischer Niederschläge oder ablaufender Betriebswasser, die bei fehlendem Deckgebirge unmittelbar von Tage aus auf Klüften und Schichtfugen der durchlässigen Gesteine (Sandsteine, Konglomerate) als Süßwasser in die Grube fließen. In vielen Fällen ist dieser Weg schon durch die infolge Wirkung alten Abbaues eingetretene, ± weitgehende Zerklüftung der Gesteine an der Oberfläche sowie das Vorhandensein unzähliger alter aufgelassener Überhauen, Schächte, Stollen, Tagesbrüche usw. vorbereitet. Ein weiterer Zufluß entstammt den Deckgebirgsschichten, der beim Mangel stauender Schichten auf natürlich vorhandenen oder durch Abbau erzeugten Klüften, wenn auch meist erst auf längeren Umwegen, dem Karbon bzw. den dort vorhandenen Grubenräumen zuströmt. Die auf diese Weise in das Steinkohlengebirge eindringenden Tageswasser fließen hier entweder ab, ohne sich aufzustauen oder sammeln sich auf undurchlässigen Schichten an. Die dritte Quelle der Grubenwasser sind die unterhalb des Emschermergels im Steinkohlengebirge umlaufenden Solen.

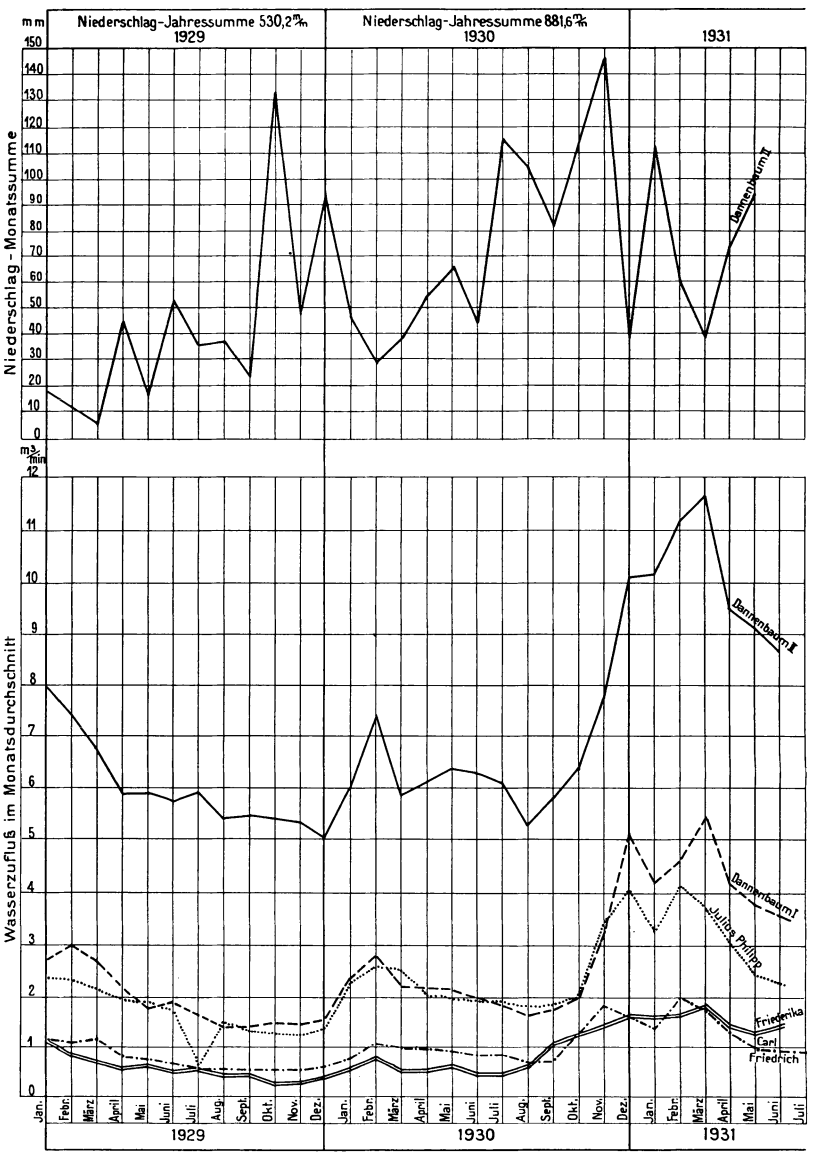


Abb. 702. Die Beziehungen zwischen Niederschlagsmengen und Wasserzuflüssen auf den Gruben Dannenbaum I und II, Julius Philipp, Friederika und Karl Friedrich.

Die Höhe der Tageswasserzuflüsse ist auf manchen Gruben im Ausgehenden des Steinkohlengebirges sehr erheblich. Auf einer Reihe heute stillgelegter Gruben hat sie 10 m³/min und erheblich mehr betragen. Wegen der im allgemeinen geringen Verunreinigung der atmosphärischen Wasser sind diese an vielen Stellen für technische Zwecke weitgehend verwendbar.

Ganz naturgemäß hängt die Zuflußmenge dieser Gruben in hohem Grade von der Höhe der Niederschläge ab (s. Abb. 702). Sie kann bei einer Grube im Anschluß an wasserreiche Monate (Frühjahr) ein Vielfaches der Zuflüsse nach trockenen Monaten betragen. Dabei ist aber nicht außer acht zu lassen, daß nicht die absolute Niederschlagsmenge allein, sondern auch das Einzugsgebiet sowie die Stärke der Versickerung für die Höhe der Zuflüsse mitbestimmend sind. Diese ist aber wieder durch die

verschiedensten Faktoren bedingt. Im allgemeinen sind natürlich die Zuflüsse um so erheblicher, je durchlässiger die Oberflächenschichten (Sandsteine und Konglomerate), je steiler die Schichten gelagert sind und in je geringerer Tiefe die Grubenbaue liegen. Aber auch in größerer Tiefe werden starke Wasserzuflüsse erschlossen, wenn die Niederschläge durch steil aufgerichtete Sandsteinbänke ungehindert in die Tiefe gelangen können.

Dementsprechend machen sich in den Gruben je nach den örtlichen Verhältnissen die größeren oder geringeren Niederschläge entweder in ganz kurzer oder erst nach längerer Zeit bemerkbar.

Als Beispiel für die Abhängigkeit der Zuflüsse von den Jahreszeiten sei erwähnt, daß die Wasserzuflüsse im Grubenfelde der Zechen Zollern-Germania im Sommer rd. 8,5 m³, im Winter dagegen rd. 13 m³ betragen.

Im Steinkohlengebirge stehende Brunnen können daher aus wasserführenden Schichten, die von wasserstauenden Schichten unterlagert werden, nutzbare Wasser gewinnen, wie das in vielen Fällen geschehen ist. Als Speichergesteine der Wasser kommen vorwiegend stark klüftige und porenweite Sandsteine und Konglomeratbänke, bisweilen aber auch sandige Schiefertone in Betracht. Besonders bekannt ist in dieser Hinsicht das Konglomerat im Liegenden des Flözes Wasserbank, dessen Wasserreichtum dem Flöze seinen Namen gegeben hat.

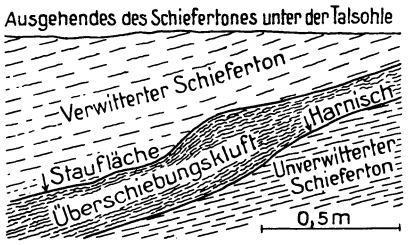


Abb. 703. Aufschluß einer wasserstauenden Überschiebung in einer Wehrbaugrube des Baldeneysees. Nach KELLER.

Nach SEMMLER (1935) beträgt das Porenvolumen dieses Konglomerats rd. 53 cm³ je dm³, während die sandigen Schiefertone nur etwa 27 cm³ besitzen.

Werden wasserführende Bänke oder auch eine ganze Schichtengruppe von ± mächtigen Schiefertonzonen über- oder unterlagert, so können diese durch Aufnahme von Wasser quellen und zu Wasserstauern werden. Unter Umständen entstehen auf diese Weise ± selbständige „Grundwasserstockwerke", falls nicht durch offene Verwerfungsspalten oder Zerrungsklüfte unmittelbare Verbindungen zwischen diesen Grundwasserhorizonten hergestellt werden. Die Menge der zusitzenden Wasser entspricht der Größe der wassererfüllten Gesteinszonen. Daß auch die Querverwerfer selbst längs ihrer Erstreckung wasserführend sind, läßt sich durch das Auftreten zahlreicher, ± große Wassermengen schüttender Brunnen längs Querverwerfungen in Gebieten, wo stark verworfene Karbonschichten zutage treten, sowie durch den Wasserreichtum vieler großer Sprünge im Karbon leicht beweisen. Dagegen wirken sich die wasserstauenden Gesteinsbänke bei vorhandener Faltung, besonders durch Herausbildung von Sätteln, ganz naturgemäß als „Wasserscheiden" aus. Wasserabschließend oder -stauend sind auch sehr häufig, aber nicht immer, die als Druckstörungen entstandenen großen Überschiebungszonen (wie insbesondere der Sutan), die stellenweise durch ihre lettige Ausbildung infolge ihrer Entstehung als gewissermaßen verruschelte Zonen wasserundurchlässig geworden sind. Ein gutes Beispiel liefert nach KELLER (1933) der Aufschluß einer Wehrbaugrube des Baldeney-Sees (s. Abb. 703).

Demgemäß hängt die Wasserführung im Steinkohlengebirge nicht nur von dem Grade der Wasseraufnahme- und Leitfähigkeit der Gesteine, sondern auch von der Tektonik des Gebietes ab, die die Wasseraufnahme stark beeinflußt. Durch Verwitterung der ursprünglich festen Gesteine, d. h. Auflösung des Bindemittels, aber auch durch Zerklüftung infolge bergbaulicher Wirkungen kann die Wasserführung der Bänke sehr begünstigt werden, so daß sie dann das Wasser leichter weiterzuleiten vermögen als gewöhnliche feste Bänke.

Von Bedeutung ist auch, daß die im Untergrunde von Staubecken und Flußtälern anstehenden, ± horizontal gelagerten Sandsteine oder Sandschiefer durch Verwitterungsvorgänge (Vertonung) und weiter durch abgelagerte Sinkstoffe derart dicht, d. h. staufähig werden können (natürlich nicht „müssen"), daß sie das Wasser von Seen und Flüssen zu halten vermögen, ohne es nach der Tiefe abzugeben. Nach KELLER (1936) ist die Staufähigkeit abhängig von der petrographischen Zusammensetzung des Gesteinsuntergrundes, von seiner Tektonik und seiner hydrologisch wirksamen Zerklüftung.

Auch der Untergrund der neuangelegten Stauseen im Ruhrtal dürfte an den meisten Stellen durch tonige Umwandlung der Gesteine derart abgedichtet sein, daß hinsichtlich

der in den Grundschottern umlaufenden Wasser für die darunter umgehenden Grubenbaue kein unmittelbarer Grund zur Besorgnis besteht. Weniger günstig liegen die Verhältnisse bei ± steiler Lagerung der Schichten, besonders dann, wenn sich diese aus klüftigen Sandsteinen und Konglomeraten zusammensetzen. Daß in diesen Fällen das unmittelbar das Steinkohlengebirge überlagernde Grundwasser der Schotter infolge der besonderen Wirkungen des Abbaues in ± großen Mengen in die Grubenbaue hineingezogen werden kann (s. Abb. 704), bedarf keiner besonderen Betonung.

Entgegen den häufig geäußerten landläufigen Ansichten der drohenden Gefahren der Stauseen für den darunter umgehenden Bergbau ist zu sagen, daß lediglich das Vorhandensein von ± großen Wassermengen der Stauseen, falls sie auf dem genügend mächtigen und in Verbindung mit den zuschlämmenden Sinkstoffen praktisch undurchlässigen Auelehm ruhen, keine besondere Gefahrenursache darstellt. Höchstwahrscheinlich dürfte diese Eigenschaft des Auelehms auch bei den unausbleiblichen Wirkungen des Abbaues im allgemeinen bestehen bleiben (s. Abb. 704).

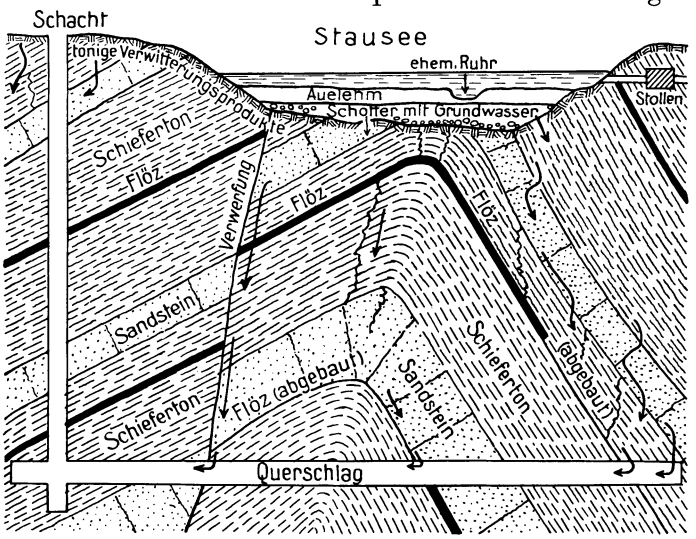


Abb. 704. Schematische Darstellung der Beziehungen zwischen Stausee, Grundwasser und Bergbau. Umgez. nach KELLER.

Die dem Steinkohlengebirge aus dem Mergel des Deckgebirges (außerhalb des Emschermergels!) zufließenden Wasser haben keinen nennenswerten Salzgehalt. Sie führen aber immer Karbonate und Gips.

Dieser geht bekanntlich unter anderem durch die Einwirkung von freier H_2SO_4 auf kohlensauren Kalk hervor ($CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + CO_2 + H_2O$), während sich jene durch Einwirkung der kohlensäurehaltigen Wasser auf die kalkigen Gesteine des Deckgebirges oder auf Karbonate des Eisens und Magnesiums bilden.

Die Deckgebirgssüßwasser sind eben „harte" Wasser. Ihre Härte (deutsche Härtegrade) beträgt mehr als 14° und steigt vielfach über 30°.

Beispielsweise enthält das Wasser aus dem Kreidedeckgebirge des Schachtes Rheinelbe V: $MgCO_3$ = 0,139 g/l, $CaCO_3$ = 0,207 g/l, $CaSO_4$ = 0,357 g/l, d. h. das Wasser hat eine deutsche Härte von 14,07 und eine vorübergehende Härte von 20,9°.

Ein deutscher Härtegrad ist vorhanden, wenn in 100000 Gewichtsteilen Wasser ein Gewichtsteil Kalkerde (CaO) oder ein Gewichtsteil Magnesiumoxyd (MgO) enthalten ist. Letzterer entspricht dem gleichen Teil Kalkerde × 1,4. Unter einem deutschen Härtegrad versteht man also die Lösung von 10 mg CaO oder 7,19 mg MgO in 1 Liter Wasser.

Sehr viel niedriger ist die Härte der im Steinkohlengebirge umlaufenden Tageswasser. Dagegen geht die Härte der Solen meist über 1000° hinaus.

Um welche Mengen gelöster Substanz es sich in den Grubenwassern handeln kann, geht aus folgender Betrachtung hervor:

Nimmt man nach SEMMLER (1935) für Deckgebirgswässer einen Durchschnitt von 200 mg CaO oder 140 mg MgO in 1 Liter an, so würde die (1921) im Ruhrbezirk geförderte Menge von 197 Mill. m³ Wasser rd. 39000 t CaO und rd. 27000 t MgO gelöst enthalten.

Um zu den unter der Mergeldecke umgehenden Grubenbauen zu gelangen, müssen die Wasser einen längeren Weg zurücklegen, der gewöhnlich den Verwerfungsspalten folgen dürfte, falls nicht das durch Wirkung des Abbaues völlig zerrissene und in seinem Zusammenhang gestörte Deckgebirge dem Wasser einen unmittelbaren Zutritt zum Steinkohlengebirge gewährt.

Früher nahm man an, daß ein Zerreißen des Deckgebirges bei einigermaßen erheblicher Mächtigkeit des Kreidemergels von 50—70 m nicht eintreten könne. Tatsächlich bedeutet aber auch eine größere Dicke des Deckgebirges keinen unbedingten Schutz gegen Wasserdurchbrüche von der Oberfläche her. Die Sicherheit, welche die Mergeldecke sowohl für Oberflächenwasser wie für solche aus dem weißen Mergel bietet, liegt,

wie erwähnt, vorwiegend in der Beschaffenheit seiner untersten Schicht (Essener Grünsand) begründet, die bei geeigneter Ausbildung wasserstauend wirkt.

Die unter stärkerer Mergeldecke im Steinkohlengebirge normalerweise umlaufenden Wasser dürften daher in erster Linie solche Tageswasser sein, die den Schichten des Karbons außerhalb der Mergeldecke durch Spalten oder durch die Gesteinsschichten des Karbons selbst zufließen. Infolge der Einwirkungen des Abbaues auf die Schichten des Kreidemergels haben sich jedoch die Verhältnisse in Gebieten lebhaften und älteren Bergbaues schon wesentlich zuungunsten des normalerweise vorhandenen Schutzes des Grubengebäudes durch die Kreidedecke geändert.

Bei weiterem Wandern des Wassers nach N auf den Klüften und Verwerfungsspalten des Karbons mischen sie sich allmählich mit den in größerer Tiefe umlaufenden Standwassern oder eigentlichen Grundwassern des Steinkohlengebirges. Diese bestehen, soweit sie unterhalb des Emschers auftreten, lediglich aus Solen, da eine Aussüßung durch Tageswasser nicht mehr möglich ist. Tatsächlich werden in unverritzten Steinkohlenfeldern in größerer Tiefe nur Solen angetroffen. Die besonderen Eigenschaften der Solen des Steinkohlengebirges sind im Abschnitt „Solquellen" näher behandelt.

Von den bekannt gewordenen neueren Analysenergebnissen von Grubenwässern seien hier einige besonders ausgeprägte Beispiele nach Fuchs (1929) angeführt:

Tabelle 47[1].

	I g/l	II g/l	III g/l	IV g/l
Kochsalz (NaCl)	0,04095	0,0900	15,3223	100,07
Gips ($CaSO_4$)	0,00651	0,3234	—	0,1911
Kalk (CaO) aus dem Bikarbonat best.	0,02109	0,1412	0,0218	7,272
Magnesia (MgO) aus dem Bikarbonat best.	0,0156	0,0019	—	2,498
Freie und Bikarbonatkohlensäure	0,4136	0,2261	0,052	16,7967
Eisenoxyd (Fe_2O_3)	—	Spuren	0,0145	—
Aluminiumoxyd (Al_2O_3)	—	0,0431	0,0032	—
Chlorkalium (KCl)	—	—	0,3445	—
Chlorkalzium ($CaCl_2$)	—	—	1,2258	—
Chlormagnesium ($MgCl_2$)	—	—	1,3765	—
Chlorbarium ($BaCl_2$)	—	—	0,0811	in geringer Menge nicht bestimmt
Brommagnesium ($MgBr_2$)	—	—	0,0117	—
Kieselsäure SiO_3	—	—	0,0232	0,021
Strontiumchlorid ($SrCl_2$)	—	—	Spuren	Spuren
Ammoniak (NH_3)	—	—	—	0,0374
Schwefelsäure (SO_3)	—	—	—	0,1124
Salpetersäure (N_2O_5)	—	—	—	0,0216
Salpetrige Säure (N_2O_3)	—	—	—	geringe Spur
Oxydation der organischen Substanz erforderte	—	—	—	0,0142 g Sauerstoff pro l
Gesamthärte	3,8°	30°	—	1076,9°

Demnach ist kennzeichnend für:
I (Tageswasserzufluß): Geringer NaCl-Gehalt und wenig Härtebildner (Gips und Kalk).
II (Süßwasserzufluß): Geringer NaCl-Gehalt und größere Härte.
III (Sole aus dem weißen Mergel): Gehalt an $BaCl_2$ und KCl.
IV (Sole des Karbons): $BaCl_2$, reicher Gehalt an NaCl (100,07 g/l) und große Härte.

Die wichtigsten Wasserbringer im Steinkohlengebirge sind die Hauptverwerfungslinien (Sprünge), wie z. B. der Tertius, der Quartus, der Ewald-Hannibal-Sprung, der Graf Moltke-Mathias-Stinnes-Sprung, der Graf Moltke-Wilhelmine-Victoria-Sprung und zahllose andere Sprünge.

Dabei ist jedoch zu beachten, daß die großen Verwerfungsspalten nicht durchweg wasserführend sind. Vielmehr hängt die Wasserführung unter anderem von der petro-

[1] I = Tageswasserzufluß einer Zeche ohne Mergeldecke.
II = Tageswasserzufluß einer Zeche im Ausgehenden des weißen Mergels.
III = Grundwasser aus dem weißen Mergel mit Emschermergelüberlagerung.
IV = Grundwasserzufluß aus dem Kohlengebirge einer Zeche nördlich von Essen.

graphischen Beschaffenheit des wasserführenden Nebengesteins (Sandstein und Konglomerat), der Art der Spaltenausfüllung und der Ausbildung der Spalte ab, die ja wieder in engster Beziehung zum Gestein steht, in welchem sie aufgerissen ist. Sie wird demnach in sandsteinreichen Zonen im allgemeinen klaffen und Wasser führen, dagegen sich im Schieferton verdrücken und keine Wasser schütten. Die Wasserführung wird dort besonders stark sein, wo an beiden Salbändern der Klüfte Sandsteine abstoßen. Ein klares Beispiel für diesen Zusammenhang bietet unter anderem die Zeche Graf Moltke mit ihren beiden wasserführenden Hauptklüften.

Auf die Wasserführung der Sprünge weist neben der häufig zu beobachtenden reihenförmigen Anordnung der Hausbrunnen auf den Verwerfungsspalten im Ausgehenden des Karbons auch die Tatsache hin, daß innerhalb der Kreideüberdeckung die Quellgebiete vieler kleiner Bachläufe in der Streichrichtung der großen Sprünge liegen.

Für das Antreffen von Wasser beim Anfahren eines Sprunges unter Tage ist von Bedeutung, daß die aus einer Sprungkluft auf einer bestimmten Sohle austretenden Quellen bzw. Solen über dieser Sohle solange ausströmen, bis das gesamte Wasser aus dem Zuflußgebiet der Spalte ausgeflossen ist oder aber die wasserführende Spalte auf einer tieferen Sohle angeschlagen wird. Im letzteren Falle versiegen die Zuflüsse auf der oberen Sohle ziemlich schnell, um dann aus dieser Spalte bzw. aus den Nebenklüften und Porenzwischenräumen der an der Hauptkluft abstoßenden wasserdurchlässigen Sandsteinbänke und Konglomeratzonen auf der tieferen Sohle immer stärker auszutreten. Auf diese Weise haben sich die meisten Wasserdurchbrüche im Karbon der Gruben des Bezirkes abgespielt. Demnach werden alle Zechen, die auf höheren Sohlen aus bestimmten Klüften große Wasserzugänge zu verzeichnen hatten, auch auf tieferen Sohlen bei entsprechender Beschaffenheit des Nebengesteins erneut mit ± starken Zuflüssen rechnen müssen, falls diese Sprünge nicht schon vorher auf Nachbarzechen in größerer Tiefe angezapft worden sein sollten. Mit besonderen Wasserschwierigkeiten ist jedesmal zu rechnen, wenn in Höhe der neuen Sohle die Hauptkluft innerhalb einer Flözgruppe mit starken Sandsteinbänken durchfahren werden muß.

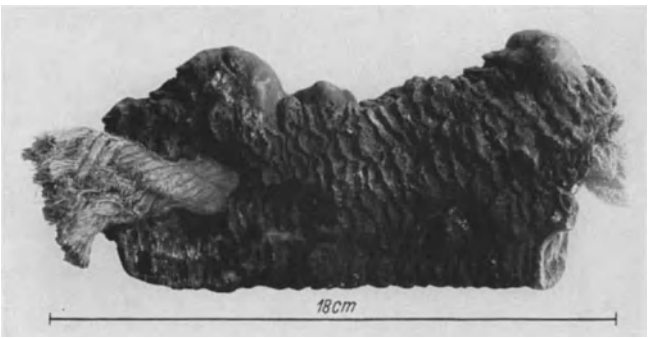


Abb. 705. Mit Kalkspat umkrustetes altes Hanfseil. Zeche Prinz Regent. S.W.B.

Es dürfte daher von großer Wichtigkeit für den Bergbau sein, die vielen mit der Wasserbewegung innerhalb des Steinkohlengebirgskörpers in Zusammenhang stehenden Erscheinungen und die hieraus für den Bergbaubetrieb abzuleitenden Regeln systematisch zu untersuchen. Diese Arbeit ist inzwischen von der Wasserwirtschaftstelle der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Angriff genommen worden.

Das Grubenwasser erfährt auf seinen Wegen von der Eintrittsstelle durch die Grubenbaue bis zum Sumpf nicht unerhebliche Veränderungen (Verunreinigungen). Zunächst wird es durch mechanisch zugeführte Gesteins- und Kohlenteilchen sowie chemisch gelöste Mineralbestandteile so stark verunreinigt, daß es für den menschlichen Gebrauch nicht mehr benutzbar ist. Andererseits vermag es aber auch menschliche Auswurfstoffe, verwesende oder stickstoffhaltige Substanzen aufzunehmen. Weiter kann dem Wasser durch faulendes Holz in alten Bauen Schwefelwasserstoff (H_2S) zugeführt werden.

Führt das Wasser Eisen als Bikarbonat in Lösung, so zeigt es häufig eine ± starke Trübung, die im Laufe der Zeit einen Absatz von Schlamm zur Folge hat. Bei der Berührung mit Luft entweicht die Kohlensäure. Damit findet eine Abscheidung von gelbrotem Ocker [Eisenhydroxyd, $Fe(OH_3)$] statt, der die Wasserseigen erfüllt. Entsprechend den in dem Wasser in Lösung enthaltenen Mineralien kommt es an weiter entfernt gelegenen Stellen zur Ausscheidung der verschiedenartigsten Mineralsubstanzen.

Zu den häufigsten Mineralabsätzen gehört der kohlensaure Kalk ($CaCO_3$), der beim Entweichen der freien Kohlensäure aus den Kluftwässern als unlösliches Karbonat ausfällt.

Er findet sich neben anderen Karbonaten sowohl in Form plattiger Ausscheidungen auf Klüften der Gesteine und der Kohle als auch in kleineren oder größeren Stalaktiten oder Stalagmiten an der Firste alter Strecken sowie als Ausfüllung von Rohren und Wasserlutten oder Umkrustung von Drähten, Seilen (s. Abb. 705), Gezähstücken, Kohlen- oder Gesteinsbrocken, Fahrten u. a. in alten Betrieben und Örtern (s. Abb. 706).



Abb. 706. Stalagmitenbildungen von kohlensaurem Kalk auf einer Fahrt (Bildungsdauer etwa 6 Jahre). Zeche Prinz Regent. S.W.B.

An anderen, aber seltener festzustellenden Karbonaten findet man Strontianit ($SrCO_3$), Witherit ($BaCO_3$) und Dolomit [$CaMg(CO_3)_2$].

Sehr häufig bestehen die Absätze aus Schwerspat ($BaSO_4$). Wie schon erwähnt, bildet sich der schwer lösliche Schwerspat beim Zusammentritt bariumsalzführender Wasser (wahrscheinlich aus dem Buntsandstein, Krusch 1904, Zimmermann 1935) mit schwefelsäurehaltigen Wassern (aus der Grube), etwa nach der Formel $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2\,HCl$.

Von der Zusammensetzung eines bariumhaltigen Grubenwassers gibt die nachstehende Analyse einer Sole der Zeche de Wendel Aufschluß.

Danach sind enthalten in g/l: SiO_2 = 0,01, Bikarbonate = 0,03, NaCl = 134,7, $CaCl_2$ = 20,40, $MgCl_2$ = 5,76, $BaCl_2$ = 1,52, $SrCl_2$ = 0,98.

Derartige Neubildungen des Schwerspats werden auf vielen Gruben, vornehmlich in der Nähe des Perm- und Triasrandes (so z. B. auf den Zechen Graf Moltke, Möller-Schächte u. a.), aber auch weit darüber hinaus beobachtet. Schwerspat (s. Tafel XIV) bildet sich so schnell, daß in kurzer Zeit Wasserlutten (s. Abb. 707), Steigleitungen, Ventile u. a. mit Mineralsubstanzen ± ausgefüllt oder verstopft sind. Für den Bergbaubetrieb sind die Schwerspatbildungen daher sehr unerwünschte Erscheinungen.

Ihr Ausscheiden kann sowohl durch Vorabscheidung in ausgedehnten Wasserseigen vor Eintritt in den Pumpensumpf als durch getrenntes Abfangen und Weiterleiten der aus verschiedenen Quellen stammenden Wässer vermieden werden.

Weit seltener finden sich Bildungen des leichter löslichen Strontiumsulfats ($SrSO_4$), die meist als Begleiter des Schwerspats auftreten.

So bestand der „Schwerspat" der Möller-Schächte nach Krusch (1904) zu 95% aus $BaSO_4$ und zu 5% unter anderem aus $SrSO_4$ und $CaCO_3$. Strontiumsalze sind vorwiegend in der Gegend von Oberhausen und Hamborn festgestellt worden. Nach Fuchs scheidet sich auf einer Oberhausener Zeche in einem Wasserzufluß von 200 l/min $SrSO_4$ dort aus, wo dieses Wasser sich mit einem anderen Wasserzufluß von 300 l/min mit Schwefelsäuregehalt mischt.

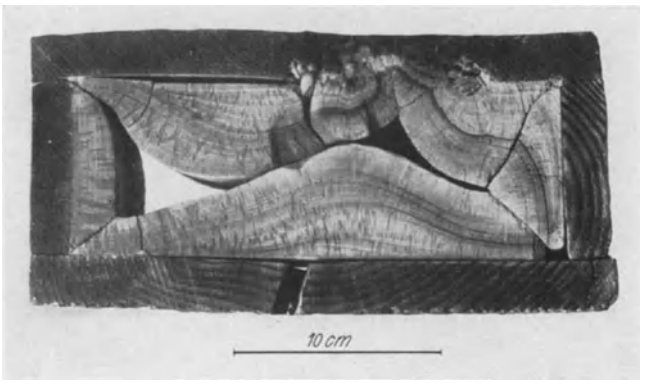


Abb. 707. Schwerspatabsatz in einer Wasserlutte. S.W.B.

Der häufige Absatz von Steinsalz (NaCl) ist schon aus der Tatsache leicht erklärlich, daß alle Steinkohlengebirgswässer aus Sole bestehen.

So sieht man nicht selten in der Kohle, in Hohlräumen des Gebirges, an der Firste alter Strecken größere oder kleinere „Salzzapfen" (s. Abb. 708). Besonders schöne Salzstalaktiten und Stalagmiten zeigten sich auf der 931 m-Sohle der Zeche de Wendel (vgl. Abb. 709).

Bisweilen hängen die Tropfsteingebilde des Salzes schräg nach unten in die Strecke hinein, dem Wetterstrom entgegen, wie auf der heute auflässigen Zeche Hermann (bei Bork), eine Erscheinung, die auch in Tropfsteinhöhlen des Massenkalks, wie z. B. in der Reckenhöhle im Hönnetal, beobachtet wird.

Die Salzsolen werden im Bergbaubetriebe unangenehm empfunden, nicht nur deshalb, weil sie überall Mineralsalze absetzen, sondern wegen ihrer Eigenschaft, Eisen stark anzugreifen. Gewisse Solen können Eisenschienen oder Steigrohre unter Rostbildung so stark zerfressen, daß sich das Eisen mit dem Messer schneiden läßt.

Die Menge des mit den Grubenwässern gehobenen Salzes ist sehr erheblich. Sie beträgt nach Semmler (1935) auf eine Zeche (mit einem Zufluß von 1,5 m^3/min und einer

18%igen Sole) je Jahr rd. 160000 t Salz, d. h. rd. $^1/_3$ der Kohlenförderung bei 1500 t täglicher Förderung.

Auch Ausscheidungen von reinem Schwefel in Form von Krusten und Stalaktiten aus Grubenwässern habe ich beobachtet, z. B. auf der Zeche Waltrop (s. Abb. 710). Sehr oft treten auch noch Bildungen von Gips ($CaSO_4$) (s. Abb. 711), sowie von Alunogen (Haarsalz zum Teil) [$=Al_2(SO_4)_3$, 16 H_2O] in der Kohle auf (s. Abb. 712).

Gegen die Wirkung der Grubenwasser kann man sich bei saueren Wassern durch Entsäuerung oder durch Verzinkung der Eisenteile schützen. Als Schutz gegen salziges Wasser verwendet man Bronze für die mit dem Wasser in Berührung kommenden Pumpenteile.

Neuere Untersuchungen (WINTER und MÖNNIG 1932) über den Chemismus der Grubenwasser (ohne Rücksicht auf die geologische Seite ihrer Herkunft) haben die älteren Beobachtungen bestätigt.



Abb. 708. Salzzapfen, aus Sickerwässern in der Grube abgesetzt. Zeche de Wendel. S.W.B.

Andererseits haben sie wertvolle neue Erkenntnisse auf der Grundlage der Theorie der elektrolytischen Dissoziation der Lösungen, d. h. des elektrolytischen Zerfalls eines Grubenwassers in H- und OH-Ionen vermittelt, hängt doch die angreifende Wirkung des Wassers von dem Anteil der auf dem bekannten Wege der Titration ermittelten Gesamtsäuremenge ab, die als freies H-Ion verfügbar ist. Während die Gesamtsäuremenge als potentielle oder Titrierazidität bezeichnet wird, gibt die aktuelle Azidität die in der Flüssigkeit vorhandenen dissoziierten H-Ionen an Hand der versuchsmäßig ermittelten p_H-Zahlen an. Diese liegen bei den Grubenwassern des Ruhrbezirkes nach WINTER und MÖNNIG zwischen 5,9 und 7,8, d. h. die p_H-Zahlen bewegen sich mit zunehmendem Gehalt von CO_2 von der basischen Seite (7,8) über den neutralen Punkt (7) nach der saueren Seite (5,9). Eine unmittelbare Beziehung zwischen Angriffsfähigkeit und p_H-Zahlen hat jedoch nicht nachgewiesen werden können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen weiter erkennen, daß die spezifischen Gewichte des Grubenwassers, die zwischen 1,001 und 1,11 schwanken, den bis 105° Trockenrückständen fast verhältnisgleich sind. Aus dem spezifischen Gewicht kann man daher unmittelbar auf den Trockenrückstand schließen.



Abb. 709. Stalaktiten und Stalagmiten aus Steinsalz, innerhalb eines Jahres aus durchsickernder Sole abgesetzt. Zeche de Wendel. Aufn. der Zeche.

Kann man heute den unter normalen Zuflüssen aus dem Deckgebirge bauenden Zechen für die Zukunft eine bessere Vorhersage machen, so ist den vorwiegend am Ausgehenden der Mergeldecke gelegenen Gruben infolge Hochgehens der Wasser auf den vielen stillgelegten Zechen im S eine neue Gefahr entstanden. Sie darf nicht unterschätzt werden, wenn nicht schwere wirtschaftliche Schädigungen die Folge sein sollen. Die wenigen noch heute betriebenen Gruben dieses Bereiches halten zwar heute die Wasser

des Gebietes kurz. Kommen aber weitere Zechen zum Erliegen, so entsteht in den sich aufstauenden Wassermengen eine immer drohender werdende Gefahr für die Nachbarzechen. In mehreren Fällen scheint auf einigen im N gelegenen Zechen ein Anwachsen der Wasser festgestellt worden zu sein, das auf Zuflüsse aus stillgelegten Zechen zurückzuführen ist, wie z. B. der Zechen Johann Deimelsberg-Centrum oder der Zeche Kurl. Bei anderen Zechen ist ein solcher Zusammenhang nur zu vermuten, wie z. B. bei verschiedenen mit stillgelegten Zechen markscheidenden Gruben.



Abb. 710. Schwefelstalaktit. Absatz aus Grubenwässern. Zeche Waltrop. S.W.B.



Abb. 711. Gipskristalle auf einer Grubenschiene (Bildungsdauer $1^1/_2$ Jahre). Zeche Victor I/II. S.W.B.

Ich erinnere weiter an den großen Wassereinbruch auf Zeche Engelsburg als Folge des Durchbruchs aufgestauter Wasser der stillgelegten Zeche General nach dieser Zeche. Hier handelt es sich um einen Wassereinbruch katastrophaler Natur, der erst nach langen Bemühungen gemeistert werden konnte.

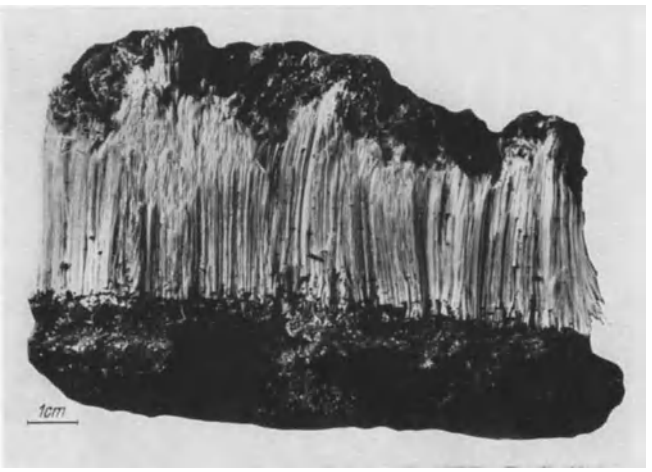


Abb. 712. Alunogen (Haarsalz), Neubildung in einer Spalte des Flözes Sonnenschein. Zeche Victor III/IV. S.W.B.

Für die Abwendung größerer Wasserschwierigkeiten scheint mir der von Oberste-Brink (1934) gemachte Vorschlag von Wichtigkeit zu sein, sog. „Wasserprovinzen" zu bilden, d. h. gewisse wasserreiche Gebiete von anderen wasserarmen dadurch abzuschließen, daß man längs bestimmter Linien (flözleere Sättel und große Störungszonen) jeden Durchschlag vermeidet. Das könnte z. B. längs des Stockumer Sattels im S, des Vestischen Sattels im N, des Lohberg-Concordia bzw. Thyssen-Westende-Sprungs im W und der Unnaer Störung im O geschehen (s. Tafel VI).

Von Bedeutung ist hier insbesondere der Stockumer Sattel, der die Möglichkeit bietet, das gesamte von Kreide freie Gebiet mit seinen reichen Wasserzuflüssen von dem weiter nördlich gelegenen eigentlichen Bergbaugebiet abzuschließen.

Höchstwahrscheinlich sind die verhältnismäßig günstigen wasserwirtschaftlichen Verhältnisse der nördlichen Gruben trotz erfolgter Stillegung der vielen wasserreichen Gruben im S vorwiegend auf die wasserabschließende Eigenschaft des Stockumer Sattels, d. h. das Fehlen durchschlägiger Nordsüdverbindungen zurückzuführen.

Andererseits wird es aber möglicherweise trotz all dieser Maßnahmen im Interesse der Wirtschaftlichkeit kaum zu umgehen sein, daß sich bestimmte, vom Wasser bedrohte Gruben zu Wassergemeinschaften

zusammenschließen. Es könnte sonst der Fall eintreten, daß später einige der an der Grenze des mergelfreien und -überdeckten Gebietes gelegene, heute stilliegende Gruben von den nördlichen Zechen lediglich für die Zwecke der Wasserhebung in Betrieb gehalten werden müssen.

Bei den im Streichen gelegenen markscheidenden Zechen wird ein Abdämmen der Wasser gegeneinander viel schwerer möglich sein, da meist ± gute Wasserverbindungen bestehen. Selbst beim Vorhandensein günstiger Punkte zur Errichtung von Dämmen muß mit der Weiterbewegung der Wasser auf Kluftsystemen oder wasserdurchlässigen Sandsteinzonen gerechnet werden.

Verwendung der Grubenwasser im Bergbau. Trotz der großen Menge des zur Verfügung stehenden Grubenwassers wird dasselbe im Bergbaubetrieb wegen seiner starken Beimengungen recht wenig verwandt. Im Jahre 1921 sind nur etwa 10% des geförderten Grubenwassers benutzt worden. Seine Verwendung beschränkt sich in erster Linie auf das Koksablöschen und die Benutzung in der Wäsche (falls das Wasser nicht über 1 g/l Gesamtalkalien enthält). Untergeordnet dient es auch als Kesselspeisewasser, für Badezwecke, als Kühlwasser und für Permutitanlagen.

E. Die Wasserführung der liegenden Schichten.

Wie das Flözführende, so sind auch die Schichten des Flözleeren und des Devons ± reich an Wasser. Im Hinblick auf den zur Verfügung stehenden Raum muß von einer Darstellung der Wasserführung dieser Ablagerungen im einzelnen abgesehen werden. Über die Wasserführung des Flözleeren im SW des Gebietes liegen neuere Untersuchungen von Semmler (1936) vor.

Hinsichtlich des Auftretens von „Solquellen“ und „Mineralwässern“ in diesen Schichten sei auf den Abschnitt „Solquellen“ verwiesen.

XX. Abschnitt.

Die Mineralvorkommen auf den Querverwerfungsklüften des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges.

Von Dr. Fritz Schröder-Berlin.

A. Mineralführung.

Die Mineralführung der flözführenden Schichten ist weit reicher als früher angenommen wurde. Bei der Durchsicht von etwa 350 Stufen der Sammlung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum und der Bergschule in Essen konnten folgende Mineralien festgestellt werden:

Primäre (aus aszendenten, hydrothermalen Lösungen entstanden):

Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit, Kupferkies, Millerit, Kobaltnickelkies (Linneït), Arsenkies, Quarz, Chalcedon, Kalkspat, Dolomit, Eisenspat, Braunspäte (Ankerite), Manganspat, Schwerspat, Kaolin.

Sekundäre (durch Verwitterung der obigen Mineralien entstanden):

Schwefel, Brauneisen, Kalksinter, Cerussit, Anglesit, Eisensulfate, Gips, Thenardit, Haarsalz, Steinsalz, Salmiak.

Einige dieser Mineralien sind bisher aus den flözführenden Schichten noch nicht bekannt gewesen, wie z. B. Arsenkies und Kobaltnickelkies.

Allgemeines über das Vorkommen der Mineralien.

Das Auftreten dieser Mineralien im produktiven Karbon ist hauptsächlich an die durch die Querverwerfungszonen bedingten Spalten und Hohlräume gebunden. Im Gegensatz zu den in den Spalten und Hohlräumen der südöstlichen Fortsetzungen der Querverwerfungen im alten Gebirge auftretenden Erz- und Mineralgängen handelt es sich in unserem Gebiet meistens nur um unbedeutende Mineralanreicherungen. Die

Mineralführung der flözführenden Schichten ist stark abhängig von dem Nebengestein, über dessen Beschaffenheit alles Wesentliche aus dem Abschnitt IV, A von P. KUKUK zu ersehen ist. Von 91 untersuchten Stufen, bei denen das Nebengestein noch vorhanden bzw. noch mit Sicherheit zu bestimmen war, waren 65 Mineralvorkommen auf Karbonsandsteinkonglomerat aufgewachsen. Besonders die Erzmineralien bevorzugen diese Gesteine. Auf 16 Stufen waren die Mineralien, und zwar vorwiegend Gangarten, auf Schieferton auskristallisiert. Bei den restlichen 10 Stufen bildeten Kohle, Kohleneisenstein und Toneisenstein die Unterlagen für die Mineralparagenesen. Das Verhalten des Nebengesteins beim Aufreißen der Spalten und die Art der Ausfüllung der entstandenen Hohlräume sind von STOCKFLETH (1896) und BOEKER (1906) schon eingehend behandelt worden. Da die Schiefertone und die kohligen Gesteine abdämmend bzw. ausscheidungshindernd auf die mineralischen Lösungen wirken, lernen wir verstehen, warum trotz der vielen Querverwerfungsspalten das produktive Karbon arm an Erzkörpern ist, während an den Rändern dieses Gebietes abbauwürdige Erzgänge keine Seltenheit sind.

Trotz der Geringfügigkeit der Mineralanreicherungen ist die relative Häufigkeit der Mineralien eine sehr große. Auf etwa 290 Stufen epigenetischer Bildung treffen wir den Kalkspat 95-, den Dolomit 65-, den Braunspat 22-, den Eisenspat 8mal an. Quarzige Gangart finden wir auf etwa 35 Fundstücken an der Vergesellschaftung beteiligt. Bei den Erzmineralien steht der Markasit mit 65 Stufen an der Spitze. Es folgen Bleiglanz auf 58, Pyrit auf 50, Kupferkies auf 52, Zinkblende auf 32, Millerit auf 30 Stufen, während die übrigen Mineralien seltener sind. Besonders selten sind die sekundären Mineralien, so daß man von sekundären Teufenunterschieden in unserem Gebiet nicht sprechen kann.

B. Vorkommen der Mineralien in den flözführenden Schichten.

Durch die Untersuchungen von BOEKER (1906) über die Paragenese der Mineralien in den flözführenden Schichten wissen wir, daß die einzelnen Mineralien zum Teil in mehreren Generationen auftreten. An dem vorliegenden Material können wir aber feststellen, daß mit dem Auftreten einer neuen Generation die Mineralien meist auch ihre Ausbildungsart oder Tracht wechseln. W. MAUCHER (1914) und G. KALB (1927/31) sehen den Trachtwechsel einer Mineralart auf ein und derselben Lagerstätte weniger als eine Funktion der Zusammensetzung der Mutterlaugen an, sondern bringen ihn in Abhängigkeit von dem Temperaturabfall während der Ausscheidungsperiode. Auf diesem Wege gelang es ihnen, besonders G. KALB, für verschiedene Mineralien sog. „minerogenetische Reihen" aufzustellen. Diese minerogenetischen Reihen sind uns heute ein wertvolles Hilfsmittel, um den Bildungsbereich und die Mineralabfolge der Lagerstätten und Mineralvorkommen festzulegen. Aus diesem Grunde ist auch in der unten folgenden Beschreibung der Mineralien auf die Kristalltrachtentwicklung der einzelnen Mineralien besonderer Wert gelegt worden. Den verschiedenen Trachttypen der Mineralien sind die Bezeichnungen, die G. KALB bzw. W. MAUCHER ihnen gegeben haben, beigefügt. Die Abbildungen sollen die Trachtentwicklung erläutern.

Kalkspat. $CaCO_3$. Trigonal, ditrigonal-skalenoedrische Klasse (trigonal-skalenoedrische Hemiedrie).

In den flözführenden Schichten ist der Kalkspat die gewöhnlichste Gangart und weit verbreitet. Oft füllt er Teile von Querverwerfungsspalten allein gangartig aus (z. B. Zeche Constantin der Große). Er findet sich dann auf diesen Gängen derb und grobkristallinisch vor. In den meisten Fällen jedoch treffen wir ihn mannigfach kristallisiert in den Hohlräumen der Spalten. Häufig verkleidet er zusammen mit anderen Mineralien tapetenartig die Wände offener Spalten. Die Kalkspatkristalle sind in unserem Gebiet selten klar durchsichtig und zeigen Glasglanz. Oft sind sie mattschimmernd und nur durchscheinend. Auf den Spaltflächen ist häufig ein perlmutterartiges Irisieren zu bemerken. Sie sind farblos bis weiß, oft durch Beimengungen grau, gelblich, selten grünlich gefärbt. Rötliche und bräunliche Farbtöne sind an unseren Kristallen nicht wahrzunehmen.

Allgemeine Kennzeichen. Die äußerst vollkommene Spaltbarkeit erfolgt nach dem Grundrhomboeder $R = \{10\bar{1}1\}$ mit 105° 5 Polkantenwinkel. Die Härte beträgt 3 und das spez. Gewicht 2,7—2,8. Kalkspat ist vor dem Lötrohr unschmelzbar. Er braust mit verdünnter HCl auf. Im Dünnschliff zeigt er wechselndes Relief und gute Spaltbarkeit, häufig auch Zwillingslamellierung. Zwischen gekreuzten Nikols besitzt er starke Doppelbrechung, erkenntlich an den Interferenzfarben: Weiß höherer Ordnung.

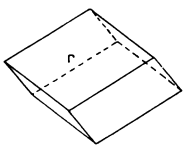


Abb. 713. Kalkspat Typ II „Oberberge".

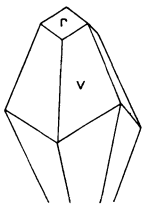


Abb. 714.

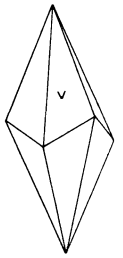


Abb. 715.

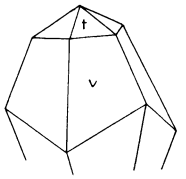


Abb. 716.

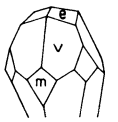


Abb. 717.

Abb. 714—717. Kalkspat Typ III „Wülfrath" (KALB).

Die Zahl der an den vorhandenen Kristallen festgestellten Flächenformen ist nicht sehr groß im Vergleich mit den Kalkspäten anderer Lagerstätten. Die wichtigsten Formen in unserem Gebiet, zu denen wir nur solche rechnen, die als Kombinationsträger trachtbestimmend werden, sind:

$r = \{10\bar{1}1\} = R$
$M = \{40\bar{4}1\} = 4R$
$i = \{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\} = 16R$
$e = \{01\bar{1}2\} = -\frac{1}{2}R$
$m = \{10\bar{1}0\} = \infty R$
$a = \{11\bar{2}0\} = \infty P2$
$f = \{02\bar{2}1\} = -2R$
$v = \{21\bar{3}1\} = R3$
$t = \{21\bar{3}4\} = \frac{1}{4}R3$



Abb. 718. Kalkspat (Typ Wülfrath) auf Dolomit. Zeche Shamrock I/II S.W.B.

Diese Wachstumsformen sind an den Kristallen in mannigfacher Weise miteinander kombiniert. Aber so vielgestaltig sie auch sein mögen, wir finden auf den Stufen aus den flözführenden Schichten folgende Kristalltrachttypen immer wiederkehren:

1. Kalkspat Typ „Oberberge" (Abb. 713).

Trachtbestimmende Form r. Begleitende Formen: e, v, t.

2. Kalkspat Typ „Wülfrath" (Abb. 714—717).

Trachtbestimmende Form v. Begleitend: r, t, e, m. Die Reihenfolge der Abbildungen gibt die Trachtentwicklung dieses Typus wieder. Stufen mit prächtigen Kristallen (Abb. 718) finden sich in der Sammlung der Berggewerkschaftskasse in Bochum.

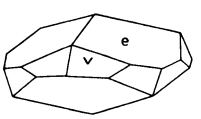


Abb. 719.

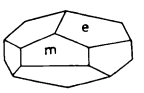


Abb. 720.

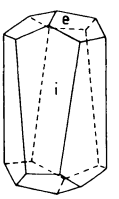


Abb. 721.

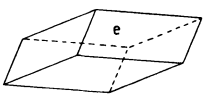


Abb. 722.

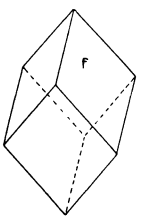


Abb. 723. Kalkspat Typ V „Rüdersdorf" (KALB).

Abb. 719—722. Kalkspat Typ IV „Freiberg" (KALB).

3. Kalkspat Typ „Freiberg" (Abb. 719—722).

Der Typus kommt in den flözführenden Schichten mit den in den Abbildungen dargestellten Kombinationen vor.

4. Kalkspat Typ „Rüdersdorf“ (Abb. 723).

Trachtwichtige Formen sind: f, M, i.

Kristalle des Typus Rüdersdorf bilden sich bei Temperaturen und Drucken der Erdoberfläche. Daher stellen wir zu diesem Typ auch die rezenten Kalkspatbildungen.

Tropfstein und Kalksinterbildungen (Überkrustungen auf Fahrten) entstehen heute noch. Sie erfolgen teilweise so rasch, daß dadurch und durch Ausscheidungen in den Wasserlutten der Zechen oft bedeutender Schaden entsteht. In den Sammlungen der Bochumer Berggewerkschaftskasse sind derartige Bildungen von den Zechen Preußen I, Graf Moltke, Constantin der Große, Graf Schwerin und de Wendel ausgestellt.

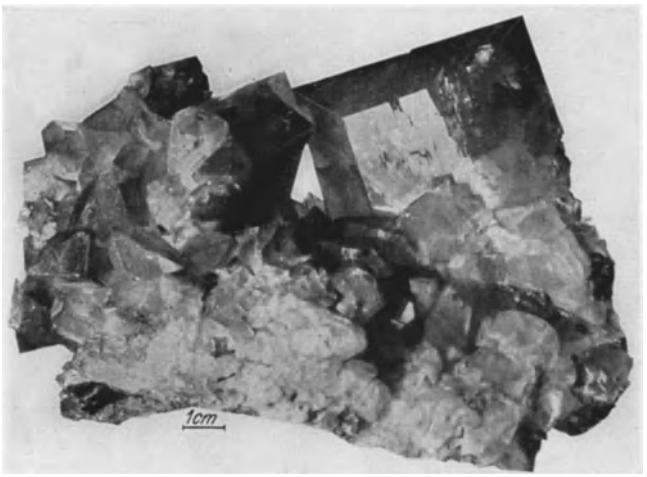


Abb. 724. Schwerspat (Typ Herkules). Zeche Herkules bei Essen. S.W.B.

Schwerspat. Baryt. $BaSO_4$. Rhombisch, rhombisch-holoedrische Klasse (rhombisch-bipyramidale Klasse).

Einige der Querverwerfungen sind auf längere Strecken mit Schwerspat erfüllt. Die Abbauwürdigkeit dieser Gänge ist jedoch zweifelhaft. Wir wollen uns hier nur mit dem Schwerspat befassen, soweit er schöne Kristalle bildend oder in Kristallaggregaten in offenen Spalten und Hohlräumen unseres Gebietes mit anderen Mineralien vergesellschaftet auftritt. Wir finden ihn in diesen Spalten nicht nur in schönen Einzelkristallen, sondern auch in blättrigen, fächerförmigen und büschelförmigen Aggregaten. Neben Vorkommen mit tafliger Ausbildung treten auch einige mit säuliger Ausbildung des Schwerspats auf. Die Schwerspäte unseres Gebietes sind, neben farblosen weißen Tönungen, meist grau gefärbt. Aber auch rotbraune, rötliche und gelbliche Farbtöne sind nicht selten.

Allgemeine Kennzeichen. Der Schwerspat ist spröde und bricht muschelig. Er spaltet vollkommen nach dem basischen Pinakoid (001) und etwas weniger vollkommen nach dem Prisma (110). Seine Härte schwankt zwischen 2,5 und 3,5. Das spez. Gewicht ist 4,3—4,7. Im Dünnschliff zeigt er ein starkes Relief, da er eine starke Lichtbrechung besitzt. Seine Doppelbrechung ist schwach und positiv. Er ist optisch zweiachsig. Die Ebene der optischen Achsen liegt parallel (010). Lötrohrverhalten: In geschlossener Röhre dekrepitiert er heftig. Vor dem Lötrohr ist er schwer schmelzbar und färbt die Flamme gelblichgrün.

An den vorhandenen Belegstücken lassen sich die unten aufgeführten Kristallformen feststellen (Aufstellung nach Hauy; vollkommenste Spaltbarkeit parallel $\{001\} = 0\,P$):

$c = \{001\} = 0\,P$	$o = \{011\} = \breve{P}\infty$	$d = \{102\} = {}^1/_2\,\bar{P}\infty$
$l = \{104\} = {}^1/_4\,\bar{P}\infty$	$u = \{101\} = \bar{P}\infty$	$z = \{111\} = P$
$m = \{110\} = \infty P$	$a = \{100\} = \infty\,\bar{P}\infty$	$b = \{010\} = \infty\,\breve{P}\infty$
$\chi = \{130\} = \infty\,P\,3$	$y = \{122\} = \breve{P}\,2$	
$\xi = \{142\} = {}^1/_4\,P\,2$	$\vartheta = \{176\} = {}^1/_7\,P\,6$	gewölbt ineinander übergehend.

Die flächenreichsten Kristalle mit c, o, d, m, a, b, z, u, y, l als Wachstumsformen liegen von Zeche Rheinpreußen vor. Weitere flächenreiche Kristalle sind von Zeche Diergardt bekannt geworden.

Die Trachtausbildung des Schwerspats ist an unseren Belegstücken stark wechselnd. Wir unterscheiden folgende Trachttypen:

1. Schwerspat Typ I „Herkules“ (Abb. 725).

Nach der Basis taflige Kristalle, teils nach der b-, teils nach der a-Achse gestreckt. Formen: c, o, d. Typenbenennung nach Kalb (Abb. 724).

2. Schwerspat Typ II „Felsöbanya“ (Abb. 726).

Die Kristalle sind ebenfalls nach der Basis taflig, jedoch werden die Formen o und d trachtunwichtig und durch die m-Flächen verdrängt.

Den Übergang zwischen diesen beiden Typen vermitteln Trachttypen, die W. MAUCHER in seiner Bildungsreihe der Mineralien festgelegt hat:

a) Schwerspat „Maucher II" oder Faserbaryt (Abb. 727).

Nach der a-Achse gestreckte nadelförmige Kristalle.

b) Schwerspat „Maucher III".

Unter dieser Typenbezeichnung faßt MAUCHER die Rosetten- und Hahnenkammbildungen des Schwerspats zusammen.

c) Schwerspat „Maucher IVb" (Abb. 728).

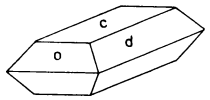


Abb. 725. Schwerspat Typ I „Herkules" (KALB).

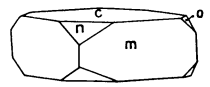


Abb. 726. Schwerspat Typ II „Felsöbanya" (KALB).

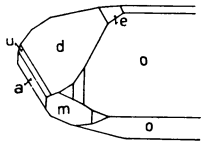


Abb. 727. Schwerspat Typ „Maucher II" (Faserbaryt).

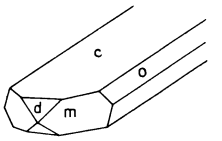


Abb. 728. Schwerspat Typ „Maucher IVb".

Quarz. SiO_2. Bergkristall, Rauchquarz usw. (β-Quarz, die unterhalb 575° beständige Modifikation).

Chalcedon (faseriger Quarz).

Trigonal, trigonal-trapezoedrische Klasse (trigonal-trapezoedrische Hemiedrie).

Unter den Gangarten spielt der Quarz in den Spalten und Hohlräumen der flözführenden Schichten nur eine ganz geringe Rolle, obwohl er als kristallisierter Quarz und Chalcedon häufig vorkommt. Gut ausgebildete Kristalle sind selten. Meist überzieht er in dünnen Schichten das Nebengestein oder die Mineralien, die sich vor ihm ausgeschieden haben. Als Chalcedon füllt er vielfach feine Haarspalten aus. Der Quarz, der in gut ausgebildeten, teils idealen, teils verzerrten Kristallen, in Kristallaggregaten, körnigen, dichten Massen oder traubig-nierigen Ausbildungen auftritt, ist meist farblos durchsichtig oder weiß undurchsichtig. Auch graue Farbtöne kommen vor. In Toneisenstein-Geoden finden sich oft rauchbraun gefärbte Quarzkristalle: Rauchquarz.

Allgemeine Kennzeichen. Er besitzt ausgesprochenen Glasglanz. In dichten, derben Massen und auf Bruchflächen ist er öfters auch fettglänzend. Der Bruch ist muschelig oder splittrig. Spaltbarkeit ist kaum vorhanden. Die Härte beträgt 7 und das spez. Gewicht 2,5—2,8. Im Dünnschliff ist er durch seinen ausgezeichneten Erhaltungszustand meist sofort zu erkennen. Er besitzt eine mittlere Lichtbrechung und eine schwache Doppelbrechung. Vor dem Lötrohr nur in gepulvertem Zustand mit Borax und Soda zu schmelzen.

Chalcedon ist eine kryptokristalline Art des Quarzes. Er ist durchscheinend und kommt in vielen Farbtönen vor. Graue bis weiße Farben sind herrschend. Die traubigen bis glaskopfartigen Gebilde sind wachsglänzend. Außer dem meist dichten Bruch sind auch faserige Texturen häufig. Die Faserachse kann parallel und senkrecht zur kristallographischen c-Achse liegen.

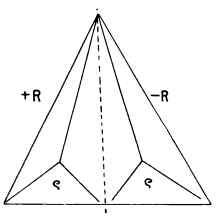


Abb. 729. Quarz Typ I (KALB). Linker Kristall, $\varrho \sim 90°$.

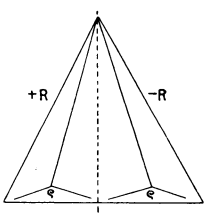


Abb. 730. Quarz Typ II (KALB). Rechter Kristall, ϱ sehr stumpf.

Die gut ausgebildeten Kristalle werden von folgenden Formen begrenzt:

$$P = \{10\bar{1}1\} = R,\ z = \{01\bar{1}1\} = -R,\ r = \{10\bar{1}0\} \infty R.$$

Die Quarzkristalle lassen zwei Trachttypen erkennen, deren gestaltliche Unterscheidung jedoch sehr schwierig ist. Unterscheidungsmerkmale ergeben sich nach G. KALB (1928) und W. WITTEBORG aus dem Verlauf der Gratbahnen der oft den Rhomboederflächen der Quarze aufsitzenden dreiseitigen Vizinalpyramiden gegenüber den Kanten der Rhomboederflächen. Danach unterscheiden wir

1. Quarz Typ I (KALB).

Den Verlauf der Gratbahnen zeigt Abb. 729.

2. Quarz Typ II (KALB).

Abb. 730 gibt den Verlauf der Gratbahnen auf $\pm$ R dieses Typus wieder.

Die übrigen Mineralien der Kalkspatgruppe.

Dolomit $CaCO_3$, $MgCO_3$. Braunspäte (Ankerite) $CaCO_3$, (Mg, Mn, Fe)CO_3. Eisenspat $FeCO_3$. Manganspat (Mn, Mg) CO_3.

Dolomit. Trigonal, rhomboedrische Klasse (trigonal-rhomboedrische Hemiedrie).

Er ist in den flözführenden Schichten relativ häufig und bekleidet oft allein die Wände offener Spalten oder füllt sie ganz aus. Die zum Teil bis 1 cm groß werdenden Kristalle zeigen weißlichgraue, rötliche, bräunlichweiße Farbtöne. Er spaltet nach dem Grundrhomboeder $r = (10\bar{1}1) = +R$ mit einem Polkantenwinkel von 106° 15.

Allgemeine Kennzeichen. Seine Härte beträgt 3,5—4,0 und das spez. Gewicht 2,9. Verdünnte HCl greift den Dolomit erst in der Hitze an.

Die Kristallform, die uns ausschließlich an den Kristallen begegnet, ist $r = \{10\bar{1}1\} = +R$ das Grund- oder Spaltrhomboeder. Er tritt in unserem Gebiet in zwei Generationen auf:

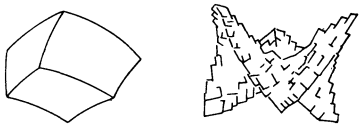


Abb. 731. Ausbildung des jüngeren Dolomits und Braunspats.

I. Die ältere Generation ist meist gelblichweiß oder leicht bräunlich gefärbt. Die Rhomboederflächen sind eben und glatt, bekleidet wird er häufig von Kalkspat Typ Wülfrath und Schwerspat Typ Herkules.

II. Die jüngere Generation zeigt weißlichgraue und rötliche Farbtöne. Die Rhomboederflächen sind durchweg gewölbt (Abb. 731). Auch sattelförmig gekrümmte Kristalle (Abb. 731) sind nicht selten. Böker (1906) nannte diese Generation „rötlichen ankeritischen Kalkspat". Begleitet wird diese Generation meist von Millerit, Kupferkies und Kalkspat Typ Freiberg.

Braunspat (Ankerit). Kristallisiert wie der Dolomit.

Er ist in morphologischer und physikalischer Hinsicht dem Dolomit sehr ähnlich. Die Kristalle sind hellerbsengelb bis braun gefärbt, je nach dem Stande der Verwitterung. Neben ebenflächigen Kristallen treten vielfach solche mit stark gewölbten Rhomboederflächen oder sattelförmig gekrümmte auf (s. Abb. 731 links und rechts).

Dolomit von sattelförmig gekrümmtem Braunspat überwachsen sehen wir auf Belegstücken von den Zechen Mont Cenis, Pluto und Rheinpreußen.

Eisenspat oder Siderit. Trigonal, trigonale Holoedrie.

Eisenspat ist in unserem Gebiet unter den Gangartmineralien seltener anzutreffen. Auf einigen Belegstücken treffen wir ihn zusammen mit Quarz derb an, z. B. von den Zechen Hannover und Centrum.

Er kristallisiert trigonal in der rhomboedrisch-holoedrischen Klasse. Er ist vorwiegend gelbbraun und grau gefärbt. Seine Härte beträgt 4,0—4,5. Er besitzt ein spez. Gewicht von 3,8—4,0. Die übrigen physikalischen Eigenschaften verhalten sich wie bei Kalkspat und Dolomit angegeben.

Von Zeche Constantin sind linsenförmige und von der Zeche Maria Anna und Steinbank sattelförmig gekrümmte Kristalle bekannt geworden. Die Wachstumsform ist wie beim Dolomit und den Braunspäten das Rhomboeder $r = \{10\bar{1}1\} = +R$.

Manganspat unterscheidet sich von den übrigen Karbonspäten nur durch seine rosa Farbe. Er ist auf einigen Stufen von Zeche Johannessegen an Stelle von Dolomit bekannt geworden.

Kaolinartiges Mineral. Al_2O_3. $2\,SiO_2$. $2\,H_2O$. Hexagonale Blättchen.

Als letztes der Gangartmineralien sei dieses kaolinartige erwähnt. Nach der Analyse (1924) und seinen Eigenschaften ist es als Nakrit bzw. Pholerit anzusprechen. Es ist als Umwandlungsprodukt von Nebengesteinsbestandteilen anzusehen, die mit den aufsteigenden Minerallösungen in Berührung standen. Meist kommt es in Karbongestein oder dem Sandsteinkonglomerat auf Klüften und in Hohlräumen vor und besteht aus kleinen perlmutterglänzenden Blättchen, die sich fettig anfühlen. Seine Bildung scheint der Paragenese nach zusammen mit der Auskristallisation des jüngeren Dolomits erfolgt zu sein. Belegstücke sind unter anderem im Bereich der Zechen Lothringen und Constantin der Große gefunden worden.

Die Erzmineralien aus dem westfälischen produktiven Karbon.

Bleiglanz (Galenit). PbS, meist etwas silberhaltig. Wenn Silbergehalt fehlt, auch als Glasurerz bezeichnet.

Der Bleiglanz kommt häufig für sich allein auf den Störungen vor und füllt dann die entstandenen Hohlräume in derben körnig-grobspätigen Massen aus. Dort jedoch,

wo die Kristallkörner Gelegenheit haben, in noch freie Hohlräume hineinzuwachsen oder auf Stufen mit anderen Mineralien vergesellschaftet sind, bilden sich Kristallflächen aus. Kristallaggregate bzw. Einzelkristalle sind in unserem Gebiet weit verbreitet und von nicht weniger als 30 Zechen bekannt geworden. Der Bleiglanz ist an seiner typischen bleigrauen Farbe, der oft ein rötlicher Farbton beigemischt ist und an seinem ausgeprägten metallischen Glanz, sowie durch seine vollkommene Spaltbarkeit nach dem Würfel leicht zu erkennen.

Allgemeine Kennzeichen. Strich dunkelgrauschwarz. Mild, zum Teil ins Spröde. Härte 2,5—3. Spez. Gewicht 7,45—7,65. Spaltbarkeit: vollkommen a = {100} = ∞ 0 ∞. Bruch: körnig-spätig. Lötrohrverhalten: Dekrepitiert heftig i.g.R. und entwickelt i.o.R. schweflige Säure. Er schmilzt auf Kohle vor dem Lötrohr und gibt mit Soda ein Bleikorn und einen zitronengelben Beschlag von PbO mit einem bläulichweißen Saum von $PbCO_3$. Im Dünnschliff opak. Im Anschliff: Reflexionsfarbe rein weiß, selten mit einem Stich ins Braunrosa. Reflexionsvermögen 35—50%. Spaltbarkeit: (100) sehr deutlich. Charakteristisch sind die dreiseitigen Spaltausbrüche, die im gleichen Individuum übereinstimmende Form und Orientierung aufweisen. Wird geätzt durch HNO_3.

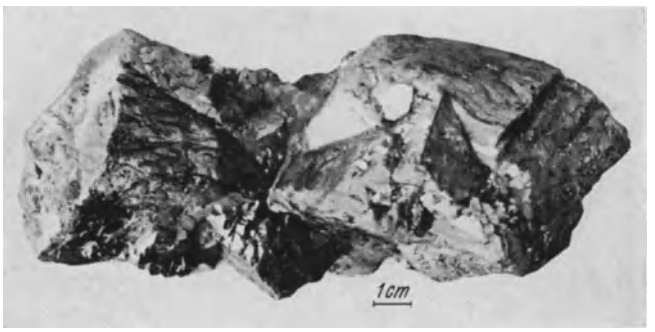


Abb. 732. Bleiglanz, sog. „geflossene Kristalle". Zeche Klosterbusch. S.W.B.

Die Kristallformen, die der Bleiglanz in unserem Gebiet aufweist, sind immer nur der Würfel a = {100} = ∞ 0 ∞ und das Oktaeder o = {111} = 0. Am häufigsten treten uns Kristalle entgegen, die eine Kombination dieser beiden Formen aufweisen. Meist ist der Würfel der Kombinationsträger und das Oktaeder nur klein ausgebildet. Trotzdem läßt sich ein kleiner Unterschied in der Tracht der Kristalle feststellen. Wir finden:

1. Bleiglanzkristalle, die nur von Würfelflächen begrenzt werden, die vollkommen eben und glatt sind.

2. Bleiglanzkristalle, bei denen Würfel und Oktaeder miteinander ins Gleichgewicht kommen und das Oktaeder Kombinationsträger wird. Hierher gehören auch sog. „geflossene Kristalle", wie sie z. B. für die Grube Gonderbach bei Laasphe i. W. typisch sind. Bleiglanz dieser Ausbildung wurde bei uns auf Zeche Consolidation gefunden sowie auf Zeche Klosterbusch (s. Abb. 732). Die Flächen dieser Kristalle sind uneben und verbogen und bauen sich aus mehr oder weniger großen Subindividuen auf. Von der Zeche Bonifacius stammen Kristalle, die aus oktaedrischen Subindividuen bestehen.

Zinkblende. ZnS. Regulär, hexakistetraedrische Klasse (regulär-tetraedrische Hemiedrie).

Die Zinkblende ist im produktiven Karbon kein seltenes Mineral. Sie ist nach den Belegstücken zu schließen relativ häufig. Dagegen tritt sie mengenmäßig weit hinter den anderen Mineralien zurück, da sie immer nur in kleinen Kristallaggregaten vorkommt und auch in den im Steinkohlengebirge nachgewiesenen Erzkörpern nur in geringer Menge gefunden wird.

Wir treffen die Zinkblende ganz selten derb an, wie z. B. in den Strecken der Zeche Auguste Victoria. Wir finden sie daselbst als tiefbraune strahlige Blende ausgebildet und als Erstausscheidung auf den Kluftwänden aufgewachsen, begleitet von skalenoedrisch ausgebildetem Kalkspat. Meist finden wir die Blende auf Stufen in Form von Einzelkristallen, Zwillingen, Viellingen und regellosen Kristallaggregaten. Die Oberflächen dieser Bildungen sind zum Teil stark verätzt und daher matt. Die Farbe der Kristalle und Aggregate ist braun bis rotbraun und, soweit sie gute Flächen aufweisen bzw. auf Spaltflächen, besitzen sie halbmetallischen bzw. Diamantglanz.

Allgemeine Kennzeichen. Strich hellbräunlichgelb bis braun. Spröde. Härte 3—4. Spez. Gewicht 3,9—4,1, Spaltbarkeit sehr gut nach dem Rhombendodekaeder d = {110} = ∞ 0. Bruch spätig. Lötrohrverhalten: I.g.R. dekrepitiert Zinkblende zuweilen beim Glühen heftig, gibt aber nichts Flüchtiges ab, und sie ändert auch ihre Farbe nicht. I.o.R. entwickelt die geglühte Probe bei starkem Erhitzen schweflige Säure. Auf Kohle i.R.F. gibt die Zinkblende anfangs einen rotbraunen Beschlag von CdO, wenn sie Kadmium beigemengt enthält, später einen gelben von ZnO. I.O.F. wird sie abgeröstet. Mit Soda auf Kohle geschmolzen gibt sie einen ZnO-Beschlag, der einen bräunlichen Saum zeigt, wenn die Blende Cd-haltig war. Im Dünnschliff farblos bis bräunlich durchsichtig. Relief, Chagrin. n_{Na} um 2,400. Isotrop. Opt. Anomalien und

Zonarstruktur häufig. Im Anschliff: Reflexionsfarbe grau. Reflexionsvermögen äußerst gering. (Von den häufigeren Erzen das Geringste.) In Öl braune bis gelbe Innenreflexe. Spaltbarkeit in schlecht polierten Schliffen (110) deutlich. Durch Ätzen wird die polysynthetische Zwillingsbildung nach {111} sichtbar.

Schöne flächenreiche Kristalle sitzen auf Handstücken von den Zechen: Dreckbank, Centrum, Friederika, Constantin der Große und Auguste Victoria. Insgesamt lassen sich an Kristallformen feststellen:

$$o = \{111\} = \frac{0}{2}, \qquad o' = \{1\bar{1}1\} = -\frac{0}{2}, \qquad d = \{110\} = \infty 0,$$

$$a = \{100\} = \infty 0 \infty, \quad n = \{311\} = \frac{303}{2}, \qquad n' = \{h11\} = \frac{h\,0\,h}{2}.$$

Die Zinkblende ist hin und wieder auch orientiert mit Kupferkies verwachsen. Schöne einfache Zwillinge, oft sich harmonikaartig wiederholend, sind auf Stufen der Zeche Dreckbank bei Werden bekannt geworden. An den Zinkblendekristallen läßt sich sehr deutlich ein Trachtwechsel feststellen. Wir finden:

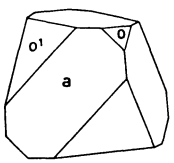


Abb. 733. Zinkblende Typ I „Schlaggenwald" (KALB).

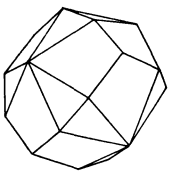


Abb. 734. Zinkblende Typ II „Alston Moore" (KALB).

1. Kristalle, die von der Form o' begrenzt werden, in den Toneisensteingeoden. Zu dieser Form treten auf Stufen, die aus dem Bereich der Zechen um Dortmund stammen, die Formen a und o hinzu. G. KALB bezeichnet diesen Trachttyp mit Zinkblende I „Schlaggenwald" (Abb. 733).

2. Kristalle, hauptsächlich aus dem südwestlichen Teil unseres Gebietes, an denen das Rhombendodekaeder vorherrscht. Zu den d-Flächen tritt die Form $n = \{311\} = \frac{303}{2}$. Diese Ausbildungsart bezeichnet G. KALB als Zinkblende II „Alston Moore" (Abb. 734).

Pyrit. Schwefelkies. FeS_2. Regulär, dyakisdodekaedrische Klasse (pentagonale Hemiedrie).

Neben dem Bleiglanz und dem Markasit ist der Pyrit das häufigste Erzmineral in den produktiven Schichten, das auf jeder Zeche gefunden wird. Wir beobachten ihn einmal in Form von Knollen und Konkretionen in der Kohle, den Kohleneisensteinen, dem Toneisenstein und den Tonschiefern. Ferner finden wir ihn vielfach in Einzelkristallen und Kristallaggregaten auf Stufen aus den durch die Querverwerfungsspalten entstandenen Hohlräumen. Die Kristalle besitzen einen starken metallischen Glanz und eine speisgelbe Farbe. Häufig sind sie goldgelb bis braun angelaufen.

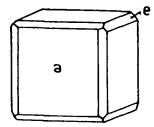


Abb. 735. Pyrit von Zeche Prinz Regent.

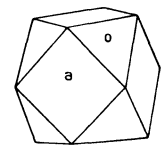


Abb. 736. Pyrit von Zeche Constantin d. Gr.

Allgemeine Kennzeichen. Der Schwefelkies ist spröde und gibt einen schwarzen Strich. Seine Härte beträgt 6,0—6,5 und sein spez. Gewicht 5,0. Er bricht meist muschelig und oft ist seine Spaltbarkeit nach dem Würfel angedeutet. In Anschliffen zeigt er eine lichtgelbe Reflexionsfarbe und ein enorm hohes Reflexionsvermögen. Er läßt sich sehr schlecht polieren. Lötrohrverhalten: I.g.R. erhitzt, tritt Geruch nach Schwefelwasserstoff auf und man erhält ein Sublimat von Schwefel. Der Rückstand erscheint metallisch und verhält sich wie Magnetkies. I.o.R. erhitzt, verbrennt der Schwefel mit blauer Flamme (Geruch nach schwefliger Säure). A. Kohle vor dem Lötrohr erhitzt, schmilzt das Mineral zu einer schwarzen magnetischen Kugel, die auf Bruchflächen metallisch glänzt.

Die Kristallform, die wir an den Kristallen am häufigsten beobachten, ist der Würfel $a = \{100\} = \infty 0 \infty$. Dazu können die Formen $e = \{210\} = \frac{\infty 0 2}{2}$ und $o = \{111\} = 0$ hinzutreten. Eisenkieszwillinge nach (110) sind nur auf Stufen von der Zeche Minister Stein zu beobachten. Zuweilen durchdringt der Pyrit die Kohle in Form von dünnen Überzügen auf den feinen Absonderungsflächen so innig, daß ganze Flöze dadurch minderwertig werden und sich ein Abbau nicht mehr lohnt. Beim Pyrit machen sich ebenfalls geringe Trachtunterschiede zwischen den Generationen bemerkbar:

1. Die ältere Schwefelkiesgeneration ist ausgezeichnet durch die Kombination: Würfel + Pentagondodekaeder (Abb. 735).

2. Schwefelkies, der mit jungem Kalkspat zusammen vorkommt, zeigt die Kombination: Würfel mit Oktaeder, wobei das Oktaeder immer mehr trachtbeherrschend wird. Zeche Constantin der Große (Abb. 736).

Markasit. Kammkies, Speerkies. FeS_2. Rhombisch, bipyramidale Klasse (rhombische Holoedrie).

Der Markasit kommt für sich allein in Form von Aggregaten, Knollen, stalaktitischen Gebilden und auch kristallisiert auf Stufen mit anderen Mineralien vergesellschaftet in den Hohlräumen und Klüften vor. Er ist chemisch dieselbe Substanz wie der Pyrit und unterscheidet sich von diesem durch die Symmetrieverhältnisse seiner Kristalle, seinen Beständigkeitsbereich und einige physikalische Eigenschaften. Markasit ist weniger metallisch glänzend wie der Pyrit und kommt meist in grünlichgrauen bis speisgelben Farbtönen vor.

Allgemeine Kennzeichen. Er ist spröde und hat eine Härte von 6,0—6,5. Das spez. Gewicht beträgt rd. 5,0. Der Bruch ist körnig dicht, außerdem ist eine undeutliche Spaltbarkeit nach (110) P vorhanden. Der Strich ist dunkelgrünschwarz. Die Reflexionsfarbe und das Reflexionsvermögen ähnlich wie beim Pyrit. Die Reflexionsanisotropie ist deutlich. Vor dem Lötrohr verhält er sich ebenso wie Pyrit, nur, daß er schon bei tieferen Temperaturen seinen Schwefel abgibt. Der Markasit zersetzt sich sehr leicht. Die knolligen Gebilde zeichnen sich meist durch einen radialstrahligen Aufbau aus.

Trachtwechsel beim Markasit.

An Markasitkristallen unseres Gebietes treffen wir folgende Formenkombinationen an:

1. $c = \{001\} = 0\,P$, $m = \{110\} = \infty P$, $e = \{011\} = \breve{P}\infty$.

Die durch diese Formen bestimmten Kristalle sind taflig ausgebildet, nach der a-Achse gestreckt, und ihre Tracht wird durch die Basis c bestimmt (Abb. 737,1).

2. $m = \{110\} = \infty P$, $b = \{013\}\,{}^1/_3\,\breve{P}\infty$,
$r = \{014\} = {}^1/_4\,\breve{P}\infty$, $c = \{001\} = 0\,P$.

Die Tracht dieser Kristalle beruht auf den m-Flächen (Abb. 737,2). Von Typ 1 zu 2 leiten die Aggregate über. m und e werden immer mehr verdrängt und gleichzeitig findet eine Aufblätterung statt. Es entstehen dadurch rosettenförmige Aggregate. Diese gehen nach dem Verschwinden der Streckung der a-Achse in die kamm- und fächerförmigen Gebilde über (Abb. 738). Diesen Bildungen liegen Kristalle der Abb. 737,3 zugrunde.

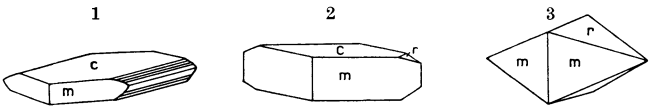


Abb. 737. Trachtwechsel beim Markasit.

Kupferkies. $CuFeS_2$. Tetragonal, tetragonal-skalenoedrische Klasse (tetragonale Hemiedrie 2. Art).

Die Verbreitung des Kupferkieses in den flözführenden Schichten ist sehr groß, wenn er auch mengenmäßig weit hinter den anderen Mineralien zurückbleibt. Er ist vielfach in Quarz, Kalkspat und Dolomit als Fünkchen eingesprengt und kommt auch mit Bleiglanz zusammen derb als Gangfüllung vor.

Allgemeine Kennzeichen. Das opake, stark metallisch glänzende Mineral besitzt eine ins Grüne gehende messinggelbe Farbe und ist häufig goldgelb angelaufen. Der Strich, auf einer feinkörnigen Strichtafel ausgeführt, ist schwarz mit einem grünlichvioletten Farbton. Härte 3,5—4,0. Spez. Gewicht 4,2. Der Bruch ist uneben und eine deutliche Spaltbarkeit parallel (201) macht sich öfters bemerkbar. Im Anschliff zeigt der Kupferkies eine lebhafte schwefelgelbe Farbe und ein hohes Reflexionsvermögen. Lötrohrverhalten: I.g.R. dekrepitiert er heftig beim Erhitzen und gibt ein Sublimat von Schwefel. I.o.R. gibt er viel schweflige Säure ab. V.d.L. schmilzt er leicht zu magnetischer Kugel und läßt sich mit Soda zu Eisen und Kupfer reduzieren.

Gute Kriställchen finden wir auf Belegstücken mit Mineralien zusammen, die zu den frühesten Ausscheidungen in unserem Gebiet gehören. Diese Kristalle sind auch die einfachsten, indem sie nur ein tetragonales Bisphenoid, die Form $r = \{332\} = \frac{{}^3/_2\,P}{2}$ als Wachstumsform besitzen. Zeche Germania ist ein guter Fundpunkt solcher Kristalle. Je jünger die Kupferkiesausscheidungen werden, um so gedrungener, isometrischer werden die Kristalle. Zwillings-, Vierlings- und Aggregatbildungen treten häufig auf. An diesen oft stark verzerrten und verbogenen, stark gestreiften Bildungen lassen sich an Wachstumsformen die folgenden feststellen:

$$o = \{111\} = \frac{P}{2}, \qquad o' = \{1\bar{1}1\} = -\frac{P}{2}, \qquad b = \{201\} = 2\,P\infty.$$

Millerit. Haarkies. NiS. Trigonal, ditrigonal-skalenoedrische Klasse (rhomboedrische Holoedrie).

In den Schichten des produktiven Karbons ist der Millerit ein häufig auftretendes Mineral. Die nadeligen Kristalle besitzen eine speisgelbe-messinggelbe Farbe und metallischen Glanz. Werden die Haarkiesnadeln äußerst dünn, dann schimmern sie grün.



Abb. 738. Markasit, fächerförmige Aggregate auf Dolomit. Zeche Hagenbeck. S.W.B.

Allgemeine Kennzeichen. Der Strich ist grünlichschwarz. Die Härte ist 4 und das spez. Gewicht 5,3. Das Mineral ist spröde und der Bruch faserig. Spaltbarkeit nach den Rhomboederflächen ist vorhanden. Im Anschliff zeigt der Millerit eine deutlich gelbe Reflexionsfarbe und gutes Reflexionsvermögen. Lötrohrverhalten: I.o.R. entweicht beim Erhitzen schweflige Säure und auf der Kohle vor dem Lötrohr schmilzt der Haarkies leicht unter Sprühen zur Kugel. Nach gutem Abrösten läßt er sich leicht zu Nickel reduzieren.

An den Kristallen erkennbare Wachstumsformen sind folgende:

$$a = \{11\bar{2}0\} = \infty P\,2, \qquad m = \{10\bar{1}0\} = \infty R,$$
$$r = \{10\bar{1}1\} = +R, \qquad e = \{01\bar{1}2\} = -\tfrac{1}{2}R.$$

Aus dem Zusammenvorkommen des Millerit mit anderen Mineralien ergibt sich, daß der Millerit in zwei Generationen auftritt. In der älteren Generation finden wir auf den Stufen (Zeche Hannover) zusammen mit Kalkspat „Wülfrath" oder Schwerspat „Herkules" meist nur einige wenige, dickstrahlige Milleritkristalle. Diese werden bis zu 5 cm lang und durchspießen häufig unregelmäßig einen größeren Bleiglanzkristall. In der jüngeren Bildungsperiode, der die meisten Funde unseres Gebietes entstammen, sind die Büschel meist auf Dolomit aufgewachsen (Abb. 739).

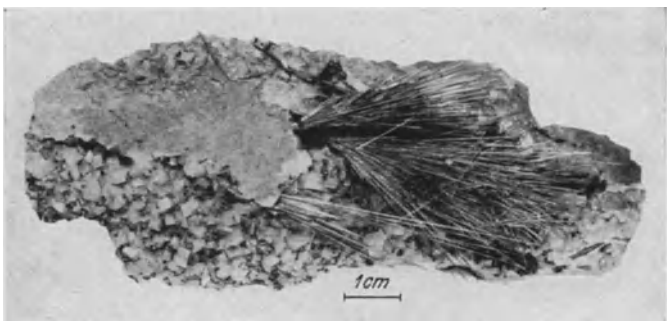


Abb. 739. Millerit auf jungem Dolomit der Zeche Bruchstraße. S.W.B.

Die Milleritbüschel bestehen oft aus vielen feinsten Nadeln, die dann einen grünen Schimmer zeigen. Häufig sind viele Büschel wirr durcheinander gewachsen, so daß filzartige Bildungen von Millerit auf den Stufen aufliegen.

Arsenkies. Arsenopyrit. FeSAs. Rhombisch, bipyramidale Klasse (rhombische Holoedrie).

Der Arsenkies ist wohl infolge seiner Verwechslungsmöglichkeit mit Markasit bisher aus unserem Gebiet nicht bekannt gewesen. Die Kriställchen, die bis 2 mm groß sind, zeigen metallischen Glanz. Seine Farbe wechselt auf frischen Bruchflächen von silberweiß nach hellstahlgrau. Auf den Kristallflächen wird diese durch gelbgraue Anlauffarben verdeckt.

Allgemeine Kennzeichen. Der Strich ist grauschwarz mit einem rötlichbraunen Schein. Härte 5,5—6,0. Spez. Gewicht 6,1. Bruch uneben. Deutliche Spaltbarkeit nach $\{110\} = \infty P$ ist vorhanden. Lötrohrverhalten: I.o.R. beim Erhitzen kristallinischer Beschlag von arseniger Säure, im übrigen verhält er sich wie die natürlichen Eisensulfide. Die Reflexionsfarbe im Anschliff ist rein weiß und das Reflexionsvermögen groß.

Die an den Kriställchen vorkommenden Formen sind:

$$r = \{014\} = \tfrac{1}{4}\breve{P}\infty, \qquad m = \{110\} = \infty P.$$

Diese Ausbildungsart ist nach MAUCHER der jüngste Arsenkiestrachttypus und wird von ihm mit Arsenkies IIb „Freiberger Typ" bezeichnet. Der Arsenkies ist in unserem Gebiet eine von den frühesten Bildungen.

Kobaltnickelkies. Linneït. $(CoNiFe)_3S_4$. Regulär.

Das seltene Mineral ist rötlichsilberweiß und meist grau angelaufen. Die Reflexionsfarbe, rein weiß mit einem Stich ins rötliche oder leicht cremefarben, unterscheiden es von Millerit und Kupferkies, mit denen es häufig zusammen vorkommt. Der Linneït kristallisiert regulär hexakisoktaedrisch (reguläre Holoedrie). Eine Spaltbarkeit parallel zu den Würfelflächen ist deutlich zu erkennen. In den flözführenden Schichten finden wir den Linneït zusammen mit Kupferkies eingesprengt oder in Kristallen aufgewachsen auf jüngerem Dolomit. Die kleinen, bis zu 0,5 mm großen Kriställchen zeigen als Wachstumsformen den Würfel

$$a = \{100\} = \infty\, 0\, \infty$$

und das Oktaeder

$$0 = \{111\} = 0.$$

Dem Würfel sind häufig vizinale Pyramidenwürfel überlagert. Mit Kupferkies ist der Kobaltnickelkies stellenweise ganz innig verwachsen. Fundpunkte sind die Zechen Dahlbusch und Präsident.

C. Die Verwitterungsmineralien und Neubildungen.

Das Fehlen ausgeprägter Bildungen des eisernen Hutes ist charakteristisch für die Mineralanreicherungen in den Spalten und Hohlräumen der flözführenden Schichten des westfälischen Karbons. Es sind nur einige geringe Ansätze zu solchen Bildungen bekannt geworden. Dahin gehören:

1. Die Bildung von Schwefel. S. Rhombisch.

Der Schwefel kristallisiert rhombisch holoedrisch und ist an seiner typischen schwefelgelben Farbe und seinem harzigen bis fettigen Glanz leicht zu erkennen. Er kommt in unserem Gebiet spurenweise in kristallinischen Anflügen auf Bleiglanzstufen aus den Klüften des Ruhrsandsteins von Dahlhausen a. d. Ruhr vor. Er ist durch die Zersetzung des Bleiglanzes entstanden.

2. Die Bildung von Cerussit (Weißbleierz). $PbCO_3$.

Weißbleierz kristallisiert ebenfalls in der höchstsymmetrischen Klasse des rhombischen Systems, der rhombisch-bipyramidalen Klasse. Er besitzt eine weißliche bis gelbliche Farbe und ist an seinem Diamantglanz gut erkenntlich. Beim Erhitzen im Kölbchen dekrepitiert er heftig und ändert seine Farbe: er geht in gelbliche Bleiglätte über. Diese Reaktion unterscheidet ihn von dem unten erwähnten Anglesit. Weißbleierz kommt in Form von erdigen Aggregaten mit dem Schwefel zusammen auf den Bleiglanzstufen von Dahlhausen vor und ist auch auf Bleiglanzstücken von der Zeche Shamrock nachgewiesen worden.

3. Die Bildung von Anglesit. $PbSO_4$. Rhombisch holoedrisch.

Er besitzt ebenfalls Diamantglanz, erleidet aber beim Erhitzen im Kölbchen keinerlei chemische Veränderung, sondern dekrepitiert nur heftig. Kleine sargähnliche, leicht bräunlich gefärbte Kriställchen finden sich in Bleiglanz von Zeche König Wilhelm eingesprengt. An Kristallformen sind

$$d = \{102\} = {}^1/_2\,\breve{P}\,\infty,\ o = \{011\} = \breve{P}\,\infty,\ c = \{001\} = 0\,P$$

zu erkennen.

4. Die Bildung von Brauneisen. $2\,Fe_2O_3 \cdot 3\,H_2O$.

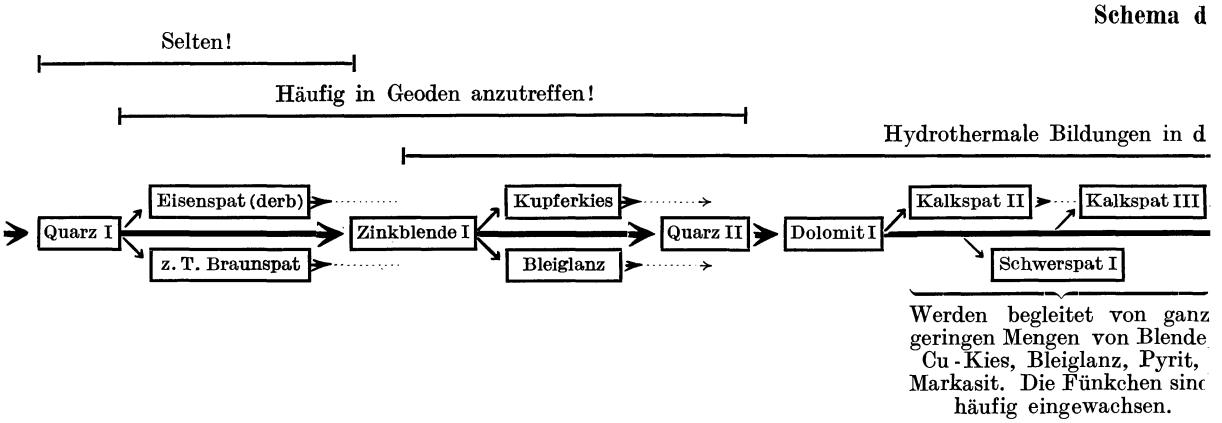
Brauneisenüberkrustungen und Überrindungen, bald in glaskopfartiger, bald in stalaktitischer Ausbildungsform, sind häufig in den Schächten und Strecken der Zechen anzutreffen.

5. Die Bildung von Haarsalz. $Al_2O_3 \cdot 3\,SO_3 \cdot 18\,H_2O$.

Das Haarsalz ist durch die Zersetzung kies- und tonerdehaltiger Gesteine entstanden. Es kommt in den flözführenden Schichten hin und wieder vor, so z. B. in grünlichweißen, kurzfaserigen, seidenglänzenden Aggregaten auf Belegstücken von den Zechen Pluto, Mont Cenis, Victor und Carolinenglück.

6. Hier ist die Bildung von gelbgrünen erdigen Eisensulfaten im Bereich der Zechen Recklinghausen und Friedl. Nachbar und die Bildung von blauen erdigen Aggregaten von Vivianit (Eisenphosphat) in einer vertorften Lage bei Herne zu erwähnen.

Schema d



Durch Wechselwirkung zwischen den Verwitterungslösungen und den Lösungen von mineralsubstanzführenden Solquellen, die allenthalben in unserem Gebiet nachzuweisen sind, sind ferner einige Neubildungen entstanden. Von diesen sind die Bildung von Kalksinter im Anschluß an den Kalkspat, und die faserigen Schwerspatabsätze unter Schwerspat erwähnt worden. Hierher gehören ferner:

Bildung von Gips. $CaSO_4$. $2\,H_2O$. Monoklin. Holoedrie.

Gipskristalle finden wir in Form von strahligen Aggregaten auf Fahrten und Verschlagstücken. Die Kristalle sind farblos durchsichtig und häufig durch Beimengungen etwas gelb gefärbt. Gips hat die Härte 2,0 und besitzt eine ausgezeichnete Spaltbarkeit nach dem seitlichen Pinakoid {010}. In den Sammlungen der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum sind einige schöne Stufen von den Zechen Königsborn, Ewald und Victor ausgestellt. Die Kristalle sind nach der c-Achse gestreckt und werden von folgenden Formen begrenzt:

$$b = \{010\} = \infty P \infty,\ m = \{110\} = \infty P,$$
$$l = \{111\} = -P,\quad n = \{\bar{1}11\}\,P.$$

Bildung von Steinsalz. NaCl. Regulär, holoedrisch.

Das Steinsalz kommt nicht selten in den Firsten der Strecken in Form von Salzstalaktiten vor, die oft eine beträchtliche Größe erreichen. Solche sind von den Zechen Minister Stein, Herkules, Radbod, de Wendel und Sachsen bekannt geworden.

Bildung von Thenardit. Na_2SO_4. Rhombisch.

Das Sulfat wird in Form von einfachen weißlichen Kristallen im Bereich der Zeche Friederika gefunden. Die Kristalle zeigen als Wachstumsform eine spitze rhombische Bipyramide {hkl} = mPn.

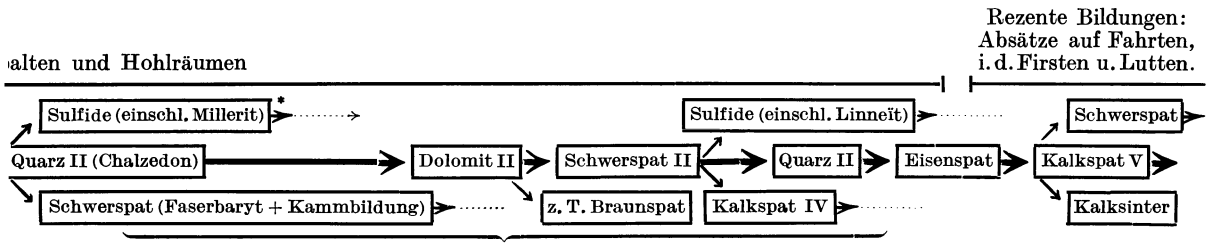
Auf Grubenbrände und Haldenbrände ist die Bildung von Salmiak zurückzuführen. NH_4Cl (Salmiak) kommt stalaktitenartig, in Form von unregelmäßigen kristallinischen Aggregaten und Sublimationsanflügen in den flözführenden Schichten vor. Fundpunkte sind die Zechen Schlägel und Eisen, Concordia und Alstaden.

D. Die paragenetischen Verhältnisse in den Spalten der flözführenden Schichten[1].

Die von Böker (1906) schematisierte Mineralabfolge für Spaltenfüllungen des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges bedarf auf Grund des uns heute vorliegenden Materials einer neuen Bearbeitung. Diese ist für die Querverwerfungszonen des produktiven Karbons das Ziel einer wissenschaftlichen Untersuchung, die im Rahmen dieser Abhandlung zu weit führen würde. Dabei gilt es vor allem, die vielen Teilparagenesen unseres Gebietes miteinander in Zusammenhang zu bringen. Ein vorläufiges Bild der Gesamtparagenesen soll obenstehendes Schema vermitteln.

[1] Die Mineralvergesellschaftung und die Art und Weise der Trachtausbildung der einzelnen Mineralien lassen vermuten, daß sie in ursächlichem Zusammenhang mit der Bildung von Erzgängen der hydrothermalen Blei-Zink-Silber-Erzformationen stehen. Daß bisher nur wenige Erzkörper aufgefunden wurden, hängt teilweise mit der Eigenart des Steinkohlenbergbaues zusammen. Da die Querverwerfungsspaltensysteme in den meisten Fällen große Wassermengen führen, sind sie nur zum weitaus kleinsten Teile bergmännisch aufgeschlossen worden.

›samtparagenese.



Dieser Teil der Ausscheidungsfolge stellt die Hauptmasse der Mineralbildungen und -ausscheidungen in den Spalten und Hohlräumen des Steinkohlengebirges.

* (Sulfide = Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz, Pyrit, Markasit, Millerit und Linneït.)

XXI. Abschnitt.

Der Kohlenvorrat des Ruhrbezirkes und Ausblick auf die Zukunft.

Wie schon im ersten Bande des alten Sammelwerkes zutreffend ausgeführt ist, dürfte eine endgültige ziffernmäßige Angabe über den Kohlenreichtum eines so wenig scharf begrenzbaren Gebietes, wie des Ruhrkohlenbezirkes, nicht möglich sein, da er von Größen abhängig ist, die alle einer steten Änderung unterworfen sind. Zu diesen Faktoren gehören unter anderem der Umfang bzw. der Flächeninhalt des in Betracht kommenden Gebietes, die Teufe, bis zu der die anstehenden Kohlen noch wirtschaftlich gebaut werden können, die untere Grenze der baulohnenden Flözmächtigkeit, die schwankende Auffassung von der Bauwürdigkeit eines Flözes, der Stand der Abbautechnik, die ständig wechselnde Konjunktur sowie schließlich die Art der Ermittlung der Vorräte. Es kann daher nicht wundernehmen, daß die seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts immer wieder angestellten Kohlenvorratsberechnungen des Bezirkes zu sehr verschiedenen Ergebnissen gekommen sind, aber auch kommen mußten.

Noch größer sind die Schwierigkeiten, etwas mit Sicherheit über die naheliegende Frage der Nachhaltigkeit der Vorräte bzw. der zeitlichen Erschöpfung des gesamten rheinisch-westfälischen Kohlenbezirkes auszusagen. Ist dieser Quotient doch nicht nur von der mit Sicherheit nicht zu ermittelnden Vorratsmenge, sondern auch von der für die Zukunft unbekannt bleibenden jährlichen Förderung abhängig, welche letztere immer eine Funktion im voraus überhaupt nicht zu erfassender Faktoren darstellen wird.

Immerhin dürfte es nicht überflüssig sein, die Ergebnisse der zu den verschiedensten Zeiten vorgenommenen Kohlenvorratsberechnungen noch einmal zahlenmäßig vor Augen zu führen (siehe die nachstehende Zusammenstellung). Diese ist den im Glückauf des Jahres 1913 veröffentlichten Berechnungen der Kohlenvorräte des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirkes von Kukuk-Mintrop entnommen, auf die hier wegen der vielen zahlenmäßigen Einzelangaben besonders verwiesen wird (s. Tabelle 48).

Aus den Darlegungen von Kukuk-Mintrop (1913) geht hinsichtlich der Lebensdauer des gesamten durch Bergbau und Bohrungen $\pm$ aufgeschlossenen Gebietes (sog. Schacht-, Bohrloch- und unaufgeschlossene Zone, Glückauf 1913, Tafel 1), d. h. eines Gebietes mit einem Flächeninhalt von 6170 km², das nördlich bis zum Breitenkreis von Münster, westlich bis zum Rhein, östlich bis zum Meridian von Soest und südlich bis zum Ausgehenden reicht, hervor, daß bei rd. 100 Mill. t Jahresförderung die bauwürdigen Flöze bis 1200 m Teufe noch für rd. 425 Jahre, und daß in der nur rd. 1500 km² umfassenden sog. „Schachtzone" allein die bauwürdigen Kohlenvorräte bis 1500 m Teufe noch für rd. 300 Jahre vorhalten.

Tabelle 48. Schätzungen über die Kohlenvorräte des Ruhrbezirkes.

Urheber	Jahr	Anstehende bauwürdige Kohlenmengen in Millrd. t							Bemerkungen
		In Betracht gezogene Fläche km²	0—1000 m Teufe	Kohle auf 1 m² Fläche t	0—1500 m Teufe	Kohle auf 1 m² Fläche t	0 bis zum Liegenden des flözführenden Gebirges	Kohle auf 1 m² Fläche t	
Jakob	1846	1100	11	10,0	—	—	35	31,8	
v. Dechen	1858	—	—	—	—	—	35	—	
Küper	1860	1300	—	—	—	—	39	30,0	Abbauwürdige Kohlen. Teufe nicht bestimmt angegeben.
Schultz	1883	2000	—	—	—	—	50	25,0	Annähernde Schätzung.
Oberbergamt Dortmund	1890	2000	18,1	9,0	—	—	30	15,0	Nach Bergrevieren ermittelt. 1 m³ = 1 t gesetzt, außerdem bis 50% Abbauverluste gerechnet.
Frech	1890	soweit durch Schächte und Bohrungen aufgeschlossen	29,3	—	—	—	—	—	
Runge	1892	2000	18,1	9,0	—	—	33	16,5	Auf Grund ausführlicher Ermittlungen der Verhältniszahlen zwischen Kohle und Gestein berechnet. Als bauwürdig nur 50% angenommen.
Schultz	1900	2900	29,3	10,1	54,3	18,7	129,3	44,6	Art der Ermittlung unbekannt.
Schulz-Briesen	1902	2900	—	—	52,2	18,0	—	—	Unabhängig von Schultz unter Zugrundelegung von Verhältniszahlen berechnet.
Frech	1909	4150	—	—	73,2	18,7	—	—	Unter Zugrundelegung der Schultzschen Verhältniszahl 18,7 berechnet.
Kukuk und Mintrop	1912	1532 (Schachtzone)	20,8	13,8	31,9	20,8	41,4	27,0	Über die Unterlagen und die Ausführung der Berechnungen siehe Glückauf 1913, S. 1ff. (1 m³ = 1 t gesetzt).
		1728 (Bohrlochzone)	7,7	4,5	26,9	15,6	72,3	41,8	
		2910 (Unaufgeschlossene Zone)	0	0	17,6	6,0	168,6	57,9	
		6170	28,5	4,6	76,4	12,4	282,3	45,8	

Diese rein rechnungsmäßig gewonnenen Angaben über die voraussichtliche Lebensdauer des Gesamtbezirkes bzw. eines seiner Teile erhalten ein wesentlich verändertes Gesicht, wenn man sie von einem anderen Standpunkte aus betrachtet, z. B. von der von vielen Fachleuten geteilten Ansicht ausgeht, daß bei dem derzeitigen Stande der Technik und unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen gewinnbringender Kohlenabbau nur bis zu 1200 m Tiefe möglich ist. Es ist aber wohl kaum zu bestreiten, daß im Laufe ± langer Zeit die Bergbautechnik solche Fortschritte gemacht haben wird, daß auch bei 1500 m die Grenze der Bauwürdigkeit noch nicht erreicht ist (vgl.

HEISE in HERBIG-JÜNGST 1931). Tatsächlich findet auf Kohlengruben schon Abbau über die 1200 m-Zone hinaus statt, wie der Betrieb der Grube Monceau-Fontaine in Belgien mit rd. 1270 m Teufe beweist.

Freilich tritt zur Zeit noch mit dem Überschreiten der 1200 m-Grenze sowohl infolge Anwachsens der bergtechnischen Schwierigkeiten der Kohlengewinnung aus größeren Teufen, die vornehmlich in der Schachtförderung, dem Gebirgsdruck, der Wärme, der Wasserhaltung, der Lagerungsstörungen u. a. bestehen (HEISE 1931), wie auch infolge der eintretenden Erschwernisse durch Bodensenkungen und Vorflutstörungen eine wesentliche Erhöhung der Selbstkosten der Kohlengewinnung ein (NIERHAUS 1934). Noch

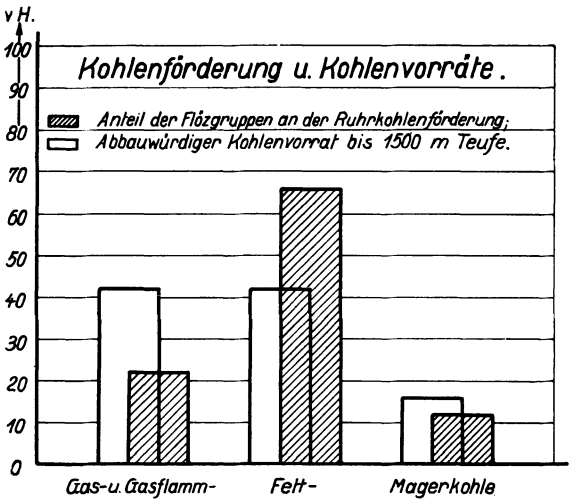
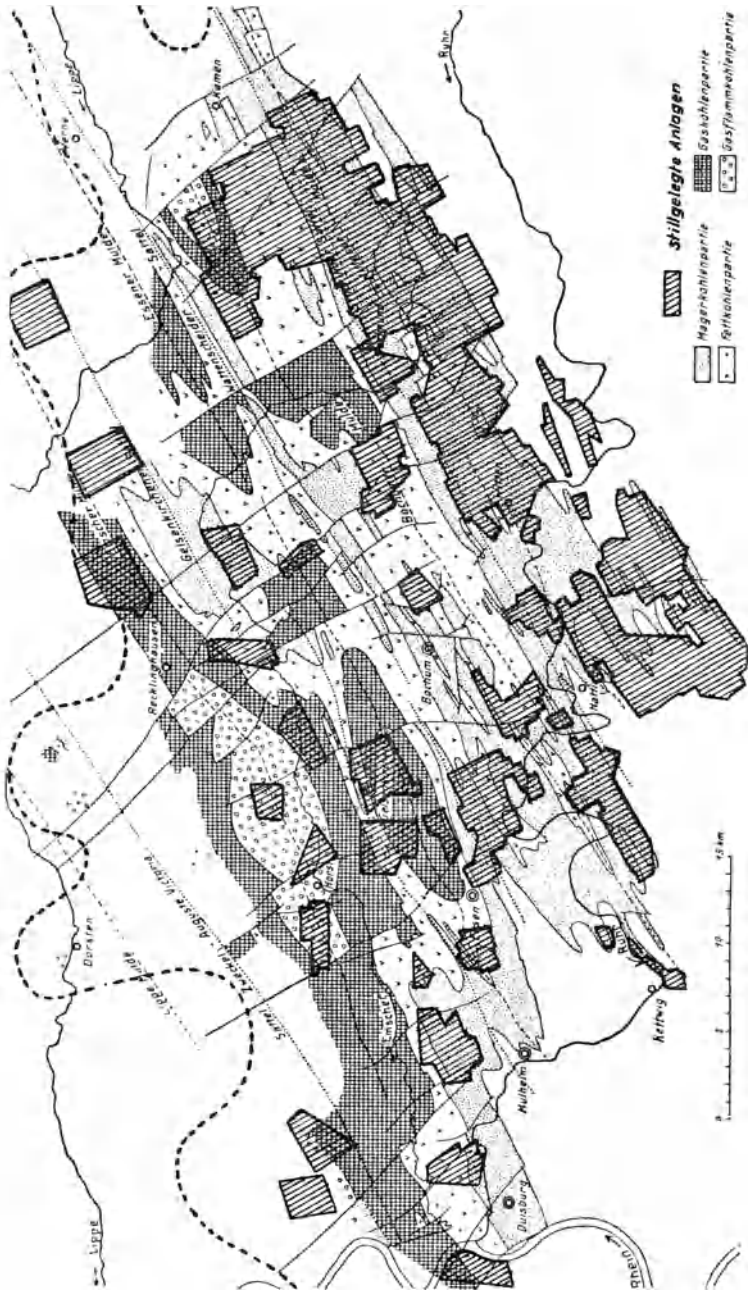


Abb. 740. Die Beziehungen zwischen der Kohlenförderung und den Vorräten der einzelnen Flözgruppen innerhalb der letzten 10 Jahre. Aus NIERHAUS 1936.

ungünstiger wirkt sich das Bild der Lebensdauer aus, wenn man sich die Schlußfolgerungen von WEISE (1929) zu eigen macht. Liegt doch nach ihm die derzeitige Durchschnittstiefe der Schächte des Ruhrbezirkes schon bei 600 m Tiefe, sehr im Gegensatz z. B. zu England, wo die Durchschnittsschachtteufe etwa 300 m beträgt. Bis zu der als bauwürdige Grenze angenommenen Teufe von 1200 m bleiben also innerhalb des engeren Bergbaugebietes (das ist etwa gleich dem Gebiete der Schachtzone von KUKUK und MINTROP 1913) nach der Tiefe nur mehr rd. 600 m abzubauen. Da nun der Bergbau innerhalb des engeren Bezirkes bis zum Jahre 1926 jährlich rd. 6 m in die Tiefe vorgerückt ist, würden diese 600 m — gleiche jährliche Abbaufortschritte nach der Teufe vorausgesetzt — nur mehr für 600 : 6 = 100 Jahre vorhalten.

Als weiteren ungünstigen Umstand für die Beurteilung der Frage nach den Zukunftsaussichten des Bergbaues könnte man anführen, daß zur Zeit infolge der durch die Wirtschaft gestellten Anforderungen einerseits bei Gas- und Gasflammkohlen, andererseits aber besonders bei den Fettkohlen wegen ihrer nutzbringenden Veredlungsmöglichkeit und des hohen Feinkohlenanfalles ein starkes Mißverhältnis zwischen Vorräten (bis 1500 m) und Förderung vorhanden ist (vgl. Abb. 740), was bei den Fettkohlen zu einem zu schnellen Abbau der unersetzlichen wertvollen Vorräte dieser Kohlenart geführt hat. Dieser vermehrte Verbrauch an Fettkohlen steht wieder in engster Beziehung zu der zur Zeit in gewaltigem Aufstieg begriffenen Eisen- und Stahlindustrie, der größten Verbraucherin des Kokses, wobei aber nicht vergessen werden darf, daß die starke Kokserzeugung dem Ruhrbezirk in mehrfacher Beziehung eine überragende Stellung gegenüber den anderen deutschen Kohlenbezirken verliehen hat. Weiter ist nicht zu bestreiten, daß entsprechend dem durch die geologischen Verhältnisse der Gesamtablagerung in Verbindung mit den stillgelegten Feldern im S bedingten ständigen, schnellen Vorrücken des Bergbaues nach N in die Gebiete der jüngeren Horizonte (Gasflamm- und Flammkohlenschichten) (vgl. Abb. 741) Kohlenarten aus bergtechnischen und wirtschaftlichen Erwägungen in Abbau genommen werden müssen, für die — vorläufig wenigstens — nur geringere

Verwertungsmöglichkeiten bestehen. Sind doch diese Kohlen unter anderem für die wichtigen Zwecke der Verkokung, des Hausbrandes und für die Metallindustrie weniger geeignet. Von dem sonst als baulohnend angesehenen Kohlenvorrat müssen daher noch sehr erhebliche Vorratsmengen dieser Kohlenhorizonte als zur Zeit unbauwürdig abgesetzt


Stillgelegte Anlagen
Magerkohlenpartie
Gasflammkohlenpartie
Fettkohlenpartie
Ruhr
Lippe
Rhein
Duisburg
Hamborn
Hamm
Dorsten
Recklinghausen
Bochum
Essen
Kettwig
Hattingen
Gelsenkirchen
Herne
Unna
Dortmund
Hörde
Witten
Lünen
Ahlen
Werne
Hamm
Soest
Arnsberg
Iserlohn
Altena
Lüdenscheid
Siegen
Olpe
Meschede
Brilon
Warburg
Höxter
Paderborn
Detmold
Bielefeld
Minden
Osnabrück
Münster
Rheine
Coesfeld
Borken
Wesel
Krefeld
Mönchengladbach
Aachen
Düren
Jülich
Erkelenz
Geilenkirchen
Heinsberg
Viersen
Kempen
Moers
Dinslaken
Oberhausen
Mülheim
Ratingen
Velbert
Wuppertal
Remscheid
Solingen
Leverkusen
Köln
Bonn
Siegburg
Troisdorf
Gummersbach
Waldbröl
Wipperfürth
Bergisch Gladbach
Euskirchen
Bad Münstereifel
Schleiden
Monschau
Eupen
Malmedy
St. Vith
Prüm
Daun
Gerolstein
Bitburg
Wittlich
Trier
Saarburg
Merzig
Saarlouis
Saarbrücken
St. Wendel
Neunkirchen
Homburg
Zweibrücken
Pirmasens
Landau
Germersheim
Speyer
Ludwigshafen
Mannheim
Heidelberg
Weinheim
Schwetzingen
Karlsruhe
Rastatt
Baden-Baden
Offenburg
Lahr
Kehl
Freudenstadt
Calw
Pforzheim
Bruchsal
Wiesloch
Sinsheim
Eberbach
Mosbach
Buchen
Tauberbischofsheim
Wertheim
Lauda
Bad Mergentheim
Crailsheim
Schwäbisch Hall
Backnang
Waiblingen
Ludwigsburg
Stuttgart
Esslingen
Göppingen
Geislingen
Ulm
Neu-Ulm
Günzburg
Dillingen
Donauwörth
Nördlingen
Aalen
Heidenheim
Ellwangen
Schwäbisch Gmünd
Rottweil
Tuttlingen
Donaueschingen
Villingen
Schwenningen
Konstanz
Singen
Radolfzell
Überlingen
Friedrichshafen
Ravensburg
Biberach
Leutkirch
Memmingen
Kempten
Immenstadt
Oberstdorf
Sonthofen
Füssen
Garmisch-Partenkirchen
Weilheim
Starnberg
München
Dachau
Freising
Erding
Ebersberg
Rosenheim
Traunstein
Berchtesgaden
Bad Reichenhall
Laufen
Tittmoning
Altötting
Mühldorf
Wasserburg
Miesbach
Bad Tölz
Wolfratshausen
Landsberg
Schongau
Weilheim
Garmisch-Partenkirchen
Füssen
Kempten
Memmingen
Leutkirch
Biberach
Ravensburg
Friedrichshafen
Überlingen
Radolfzell
Singen
Konstanz
Schwenningen
Villingen
Donaueschingen
Tuttlingen
Rottweil

Zu ähnlichen, für das Kohlenvermögen des engeren Bergbaugebietes weniger erfreulichen Ergebnissen kommt man, wenn man bei dessen Berechnung von den Vorräten großer Einzelzechen ausgeht. Mengenermittlungen zahlreicher förderstarker Einzelgesellschaften haben ergeben, daß manche Schachtanlagen ihren Vorrat schon in etwa 50—100 Jahren abgebaut haben werden, und weiter, daß die Gesamtheit der heute betriebenen Gruben die Vorräte ihrer in Betrieb stehenden Felder — natürlich ausschließlich der noch unverritzten Reservefelder — bis 1200 m Teufe in etwa 250 Jahren verhauen haben dürften.

Es ist daher verständlich, daß die unter Zugrundelegung älterer Unterlagen und auf Grund anderer Voraussetzungen errechneten höffigen Kohlenvorratszahlen von KUKUK-MINTROP (1913) von verschiedenen Seiten einer Kritik unterzogen worden sind.

So ist unter anderem von OBERSTE-BRINK (1934) eingewendet worden, daß neuere Erkenntnisse zu einer in mancher Beziehung abweichenden Auffassung von der Höhe der gewinnbaren Kohlenvorräte sowie von der Kohlenart und dem Sortenfall führen. Einerseits dürfte infolge der in den sog. Faltungstiefenstufen sich äußernden Zunahme der Faltung nach der Tiefe die Menge der bis zum Liegenden des Flözführenden tatsächlich anstehenden Kohlen — ohne Rücksicht auf bergbauliche Nutztiefe — nicht unerheblich größer sein, als früher errechnet wurde. Andererseits sei zu bedenken, daß große Kohlenmengen, die auf Grund der früheren Auffassung von der flachen Faltung (nach der Teufe und nach N) noch innerhalb bauwürdiger Tiefe lagern, heute außerhalb der bergbaulichen Nutztiefe lägen. Weitere bedeutende Vorräte würden für die Gewinnung dadurch ausscheiden, daß die Lagerungsverhältnisse nach der Tiefe zu statt der vermuteten Regelmäßigkeit einen immer stärkeren Faltungsgrad aufwiesen, wodurch die Bauwürdigkeit dieser Zone entscheidend beeinflußt wurde. Vor allen Dingen stehe aber fest, daß im Gegensatz zu den früheren Berechnungsannahmen der Anteil der bauwürdigen Kohle in den verschiedenen Kohlengruppen auf größere Entfernungen sehr erheblichen Änderungen unterworfen sei. Dieser Anteil sinkt nach OBERSTE-BRINK z. B. für die unteren Fettkohlen von 3% in SO (in der Gegend von Dortmund) auf etwa 1,3% im NW. Ebenso liegen die Verhältnisse für die mittleren Fettkohlen, bei denen in der gleichen Richtung der Kohlenanteil von rd. 5% auf 2,8% abfällt. Von Bedeutung für die Frage nach der Menge der anstehenden Kohlenarten ist weiter die Tatsache, daß sich auch der Gasgehalt der Flöze aller Flözgruppen in Richtung von SO nach NW sehr wesentlich ändert. Dieser Unterschied kann allein für die unteren Fettkohlenschichten einen Betrag von 6—10% ausmachen. Demgemäß werden Gebiete, die früher als Zonen der Fettkohlenflöze im chemisch-technischen Sinne angesprochen werden konnten, tatsächlich nur Eß- oder Magerkohlenflöze bergen, während sich ähnliche Verschiebungen in den anderen Horizonten ergeben werden.

Absolute Vorratszahlen für verschiedene Teufen bzw. Angaben über die voraussichtliche Lebensdauer sind jedoch von OBERSTE-BRINK nicht gegeben worden.

Zu der gleichen Frage hat auch LEHMANN (1934/35) Stellung genommen. Er ist der Ansicht, daß die 1913 ermittelten Vorratszahlen im Hinblick auf die durch die Änderung der Verhältnisse auf dem Brennstoffmarkte und der Gewinnungsmethode bedingte veränderte Auffassung von der Bauwürdigkeit der Flöze sowie die Feststellung der regional abweichenden Kohlenführung in den einzelnen Schichtengruppen entsprechend verringert werden müßten. Statt der den Berechnungen von KUKUK-MINTROP zugrunde gelegten Gesamtkohlenmächtigkeit von 57 m glaubt er 46 m anrechnen zu müssen und gelangt dabei — unter Annahme der heute wirtschaftlich erreichbaren Abbauteufe von 1200 m — zu einem Kohlenvorrat von rd. 32 Millrd. t (für das Schacht- und Bohrlochgebiet) gegenüber rd. 40 Millrd. t bei KUKUK-MINTROP.

Unter Hinzuziehung des Kohlenvorrates des linksrheinischen Bezirkes in Höhe von rd. 2 Millrd. t schätzt er den bauwürdigen Gesamtkohlenvorrat des Ruhrkohlenbezirkes bis 1200 m auf r. 34 Millrd. t. Die näheren Unterlagen seiner Angaben sind nicht bekannt geworden.

Mit diesen Zahlen gelangt LEHMANN allerdings zu einem nur unerheblich von der durch KUKUK und MINTROP ermittelten Menge abweichenden Ergebnis.

Zu den vorstehend angegebenen Zahlen ist unter anderem noch zu bemerken, daß durch die seit 1914 im gesamten Bezirk geförderten Kohlen (rd. 100 Mill. t je Jahr) der Gesamtkohlenvorrat um rd. 2 Millrd. t verringert worden ist. Ferner muß bedacht werden, daß infolge der notwendig gewordenen Rationalisierungsmaßnahmen des Ruhrkohlenbergbaues, die sich unter anderem in der Stillegung zahlreicher Zechen äußerten, dem Ruhrbezirk ein Verlust von weiteren rd. 2 Millrd. t aufgeschlossener Kohlen entstanden ist. Dazu kommt, daß auch auf vielen Zechen geringwertige Flöze und wenig versprechende Bauabteilungen aufgegeben werden mußten, deren Kohlenvorräte mit etwa 500 Mill. t veranschlagt werden können. Somit kann man den Gesamtverlust an greifbaren Kohlen seit dem Jahre 1914 auf rd. 4,5 Millrd. t schätzen, für die nur geringer Ersatz durch neu errichtete Schachtanlagen geschaffen worden ist. Bewertet man den Zugang mit rd. 1 Millrd. t, so dürfte der Gesamtverlust an aufgeschlossenen Kohlen rd. 3,5 Millrd. t betragen (HILLENHINRICHS 1933).

Schätzungen von anderer Seite geben den Gesamtkohlenvorrat bis 1000 m Teufe mit 30 Millrd. t, bis 1500 m mit 60 Millrd. t und bis zum Liegenden mit 100—120 Millrd. t an. Von den bis zu etwa 1000 m Teufe anstehenden 30 Millrd. t Kohlen sind insgesamt etwa 4 Millrd. t als schon gefördert abzuziehen.

Über die nach den vorerwähnten Gesichtspunkten in den einzelnen Tiefenstufen tatsächlich vorhandenen Kohlenvorräte, getrennt nach den verschiedenen Kohlenarten und nach absolut und relativ bauwürdigen Flözen, liegen freilich noch keine neuen Zahlenangaben vor.

Wie das zahlenmäßige Ergebnis neuer Vorratsberechnungen auch ausfallen möge, jedenfalls ist es kein eindeutiger Ausdruck für die tatsächliche Lebensdauer des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirkes. Läßt sich doch die Erschöpfung eines Steinkohlenvorkommens als Funktion zu vieler unbestimmbarer Faktoren im voraus überhaupt nicht ermitteln. Weder ist die untere Grenze der Bauwürdigkeit der Flöze, noch die Tiefe, bis zu der man wirtschaftlichen Abbau wird treiben können, noch die Höhe der baulohnenden Selbstkosten, noch die Ausdehnung des kohleführenden Gebietes mit einiger Sicherheit vorauszusagen. Auch die jährliche Absatzmenge ist für die Zukunft nicht im voraus zu bestimmen, ganz abgesehen davon, daß schon eine Steigerung der Energieausnutzung der Kohle um nur 5 oder 10 % den Bedarf für einige Zeit verringern bzw. durch neue Umwälzungen auf volkswirtschaftlichem Gebiete um so schneller anschwellen lassen kann. Ebensowenig sind hinsichtlich der Fortschritte in der Verwendung von heute noch schwer absetzbarer Kohle irgendwelche Grenzen gezogen, so daß sich unsere Auffassungen von der Bauwürdigkeit der Flöze und des Absatzes ihrer Kohle schnell maßgebend verändern können. Dazu kommt die geschichtliche Erfahrungsweisheit, daß bislang noch alle bis zu einem bestimmten Zeitpunkt als erschöpft angesehenen Kohlenbezirke durchweg eine weit längere Lebensdauer besessen haben.

Selbst wenn also unsere Fettkohlenvorräte mengenmäßig (d. h. mit rd. 65 %) zu stark in Angriff genommen worden wären (s. Abb. 740), so kann doch darüber kein Zweifel bestehen, daß die Zechen des Ruhrbezirkes bei einem Kohlenvorrat von rd. 36 Millrd. t bis 1500 m nur in der Schacht- und Bohrlochzone (KUKUK-MINTROP 1913) noch für Jahrhunderte Fettkohlen zu fördern vermögen, und weiter, daß allein der engere Ruhrbezirk noch mindestens für die gleiche Zeit den gesamten Bedarf Deutschlands an Kohle und ihren Nebenerzeugnissen, sei es an Koks, Benzol, Rohteer, Teerölen, Teerfeinerzeugnissen, Gas, Ammoniak u. a. für alle Zwecke zu decken in der Lage ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die sehr erheblichen Vorräte der noch nicht in Angriff genommenen, weit über 3000 km² großen „unaufgeschlossenen Zone" KUKUK-MINTROPS hierbei gar nicht in Rechnung gestellt sind.

War die Steinkohle schon in der Vergangenheit unser wertvollster Rohstoff, so ist sie auf Grund der vorhandenen Vorräte und der in ihr enthaltenen Grundstoffe in Verbindung mit den immer größeren an sie gestellten Anforderungen auch für die Zukunft dazu berufen, neben der planmäßigen Senkung des Verbrauches und Bedarfes auf dem Wege über die zahlreichen neuen Verfahren der Kohlenveredlung und Weiterverarbeitung der gewonnenen Veredlungserzeugnisse diese wichtige Rolle nicht nur mit Erfolg weiter zu spielen, sondern ihren Wert noch zu steigern. Ganz besondere Bedeutung wird der Kohle als Rohstoffquelle für die Beschaffung der durch die Aufgaben des Vierjahresplanes so dringend benötigten Treibstoffe und Schmiermittel zufallen, sei es durch Verkokung und Schwelung, sei es durch Synthese und Hydrierung.

Zusammenfassend ist daher zu sagen, daß die sicherlich noch sehr beträchtlichen Steinkohlenvorräte des Ruhrbezirkes schon im Hinblick auf die mengenmäßig stärker als die Steinkohle begrenzten Öl- und Braunkohlenvorräte noch viele Jahrhunderte die wichtigste, wirtschaftlichste und zuverlässigste Grundlage zur Erzeugung von Wärme und Kraft in jeder Form sind. Die Ruhrkohle stellt aber auch die nachhaltigste und nicht hoch genug zu bewertende heimische Quelle unzähliger Roh- und Werkstoffe für unser um Rohstofffreiheit ringendes Vaterland dar.

XXII. Abschnitt.

Geologisches Schrifttum und Kartenwerke über den Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirk.

Angesichts der überaus großen Zahl geologischer Werke, Abhandlungen und gelegentlicher Mitteilungen über den Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirk ist eine absolute Vollständigkeit des Schrifttums nicht erstrebt worden. Immerhin wurde versucht, die wichtigsten geologischen Arbeiten über das Karbon, seine hangenden und liegenden Schichten sowie seine nutzbaren Lagerstätten zu erfassen. Abhandlungen rein paläontologischer, chemischer, mineralogischer und bergbautechnischer Natur sind nur so weit aufgeführt worden, als sie die geologischen Verhältnisse des Bezirks berühren.

Die geologischen Kartenwerke sind gesondert zusammengefaßt. Das Verzeichnis ist zeitlich und innerhalb der Jahre alphabetisch geordnet. Bei den angewandten Abkürzungen ist das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften", herausgegeben vom Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, zugrunde gelegt worden. Vgl. Glückauf Bd. 70 (1934) S. 23/26.

A. Schrifttum.

1806.

Hövel, v.: Geognostische Bemerkungen über die Gebirge in der Grafschaft Mark, nebst einem Durchschnitt der Gebirgslagen, welche das dortige Kohlengebirge mit der Grauwacke verbinden. Hannover.

1813.

Kortum: Das in der Lippe gefundene Urushorn und der Zahn des Abulabaz. Hagen.

1816.

Hövel, v.: Geognostisches aus dem Herzogtum Westfalen. Arnsberger Wald ist flözleerer Sandstein. Dtsch. Ges. naturforsch. Freunde Berlin Jg. 7 S. 306/309.

1819.

Héron de Villefosse: De la richesse minérale. Paris. (Der Bergbau in der Grafschaft Mark.) II. T. II.

1822.

Dechen, v. (anonym): Bemerkungen über das Liegende des Steinkohlengebirges in der Grafschaft Mark. Noeggerath: Gebirge in Rheinl. u. Westf. Bd. 1 S. 1.

Hövel, v.: Anmerkung zu dem vorhergehenden Aufsatz. Noeggerath: Gebirge in Rheinl. u. Westf. Bd. 1 S. 17.

1823.

Dechen, v.: Geognostische Bemerkungen über den nördlichen Abfall des niederrheinisch-westfälischen Gebirges. Noeggerath: Gebirge in Rheinl. u. Westf. Bd. 2 S. 1. Bonn.

1824.

Buff: Geognostische Bemerkungen über das Kreidegebirge in der Grafschaft Mark und im Herzogtum Westfalen und über dessen Soolführung. Noeggerath: Gebirge in Rheinl. u. Westf. Bd. 3 S. 42.

Fürst zu Salm-Horstmar: Geognostischer Reisebericht über einen Teil des Herzogtums Westfalen. Noeggerath: Gebirge in Rheinl. u. Westf. Bd. 3 S. 1.

1826.

Egen: Beitrag zur Naturgeschichte der westfälischen Soolquellen. Karstens Arch. f. Bergbau u. Hüttenwes. Bd. 13 S. 283.

Hoffmann: Über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Ibbenbüren und Osnabrück. Karstens Arch. f. Bergbau u. Hüttenwes. Bd. 12 S. 264, Bd. 13 S. 3.

— Untersuchungen über die Pflanzenreste des Kohlengebirges von Ibbenbüren und vom Piesberge bei Osnabrück. Karstens Arch. f. Bergbau u. Hüttenwes. Bd. 13 S. 266.

Ungen. Verfasser: Untersuchung über die kohligen Substanzen des Mineralreichs überhaupt und über die Zusammensetzung der in der Preußischen Monarchie vorkommenden Steinkohle insbesondere. (VII. Die Steinkohlenniederlage in der Grafschaft Mark.) Karstens Arch. f. Bergbau u. Hüttenwes. Bd. 12 S. 3.

1828.

Brongniart: Histoire des végétaux fossiles. Paris.

Buff: Bemerkungen über das Vorhandensein eines Steinsalzlagers in Westfalen. Karstens Arch. f. Bergbau u. Hüttenwes. Bd. 17 S. 97.

Goldfuss: Ausführliche Erläuterung des naturhistorischen Atlas. Düsseldorf. (Hierin: Durchschnitt des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges durch den Schwelmer Brunnen bis Altenbochum.)

1829.

Walchner: Handbuch der gesamten Mineralogie in technischer Beziehung. Carlsruhe: Ch. Th. Groos. 1829/32.

1830.

Hoffmann: Übersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland. Leipzig.

1831.

Dolffs, v.: Über die zwischen Unna und Werl 1804 bis 1806 vorgenommenen Bohrversuche. Karstens Arch. f. Bergbau u. Hüttenwes. Bd. 20 S. 217.

— Die Salzbrunnen von Bochum. Karstens Arch. f. Bergbau u. Hüttenwes. Bd. 20 S. 227.

1835.

Becks: Geognostische Bemerkungen über einige Teile des Münsterlandes mit besonderer Rücksicht auf das Steinsalzlager, welches die westfälischen Soolen erzeugt. Karstens Arch. f. Min., Geogn., Bergbau u. Hüttenk. Bd. 8 S. 275.

1837.

Beyrich: Beiträge zur Kenntnis der Versteinerungen des rheinischen Übergangsgebirges. Berlin.

1840.

Becks: Ein neues Vorkommen von kohlensaurem Strontian in Westfalen. Karstens Arch. f. Min., Geogn., Bergb. u. Hüttenk. Bd. 14 S. 576.

— Über das Schwefelwasserstoffgas der artesischen Brunnen in Westfalen. Poggendorffs Ann. Bd. 50 S. 546.

Hädenkamp, Rose u. Becks: Über den bei Hamm gefundenen Strontianit. Poggendorffs Ann. Bd. 50 S. 189.

Roemer: Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. Hannover.

1843.

Becks: Bemerkungen über die Gebilde, welche sich in den Ruhrgegenden an das Kohlengebirge anlegen und es zum Teil bedecken. Bericht an die preußische Bergbehörde, 1843, auszüglich mitgeteilt von H. B. Geinitz im „Quadersandsteingebirge". Freiberg.

1844.

Heinrich: Bemerkungen über die unteren Schichten der norddeutschen Kreideablagerung, welche, im nördlichen Teil des Essen-Werdenschen Bergamtsbezirks auftretend, das ältere Steinkohlengebirge überlagern. Bericht an die preußische Bergbehörde, auszüglich mitgeteilt von H. B. Geinitz im „Quadersandsteingebirge". Freiberg 1849.

Roemer: Das rheinische Übergangsgebirge. Hannover.

Sedgwick u. Murchison: Über die ältern und paläozoischen Gebilde im Norden von Deutschland.

1846.

Goeppert: Über die zur Untersuchung der fossilen Flora unternommene Reise in die Rheinprovinz und Westfalen. Kölner Ztg., 11. Nov.

1849.

Goeppert u. Beinert: Abhandlung über die Beschaffenheit und Verhältnisse der fossilen Flora in den verschiedenen Steinkohlenablagerungen eines und desselben Reviers. Leyden.

Hess: Analyse eines an Kohle und kohlensaurem Eisenoxydul reichhaltigen Schiefers aus einem Steinkohlenlager bei Bochum. Poggendorffs Ann. Bd. 76 S. 113.

Laer, van: Über eigentümliche konzentrische Ringe in Steinkohle von der Ruhr. Amtl. Ber. 25. Verslg. dtsch. Naturforsch. u. Ärzte Aachen 1847. Aachen 1849.

Marck, v. d.: Analyse des Grünsandsteins, des Strontianites und des strontianitführenden Kreidemergels aus der Gegend von Hamm. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 6 S. 269.

Schnabel: Analyse des Strontianites von Hamm an der Lippe. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 6 S. 31.

1850.

Dechen, v.: Über die Schichten im Liegenden des Steinkohlengebirges an der Ruhr. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 7 S. 186.

Göppert: Bericht über eine im Auftrage des Ministeriums für Handel usw. im August und September in dem Westfälischen Hauptbergdistrikt unternommene Reise. Karstens u. v. Dechens Arch. f. Min., Geogn., Bergb. u. Hüttenk. Bd. 23 S. 3 und Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 11 (1854) S. 225.

Schnabel: Analyse verschiedener Kohleneisensteine aus der Steinkohlenablagerung an der Ruhr. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 7 S. 209.

1852.

Herold: Kohleneisenstein im Steinkohlengebirge an der Ruhr und feuerfester Thon daselbst. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 9 S. 606.

Hosius: Tertiär-Versteinerungen von Dingden bei Bocholt. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 9 S. 605.

Ungen. Verfasser: Die Blackbandflötze in Westfalen. Berg- und hüttenm. Ztg. Bd. 11 S. 74.

1853.

Castendyk: Geognostische Skizze aus dem nordwestlichen Deutschland (Ibbenbüren und Hüggel). N. Jb. Mineralog. S. 31.

Römer: Tertiärlager von Dingden, Winterswyk und Bersenbrück. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 5 S. 494.

— Geognostische Übersichtskarte der Kreidebildungen Westfalens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 10 S. 456.

Ungen. Verfasser: Über den Kohleneisenstein in der Grafschaft Mark. Berg- u. hüttenm. Ztg. Bd. 12 S. 780.

1854.

Göppert: *Stigmaria ficoides.* Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 11 S. 221.

Jacob: Überlagerung der westfälischen Steinkohlenformation durch Kreidemergel. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 11 S. 452.

Marck, v. d.: Chemische Untersuchungen von Gebirgsarten der westfälischen Kreide. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 11 S. 449.

Noeggerath: Kohleneisenstein der Zeche Argus bei Brüninghausen. N. Jb. Mineralog. S. 91.

Römer: Die Kreidebildungen Westfalens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 6 S. 99 und Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 11 S. 29.

1855.

Beyrich: Über die Verbreitung tertiärer Ablagerungen in der Gegend von Düsseldorf. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 7 S. 451, Bd. 8 S. 51.

Dechen, v.: Geognostische Übersicht des Regierungsbezirks Arnsberg. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 12 S. 117.

Huyssen: Die Soolquellen des westfälischen Kreidegebirges, ihr Vorkommen und mutmaßlicher Ursprung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 7 S. 17.

Jacob: Flötzkarte von der Steinkohlenformation an der Ruhr. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 12 S. 301.

Marck, v. d.: Chemische Untersuchung von Gesteinen der oberen westfälischen Kreide. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 12 S. 263.

Noeggerath: *Stigmaria ficoides* von der Grube Präsident bei Bochum. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 12 S.-B. S. LVI.

1856.

Dechen, v.: Der Teutoburger Wald, eine geognostische Skizze. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 13 S. 331.

— Über den Zusammenhang der Steinkohlenreviere von Aachen und an der Ruhr. Z. Berg-, Hütt. u. Sal.-Wes. Bd. 3 S. 1.

— Die Sektionen Wesel, Dortmund, Soest und Lüdenscheid der geologischen Karte von Rheinland und Westfalen i. M. 1 : 80000. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 13 S.-B. S. 22, 52.

Ehrenberg: Über den Grünsand und seine Erläuterung des organischen Lebens. Berlin.

Küper: Geognostisch-bergmännische Flötzkarte des westfälischen Steinkohlengebirges, angefertigt für die Industrieausstellung zu Paris. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 13 Corr. S. 56.

Noeggerath: Gefurchte Rutschflächen im Kohleneisenstein an der Ruhr. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 13 S.-B. S. 37.

Ungen. Verfasser: Über den Kohlenreichtum des Essen-Werdenschen Bergamtsbezirks. Berggeist Bd. 1 S. 225.

1857.

Cotta: Übersetzung von Ch. Lyell: Geologie. Teil II S. 164/65. Berlin: Duncker u. Humblot.

Dechen, v.: Die Sektionen Ochtrup, Cleve, Bielefeld, Geldern und Crefeld der geologischen Karte von Rheinland und Westfalen i. M. 1 : 80000. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 14 S.-B. S. 1.

Goeppert: Einige allgemeine Resultate über die Verhältnisse der Steinkohle besonders im westfälisch-märkischen Steinkohlenreviere. Abh. schles. Ges. vaterl. Kultur S. 40.

Marck, v. d.: Thon- und Sandmergel der westfälischen Kreide. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 14 Corr. S. 45.

— Die Schichten des westfälischen Kreidegebirges sowie der westfälischen Diluvial- und Alluvialablagerungen, chemisch untersucht und auf Veranlassung des landwirtschaftlichen Provinzialvereins für Westfalen unter Berücksichtigung ihrer Verbreitung und technischen Verwendung zusammengestellt. Hamm.

Peters: Über den Spateisenstein der westfälischen Steinkohlenformation. Z. VDI S. 155, 170, 1858 S. 90.

1858.

Dechen, v.: Flötzkarte der Steinkohlenformation in Westfalen i. M. 1 : 51200, Verlag von Bädecker, Iserlohn. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 15 S.-B. S. 109.

— Die Sektionen Köln, Warburg, Düsseldorf, Höxter der geologischen Karte von Rheinland und Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 15 Corr. S. 43.

Dücker, v.: Alluvium und Diluvium der Schächte bei Duisburg. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 15 Corr. S. 50.

Fuhlrott: Erratische Blöcke bei Dilldorf a. d. Ruhr. Jber. naturwiss. Ver. Elberfeld. H. 3 S. 8.

Hosius: Kreidebildungen Westfalens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 15 Corr. S. 49.

Lottner: Die Flötzkarte des westfälischen Steinkohlengebirges. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 15 Corr. S. 46.

Marck, v. d.: Phosphorsäurehaltige Gebirgsarten der Kreide und des Steinkohlengebirges in Bohrproben von Winterswyk. — Plattenkalke von Sendenhorst. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 15 Corr. S. 44.

— Die Diluvial- und Alluvialablagerungen im Innern des Kreidebeckens von Münster. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 15 S. 1.

1859.

Dechen, v.: Die Sektionen Coesfeld, Berleburg und Lübbecke der geologischen Karte von Rheinland und Westfalen i. M. 1 : 80000. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 16 S.-B. S. 7, 110.

Lottner: Geognostische Skizze des westfälischen Steinkohlengebirges. Erläuternder Text zur Flötzkarte des westfälischen Steinkohlengebirges. Iserlohn.

Ludwig: Mollusken des Meeres und des süßen Wassers aus der westfälischen Steinkohlenformation. Notizblatt des Vereins für Erdkunde und verwandte Wissenschaften zu Darmstadt und des mittelrheinischen geologischen Vereins. Bd. 28 S. 60.

— Die Najaden der rheinisch-westfälischen Steinkohlenformation. Palaeontographica Bd. 8 Lief. 1, 2 S. 31.

Marck, v. d.: Chemische Untersuchung westfälischer Kreidegesteine. 2. Reihe. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 16 S. 1.

Strombeck, v.: Beiträge zur Kenntnis des Pläners über der westfälischen Steinkohlenformation. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 11 S. 27. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 16 S. 162.

Ungen. Verfasser: Zusammenstellung der neuesten Aufschlüsse über Lagerung und Flötzreichtum der hangenden Gaskohlenpartie in dem Essen-Werdenschen und Märkischen Bergamtsbezirke. Berggeist Bd. 4 S. 403, 411.

1860.

Cossmann: Einige Beiträge zur Kenntnis der Kohlenflötze des Essen-Werdenschen Bergamtsbezirks. Berggeist Bd. 5 S. 43, 57.

Hosius: Beiträge zur Geognosie Westfalens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 12 S. 48. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 17 S. 274.

Ludwig: Animalische Reste aus der westfälischen Steinkohlenformation. Notizblatt des Vereins für Erdkunde und verwandte Wissenschaften zu Darmstadt und des mittelrheinischen geologischen Vereins Bd. 42 S. 10.

Noeggerath: Sphärosiderite von Hörde. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 17 Corr. S. 64.

— Höhlen und Erdfälle. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 17 Corr. S. 41.

Schlüter: Geognostische Aphorismen aus Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 17 S. 13.

— Vorkommen von *Belemnitella quadrata* und *Belemnitella mucronata* in den Kreidebildungen in Westfalen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 12 S. 367.

Strohmeyer: Die sog. Bentheimer Kohle. Jber. naturforsch. Ges. Hannover Bd. 10 S. 338.

Trainer: Das Vorkommen des Galmeis im devonischen Kalkstein bei Iserlohn. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 17 S. 261.

1861.

Andrä: Goniatiten aus der Steinkohlenformation von Bochum. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 18 S.-B. S. 81.

Heine: Geognostische Untersuchung der Umgegend von Ibbenbüren. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 13 S. 149. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 19 (1862) S. 107.

Heymann: Entstehung von Thoneisensteinnieren. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 18 Corr. S. 91.

Ludwig: Süßwasserbewohner aus der westfälischen Steinkohlenformation. Palaeontographica Bd. 8 Lief. 6 S. 182.

— Calamitenfrüchte aus Spateisenstein von Hattingen an der Ruhr. Palaeontographica Bd. 10 Lief. 1 S. 11.

Roehl, v.: Nickelkies im Westfälischen Steinkohlengebirge. N. Jb. Mineralog. S. 673.

1862.

Andrä: Neue Pflanzen aus dem Rheinischen Steinkohlengebirge. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 19 Corr. S. 87.

Goeppert: Neuere Untersuchungen über *Stigmaria ficoides*. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 14 S. 555.

Noeggerath: Geschiebe aus einem Steinkohlenflötz der Grube Frischauf bei Witten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 19 S.-B. S. 24.
Schlüter: Die makruren Dekapoden der Senon- und Cenomanbildungen Westfalens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 14 S. 702.

1863.

Credner: Gliederung der oberen Juraformation und der Wealdenbildung im nordwestlichen Deutschland. Prag.
Heymann: Mineralvorkommen auf Drusen im Kohlenkalk von Ratingen und Lintfort. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 20 S.-B. S. 107.
Lottner: Vorkommen von Haarkies im Steinkohlengebirge bei Dortmund und Bochum. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 15 S. 242.
Ludwig: Meer-Conchylien aus der produktiven Steinkohlenformation an der Ruhr. Palaeontographica Bd. 10 Lief. 6 S. 276.
Römer: Marine Fossilien im Steinkohlengebirge. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 20 Corr. S. 108.

1864.

Andrä: Die Gattung *Lonchopteris*. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 21 Corr. S. 94.
Dücker, v.: Marine Reste aus der westfälischen Steinkohlenformation. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 21 Corr. S. 51.
Roehl, v.: Pflanzenreste der westfälischen Steinkohlenformation. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 21 Corr. S. 42.

1865.

Andrä: Vorweltliche Pflanzen aus dem Steinkohlengebirge der preußischen Rheinlande und Westfalens. Bonn.
Bardeleben: Über den Salzgehalt der Grubenwässer des Steinkohlengebirges. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 22 Corr. S. 79.
Geinitz, Fleck u. Hartwig: Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. München.
Koenen, v.: Über Tierreste aus den Gruben Westfalia, Graf Beust und Hannibal. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 17 S. 269.
Schlüter: Die geognostische Karte der Kreidebildungen zwischen Rhein und Weser. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 22 S.-B. S. 125.
Ungen. Verfasser: Die Stoppenberger Mulde. Glückauf Bd. 1 H. 45.
— Die Bochumer Flötzkarte. Glückauf Bd. 1 H. 42, 48; Bd. 2 (1866) H. 36.

1866.

Ungen. Verfasser: Lagerungsverhältnisse von Zeche Holland. Glückauf Bd. 2 H. 3.

1867.

Andrä: Steinkohlenpflanzen vom Piesberg bei Osnabrück. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 24 S.-B. S. 80.
Hosius: Über einige Dicotyledonen der westfälischen Kreideformation. Palaeontographica Bd. 17 S. 89.
Küper: Reichtum und Zukunft des westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 3 H. 8.
Marck, v. d.: Untersuchung chlorbaryumhaltiger Wasser von der Zeche Johann bei Steele. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 24 Corr. S. 86.
Schlüter: Beitrag zur Kenntnis der jüngsten Ammoneen Norddeutschlands. Bonn.
— Fische aus der Kreide Westfalens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 24 S. 20.
Sparre, v.: Bohrungen in der Gegend von Sterkrade. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 24 Corr. S. 56.
— Über das Nachbrechen von Schichten des Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 3 H. 21—28.
Ungen. Verfasser: Die Heisinger Mulde. Glückauf Bd. 3 H. 12.
— Bleiglanz-Vorkommen auf Zeche Johann Friedrich bei Hattingen und Constantin der Große. Glückauf Bd. 3 H. 49.
— Geognostische Übersichts- und Flötzkarte des westfälischen Steinkohlengebirges. M 1 : 64000. Glückauf Bd. 3 H. 26.

1868.

Bäumler: Mitteilungen über die Identifikation der westfälischen Steinkohlenflötze. Glückauf Bd. 4 H. 47.
Dechen, v.: Das Holtwicker Ei. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 25 S.-B. S. 80.
Heising: Über das Nachbrechen der Schichten des Steinkohlengebirges. Berggeist H. 78 Beil.
Roehl, v.: Fossile Flora der Steinkohlenformation Westfalens einschließlich Piesberg bei Osnabrück. Palaeontographica Bd. 18 Lief. 2, 3, 6.
Schlüter: Über die jüngsten Schichten der unteren Senonbildungen und deren Verbreitung und über *Becksia Soekelandi*. Verh. Naturhist. Vr. Rheinl. u. Westf. Bd. 25 S.-B. S. 92.

1869.

Bäumler: Über das Vorkommen der Eisensteine im westfälischen Steinkohlengebirge. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 17 S. 426. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 27 (1870) S. 158.

Marck, v. d.: Die nutzbaren Mineralien des westfälischen Kreidegebirges. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 26 Corr. S. 19.
Schlüter: Fossile Echinodermen des nördlichen Deutschlands. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 26 S. 223.
Simmersbach: Die Flötzlagerung im Bergrevier Dortmund. Glückauf Bd. 5 H. 33—36, 42, 44.

1870.

Andrä: Die Neuropteriden. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 27 S.-B. S. 141.
Dechen, v.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen sowie einiger angrenzenden Gegenden. Bd. 1. Bonn. (Orographische und hydrographische Übersicht.)
Müller: Flötzstörungen im westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 6 H. 13.
Schlüter: Fossile Echiniden und Riesenammoniten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 27 S.-B. S. 132.
— Über Spongitarienbänke. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 27 S.-B. S. 139.
Tilmann: Mineralbildung auf Zeche Präsident. Glückauf Bd. 6 H. 8.

1871.

Dechen, v.: Des affaissements du sol, observés dans la ville et les environs d'Essen. Rev. univ. Min. I. sér. Bd. 28 S. 197.
— Erratischer Granitblock am Wege von Wullen nach Witten und Herdecke. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 28 S.-B. S. 89.
Schlüter: *Ammonites Guadaloupae* Röm. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 28 S.-B. S. 37.
— Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. I. Palaeontographica Bd. 21 Lief. 1—5. (II. Bd. 24 Lief. 1—4.) — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 29 (1872) Corr. S. 91.
Simonowitsch: Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen des Essener Grünsandes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 28 S. 1.

1872.

Andrä: *Dictyopteris* und *Neuropteris*. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 29 S.-B. S. 127.
Dechen, v.: Geologische und mineralogische Literatur der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen sowie einiger angrenzenden Gegenden. Festschr. Hauptverslg. dtsch. geol. Ges. Bonn. Bonn.
— Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen sowie einiger angrenzenden Gegenden. Bd. 2, 1. Teil. Geologische und mineralogische Literatur. Bonn.
Gurlt: Übersicht über das Tertiär des Nieder-Rheines. Festschr. Hauptverslg. dtsch. geol. Ges. Bonn.
Hosius: Beiträge zur Kenntnis der diluvialen und alluvialen Bildungen der Ebene des Münsterschen Beckens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 29 S. 97.
Marck, v. d.: Phosphorgehalt der Steinkohlenasche aus dem Ruhrbezirk. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 29 Corr. S. 88.
Schlüter: Die Spongitarienbänke der oberen Quadraten- und Mukronatenschichten des Münsterlandes. Festschr. 20. Hauptverslg. dtsch. geol. Ges. Bonn. Bonn.
— Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 29 Corr. S. 91.
Ungen. Verfasser: „Über das Quellen des Liegenden bei dem Steinkohlenbergbau" und „Über die Äußerung der Bodenbewegungen infolge des Steinkohlenbergbaus im Oberbergamtsbezirk Dortmund". Glückauf Bd. 8 H. 52.

1873.

Dechen, v.: Die Übersichtskarte der Berg- und Hüttenwerke im Oberbergamtsbezirk Dortmund von Sievers. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 30 S.-B. S. 163.
— Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reich nebst einer physiographischen und geognostischen Übersicht des Gebietes. Berlin.
Hilt: Über Eigenschaften und Zusammensetzung der Steinkohle. Glückauf Bd. 9 H. 14, 15.
Muck: Chemische Aphorismen über Steinkohlen. Mitteilungen aus dem chemischen Laboratorium der westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum. Bochum.
Schlüter: Das Vorkommen der *Belemnitella mucronata* in echten Quadratenschichten bei Osterfeld. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 30 S.-B. S. 226.
— Über *Pygurus rostratus* A. Röm. aus den quarzigen Gesteinen von Haltern. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 30 S.-B. S. 53.
Sievers: Die Flötzlagerung in der Stoppenberger und Horster Mulde. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 21 Abh. S. 206.

1874.

Brunn, v.: Mitteilungen über die Bodensenkungen bei Essen. Z. Bergrecht Bd. 10 H. 10.
Dechen, v.: Das Vorkommen von Eisenstein und Eisenkies auf der Zeche Schwelm. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 S.-B. S. 108.
Schlüter: Der Emscher-Mergel. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 26 S. 775.
— Der Emscher-Mergel, ein mächtiges Gebirgsglied zwischen Cuvieri- und Quadraten-Kreide an dem Nordrande des Ruhrsteinkohlengebirges. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 S. 89.
— Das Vorkommen von unterem Lias an der preußisch-holländischen Grenze in der Bauerschaft Lünten nordwestlich Ahaus. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 S.-B. S. 229.

Schlüter: Die Auffindung tertiärer Schichten über der westfälischen Steinkohlenformation. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 S.-B. S. 230.
— Glaukonitlager im Diluvium westlich von Broich bei Mülheim. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 S.-B. S. 231.
— Vorkommen von *Belemnitella mucronata* in der Quadratenkreide von Osterfeld. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 S.-B. S. 257.
— *Belemnites Westfalicus*. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 S.-B. S. 259.
Volger: Das Strontianitvorkommen in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 31 Corr. S. 98.
Weiss: Über *Walchia* aus Westfalen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 26 S. 373.

1875.

Bölsche: Über die Gattung *Prestwichia* H. Woodw. und ihr Vorkommen in der Steinkohlenformation des Piesberges bei Osnabrück. 2. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück 1872/73 S. 50. Osnabrück.
Donndorf: Ein Gesteinsvorkommen auf der Zeche Courl. Glückauf Bd. 11 H. 1.
Haniel: Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge bei Schacht II des Konzessionsfeldes Rheinpreußen bei Homberg. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 23 Abh. S. 236.
Ungen. Verfasser: Geologische Verhältnisse auf der linken Seite des Niederrheins. Glückauf Bd. 11 H. 3.

1876.

Deicke: Die Tourtia in der Umgegend von Mülheim a. d. Ruhr. Mülheim.
Laspeyres: Über Strontianitkrystalle von Hamm in Westfalen. Naturwiss. Ges. Aachen. Sitzung vom 14. Febr. 1876.
— Die Krystallform des Strontianits von Hamm in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 33 S. 308.
Marck, v. d.: Über den Strontianit bei Drensteinfurth. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 33 Corr. S. 82.
Muck: Chemische Beiträge zur Kenntnis der Steinkohlen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 33 S. 267.
Roemer-Frech: Lethaea geognostica.
Schlüter: Die Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. I. Palaeontographica Bd. 21 Lief. 1—5 (1871). II. Ebenda Bd. 24 Lief. 1—4.
— Verbreitung der Cephalopoden in der oberen Kreide Norddeutschlands. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 28 S. 457. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 33 S. 330.
Schondorff: Bemerkungen zu F. Mucks „chemischen Beiträgen zur Kenntnis der Steinkohlen". Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 33 Corr. S. 138.
Weiss: Über Abdrücke aus den Steinkohlenschichten des Piesberges bei Osnabrück. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 28 S. 435.
— Über die Fructifikationsweise der Steinkohlen-Calamarien. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 28 S. 164 u. 435.
— Über Calamariengattungen der Steinkohlenformation. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 28 S. 419.
— Steinkohlen-Calamarien. Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Bd. 2 H. 1 u. Bd. 5 H. 2 (1884).
Ungen. Verfasser: Die Erdbewegungen bei Iserlohn und Oberhausen. Glückauf Bd. 12 H. 17, 18, 21, 23, 27, 28, 47—53.

1877.

Fresenius: Chemische Analyse der warmen Soolquelle zu Werne in Westfalen. Wiesbaden.
Schlüter: *Uintacrinus Westfalicus* aus norddeutschem Senon. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 34 S.-B. S. 330.
— Kreidebivalven. Zur Gattung *Inoceramus*. Palaeontographica Bd. 24 Lief. 6 S. 249.
— Über die geognostische Verbreitung der Gattung *Inoceramus*. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 29 S. 735. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 34 S.-B. S. 283.
Prinz Schönaich-Carolath: Die durch den Bergwerksbetrieb und Schürfarbeiten während der letzten Jahre gewonnenen Aufschlüsse über die weitere Verbreitung der älteren Steinkohlenformation in der Richtung vom Ruhrtal nach Norden hin unter den überlagernden Schichten der Kreideformation. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 34 Corr. S. 42.
Ungen. Verfasser: Schlesische und westfälische Kohlen. Glückauf Bd. 13 H. 57, 76.

1878.

Marck, v. d.: Chemische Untersuchungen westfälischer und rheinischer Gebirgsarten und Mineralien. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 35 S. 237.
Rive: Entwicklung und Bedeutung des Steinkohlenbergbaus Rheinlands und Westfalens in geognostischer, technischer, merkantiler und wirtschaftlicher Beziehung. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 35 Corr. S. 60.
Schlüter: Einige neue Funde von Cephalopoden der norddeutschen Kreide. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 35 S.-B. S. 35.
Ungen. Verfasser: Die neue Auflage der westfälischen Flötzkarte. Glückauf Bd. 14 H. 43.

1879.

Dechen, v.: Nordische Geschiebe in Rheinland und Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 36 Corr. S. 82.

Marck, v. d.: Die Soolquelle von Werries bei Hamm in geologischer, balneologischer und hygienischer Beziehung. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 36 Corr. S. 79.

Tillmann: Ergebnisse der Schachtbohrung auf Königsborn. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 36 Corr. S. 63.

1880.

Achepohl: Das Niederrheinisch-westfälische Steinkohlengebirge. Atlas der fossilen Fauna und Flora. Oberhausen und Leipzig.

— Über Identifizierung von Flötzen nach ihren fossilen Einschlüssen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 37 Corr. S. 142.

Andrä: Über *Sphenopteris rotundifolia* und *Hymenophyllites* sp. von Zeche Mont Cenis. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 37 Corr. S. 142.

Braun: Lintorf-Bleiberg. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 37 Corr. S. 66.

Deicke: Über das Vorkommen und die Bildung der Tourtia bei Essen und Mülheim a. d. Ruhr. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 37 Corr. S. 68.

Dücker, v.: Über Asphalt in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 37 Corr. S. 83.

Haniel: Die Flötzlagerung in der Stoppenberger und Horst-Hertener Mulde. Essen.

Hosius u. v. d. Marck: Die Flora der westfälischen Kreideformation. Palaeontographica Bd. 26 S. 125.

Köhler: Über die Störungen im westfälischen Steinkohlengebirge und deren Entstehung. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 28 Abh. S. 195.

Muck: Über zwei neue Mineralvorkommen auf der Grube Schwelm. (Erdiges Eisencarbonat und Sulfatallophan.) Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 28 Abh. S. 188.

— Über ein Mineralvorkommen auf der Zeche Courl in Westfalen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 28 Abh. S. 352.

Roehl, v.: Über *Sigillaria Brasserti* n. sp. Haniel. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 37 S.-B. S. 289.

Schrader: Das Bleierzvorkommen bei Lintorf. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 37 Corr. S. 60.

1881.

Groddeck, v.: Über die Erzgänge bei Lintorf. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 29 Abh. S. 211.

Haniel: Über *Sigillaria Brasserti* Han. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 33 S. 338.

Kayser: Beiträge zur Kenntnis von Oberdevon und Culm am Nordrande des rheinischen Schiefergebirges. Jb. preuß. geol. Landesanstalt S. 51.

Menzel: Beschreibung des Strontianitvorkommens in der Gegend von Drensteinfurt sowie des daselbst betriebenen Bergbaues. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 2. S. 125.

Trenkner: Die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Osnabrück. Osnabrück.

Venator: Über das Vorkommen und die Gewinnung von Strontianit in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 38 Corr. S. 183. — Berg- u. hüttenm. Ztg. (1882) S. 1.

Weiss: Die vertikale Verbreitung von Steinkohlenpflanzen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 33 S. 176.

— *Lomatophloios macrolepidotus* Goldb. von Grube Vollmond bei Langendreer. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 33 S. 354.

— Aus der Flora der Steinkohlenformation. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 2 S. 1.

Windmöller: Die Entwicklung des Pläners im nordwestlichen Teile des Teutoburger Waldes bei Lengerich. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 2 S. 3.

1882.

Dücker, v.: Löß in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 39 S. 234.

Grand'Eury: Mémoire sur la formation de la houille. Ann. d. Mines, Sc. 8. Paris.

Gurlt: Genetischer Zusammenhang der Steinkohlenbecken Nordfrankreichs, Belgiens und Rheinland-Westfalens. Glückauf Bd. 18 H. 45. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 39 Corr. S. 61.

Holzapfel: Die Goniatitenkalke von Adorf in Waldeck. Palaeontographica Bd. 28 S. 225.

Marck, v. d.: Über den Strontianit in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 39 Corr. S. 82.

Sachse: Über die Entstehung der Gesteinsmittel zwischen Steinkohlenflötzen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 30 Abh. S. 271.

1883.

Bölsche: Zur Geognosie und Paläontologie der Umgebung von Osnabrück. 5. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück S. 141.

Gümbel: Beiträge zur Kenntnis der Texturverhältnisse der Mineralkohlen. Sitzungsbericht der Kgl. bairischen Akademie der Wissenschaften S. 111.

Schlüter: Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. I. Glyphostoma. Abh. z. geol. Spezialkarte von Preußen. H. 4 S. 1.

Strippelmann: Der Bentheimer Asphalt 1. Dinglers polytechn. J. Bd. 250 S. 216 u. 265.

1884.

Dechen, v.: Geologische und paläontologische Übersicht der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. Bonn (2. Bd. der Erläuterungen zur geologischen Karte von Rheinland und Westfalen).

Deicke: Über die jüngere Kreide und das Diluvium von Mülheim. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 41 Corr. S. 36.

Schenck: Die Diabase des oberen Ruhrtals. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 41 S. 53/136.

Schlüter: Neue Ostreen aus der Tourtia von Essen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 41 Corr. S. 84.

Schrader: Über die Selbecker Erzbergwerke. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 41 Corr. S. 59.

Wedekind: Fossile Hölzer im Gebiet des westfälischen Steinkohlengebirges. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 41 S. 181.

Weiss: Einige Carbonate aus der Steinkohlenformation (Dolomitknollen von Flöz Catharina). Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 5. S. 113.

1885.

Bölsche: Prestwichienreste in der Steinkohlenformation des Piesberges. 6. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück S. 268.

Felix: Struktur zeigende Pflanzenreste aus der oberen Steinkohlenformation Westfalens. Bericht der naturforsch. Ges. Leipzig S. 7.

Halfmann: Vorkommen und Gewinnung der Kännelkohle auf Zeche Consolidation. Glückauf Bd. 21 H. 83.

Hosius u. v. d. Marck: Nachtrag zur Flora der westfälischen Kreideformation. Palaeontographica Bd. 31 S. 227.

Köhler: Verschiebungen von Lagerstätten und Gesteinsschichten. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 33 Abh. S. 87.

Rennesse, v.: Bergbau und Hüttenindustrie bei Osnabrück. Festschrift im 6. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück S. 46.

Temme: Der Piesberger Bergbau von seinen Anfängen bis zur Jetztzeit. Festschrift im 6. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück S. 54.

— Das Steinkohlenvorkommen am Piesberg und die dasselbe umlagernden Gebirgsschichten. 6. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück S. 260.

— Der am Piesberg gefundene und aufgestellte fossile Wurzelstock einer *Sigillaria*. 6. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück S. 266.

Vaux, de: Note sur l'asséchement de terrains affaissés par suite de l'exploitation souterraine en Westphalie. Rev. univ. Mines. Bd. 17, Sér. 2 S. 124.

Weiss: Stammreste aus der Steinkohlenformation Westfalens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 37 S. 815.

— Gerölle in und auf der Kohle von Steinkohlenflötzen, besonders in Oberschlesien. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 6. S. 242.

1886.

Dannenberg: Über das Verhältnis der seitlichen Verschiebung zur Sprunghöhe bei Spaltenverwerfungen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 34 Abh. S. 35.

Dechen, v.: Erratische Blöcke in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 43 S. 58.

Felix: Untersuchungen über den inneren Bau westfälischer Carbonpflanzen. Abh. zur geol. Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Bd. 7 H. 3. Berlin.

Schwarze, v.: Die Selbecker Erzbergwerke bei Mintard. Zur Erinnerung an den 3. allg. deutschen Bergmannstag in Düsseldorf, 1. bis 5. Sept. 1886. Düsseldorf.

— Zinkblende und Bleierzvorkommen zu Selbeck. Vortrag. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 43 Corr. S. 75.

Weiss: Die Sigillarien der preußischen Steinkohlengebiete. Abh. zur geol. Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Bd. 7, H. 3. Berlin.

1887.

Dechen, v. u. Rauff: Geologische und mineralogische Literatur der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen sowie einiger angrenzenden Gegenden. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 44 S. 181.

Hilger: Die Ablagerung der produktiven Steinkohlenformation in der Horst-Recklinghausener Mulde des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens unter besonderer Berücksichtigung der neuesten Aufschlüsse der Zechen Schlägel und Eisen, Ewald, Graf Bismarck, General Blumenthal und König Ludwig. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 35 Abh. S. 30.

Hosius: Über den Septarienthon von Schermbeck. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 44 S. 1.

— Über die Verbreitung des Septarienthons auf der westlichen Grenze der westfälischen Kreideformation. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 44 Corr. S. 37.

— Über die tertiären Ablagerungen zwischen Vreden und Zwillbrock. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 44 Corr. S. 38.

Jüttner: Über die Soolquellen in dem Münsterschen Kreidebecken und den westfälischen Steinkohlengruben. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 44 Corr. S. 41.

Lepsius: Geologie von Deutschland. 1. Teil. Das westliche und südliche Deutschland. Stuttgart (1887/92).

Muck: Elementarbuch der Steinkohlenchemie für Praktiker. Essen.

Nasse: Die Lagerungsverhältnisse pflanzenführender Dolomitkonkretionen im westfälischen Steinkohlengebirge. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 44 Corr. S. 59.
Stur: Über den neu entdeckten Fundort und die Lagerungsverhältnisse der pflanzenführenden Dolomitkonkretionen im westfälischen Steinkohlengebirge. Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt Wien. S. 237.
— Beiträge zur Kenntnis der Flora der Vorwelt. Bd. 2. Die Carbonflora der Schatzlarer Schichten. Abt. 2. Die Calamarien der Carbonflora der Schatzlarer Schichten. Abh. der k. k. geol. Reichsanst. Wien. Bd. 11, Abt. 2.
Ungen. Verfasser: Das westfälische Steinkohlenbecken. Bergbau Bd. 1 (1887/88) Nr. 1, 2, 3, 6, 8.

1888.

Achepohl: Das rheinisch-westfälische Bergwerksindustriegebiet. Essen u. Leipzig.
Eichhorn: Die Zinkerzlager bei Iserlohn. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 36 Abh. S. 142.
Gante: Die Entwicklung des Strontianit-Bergbaus im Zentrum des westfälischen Kreidebeckens. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 36 Abh. S. 210.
Muck: Die westfälische Pseudo-Kännelkohle und ihre Beziehung zu der echten Kännelkohle und den übrigen Kohlenarten. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 36 Abh. S. 90. — Glückauf Bd. 24 H. 16—21.
Piedboeuf: Die Tertiärablagerungen bei Düsseldorf. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 45 Corr. S. 88.
Ungen. Verfasser: Über die Einwirkung des Abbaues. Bergbau Bd. 2 (1888/89) H. 17—20, 24, 25, 27, 29, 30.

1889.

Ebert: *Prestwichia (Euproops) Scheeleana* n. sp. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 10 S. 215.
Götting: Das Strontianitvorkommen in Westfalen. Öst. Z. Berg- u. Hütt.-Wes. Wien. Bd. 37 S. 113.
Holzapfel: Cephalopodenführende Kalke des unteren Carbons von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. Paläontol. Abh. Bd. 5.
Hundhausen: Über die Erbohrung der Steinkohle in Hamm und das dadurch aufgeschlossene geologische Profil. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 46 Corr. S. 41.
Lenz: Die Steinkohlenablagerung in der Duisburg-Recklinghauser Hauptmulde. Bergbau Bd. 3 H. 14, 15, 17.
Marck, v. d.: Über den Strontianit und die Kreidefische Westfalens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 46 Corr. S. 37.
Potonié: Über einige Carbonfarne (*Renaultia microcarpa* von Zeche Friedrich-Ernestine). Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 10 S. 21.
Trompeter: Über Entwässerungsanlagen im Gelsenkirchen-Schalker Revier. Bergbau Bd. 2 (1889/90) H. 40; Bd. 5 (1891/92) H. 10.
Wedekind: Die fossile Flora des westfälischen Steinkohlengebirges. Bergbau Bd. 3 (1889/90) H. 10, 11.
Ungen. Verfasser: Störungen. Bergbau Bd. 3 (1889/90) H. 16—21, 23.

1890.

Beschreibung der Bergreviere Arnsberg, Brilon und Olpe, sowie der Fürstentümer Waldeck und Pyrmont, hersg. vom Kgl. O.-B.-A. Bonn 1890.
Hosius: Geognostische Skizze von Westfalen mit besonderer Berücksichtigung der für prähistorische Fundstellen wichtigen Formationsglieder. Corr. dtsch. Ges. Anthropologie Bd. 21 S. 86.
Jaekel: *Oracanthus Bochumensis* n. sp., ein Trachyacanthide des deutschen Kohlengebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 42 S. 753.
Kayser: Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Siegenschen Grauwacke. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 11 S. 95.

1891.

Kohlmorgen: Das Erzvorkommen auf der Steinkohlenzeche Deutscher Kaiser bei Hamborn (Bergrevier Duisburg). Berg- u. hüttenm. Ztg. Bd. 50 S. 303. — Bergbau Bd. 4 (1890/91) H. 47.
Lenz: Zur Kenntnis der Schichtenstellung im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 27 S. 789.
List: Westfälische Kohlenformation. Hamburg.
Muck: Die Chemie der Steinkohle. Leipzig.
Schlüter: Verbreitung der regulären Echiniden in der Kreide Norddeutschlands. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 43 S. 236.
Siepmann: Beiträge zur Kenntnis der harzigen (löslichen) Bestandteile der Steinkohlen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 39, Abh. S. 26.

1892.

Jansen: Steinkohlen in eigentümlicher Absonderung von der Zeche Blankenburg bei Dortmund. Mitt. naturwiss. Ver. Düsseldorf. Bd. 2 S. 51.
Küppers: Die Erzlagerstätten im Bergrevier Werden. Mitt. Markscheidewes. hrsg. von H. Werneke. Freiberg i. S. H. 6 S. 28.
— Das Steinkohlenvorkommen bei Erkelenz. Mitt. Markscheidewes. H. 6 S. 1.
Lenz: Zur Kenntnis der Schichtenstellung im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 28 S. 909.
Ochsenius: Die Bildung von Kohlenflötzen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 44 S. 84.

Potonié: Das größte carbonische Pflanzenfossil des europäischen Continents. Naturwiss. Wschr. Jena. S. 337.
Runge: Das Ruhrsteinkohlenbecken. Berlin.
Schaefer: Das Abteufen des Schachtes II der Zeche Westende bei Meiderich. Glückauf Bd. 28 S. 543.
Schlüter: Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide II. Cidaridae. Salenidae. Abh. z. geol. Spezialkarte von Preußen. N. F. 5.

1893.

Cremer: Fossile Farne des westfälischen Carbons. Inaug.-Diss. Mitt. Geol. Mus. Westf. Berggewerkschaftskasse Bochum I.
— Die Ausdehnung der westfälischen Steinkohlenablagerung nach Osten. Glückauf Bd. 29 S. 819.
— Die Geologie auf der bergmännischen Ausstellung in Gelsenkirchen. Z. prakt. Geol. Bd. 1 S. 361.
— Der niederrheinisch-westfälische Kohlenbergbau. Geologische Beschreibung. Glückauf Bd. 29 S. 899.
— Die praktische Bedeutung paläontologischer Untersuchungen für den Steinkohlenbergbau. Glückauf Bd. 29 S. 787.
— Die marinen Schichten in der mageren Partie des westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 29 S. 879, 970.
— Beiträge zur Kenntnis der marinen Fauna des westfälischen Carbons. Glückauf Bd. 29 S. 1093.
Greim: Das Ruhrkohlenbecken. Globus Bd. 64 S. 72.
Lenz: Zur Kenntnis der Schichtenstellung im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 29 S. 955.
Löcke: Das Abteufen der neuen Schächte auf Zeche Deutscher Kaiser bei Hamborn und die bei demselben anwendbaren Methoden. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 41 Abh. S. 216.
Mügge: Untersuchungen über die Lenneporphyre in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. N. Jb. Mineral. Bbd. 8 S. 535.
Nasse: Die Kohlenvorräte der europäischen Staaten, insbesondere Deutschlands und deren Erschöpfung. Berlin.
Potonié: Eine gewöhnliche Art der Erhaltung von *Stigmaria* als Beweis für die Autochthonie von Karbonpflanzen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 45 S. 97.
— Über die Volumenreduktion bei Umwandlung von Pflanzenmaterial in Steinkohle. Glückauf Bd. 29 S. 1209. — Naturwiss. Wschr. Jena. S. 485.
— Mitteilung über eine im August 1893 ausgeführte Reise nach den Steinkohlenrevieren an der Ruhr, bei Aachen und des Saar-Rhein-Gebietes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 14 S. XLIV.
Stottrop: Ein Beitrag zur Kenntnis der Lagerungsverhältnisse im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 29 S. 911 u. 1061.
Ungen. Verfasser: Die „geognostische Reihe" auf der bergmännischen Ausstellung in Gelsenkirchen. Glückauf Bd. 29 S. 883.

1894.

Achepohl: Das niederrheinisch-westfälische Bergwerks-Industriegebiet. 2. Aufl. Berlin: Verlag Industrie.
Cremer: Die Konglomerate im westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 30 S. 117.
— Die Überschiebungen des westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 30 S. 1089. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 51 S. 58.
— Überschiebungen (briefl. Mitteilung). Z. prakt. Geol. Bd. 2 S. 465.
Denckmann: Clymenienquarzite und Hornsteine bei Warstein i. W. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 46 S. 481.
Haber: Der Blei- und Zinkerzbergbau bei Ramsbeck im Bergrevier Brilon, unter besonderer Berücksichtigung der geognostischen und mineralogischen Verhältnisse der Erzlagerstätten. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 42 S. 77.
Hind: A Monograph on *Carbonicola, Anthracomya* and *Naiadites*. Paleontograph. Soc. 48—50. London 1894/96.
Köhler: Die Cremersche Theorie betr. Überschiebungen des westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 30 S. 1615.
König: Zusammensetzung von Steinkohlengrubenwässern. Z. angew. Chem. Bd. 7 S. 389. — Z. prakt. Geol. Bd. 2 S. 330 (Ref.).
Ochsenius: Die Konglomerate des westfälischen Carbons und über die Bildung der Steinkohle. Glückauf Bd. 30 S. 635.
Rothpletz: Geotektonische Probleme. Stuttgart.
Solms-Laubach: Über devonische Pflanzenreste aus den Lenneschiefern der Gegend von Gräfrath a. Rh. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 15 S. 67.
Stapff: Überschiebungen. Z. prakt. Geol. Bd. 2 S. 418.
Stern: Über die fossile Flora der Zeche Ver. Westfalia bei Dortmund. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 51 Corr. S. 10.
Stockfleth: Das Erzvorkommen auf der Grenze zwischen Lenneschiefer und Massenkalk im Bergrevier Witten. Glückauf Bd. 30 S. 749. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 51 S. 50.
— Das Eisenerzvorkommen am Hüggel bei Osnabrück. Glückauf Bd. 30 S. 1791. — Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 51 S. 157.
Ungen. Verfasser: Die Konglomerate des westfälischen Carbons und über die Bildung der Steinkohlen. Naturwiss. Wschr. Jena S. 182.

1895.

Beushausen: Lamellibranchiaten des rheinischen Devons mit Ausschluß der Aviculiden. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 17.

Cremer: Erdbeben und Bergbau. Glückauf Bd. 31 S. 367.

— Die Steinkohlenvorkommen von Ibbenbüren und Osnabrück und ihr Verhältnis zur niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung. Glückauf Bd. 31 S. 129. — Z. prakt. Geol. Bd. 3 S. 165.

Hoffmann: Ein Beitrag zur Frage nach der Entstehung und dem Alter der Überschiebungen im westfälischen Steinkohlengebirge. Z. prakt. Geol. Bd. 3 S. 229.

Holzapfel: Das obere Mitteldevon im rheinischen Gebirge. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 16.

Müller: Das Diluvium im Bereich des Kanals von Dortmund nach den Emshäfen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 16 S. 40.

Potonié: Über die Autochthonie von Carbonkohlenflötzen und des Senftenberger Braunkohlenflötzes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 16 S. 1.

Schlüter: Über einige Spongien aus der Kreide Westfalens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 47 S. 194.

Stockfleth: Die geographischen, geognostischen und mineralogischen Verhältnisse des südlichen Teils des Oberbergamtsbezirks Dortmund. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 52 S. 45.

— Die Erzgänge im Kohlenkalk des Bergreviers Werden. Glückauf Bd. 31 S. 381.

1896.

Cremer: Die Süßwasser-Muscheln des westfälischen Steinkohlengebirges und ihre Verteilung innerhalb dessen Schichten. Glückauf Bd. 32 S. 137.

— Über Sprünge und sprungähnliche Verwerfungen des westfälischen Steinkohlengebirges. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 53 S. 24.

Hoffmann: Das Zinkerzvorkommen von Iserlohn. Z. prakt. Geol. Bd. 4 S. 45.

Lücke: Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge bei dem Schacht Nr. III der Grube Rheinpreußen bei Homberg a. Rh. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 44 Abh. S. 156.

Mägde: Über das Diluvium von Osterfeld. Jber. naturwiss. Ver. Elberfeld Bd. 8 S. 77.

Mügge: Der Quarzporphyr der Bruchhäuser Steine in Westfalen. Jb. N. Mineral. Bbd. 10 S. 757.

Potonié: Über Autochthonie von Kohlenflötzen. Naturwiss. Wschr. Jena. S. 306.

— Die floristische Gliederung des deutschen Carbon und Perm. Glückauf Bd. 32 S. 121 u. 184.

Rauff, H. u. M.: Sachregister zu dem von H. v. Dechen und H. Rauff im 44. Band der Verhandlungen des naturhistorischen Vereins für Rheinland und Westfalen herausgegebenen chronologischen Verzeichnis der geologischen und mineralogischen Literatur der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen sowie einiger angrenzenden Gegenden. Bonn.

Schultz: Weshalb ist der Herd der Kohlenstaub-Explosionen vorzugsweise auf eine bestimmte Flötzpartie — Röttgersbank bis Sonnenschein — beschränkt? Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 53 S. 23.

Schulz-Briesen: Die Flötzablagerung in der Emscher-Mulde des Ruhrsteinkohlenbeckens unter besonderer Berücksichtigung der hangendsten Flötzgruppe auf Grund der Aufschlüsse durch den Bergbau bis zum Jahre 1894. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 44 Abh. S. 12.

Stockfleth: Der südlichste Teil des Oberbergamtsbezirks Dortmund. Bonn.

Velsen, v.: Auftreten von Schlagwettern beim Abteufen des Schachtes Schürenberg des Steinkohlenbergwerks Ewald bei Herten. Glückauf Bd. 32 S. 893.

1897.

Cremer: Die Sutan-Überschiebung. Essen. Glückauf Bd. 33 S. 373.

Frech: Lethaea geognostica. I. Teil: Lethaea palaeozoica. IV. Abschnitt: Das Carbon. Stuttgart (1897—1902) S. 342. (Das westfälische Steinkohlengebirge.)

Grevel: Der Kohlberg an der Glashütte zu Königssteele. Glückauf Bd. 33 S. 669.

Köhler: Beiträge zur Kenntnis der Erdbewegungen und Störungen der Lagerstätten. Berg- u. hüttenm. Ztg. S. 218, 261, 341.

Laspeyres: Der sogenannte Calciostrontianit von Drensteinfurt, Westfalen. Z. Krystallogr. Bd. 27 S. 41.

Loretz: Bericht über die Ergebnisse der geologischen Aufnahmen 1897 in der Gegend von Iserlohn und Hagen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 18 S. XXVII.

Middelschulte: Neue Aufschlüsse in der Kreideformation des nordöstlichen Ruhrkohlenbezirkes durch Tiefbauschächte. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 54 S. 295.

Simmersbach: Kalisalz und Petroleum im Becken von Münster in Westfalen. Berg- u. hüttenm. Ztg. S. 243.

Stockfleth: Der Erzbergbau in dem Bergrevier Werden. Bergbau Bd. 10 H. 30 u. 31.

Trainer: Die mit dem Steinkohlenbergbau in ursächlichem Zusammenhang stehenden Vorflutstörungen im Emschergebiet und die zur Beseitigung derselben getroffenen Maßnahmen. Z. Bergrecht Bd. 38 S. 190.

Vüllers: Eisensteinlagerstätten des Juras des südlichen Teutoburger Waldes. Berggeist Nr. 61.

Ungen. Verfasser: Über die Einwirkung des unter Mergelüberdeckung geführten Steinkohlenbergbaues auf die Erdoberfläche im Oberbergamtsbezirke Dortmund. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 45 S. 372. — Glückauf Bd. 34 (1898) S. 207.

1898.

Althüser: Die Bezeichnung der Flötze im rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Bergbau (1897/98) H. 15.

Cremer: Neuere geologische Aufschlüsse im Nordwestgebiet des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaus. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 55 S. 63. — Glückauf Bd. 35 (1899) S. 428.
Kette: Das Eisenerzvorkommen von Ochtrup-Bentheim. Glückauf Bd. 34 S. 436.
Kosmann: Die Thoneisensteinlager in der Bentheim-Ochtruper Mulde. Stahl u. Eisen Bd. 18 H. 8 S. 357.
— Über die Thoneisensteinlager in der Bentheim-Ochtruper Thonmulde. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 50 Verh. S. 127.
Loretz: Über Versteinerungen aus dem Lenneschiefer. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 50 Verh. S. 12.
— Über Unterscheidungen im Lenneschiefer. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 50 Verh. S. 183.
— Bericht über die Ergebnisse der geologischen Aufnahmen von 1898 in der Gegend von Hagen, Hohenlimburg und Iserlohn. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 19 S. CXVII.
Schulz-Briesen u. Trainer: Die Litteratur über Lagerungs- und Betriebsverhältnisse des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlen- und Kohleneisensteinbergbaus. Essen.
Schulz-Briesen: 1. Nachtrag dazu. Essen 1899.
Sobbe, v.: Die Sümpfung des Tiefbaus des Kgl. Steinkohlenbergwerks bei Ibbenbüren. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 46 Abh. S. 334.
Ungen. Verfasser: Neuere geologische Aufschlüsse im nordwestlichen Teile des niederrheinisch-westfälischen Bergbaubezirkes. Z. prakt. Geol. Bd. 6 S. 442.
— Tiefbohrung auf Steinkohle am Niederrhein. Glückauf Bd. 34 S. 845.
— Kohlenfunde auf dem linken Rheinufer. Z. prakt. Geol. Bd. 6 S. 179. — Glückauf Bd. 34 S. 395.
— Steinkohlenaufschlüsse im Kreise Soest. Z. prakt. Geol. Bd. 6 S. 339.

1899.

Broockmann: Über die in Steinkohlen eingeschlossenen Gase. Glückauf Bd. 35 S. 269.
Cremer: Die Flötzverhältnisse des konsolidierten Steinkohlenbergwerks Minister Achenbach. Z. prakt. Geol. Bd. 7 S. 410.
Holzapfel: Steinsalz und Kohle im Niederrheintal. Z. prakt. Geol. Bd. 7 S. 50.
Loretz: Mitteilungen über die geologischen Aufnahmen auf den Blättern Schwerte, Menden, Hohenlimburg, und Iserlohn im Jahre 1899. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 20 S. XXIX.
Ohm: Über das Weißbleierz von der Grube Perm bei Ibbenbüren und einige andere Weißbleierzvorkommen Westfalens. Diss. Münster.
Potonié: Paläophytologische Notizen: Die Merkmale allochthoner paläozoischer Pflanzenablagerungen. Naturwiss. Wschr. Jena. S. 81.
— Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie. Berlin.
Selbach: Das Abteufen und der Zusammenbruch des Schachtes Hugo bei Holten. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 47 Abh. S. 78.
Ungen. Verfasser: Über die neueren geologischen Aufschlüsse im nordwestlichen Teil des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens (nach L. Cremer). Glückauf Bd. 35 S. 428.
— Über die Möglichkeit eines Kohlenbeckens im Norden des Lütticher Beckens (Beziehungen des niederrheinisch-westfälischen zum nordbelgischen Kohlenvorkommen). Z. prakt. Geol. Bd. 7 S. 257.

1900.

Denckmann u. Lotz: Über einige Fortschritte in der Stratigraphie des Sauerlandes. Z. dtsch. Geol. Ges. Bd. 52 S. 564.
Kette: Über die Temperatur der Gebirgsschichten des Ruhrsteinkohlenbeckens. Glückauf Bd. 36 S. 733.
Müller: Die Gliederung der Actinocamax-Kreide im nordwestlichen Deutschland. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 52 S. 38.
Potonié: Über die Entstehung der Kohlenflötze. Naturwiss. Wschr. Jena S. 28.
Stille: Der Gebirgsbau des Teutoburger Waldes zwischen Altenbeken und Detmold. Diss. Göttingen.
Ungen. Verfasser: Östliche Weitererstreckung des Ruhrkohlenbeckens. Z. prakt. Geol. Bd. 8 S. 331.
— Das Abteufen des Schachtes II der Zeche Osterfeld im Deckgebirge. Glückauf Bd. 36 S. 168.
— Bergschäden durch Abtrocknung eines Kieslagers in der Langendreerer Thalmulde. Z. f. Bergrecht S. 336. Mitt. Markscheidewes. N. F. (1901) S. 29.

1901.

Beykirch: Über den Strontianit des Münsterlandes. N. Jb. Mineral. Bd. 13 S. 389.
Graeff: Verursacht der Bergbau Bodensenkungen durch die Entwässerung diluvialer, wasserführender Gebirgsschichten? Glückauf Bd. 37 S. 601.
Hoernecke: Die Lagerungsverhältnisse des Carbons und Zechsteins an der Ibbenbürener Bergplatte. Halle.
Holzapfel: Zusammenhang und Ausdehnung der deutschen Kohlenfelder. Naturwiss. Wschr. Jena S. 1.
Hundt: Die Steinkohlenablagerung des Ruhrkohlenbeckens. Aus den Mitteilungen über den Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbau. Festschrift zum VIII. Allgemeinen deutschen Bergmannstag.
Kaunhowen (nach Renault): Über einige Mikroorganismen der fossilen Brennstoffe. (Kännelkohle von Zeche Consolidation.) Z. prakt. Geol. Bd. 9 S. 97.
Lienenklaus: Über das Alter der Sandsteinschichten des Hüggels. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück.
Müller: Rotliegendes im Ruhrkohlenreviere. Glückauf Bd. 37 S. 965.
— Zur Kenntnis der Dyas- und Triasablagerungen im Ruhrkohlenrevier. Z. prakt. Geol. Bd. 9 S. 385.

Wachholder: Die neueren Aufschlüsse über das Vorkommen der Steinkohlen im Ruhrbezirk. Bericht über den VIII. Allgemeinen deutschen Bergmannstag zu Dortmund.

Ungen. Verfasser: Über Verschiebungen von trigonometrischen Punkten bei Wiemelhausen (nach Overhoff). Mitt. Markscheidewes. N. F. S. 44.

— Über die Deckgebirgsschichten des Ruhrkohlenbeckens (nach Middelschulte). Glückauf Bd. 37 S. 301.

— Ein Beitrag zur Kenntnis der Deckgebirgsschichten im Ruhrkohlenbecken (nach Kircher). Glückauf Bd. 37 S. 893.

— Der neueste Kohlenfund an der Lippe. Glückauf Bd. 37 S. 762.

— Neue Kohlenfunde in Westfalen. Z. prakt. Geol. Bd. 9 S. 433.

— Das Vordringen des Ruhrkohlenbergbaus nach Osten. Gnom S. 1722. — Z. prakt. Geol. Bd. 10 (1902) S. 172.

1902.

Bernhardi: Über Volumenveränderungen von Sandschichten infolge ihrer Entwässerung. Z. Oberschles. berg- u. hüttenm. Ver. S. 26.

Denckmann: Über Karbon und Devon des Sauerlandes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 23 S. 554.

— Über Goniatitenfunde im Devon und im Karbon, speziell im Karbon des Sauerlandes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 54 Verh. S. 54.

Drevermann: Über eine Vertretung der Etroeungtstufe auf der rechten Rheinseite. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 54 S. 480.

Everding: Nebengestein und Kohle des Flötzes Praesident auf Zeche von der Heydt und die durch die eigenartige Beschaffenheit derselben bedingte Gefahr des Stein- und Kohlenfalls. Glückauf Bd. 38 S. 1021.

Holzapfel: Bemerkungen zu den Ausführungen der Lethaea über das Carbon bei Aachen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 54. Mitt. S. 79.

Krusch: Über die barytische Ausfüllung der Querverwerfungen des westfälischen Carbons und ihre Beziehungen zur Zusammensetzung heutiger Schachtwässer. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 54 Verh. S. 189.

Lotz: Über marines Tertiär im Sauerlande. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 54 Verh. S. 14.

Mentzel: Der Bergbau auf der Düsseldorfer Ausstellung 1902. Kohlen- und Erzlagerstätten. Glückauf Bd. 38 S. 500.

Middelschulte: Über die Deckgebirgsschichten des Ruhrkohlengebirges und deren Wasserführung. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 50 Abh. S. 320. Ref. mit Bemerkungen von G. Müller in Z. prakt. Geol. Bd. 11 (1903) S. 241.

Müller: Dyas und Trias an der holländischen Grenze. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 54 S. 110 u. Z. prakt. Geol. Bd. 10 Verh. S. 215.

— Über die Lagerungsverhältnisse der Unteren Kreide westlich der Ems, insonderheit über die Transgression des Wealden über Lias, Wellenkalk und Buntsandstein. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 54 Mber. S. 195.

Simmersbach: Die nördliche Erstreckung des Ruhrkohlenbeckens. Berg- u. hüttenm. Ztg. S. 157.

Voss, Kaether, Ziervogel u. Holzapfel: Beschreibung des Bergreviers Düren. Herausgegeben mit Genehmigung des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe vom Kgl. Oberbergamt zu Bonn. Bonn. (Hierin Lagerungsverhältnisse der Zeche Rheinpreußen und Bohrergebnisse auf der linken Seite des Niederrheins).

1903.

Cremer u. Mentzel: Geologie des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks. I. Bd. des Sammelwerkes: „Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts". Berlin: Julius Springer.

Fleck: Studien über das Auftreten von Schnitten und Schlechten in der Kohle und im Nebengestein der Flötze sowie über die Beziehungen derselben zu den Abbau- und Ausbaumethoden. Glückauf Bd. 39 S. 1.

Harbort: Die Schaumburg-Lippesche Kreidemulde. Diss. Göttingen und N. Jb. Mineral. S. 179.

Hornung: Neueres Tatsachenmaterial im Lichte der Harzer Regionalmetamorphose. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Nr. 11, S. 358. (Betrifft Kupferschiefer bei Wesel.)

Kaiser: Die geologisch-mineralogische Litteratur des rheinischen Schiefergebirges und der angrenzenden Gebiete für die Jahre 1887—1900. Nebst Nachträgen zu den früheren Verzeichnissen. I. Teil. Chronologisches Verzeichnis. Bonn. Beiheft zu Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. S. 59.

Kolbe: Translokation der Deckgebirge durch Kohlenabbau, die damit verbundenen Grundwasserstörungen, Gebäude- und Grundstücksbeschädigungen, Minderwert und Abgeltung des Schadens. Oberhausen.

Köndgen: Seitliche Verschiebungen infolge von Bergbau im Stadtgebiet Essen. Z. Vermessungswes. Bd. 32 S. 233.

Kraeber: Der erste geologische Kartierungskursus für Markscheider (enthaltend Aufnahmen im Ruhrgebiet). Mitt. Markscheidewes. N. F. 5 S. 9.

Krusch: Die Lagerstätten von Schwelm. Glückauf Bd. 39 S. 116.

Lemcke: Über die Ortsteinbildungen in der Provinz Westfalen nebst Versuchen zur künstlichen Herstellung von Ortstein. Diss. Münster.

Mentzel: Gerölle fremder Gesteine in den Steinkohlenflötzen des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 39 S. 505.

Meyer: Der Teutoburger Wald (Osning) zwischen Bielefeld und Werther. Diss. Göttingen und Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 24 S. 349.

Müller: Die Lagerungsverhältnisse der Unteren Kreide westlich der Ems und die Transgression des Wealden. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 24 S. 184.

Potonié: Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste der palaeozoischen und mesozoischen Formationen. Berlin. Herausg. preuß. geol. Landesanst.
Rothkegel: Über Verschiebungen von trigonometrischen und polygonometrischen Punkten im Ruhrkohlengebiet. Z. Vermessungswes. Bd. 32 S. 217.
Stille: Geologisch-hydrologische Verhältnisse im Ursprungsgebiete der Paderquellen zu Paderborn. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 38.

1904.

Andree: Der Teutoburger Wald bei Iburg. Diss. Göttingen.
Denckmann: Gliederung des Lenneschiefers in der Gegend von Hohenlimburg. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 25 S. 559.
Drevermann: Entstehung des Rheinischen Schiefergebirges. Naturwiss. Wschr. Jena Bd. 19 S. 292.
Krusch: Über die neueren Aufschlüsse im östlichen Teile des Ruhrkohlenbeckens und über die ersten Blätter der von der preußischen geologischen Landesanstalt herausgegebenen Flözkarte 1 : 25000. Glückauf Bd. 40 S. 793.
— Über die Zusammensetzung der westfälischen Spaltenwässer unter besonderer Berücksichtigung des Baryumgehaltes. Z. prakt. Geol. Bd. 12 S. 252.
— Zur Stratigraphie und Tektonik der Gegend von Dortmund und Witten. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 25 S. 574.
Leclerq: Über die sog. Labradorporphyre der Umgegend von Brilon in Westfalen und einzelne ihrer Kontakterscheinungen. Inaug.-Diss. Bonn.
Mentzel: Barium- und schwefelsäurehaltige Wasser auf Zeche de Wendel bei Hamm. Glückauf Bd. 40 S. 1012.
— Beiträge zur Kenntnis der Dolomitvorkommen in Kohlenflözen. Glückauf Bd. 40 S. 1164.
Mestwerdt: Der Teutoburger Wald zwischen Borgholzhausen und Hilter. Diss. Göttingen.
Müller: Über die neueren Aufschlüsse im westlichen Gebiete des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbeckens. Glückauf Bd. 40 S. 800.
— Das Vorkommen von Petroleum in Westfalen. Z. prakt. Geol. Bd. 12 S. 9.
— Das Ergebnis einiger Tiefbohrungen im Becken von Münster. Z. prakt. Geol. Bd. 12 S. 7.
— Der Gasausbruch auf der Tiefbohrung Ascheberg III bei Ascheberg. Glückauf Bd. 40 S. 1361.

1905.

Brandes: Bemerkungen zu Herrn Th. Wegners Aufsatz: Die Granulatenkreide des westlichen Münsterlandes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 57 B. Mber. S. 576.
Frech: Das zweifellose Vorkommen der *Posidonia Becheri* im Obercarbon. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 57 B. Mber. S. 272.
Harbort: Die Fauna der Schaumburg-Lippeschen Kreidemulde. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 45.
Koenen, von: Über *Posidonia Becheri* im produktiven Carbon und die Stellung von *Anthracosia*. Zbl. Mineral. Geol. Paläont. S. 308.
Mentzel: Die Entstehung des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges. Mitt. Boch. Bez.-Ver. VDI Nr. 17.
Schmidt: Der oberste Lenneschiefer zwischen Letmathe und Iserlohn. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 57 A. Abh. S. 498.
Schroeder: *Rhinoceros Mercki* Jäger von Heggen im Sauerlande. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 26 S. 212.
Stille: Spätjurassische und tertiäre Dislokationen in Westfalen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 57 B. Mber. S. 432.
— Zur Kenntnis der Dislokationen, Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und in der Kreide Westfalens. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 26 S. 103.
— Über die Verteilung der Fazies in den Scaphitenschichten der südöstlichen westfälischen Kreidemulde nebst Bemerkungen zu ihrer Fauna. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 26 S. 140.
Wegner: Die Granulatenkreide des westlichen Münsterlandes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 57 A. Abh. S. 112.
Westermann: Die Gliederung der Aachener Steinkohlenformation auf Grund ihres petrographischen und paläontologischen Verhaltens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 62 S. 1.
Wolff: Die Schwierigkeiten des Bergbaus in größerer Tiefe unter Berücksichtigung englischer Erfahrungen. Bergbau H. 12.

1906.

Andree: Geologischer Führer durch den Osning von Halle bis Bevergern. Münster.
Bödige: Hüggel und Silberberg; historisch-geologischer Beitrag zur Landeskunde von Osnabrück. Paderborn.
Böker: Die Mineralausfüllung der Querverwerfungsspalten im Bergrevier Werden und einigen angrenzenden Gebieten. Glückauf Bd. 42 S. 1065.
Brauns: Über Eisenkiesel von Warstein i. W. N. Jb. Mineral. Bbd. 21 S. 447.
Denckmann: Über eine Exkursion in das Devon- und Culmgebiet nördlich von Letmathe. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 27 S. 20.
Krusch: Über neue Aufschlüsse im Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbecken. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 58 B. Mber. S. 25.
Mentzel: Die Bewegungsvorgänge am Gelsenkirchener Sattel im Ruhrkohlengebirge. Glückauf Bd. 42 S. 1234.
Meyer, H.: Das flözführende Steinkohlengebirge in der Bochumer Mulde zwischen Dortmund und Kamen. Glückauf Bd. 42 S. 1169.
Pilz: Neuere Mergelabstürze im Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 42 S. 502.

Renier: Le processus tectonique de l'anticlinal de Gelsenkirchen dans le bassin houiller de la Ruhr. Ann. soc. géol. Belg. XXXIII.

Trippe: Die Entwässerung lockerer Gebirgsschichten als Ursache von Bodensenkungen im Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirk. Glückauf Bd. 42 S. 545.

Wegner: Die Spülversatzmaterialien der Umgebung von Haltern a. d. Lippe. Glückauf Bd. 42 S. 455.

— Versteinerungen aus dem Münsterlande. S.—B. Ges. z. Förd. d. Wilhelms-Univ. zu Münster. Sitzg. v. 13. VII.

Wolff: Die Schwierigkeiten des Bergbaus in größerer Tiefe unter Berücksichtigung englischer Erfahrungen. Bergbau H. 25 u. 26.

1907.

Bärtling: Zur Frage der Entwässerung lockerer Gebirgsschichten als Ursache von Bodensenkungen besonders im Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirk. Z. prakt. Geol. Bd. 15 S. 148.

Everding: Zur Geologie der deutschen Zechsteinsalze. (Mit einem Beitrag von Beyschlag.) In: „Deutschlands Kalibergbau". Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 52.

Grout: The composition of coals. Econ. Geol. Bd. 2 S. 225.

Harbort: Ein geologisches Querprofil durch die Kreide-, Jura- und Triasformation des Bentheim-Isterberger Sattels. In: Koenen-Festschrift S. 471. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung.

Hasebrink: Die Kreidebildungen im Teutoburger Wald bei Lengerich in Westfalen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 64 S. 247.

Hausse: Von dem Niedergehen des Gebirges beim Kohlenbergbau und den damit zusammenhängenden Boden- und Gebäudesenkungen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 55. S. 431.

Henke: Zur Stratigraphie des südwestlichen Teiles der Attendorn-Elsper Doppelmulde. Diss. Göttingen.

Hilgenstock: Die neueren Aufschlüsse im Osten der Essener Mulde und des Gelsenkirchener Sattels bis zur Linie Olfen—Lünen. Glückauf Bd. 43 S. 117.

Jentzsch: Eine neu entdeckte Höhle in Westfalen (Attendorn). Leipziger Illustr. Ztg. Nr. 3348 S. 353.

Kegel: Entwässerung lockerer Gebirgsschichten und ihre Beziehungen zu den Bodensenkungen. Braunkohle S. 406.

Krusch u. Wunstorf: Das Steinkohlengebiet nordöstlich der Roer nach den Ergebnissen der Tiefbohrungen und verglichen mit dem Cardiff-Distrikt. Glückauf Bd. 43 S. 425.

Lorenz: Über den Gebirgsbau Mitteldeutschlands. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 1 S. 24.

Lotz: Beitrag zur Kenntnis vom Alter der Siegerländer Erzgänge. Z. prakt. Geol. Bd. 15 S. 251/253.

Mentzel: Einfluß der Wasserentziehung auf die Höhenlage der Erdoberfläche. Glückauf Bd. 43 S. 322.

Meyer, W.: Die Porphyre des westfälischen Diluviums. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. S. 143.

Niess: Die Bekämpfung der Schwimmsandgefahr. Broschüre.

Peters: Das Vorkommen der Zinkerze. Glückauf Bd. 43 S. 1717.

Potonié: Die Entstehung der Steinkohle und verwandter Bildungen, einschließlich des Petroleums. 4. Aufl. Berlin: Borntraeger.

Schmidt: Die Fauna der Siegener Schichten. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 28 S. 429.

Schulz-Briesen: Die Genossenschaft zur Regulierung der Vorflut und der Abwässerreinigung im Emschergebiet. Berg- u. hüttenm. Rdsch. Bd. 3 S. 337.

Sichtermann: Diabasgänge im Flußgebiet der unteren Lenne und Volme. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 28 S. 360.

Steinmann: Über älteren Löß im Niederrheingebiet. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 59 B. Mber. S. 5.

Stille: Die Braunkohlenvorkommen in Westfalen und Lippe-Detmold. In: Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau S. 108. Hrsg. von G. Klein, Teil 1. Halle: W. Knapp.

Stopes and Watson: On the present distribution and origin of the calcareous concretions in coal-seams, known as coal-balls. Philos. Transact. Roy. Soc. Lond. Ser. B. Vol. 200 S. 167/218.

Walter: Petrographische Untersuchungen einiger klastischer Gesteine aus dem Paläozoikum des Rheinischen Schiefergebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 59 A. Abh. S. 417.

1908.

Ahlburg: Die Ergebnisse der neueren Tiefbohrungen im östlichen Holland. Glückauf Bd. 44 S. 1205.

Barsch: Die Pseudo-Kannelkohle. Inaug.-Diss. Berlin.

Bärtling: Über die Obere Kreide im Südosten des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens. Ber. Geol. Ver. Bonn Bd. 2 S. 18.

— Die Ausbildung und Verbreitung der Unteren Kreide am Westrande des Münsterischen Beckens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 60 B. Mber. S. 36.

— Ein neues Vorkommen von Oberem Gault in einer Tiefbohrung in der Lippemulde des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbeckens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 60 B. Mber. S. 188.

Denckmann: Über das Nebengestein der Ramsbecker Erzlagerstätten. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 29 Teil 2 S. 243.

Erdmannsdörffer: Quarzkristalle mit Fossilresten aus dem westfälischen Massenkalk. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 60 B. Mber. S. 32.

Fenten: Untersuchungen über Diluvium am Niederrhein. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 65 S. 163.

Goebel: Die Toneisensteinablagerungen des Münsterlandes und die wirtschaftlichste Art der Gewinnung durch Bagger. Erzbergbau Bd. 4 S. 454.
Haack: Der Teutoburger Wald südlich von Osnabrück. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 29 T. I S. 458 bis 531.
Haarmann: Die geologischen Verhältnisse des Piesberges bei Osnabrück und seiner Umgebung. Diss. Berlin.
Heise-Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde Bd. 1. Berlin: Julius Springer.
Holzapfel: Beitrag zur Kenntnis der Brachiopodenfauna des rheinischen Stringocephalenkalkes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 29 T. 2 S. 111.
Kipper: Die Zechsteinformation zwischen dem Diemel- und Ittertale am Ostrande des Rheinisch-Westfälischen Schiefergebirges unter besonderer Berücksichtigung der Kupfer-, Gips-, Eisen-, Mangan-, Zink-, Blei-, Cölestin- und Schwerspatvorkommen. Glückauf Bd. 44 S. 1029.
Krusch: Der Südrand des Beckens von Münster zwischen Menden und Witten auf Grund der Ergebnisse der geologischen Spezialaufnahme. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 29 T. II S. 1.
Kukuk: Über Einschlüsse in den Flözen des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenvorkommens. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 2 S. 25/36.
— Der Zusammenhang des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenvorkommens mit den Steinkohlenablagerungen Hollands, Belgiens, Frankreichs und Englands. Bergbau Bd. 21 Nr. 3, 5, 8, 13.
— Bericht über die außerordentliche Hauptversammlung des Naturhistorischen Vereins der Preußischen Rheinlande und Westfalens. Glückauf Bd. 44 S. 130.
— Bericht über die Versammlung des Niederrheinischen Geologischen Vereins. Glückauf Bd. 44 S. 715.
— Die 65. ordentliche Hauptversammlung des Naturhistorischen Vereins der Preußischen Rheinlande und Westfalens. Glückauf Bd. 44 S. 1121.
— Beiträge zur Kenntnis des Schichtenaufbaues zwischen Menden und Witten. Glückauf Bd. 44 S. 1653/1661.
— Über Gasausbrüche beim Tiefbohrbetrieb. Glückauf Bd. 44 S. 1732/1734.
Meyer: Nordische Geschiebe in Westfalen. S.—B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. D. S. 16.
Ottermann: Die Ausbildung des Leitflözes Mausegatt in der Wittener Hauptmulde. Glückauf Bd. 44 S. 84.
Rauff: Älterer Löß am Niederrhein. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf., Bd. 65 S. 143.
Schmid: Über die in Schwimmsandlagern mögliche Wassermenge. Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwes. S. 581.
Schulz-Briesen: Geologische Bilder und Ausblicke. Aus: Sammlung Berg- u. Hüttenm. Abh. Berg- u. hüttenm. Rdsch. H. 34. Sonderabdruck.
Semper: Die marinen Schichten im Aachener Obercarbon. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 65 S. 221.
Tesch: Der niederländische Boden und die Ablagerungen des Rheins und der Maas aus der jüngeren Tertiär- und der älteren Diluvialzeit. Mededeelingen van de Rijksopsporing van Delfstoffen. Freiberg i. S.: Cranz u. Gerlach i. K.
Tietze: Das Steinkohlengebirge von Ibbenbüren. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 29 T. 2 S. 301.
Torley: Die Fauna des Schleddenhofes bei Iserlohn. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 53.
Wedekind: Die Cephalopodenfauna des höheren Oberdevons am Enkeberge. N. Jb. Mineral. Bbd. 26 S. 565.
Wegner: Führer zu den Exkursionen der 2. Hauptversammlung des Niederrheinischen Geologischen Vereins zu Münster i. W. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 2 S. 41/67.
— Die Ursachen des Niederganges des rheinischen Bleierzbergbaues. Erzbergbau Bd. 4 S. 89 u. 290.
Wilckens: Radiolarit im Culm der Attendorn-Elsper Doppelmulde. Z. dtsch. geol. Ges. B. Mber. Bd. 60 S. 354.
Willert: Toneisensteinvorkommen von Ahaus und Koesfeld und seine wirtschaftliche Bedeutung. Glückauf Bd. 44 S. 304.

1909.

Albrecht: Über die Geologie des nördlichsten Deisters und Bückeberges. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 2 S. 77/79.
Ballerstedt: Über einige große Saurierfährten aus dem Wealden des Bückeberges. Jber. geol. Ver. Hannover. Bd. 2 S. III.
Bärtling: Flözleeres und Unterkarbon im Felde der Zeche Neu-Diepenbrock III in Selbeck bei Mülheim-Saarn. Glückauf Bd. 45 S. 181.
— Das Liegende des produktiven Karbons in Westfalen. Z. prakt. Geol. Bd. 17 S. 55.
— Die Stratigraphie des Untersenons im Becken von Münster in der Übergangszone aus sandiger zu mergeliger Facies. Glückauf Bd. 45 S. 1705/1708.
— Die Ergebnisse der neueren Tiefbohrungen nördlich der Lippe im Fürstlich Salm-Salmschen Bergregalgebiet. Glückauf Bd. 45 S. 1173.
— Über den angeblichen Kohlenkalk der Zeche Neudiepenbrock III in Selbeck bei Mülheim-Saarn. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 61 B. Mber. S. 2.
Brockmeier: Funde aus dem Tertiär und Diluvium von München-Gladbach. S.-B. geol. Ver. Bonn D. S. 2/8.
Denckmann: Neue Beobachtungen über die tektonische Natur der Siegener Spateisensteingänge. S.-B. geol. Ver. Bonn D. S. 93/96.
Fliegel: Rheindiluvium und Inlandeis. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 66 S. 327.
— Ein geologisches Profil durch das Rheinische Schiefergebirge. Aus natürlichem Gestein errichtet und erläutert. Köln. Glückauf Bd. 45 S. 1054.

Goebel: Die Rentabilität der Toneisensteingewinnung des Münsterlandes. Erzbergbau Bd. 5 S. 303.
Haarmann: Exkursionen nach dem Hüggel und dem Piesberg bei Osnabrück am 16. und 17. 4. 1909. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 2 S. XVI—XIX.
— Die geologischen Verhältnisse des Piesberg-Sattels bei Osnabrück. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 30 T. 1 S. 1.
— Die Eisenerze des Hüggels bei Osnabrück. Z. prakt. Geol. Bd. 17 S. 343.
— Über den Piesberg-Sattel bei Osnabrück. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 61 B. Mber. S. 170.
Kratz: Das Unterkarbon von Ratingen bis Aprath. Glückauf Bd. 45 S. 729.
Krusch: Beitrag zur Geologie des Beckens von Münster mit besonderer Berücksichtigung der Tiefbohraufschlüsse nördlich der Lippe im Fürstlich Salm-Salmschen Regalgebiet. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 61 B. Mber. S. 230.
Kukuk: Deckgebirgsverhältnisse im Niederrheingebiet. Glückauf Bd. 45 S. 922.
— Über Torfdolomite in den Flözen der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung. Glückauf Bd. 45 S. 1137.
— Über das Vorkommen von Erdöl im Steinkohlengebirge des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 45 S. 60.
— Weitere Erdölvorkommen im Steinkohlengebirge des Ruhrkohlenbeckens. Glückauf Bd. 45 S. 457.
— Über Einschlüsse in den Flözen des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenvorkommens. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 3 S. 25.
— Über Gasausbrüche beim Tiefbohrbetriebe. Z. prakt. Geol. Bd. 17 S. 52.
Kurtz: Beziehungen zwischen Ruhr, Maas und Rhein zur Diluvialzeit. Gymnasialprogramm, Düren.
Mentzel: Ein mariner Horizont in der Gasflammkohlenpartie des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 45 S. 73.
Mintrop: Die Erdbebenstation der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum. Glückauf Bd. 45 S. 357, 393.
Möhring: Der Zechstein am nördlichen Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. Diss. Berlin.
Renier: Sur les conséquences de la découverte de concrétions dolomitiques à la mine Maria d'Aix-la-Chapelle. Ann. soc. géol. Belg. Liége, Bull. 164.
Schmid: Tektonik der Schwefelkies- und Schwerspatlagerstätte bei Meggen a. d. Lenne. Glückauf Bd. 45 S. 1437.
Spriestersbach u. Fuchs: Die Fauna der Remscheider Schichten. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 58.
Stille: Das Alter der Kreidesandsteine Westfalens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 61 B. Mber. S. 17.
— Der Mechanismus der Osning-Faltung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 61 B. Mber. S. 405.
Waterschoot van der Gracht: The deeper geology of the Netherlands and adjacent regions with special reference to the latest borings in the Netherlands, Belgium and Westphalia. Mededeelingen van de Rijksopsporing van Delfstoffen. Freiberg i. S.: Cranz u. Gerlach i. K.
Wegner: Über die geschichteten Bildungen in den norddeutschen Endmoränen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 66 S. 191.
— Beitrag zur Kenntnis des Alters des Teutoburger Waldes und des Wesergebirges. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. S. 76.
Winterfeld: Die Lenneschiefer, geologische Studien des Bergischen Landes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 66 S. 29.
Wunstorf: Der tiefere Untergrund im nördlichen Teil der niederrheinischen Bucht. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 66 S. 343/372.
Zimmermann: Kohlenkalk und Kulm des Velberter Sattels im Süden des westfälischen Carbons. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 30 T. II S. 369. Diss. Berlin.
— Das Unterkarbon von Ratingen bis Aprath. Glückauf Bd. 45 S. 1480.

1910.

Ballerstedt: Über neue Wirbeltierfunde im Wealden bei Bückeburg. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 3 S. 2.
Bärtling: Gasausbrüche im Steinkohlenbergbau des Ruhrbezirks. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 58 S. 41.
— Bericht über den geologischen Ausflug zum Südrand des Münsterschen Kreidebeckens zwischen Letmathe und dem Freischütz nördlich von Schwerte. In: Int. Kongr. Bergb., Hüttenwes. usw. Düsseldorf. Ber. Abt. prakt. Geol. S. 227. Berlin: Julius Springer i. K.
— Bericht über den geologischen Ausflug nach Unna und Billmerich. In: Int. Kongr. Bergb., Hüttenwes. usw. Düsseldorf, Ber. prakt. Geol. S. 230. Berlin: Julius Springer i. K.
—, Fliegel, Kukuk, Link u. Krusch: Führer zu den Exkursionen der Abteilung für praktische Geologie. Int. Kongr. Bergb., Hüttenwes. usw. Düsseldorf. Essen: Girardet.
Bergeat: Bemerkungen über das Kupfererzvorkommen zu Stadtberge in Westfalen. Z. prakt. Geol. Bd. 18 S. 367.
Beyschlag, Krusch u. Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. Bd. 1 u. 2. Stuttgart: Ferdinand Enke.
Bornhardt: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung. Arch. Lagerst.-Forschg. Bd. 2.
Burre: Profile durch den Osning östlich von Bielefeld. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 3 S. 26.
Dietrich: Über Fließabtrocknung. Bauwelt Bd. 30 S. 4.

Eickhoff: Der Bastenberger Gangzug bei Ramsbeck i. W. und seine Nebengesteine. Diss. Bonn. Z. prakt. Geol. Bd. 18 S. 269.
Fliegel: Die Tektonik der Niederrheinischen Bucht in ihrer Bedeutung für die Entwicklung der Braunkohlenformation. In: Int. Kongr. Bergb., Hüttenwes. usw. Düsseldorf. Ber. Abt. prakt. Geol. S. 54. Berlin: Julius Springer i. K.
— Die miozäne Braunkohlenformation am Niederrhein. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 61.
— u. Stoller: Jungtertiäre und altdiluviale, pflanzenführende Ablagerungen im Niederrheingebiet. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 31 T. I S. 227/257.
Franke: Die Foraminiferen und Ostracoden des Untersenons im Becken von Münster in der Übergangszone aus mergeliger zu sandiger Fazies. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 62 B. Mber. S. 141.
Gothan u. Hörich: Über Analoga der Torfdolomite (Coal-balls) des Carbons in der rheinischen Braunkohle. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 31 T. 2 S. 38.
Handlirsch: Das erste fossile Insekt aus dem Oberkarbon Westfalens. Verh. zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 60 S. 249.
Hess: Unterkiefer von *Elephas primigenius* im Zahnwechsel. Zbl. Min., Geol., Paläont. S. 711.
Hirschwald: Die bautechnisch verwertbaren Gesteinsvorkommnisse des preußischen Staates. Westfalen. S. 61/87. Berlin.
Holzapfel: Neue Beobachtungen in der niederrheinischen Braunkohlenformation. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 4 S. 7/12.
Jongmans: Das Vorkommen der fossilen Pflanzen im Kohlenbecken von Süd-Limburg. Mededeel. van's Ryks Herbarium, Leiden. Nr. 3 S. 61/73.
Kraiss: Der Warburger Sattel, seine Baustörungen und die vulkanischen Durchbrüche. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 31 T. 2 S. 377.
Kukuk: Die tektonischen Verhältnisse der Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung auf Grund der neuesten Aufschlüsse. Glückauf Bd. 46 S. 1314/1322 und Int. Kongr. Bergb., Hüttenwes. usw., Düsseldorf. Ber. Abt. prakt. Geol. S. 65. Berlin: Julius Springer i. K.
— Tiefenschichtenplan der Karbonoberfläche des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbeckens. Sonderdruck. Int. Kongr. Bergb., Hüttenwes. usw. Düsseldorf. Berlin: Julius Springer i. K.
— Braune Kohle im Karbon Westfalens. Geol. Rdsch. Bd. 1 S. 352.
Lachmann: Überschiebungen und listrische Flächen im westfälischen Karbon. Glückauf Bd. 46 S. 203.
— Das Faltungsproblem des westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 46 S. 1693/1695.
Landwehr: Die geologischen Lagerungsverhältnisse des Bielefelder Stadtgebietes. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 3 S. 26.
Löscher: Die westfälischen Galeritenschichten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Seeigelfauna. N. Jb. Mineral. Bbd. 30 S. 269.
Mestwerdt: Über die Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse der Tertiärvorkommen im Fürstentum Lippe. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 3 S. 171.
Nebe: Die Culmfauna von Hagen i. W. N. Jb. Mineral. Bbd. 31 S. 421.
Potonié: Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. 5. Aufl. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Stille: Der Mechanismus der Osning-Faltung. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 31 T. I S. 357.
— Exkursion zwischen Detmold und den Externsteinen. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 3 S. 27/34.
Wegner: Über eine Stillstandslage der großen Vereisung im Münsterlande. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 62 B. Mber. S. 387.
— Zur Faziesbildung des westfälischen Untersenon. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 62 B. Mber. S. 429.
Welter: Die Pharetronen aus dem Essener Grünsand. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 67 S. 1.
Wolf: Westdeutsche Höhlen I. Mitt. Höhlenforschg. Ver. Elberfeld H. 2 S. 2/16.
Wolff: Eine merkwürdige Miocänfauna von Ibbenbüren (Westfalen). Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 62 B. Mber. S. 202.
Wunstorf: Zur Tektonik des nördlichen Rheinlands. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 62 B. Mber. S. 413.
— Das flözführende Steinkohlengebirge im Rhein-Maas-Gebiet. In: Int. Kongr. Bergb., Hüttenwes. usw. Düsseldorf. Ber. Abt. prakt. Geol. S. 216. Berlin: Julius Springer i. K.
— u. Fliegel: Die Geologie des Niederrheinischen Tieflandes. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 67.

1911.

Ballerstedt: Über neue Wirbeltierfunde im Wealdensandstein von Bückeburg. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 4 S. IV.
— Über eine neue Goniopholisart aus dem Wealdensandstein von Bückeburg. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 4 S. II.
Bärtling: Aufnahmeergebnisse auf dem Blatte Essen im Jahre 1911. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 32 T. 2 S. 425.
— Die Schwerspatlagerstätten Deutschlands in geologischer, lagerstättenkundlicher und bergwirtschaftlicher Beziehung. Stuttgart: Ferdinand Enke.
Bornhardt: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung. Auszug Z. prakt. Geol. Bd. 19 S. 51.
Burre: Der Teutoburger Wald (Osning) zwischen Bielefeld und Örlinghausen. Jb. preuß. geol. Landesannt. Bd. 32 T. 1 S. 306.

Carthaus: Die Höhlen Westfalens und die Ausgrabungen in der Veledahöhle. Globus Bd. 98 S. 261/264.
Fliegel: Die Beziehungen zwischen dem marinen und kontinentalen Tertiär im Niederrheinischen Tieflande. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 63 B. Mber. S. 509.
Friedensburg: Bleiglanz und Blende in den Gängen am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. Glückauf Bd. 47 S. 1825.
Fuchs: Die Stratigraphie des Lenneschiefers im nördlichen und mittleren Sauerlande. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 63 B. Mber. S. 111/134.
Freimuth: Das Vorkommen und die Gewinnung des Goldes im Fürstentum Waldeck und den angrenzenden preußischen Landesteilen. Bergbau Bd. 23 S. 145, 213, 283, 452.
Herwegen: Das Schwimmsandproblem und seine Anwendung auf verschiedene Abteufmethoden in schwimmendem Gebirge. Braunkohle S. 273.
Hirzebruch: Über kristallinische Geschiebe aus dem Diluvium des Münsterlandes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 68 S. 347/380.
Hollender: Gasausbruch auf Zeche Maximilian, Hamm. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 59 S. 62.
Imme: Die Entwicklung des Kohlenbergbaus unserer Gegend in neuerer und neuester Zeit. Bergbau Bd. 23 S. 4, 17, 27, 63.
Jongmans: Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas I. Mededeel. Ryks-Opsporing van Delfstoffen Nr. 3. s'Gravenhage.
Klein: Grundwasserstudien im Flachland zwischen Maas und Rhein. S.-B. geol. Ver. Bonn S. 24/37.
Kraiss: Tektonik des Teutoburger Waldes zwischen Örlinghausen und Dörenschlucht. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 23 T. 2 S. 428/434.
Krause: Einige Beobachtungen im Tertiär und Diluvium des westlichen Niederrheingebietes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 32 T. 2 S. 126.
Krusch: Der Kohlenvorrat auf der linken Rheinseite. Bergwirtsch. Mitt. S. 1/5.
Masling: Die Erzlagerstätten des Fürstentums Waldeck. Z. prakt. Geol. Bd. 19 S. 361/377.
Meyer (Harrassowitz): Festlandsbildungen des Zechsteins am Ostrande des rheinischen Schiefergebirges. Kali Bd. 5 S. 180.
Mügge: Über einen Eisenkiesel von Suttrop bei Warstein. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. S. 193.
Nebe: Die Kulmfauna von Hagen i. W., ein Beitrag zur Kenntnis des westfälischen Unterkarbons. N. Jb. Mineral. Bbd. 31 S. 421.
Rath: Die Ausbildung des Flözes Plaßhofsbank in der Wittener und Bochumer Hauptmulde. Glückauf Bd. 47 S. 1473.
Rumberg: Gebirgsschlag auf Schacht III/IV der Zeche Consolidation. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 59 S. 68.
Schmidt: Die Beziehungen des alten Unterdevons zum Lenneschiefer im südlichen Sauerlande und nördlichen Siegerlande. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 63 B. Mber. S. 135/138.
Stamm: Über Glacialspuren im Rheinischen Schiefergebirge. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. D. S. 60.
Tilmann: Die Bedeutung der Sutanüberschiebung. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 5 S. 37/48.
Wedekind: Beiträge zur Kenntnis des Oberdevons am Nordrand des rechtsrheinischen Schiefergebirges. Nachr. Ges. Wissensch. Göttingen. Math.-phys. Kl. S. 1.
Wegner: *Desmemys Bertelsmanni* Wegner. Ein Beitrag zur Kenntnis der *Thalassemydidae* Rütimeyer. Palaeontographica Bd. 58 S. 105. Stuttgart.
— Die geologischen Verhältnisse des Kreises Recklinghausen. In: Ch. Schneider u. J. Wiedenhöfer: „Der Kreis Recklinghausen 1850—1910".
Winterfeld: Über die ältesten Schichten im Lenneschiefer-Gebiete und über die südliche Grenze dieses Gebirges. N. Jb. Mineral. Bbd. 31 S. 684.
— Der Schichtenaufbau zwischen Gummersbach und Velbert und seine Störungen. N. Jb. Mineral. Bbd. 32 S. 469/490.

1912.

Bärtling: Das Diluvium des niederrheinisch-westfälischen Industriebezirks und seine Beziehungen zum Glazialdiluvium. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 155/177.
— Die Bedeutung der Kreideformation für die Wasserführung des Deckgebirges über den nutzbaren Lagerstätten des nördlichen Rheintalgrabens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 30/32.
— Die geologischen Verhältnisse der weiteren Umgebung von Dortmund auf Grund der neuen geologischen Spezialkarten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 69 S. 215/237.
— Über das geologische Alter der Funde von Menschenresten und Artefakten im niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk. Z. Ethnol. Bd. 44 S. 187/195.
Bartonec: Über die Ursachen von Oberflächenbewegungen im Ostrau-Karwiner Bergrevier. Montan. Rdsch.
Boden: Die Kupfererzvorkommen im unteren Glindetale bei Niedermarsberg (Stadtberge) in Westfalen. Glückauf Bd. 48 S. 937.
Böhm: *Inoceramus Lamarcki* auct. und *Inoceramus Cuvieri* auct. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 399.
Bornhardt: Die Erzvorkommen des Rheinischen Schiefergebirges. Met. u. Erz Bd. 10 S. 1/11.
Denckmann: Neue Beobachtungen über die tektonische Natur der Siegener Spateisensteingänge. Arch. Lagerst.-Forschg. Bd. 6.
Fliegel: Die niederrheinische Braunkohlenformation. In: Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau. 2. Aufl. Halle a. S. S. 97/112.
— Neue Beiträge zur Geologie des Niederrheinischen Tieflandes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 33 T. II S. 418.

Franke: Die Foraminiferen der Kreideformation des Münsterschen Beckens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 69 S. 255/285.
Frech: Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart: E. Schweizerbart.
Gothan: Einige bemerkenswerte neuere Funde von Steinkohlenpflanzen in der Dortmunder Gegend. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 69 S. 240/253.
Gutzmann: Der Wasserhaushalt der Lippe. Diss. Münster.
Harbort: Über deutschen und englischen Wealden. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 24.
Henke: Exkursionsführer durch die Attendorn-Elsper Doppelmulde. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. D S. 1/22.
Hess: Über Mitteloligozän bei Duisburg. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. D S. 31/39.
Hirschwald: Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung. Berlin: Gebrüder Borntträger.
Janus: Das linksniederrheinische Steinkohlengebiet. Mitt. Markscheidewes. Bd. 23 S. 11.
Kahrs: Aus dem Museum der Stadt Essen: Prähistorische Funde im Industriegebiet. Essens Entwicklung 1812—1912. Festschrift zur Jubelfeier der Firma Krupp, Essen. S. 61.
Kegel: Bergmännische Wasserwirtschaft. Halle a. S.: Wilhelm Knapp.
Kerksieck u. Steinhoff: Die Ausbildung des Leitflözes Finefrau in der Wittener und in der Bochumer Hauptmulde. Glückauf Bd. 48 S. 53.
Köhne: Die geologischen Verhältnisse im rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirk. Mitt. Markscheidewes. Bd. 23 S. 93.
Krümmer: Historische Entwicklung und Definition der hauptsächlichsten tektonischen Begriffe in Bergbau und Geologie. Z. prakt. Geol. Bd. 20 S. 249/265.
Kukuk: Der südlichste Zechsteinaufschluß im Deckgebirge des rechtsrheinischen Steinkohlengebirges. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. D. S. 44/50.
— Eine neue marine Schicht in der Gasflammkohlenpartie des Ruhrkohlenbezirks. Glückauf Bd. 48 S. 947/949.
Laurent: Beiträge zur Kenntnis der westfälischen Kreide. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 69 S. 287/291.
Löscher: Die westfälischen Galeritenschichten als Seichtwasserbildung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 341/344.
Menzel: Die Quartärfauna des niederrheinisch-westfälischen Industriebezirkes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 177/200.
— Die Fauna der Fundschichten des quartären Menschen vom Rhein-Herne-Kanal und die Altersbestimmung der Artefakten. Z. Ethnol. Bd. 44 S. 195/200.
Mestwerdt: Geologische Ergebnisse von Bohrungen bei Altenbeken. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 5 S. 116.
Mintrop: Neue Flöz- und topographische Übersichtskarten des rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks. Glückauf Bd. 48 S. 1.
Oberste-Brink: Die Lagerungs- und Flözverhältnisse in der Wittener Hauptmulde zwischen Heven und Stiepel. Glückauf Bd. 48 S. 511.
Poelmann: Der Jura von Hellern bei Osnabrück. Diss. Münster.
Schulze-Höing: Der Strontianitbergbau im Regierungsbezirk Münster. Glückauf Bd. 48 S. 518.
Stamm: Glazialspuren im Rheinischen Schiefergebirge. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 69 S. 151.
Wegner: Führer zu den Exkursionen bei Gelegenheit der 5. Jahresversammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft zu Münster i. W. S. 1/49.
— Zur Geologie und Topographie des Münsterschen Beckens. Festschr. 84. Vers. dtsch. Naturforsch. u. Ärzte. Münster i. W.
— *Scaphites binodosus* A. Roemer im unteren Untersenon. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. S. 500.
Weingärtner: Zur Kenntnis des Oligocäns und Miocäns am Niederrhein. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 203/207.
Werveke, van: Bemerkungen zu dem Aufsatz des Herrn Dr. A. Krümmer über „Historische Entwicklung und Definition der hauptsächlichsten tektonischen Begriffe in Bergbau und Geologie". Z. prakt. Geol. Bd. 20 S. 414/415.
Winterfeld: Über meridionale, ganz Westdeutschland (bzw. Europa) durchsetzende Verwerfungsspalten. N. Jb. Mineral. Bbd. 30 S. 509/579.
Wunstorf: Der Aufbau und die geologische Geschichte des Niederrheinischen Tieflandes. Jber. Nat. Ver. Krefeld, 1911/1912. S. 50.
— Über Löß und Schotterlehm im Niederrheinischen Tiefland. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 69 S. 283/340.
— u. Fliegel: Über Kalisalze am Niederrhein. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 64 B. Mber. S. 28/30.
— — Die Zechsteinsalze des Niederrheinischen Tieflandes. Glückauf Bd. 48 S. 89/96.

1913.

Albrecht: Stratigraphie und Tektonik des Wealden am Bückeberg, Deister, Osterwald und Süntel mit besonderer Berücksichtigung der Flözführung. Z. prakt. Geol. Bd. 21 S. 497/505.
Bärtling: Geologisches Wanderbuch für den Niederrheinisch-Westfälischen Industriebezirk, umfassend das Gebiet vom nördlichen Teile des Rheinischen Schiefergebirges bis zur holländischen Grenze. 1. Aufl. Stuttgart: Ferdinand Enke.

Bärtling: Bericht über die Exkursion nach Barmen und Hattingen am 15. 3. 1913. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 7 S. 114.
— Die Endmoräne am Nordabfall des Rheinischen Schiefergebirges und ihre Beziehung zur Talbildung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 65 B. Mber. S. 191.
Bergius: Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. Halle a. S.: Wilhelm Knapp.
Bornhardt: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung. Teil II. Arch. Lagerst.-Forschg. Bd. 8.
— Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung. Z. prakt. Geol. Bd. 21 S. 389.
Gräfenkämper: Die Diabasgesteine des oberen Ruhrtales von Olsberg bis Wennemen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 70 S. 109.
Heise-Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde Bd. 1. 2. Aufl. Berlin: Julius Springer.
Henke: Über die Gliederung des Devons des östlichen Sauerlandes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 65 B. Mber. S. 602/606.
Kosmann: Die Verbreitung der nutzbaren Kalksteine im nördlichen Deutschland. Berlin: Verlag der Tonindustrieztg.
Koszina: Westfälische Vorgeschichte. Mannus Bd. 5 S. 31.
Krusch: Die mikroskopische Untersuchung der Gangausfüllungen des Siegerlandes und seiner Umgebung. Anhang zu Bornhardt: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes. Arch. Lagerst.-Forschg. Bd. 8.
— Jura, Muschelkalk und Rötkalke in der Bohrung „Schwarze Erde 14" bei Raesfeld. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 65 B. Mber. S. 112/113.
Kukuk: Über den Fund eines Schädels vom Moschusochsen im Diluvium des Emschertales. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 65 A. Abh. S. 596/600.
— Beitrag zur Kenntnis des untern Zechsteins im Niederrheingebiet. Glückauf Bd. 49 S. 1005/1008.
— Unsere Kohlen. Aus Natur und Geisteswelt Bd. 396 1. Aufl. Leipzig: B. G. Teubner.
— u. Jongmans: Die Calamariaceen des Rheinisch-Westfälischen Kohlenbeckens. (Mitt. geol. Mus. der W. B. K. Bochum). Mededeelingen van's Rijks Herbarium Nr. 20. Leiden: P. W. M. Trap.
— u. Mintrop: Die Kohlenvorräte des Rechtsrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks. Glückauf Bd. 49 S. 1.
— — Rechtsrheinisch-westfälischer Steinkohlenbezirk. The Coal Resources of the World Bd. 3 S. 876/889. Toronto: Morang & Co.
Landgraeber: Ein neuer Aufschluß der Kreideformation auf der linken Rheinseite im nördlichen Rheintalgraben. Glückauf Bd. 49 S. 850.
Mentzel: Das Profil der Fettkohlenpartie auf den Schachtanlagen Bergmannsglück und Westerholt der Kgl. Berginspektion 3, Buer. Glückauf Bd. 49 S. 41.
Meyer: Zur Mechanik der Osningbildung bei Bielefeld. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 34 T. 1 S. 616.
Molengraaff u. van Waterschoot van der Gracht: Niederlande. Handbuch der regionalen Geologie Bd. 1, Abt. 3. Heidelberg.
Ottermann: Die Ausbildung der Flöze der Geitling- und Kreftenscheergruppe in der Wittener Hauptmulde südlich von der Hattinger Überschiebung (Satanella). Glückauf Bd. 49 S. 1965.
Paeckelmann: Das Oberdevon des bergischen Landes. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 70.
Petrascheck: Flözfolge und Tektonik der Unteren Ostrauer Schichten. Jb. geol. Reichsanst. Wien Bd. 63.
Quiring: Zur Theorie der Horizontalverschiebungen. Z. prakt. Geol. Bd. 21 S. 70/73.
— Die Entstehung der Schollengebirge. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 65 A. Abh. S. 418/432.
— Die Entstehung der Sprünge im rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 49 S. 477.
Steeger: Beziehungen zwischen Terrassenbildung und Glazialdiluvium im nördlichen niederrheinischen Tieflande. Abh. Ver. nat. Erforschg. Niederrhein. S. 137/163.
Stille: Die saxonische Faltung. Eine Antwort auf die Verhandlungen anläßlich der Hauptversammlung der deutschen geologischen Gesellschaft zu Greifswald am 10. 8. 1912. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 65 B. Mber. S. 575/593.
Wedekind: Beiträge zur Kenntnis des Oberdevons am Nordrande des Rheinischen Gebirges. Zur Kenntnis der Prolobitiden. N. Jb. Mineral. T. 1 S. 78/95.
Wegner: Der Erdfall bei Hopsten vom 14. April 1913. Peterm. geogr. Mitt. S. 69.
— Westfalenland. I. Teil. Geologie Westfalens. Paderborn: Schöningh.
White u. Thiessen: Origin of coal. Bull. Bur. of mines. Pittsburg.
Winter: Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im auffallenden Licht. Glückauf Bd. 49 S. 1406.
Zimmermann: Bericht über die Exkursion nach Ratingen am 14. 5. 1913 gelegentlich der Versammlung in Düsseldorf. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. C. S. 104.
— Die Culmfauna von Hagen i. W. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. S. 397.

1914.

Bergeat: Das Meggener Kies-Schwerspatlager als Ausscheidung auf dem Grunde des mitteldevonischen Meeres. Z. prakt. Geol. Bd. 22 S. 237/249.
— Untersuchungen über die Struktur des Schwefelkies-Schwerspatlagers zu Meggen a. d. Lenne, als Unterlage für dessen geologische Deutung. N. Jb. Mineral. Bbd. 39 S. 1.
Boehm: Über eine untersenone Fauna am Vonderberge bei Osterfeld i. W. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 35 T. 2 S. 418/423.

Dannenberg: Die Kohlebildung als geologisches Problem. Fortschr. naturwiss. Forschg. Bd. 10 S. 131/156.
Denckmann: Geologischer Grundriß und Profilbilder als Erläuterungen zur ältesten Tektonik des Siegerlandes. Arch. Lagerst.-Forschg. Bd. 19.
Döring: Der „ältere Lenneschiefer" in der Gegend von Gummersbach. Diss. Bonn.
Franke: Die Foraminiferen und Ostracoden des Emschers, besonders von Obereving und Derne bei Dortmund. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 66 A. Abh. S. 428/443.
— Die Fauna des Emschers bei Dortmund. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 66 B. Mber. S. 214.
Haarmann: Die Ibbenbürener Bergplatte, ein „Bruchsattel". In: Branca-Festschrift S. 324. Leipzig: Gebrüder Bornträger.
— Über den geologischen Bau Nordwestdeutschlands. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 66 B. Mber. S. 354.
Heinrich: Studien in den Riffkalken des rheinischen oberen Mitteldevons. I. Teil: Biologie, Morphologie und Genesis der Riffe des rheinischen oberen Mitteldevons. Freiburg i. Br.: Wuhrmann.
Heise-Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde. Bd. 1. 3. Aufl. Berlin: Julius Springer.
Hüffner: Beiträge zur Kenntnis des deutschen Culms. T. 1. Diss. Marburg.
Kliver: Die Tektonik des Wattenscheider Sattels zwischen dem Primus- und Tertiussprung mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen der Überschiebungen und Sprünge zu der Gebirgsbildung im allgemeinen. Glückauf Bd. 50 S. 733.
Krusch: Die platinverdächtigen Lagerstätten im deutschen Palaeozoikum. Met. u. Erz Bd. 11 (N. F. II) S. 545/553.
Kuhlmann: Die Osningachse zwischen Hüggel und Schafberg. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 35 T. 1 S. 1.
— Über die untere Kreide im westlichen Osning. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 66 B. Mber. S. 328/330.
Lachmann: Zur Klärung tektonischer Grundbegriffe. Eine Entgegnung auf Stilles „saxonische Faltung". Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 66 B. Mber. S. 227/244.
Landgraeber: Beiträge zur Erforschung des Tertiärs im tieferen Untergrund des nördlichen Rheintalgrabens. Glückauf Bd. 50 S. 1.
Maucher: Die Bildungsreihe der Mineralien. Freiberg i. Sa.
Menzel: Über einige Pliozänfossilien vom Niederrhein. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 66 B. Mber. S. 272/276.
Mestwerdt: Geologische Ergebnisse von Bohrungen bei Altenbeken. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 7 S. 116.
Mintrop: Eine neue Darstellung der Steinkohlenablagerung im rheinisch-westfälischen Bezirk. Glückauf Bd. 50 S. 689/692.
Oberste-Brink: Beiträge zur Kenntnis der Farne und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 35 T. 1 S. 63.
Pohlig: Graues, marines Oberoligocän im Untergrunde der Stadt Düsseldorf. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 66 B. Mber. S. 197.
Schulz: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung. Glückauf Bd. 50 S. 207/215.
Stille: Führer zu einer viertägigen Exkursion in den Teutoburger Wald. Führer zu den Exkursionen der dtsch. geol. Ges. im August 1914. Hrsg. geol. Ver. Hannover.
Wedekind: Über Transgressionen im Oberdevon. Jber. geol. Ver. Hannover Bd. 7 S. 34/47.
— Beiträge zur Kenntnis der oberkarbonischen Goniatiten. Mitt. Mus. Stadt Essen H. 1 S. 1.
Wegner: *Brancasaurus Brancai n. g. n. sp.,* ein Elasmosauride aus dem Wealden Westfalens. Branca-Festschrift S. 235. Leipzig: Gebrüder Bornträger.
Winter: Mikrogefüge und Kolloidnatur der Kohle, der Kohlegesteine und anderer Gesteine. Glückauf Bd. 50 S. 445.
Wisselmann: Die neuen Aufschlüsse in der Magerkohlengruppe im äußersten Osten der Wittener Mulde auf der Zeche Königsborn III/IV. Glückauf Bd. 50 S. 536.

1915.

Behr: Über Dolomitisierung und Verquarzung in Kalken des Mitteldevons und Karbons am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 67 A. Abh. S. 1.
Böhm: Inoceramen aus dem subhercynen Emscher und Untersenon. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 67 B. Mber. S. 181.
Dannenberg: Geologie der Steinkohlenlager 1. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Fuchs: Die Entwicklung der devonischen Schichten im westlichen Teile des Remscheid-Altenaer und des Ebbesattels. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 36 T. II S. 1.
— Neuere Beobachtungen im Devon des sauerländischen Faciesgebietes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 36 T. I S. 452/457.
Jongmans: Flora of the Carboniferous of the Netherlands and adjacent regions. I. A Monograph of the Calamites of Western Europe by Jongmans and Kidston. Atlas. (Text: 1917).
— Paläobotanisch-stratigraphische Studien im niederländischen Karbon nebst Vergleichen mit umliegenden Gebieten. Arch. Lagerst.-Forschg. H. 18 S. 1/21.
Kukuk u. Jongmans: Die Calamariaceen des rheinisch-westfälischen Kohlenbeckens. Glückauf Bd. 51 S. 505.
Landgraeber: Untersuchungen über Boden- und Grundwasserverhältnisse eines neuen Wasserwerks am unteren Niederrhein. Mitt. Markscheidewes. Bd. 26 S. 107.
— Zur geologischen Erforschung des zukünftigen Bergbaubezirks am unteren Niederrhein. Mitt. Markscheidewes. Bd. 26 S. 17.
Oebicke: Kristallographische Untersuchungen an westfälischen Kupfererzen. Diss. Münster.

Quiring: Zur Entstehung von Vertikalverwerfungen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 67 B. Mber. S. 109.
Ralston: Graphic studies of ultimate analysis of coals. U. S. Bur. Mines. Techn. Pap. S. 13.
Stoevesandt: Gas- und Kohlenausbrüche auf dem Steinkohlenbergwerk Maximilian, Hamm. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 63 S. 89.
Spriestersbach: Neue und wenig bekannte Versteinerungen aus dem rheinischen Devon, besonders aus dem Lenneschiefer. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 80.
Wegner: Die nördliche Fortsetzung der münsterländischen Endmoräne. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 67 A. Abh. S. 57.

1916.

Fliegel: Die Plattenkalke im Mitteldevon von Bergisch-Gladbach. Ein Beitrag zur Stratigraphie des rheinischen Mitteldevons. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 17 S. 313.
Goebel: Die Morphologie des Ruhrgebietes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 73 S. 105/225.
Hinrichsen u. Taczak: Chemie der Kohle. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
Löscher: Über tertiäre Quarzite in der Umgebung von Essen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 68 B. Mber. S. 42.
Meyer: Zur Kenntnis westdeutscher Schwerspatlagerstätten. Z. prakt. Geol. Bd. 24 S. 67/71.
Quaas: Beiträge zur Geologie des Niederrheins. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 68 B. Mber. S. 138.
Weber: Gebirgsdruck als Ursache für das Auftreten von Schlagwettern, Bläsern, Gasausbrüchen und Gebirgsschlägen. Glückauf Bd. 52 S. 1025/1053.
Wegner: Studien über Grundwasserentziehung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Glückauf Bd. 52 S. 681/701.
Wolff: Zur Begriffsbestimmung und Gliederung der Faltungen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 64 S. 189.

1917.

Beyschlag u. Krusch: Deutschlands künftige Versorgung mit Eisen- und Manganerzen. Als Handschrift gedruckt. Berlin.
Böhm: Über Versteinerungen aus der Hohen Mark östlich Lembeck. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 69 B. Mber. S. 194.
Böhm: Gasausbruch auf Zeche Neumühl. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 65 S. 86.
Gürich: Die Herkunft des Erdöls in Nordwestdeutschland. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 69 B. Mber. S. 97.
Krause: Weitere Beobachtungen im Tertiär und Diluvium des Niederrheins. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 38 T. 1 S. 183.
Landgraeber: Allgemeine Geologie und Tektonik des niederrheinischen Kalibezirks. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 65 S. 147.
— Erfahrungen über neuzeitlichen Schachtabteufbetrieb im wasserreichen Buntsandstein. Kali Bd. 11 S. 116.
Offermann: Das nordwestdeutsche Erdölvorkommen. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn.
Plümpe: Die westfälische Schieferindustrie. Volkswirtschaftl. u. wirtschaftsgeschichtl. Abh. 3. Folge. Leipzig, H. 13.
Schmidt: Das nordöstliche Ende des Ebbesattels. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 38 T. 2 S. 339/379.
Spriestersbach: Neue Versteinerungen aus dem Lenneschiefer. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 38 T. 1 S. 434/512.
Wegner: Höhlenbildungen in Sanden durch Grundwassersenkungen. Z. prakt. Geol. Bd. 25 S. 26.
Winter: Torfgerölle und Torfdolomite. Glückauf Bd. 53 S. 129.

1918.

Böhm: Über die untersenone Fauna bei Lüdinghausen i. W. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 70 B. Mber. S. 74.
Denckmann: Neue Beobachtungen über die tektonische Natur der Siegener Spateisensteingänge II. Arch. Lagerst.-Forschg. H. 25.
Fischer u. Gluud: Die Kohlen des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirkes und des Steinkohlenvorkommens von Ibbenbüren. Arch. K. W.-Inst. Mülheim a. d. Ruhr. Ges. Abh. Kohle Bd. 3 S. 248.
Fuchs: Beitrag zur Kenntnis der Devonfauna der Verse- und der Hobräcker Schichten des sauerländischen Faciesgebietes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 39 T. 1 S. 58/95.
Jongmans: Stratigraphie van het Nederlandsch Productief Carboon. Eindverslag over de onderzoekingen en uidkomsten van den Dienst der Rijksopsporing van Delfstoffen in Nederland (1903—1916). Amsterdam: „'T Kasteel van Amstel".
Krusch: Die Ausdehnung und Tektonik der nordwestdeutschen Steinkohlengebiete. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 70 B. Mber. S. 121.
— Die Eisenerzvorkommen der Unteren Kreide im Westen des Beckens von Münster und ihre Ausbeutungsmöglichkeit im Vergleich mit den polnischen Lagerstätten des mittleren Doggers. Glückauf Bd. 54 S. 261.
Landgraeber: Die geologischen und tektonischen Verhältnisse im niederrheinischen Kalirevier auf Grund neuerer Aufschlüsse. Kali Bd. 12 S. 49.
Roth: Das Obercarbon südlich von Werden an der Ruhr. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 39 T. 1 S. 269.
Schmidt: Über die Entstehung und über die Tektonik des Lagers von Meggen nach neueren Aufschlüssen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 39 T. 2 S. 25/72.
Stopes u. Wheeler: Monograph on the constitution of coal. London.

Winterfeld: Über die Altersbestimmung des obersten Lenneschiefers. N. Jb. Mineral. Bd. 89 S. 113.
Zimmermann II: Löß und Decksand am Südrand der Niederrheinischen Bucht. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 39 T. 1 S. 156/179.

1919.

Bärtling: Geologische Aufnahmen auf Blatt Hattingen, Bochum und Essen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 40 T. 2 S. XVIII—XXI.
Bernink: Ein geologischer Ausflug nach Schüttorf in der Nähe von Bentheim. De Levende Natuur Bd. 24 S. 213/215.
Boehm: Zur Fauna des Emschers bei Soest. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 71 B. Mber. S. 86/88.
Fischer u. Pfleiderer: Über das Auftreten und die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit natürlicher Kohlen beim Erhitzen. Arb. K. W.-Inst. Mülheim (Ruhr). Ges. Abh. Kohle Bd. 4 S. 394.
Fuchs: Über einige Fälle von örtlichem Facieswechsel im sauerländischen Faciesgebiet. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 40 T. 2 S. XXI—XXXI.
Goebel: Die Antecedenz des Lennehaupttales. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 76 S. 25.
Gothan: Das Alter der Karbonformation nördlich der Roer und Allgemeines über Horizontierung im Karbon mit Hilfe der Flora. Glückauf Bd. 55 S. 477.
Kegel: Untersuchungen über Grundwasserstörungen durch den Bergbau. Glückauf Bd. 55 S. 277/282.
Krusch: Der Gebirgsbau im holländisch-preußischen Grenzgebiet von Weseke, Winterswijk, Buurse u. a., ein holländisch-deutscher Grenzgebirgsrest. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 71 B. Mber. S. 139/149.
Kukuk: Die deutschen Kohlenvorkommen und ihre Bedeutung im Weltkrieg. 49. Ber. Senckenberg. Naturforsch. Ges. S. 73/74.
— Die Ausdehnung und Tektonik der nordwestdeutschen Steinkohlengebiete (nach Krusch). Glückauf Bd. 55 S. 677/682.
Lehmann: Bewegungsvorgänge bei der Bildung von Pingen und Trögen. Glückauf Bd. 55 S. 933/941.
— Über schräge Verwerfungen und Drehverwerfer im links- und rechtsrheinischen Steinkohlengebiet. Mitt. Markscheidewes. Bd. 30 S. 27.
Leising: Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Ochtrup i. W. Diss. Münster. Ungedruckt.
Naumann u. Mestwerdt: Über Gebirgsbau im Lippischen Weserbergland. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 40 T. 1 S. 83/109.
Pruvost: La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France. Mém. Carte géol. dét. France. Paris.
Quiring: Über Verlauf und Entstehung von Querstörungen in Faltengebirgen. Nach Beispielen aus dem rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 67 S. 133.
— Zur Tektonik von Rumpfschollengebirgen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 71 B. Mber. S. 134.
Stopes, Marie C.: On the four visible ingredients in banded bituminous coal. Proc. Roy. Soc., Lond. Bd. 90 S. 470.
Vogel: Betrachtungen über den Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges unter besonderer Berücksichtigung eines den Hunsrück und den Westerwald spießwinklig querenden Gebirgsstreifens sowie der darin auftretenden Erzlagerstätten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 76 S. 31.
Walther: Allgemeine Paläontologie. T. 1. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Wegner: Grundwasserabsenkung und Vegetationsschädigung. Glückauf Bd. 55 S. 834.
Winter: Die Streifenkohle. Glückauf Bd. 55 S. 545/550.

1920.

Amanshauser: Die Biostratigraphie des Lenneschiefers auf Grund von Korallen und Brachiopoden. Diss. Marburg.
Ballerstedt: Dinosaurierfährten im Wealdensandstein des Harrl bei Bückeburg und eine zur Zeit freiliegende Spur eines „vierfüßigen", plumpen Dinosauriers. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 72 B. Mber. S. 231/233.
Bärtling: Die Endmoränen der Hauptvereisung zwischen Teutoburger Wald und Rheinischem Schiefergebirge. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 72 B. Mber. S. 3.
— Transgressionen, Regressionen und Faziesverteilung in der mittleren und oberen Kreide des Beckens von Münster. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 72 A. Abh. S. 161.
Busz: Die Geologie des Gebietes von Wettringen. Diss. Münster i. W. Ungedruckt.
Döring: Einige neue Fossilien aus dem mitteldevonischen Lenneschiefer von Gummersbach. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 77 S. 1/6.
Fliegel: Über das Grundwasser des Rheintales bei Köln und die darin auftretenden Mineralquellen. Z. prakt. Geol. Bd. 28 S. 5.
Gothan u. Nagel: Eine Zechsteinflora (Kupferschieferflora) aus dem Untern Zechstein des Niederrheins. Glückauf Bd. 56 S. 105.
Hoerle: Die Dünen des Münsterschen Heidesandgebietes. Diss. Münster i. W. Ungedruckt.
Kindermann: Neue Aufschlüsse im Ibbenbürener Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 56 S. 1017.
Köplitz: Über die Fauna des oberen Untersenon im Seppenrade-Dülmener Höhenzuge. Diss. Münster.
Kukuk: Unsere Kohlen. Aus Natur und Geisteswelt Bd. 396. 2. Aufl. Leipzig: B. G. Teubner.
— Die Ausbildung der Gasflammkohlengruppe in der Lippemulde. Glückauf Bd. 56 S. 509, 529, 545 u. 565.
— Bemerkenswerte Sondererscheinungen der Gasflammkohlengruppe in der Lippemulde. Glückauf Bd. 56 S. 805 u. 829.

Lehmann: Das tektonische Bild des rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 56 S. 1.
— Das rheinisch-westfälische Steinkohlengebirge als Ergebnis tektonischer Vorgänge in geologischen Trögen. Glückauf Bd. 56 S. 289.
Paeckelmann: Oberdevon und Unterkarbon der Gegend von Barmen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 41 T. 2 S. 52.
Potonié: Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. Berlin: Gebrüder Borntträger.
Randebrock: Die Geologie des Gebietes von Rheine. Diss. Münster.
Schmidt: Das Oberdevon-Culm-Gebiet von Warstein i. W. und Belecke. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 41 T. 1 S. 254.
Schneiderhöhn: Mikroskopischer Nachweis von Platin und Gold in der Siegerländer Grauwacke. Met. u. Erz Bd. 17 (N. F. 8) S. 511.
Stille: Über Alter und Art der Phasen varistischer Gebirgsbildung. Nachr. Ges. Wissensch. Göttingen. Math.-phys. Kl.
Stock: Die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse des oberen Ruhrtales zwischen Meschede und Bigge. Diss. Münster i. W. Ungedruckt.
Stutzer: Kohlenasche, eine geologische Skizze. Met. u. Erz S. 150/152.
— Vom Nebengestein der Kohlenflöze. Montan. Rdsch. Bd. 12 S. 263/265.
— Zusammenhänge zwischen Bewegungen der Erdkruste und der Bildung von Kohlenlagern. Glückauf Bd. 56 S. 249/251.
— Über einige auf Druck und Zerrung zurückzuführende Strukturen, Verbandsverhältnisse und Absonderungsformen von Kohle. Glückauf Bd. 56 S. 389/392.
Thiessen: Compilation and composition of bituminous coals. J. of Geol. Bd. 28 Nr. 3 S. 185.
— Structure in paleozoic bituminous coal. Bur. of Min., Bull. 117 S. 72.

1921.

Ballerstedt: Zwei große zweizehige Fährten hochbeiniger Bipeden aus dem Wealdensandstein bei Bückeburg. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 73 B. Mber. S. 76.
Becker: Über den Strontianit und den Strontianitbergbau im Münsterlande. Z. prakt. Geol. Bd. 29 S. 145.
Born: Ein Beitrag zur Gebirgsbildung des varistischen Bogens. Geol. Rdsch. Bd. 12 S. 292.
— Über jungpaläozoische Geosynklinalen Mitteleuropas. Natur u. Museum Bd. 51 H. 4 S. 37.
Breddin: Beiträge zur Geologie des östlichen Oberbergischen zwischen Gummersbach und Olpe. Diss. Bonn.
Burre: Die Piesberg-Pyrmonter Achse in der Gegend südlich von Bünde i. W. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 42 S. 533.
Fischer u. Schrader: Über die Entstehung und chemische Struktur der Kohle. Brennstoff-Chem. Bd. 2 S. 37 u. 213.
Fischer: Weitere Ausführungen zur Ligninabstammung der Kohle. Brennstoff-Chem. Bd. 2 S. 237.
Gluud: Die Tieftemperaturverkokung der Steinkohle. 2. Aufl. Halle: Wilhelm Knapp.
Gothan u. Nagalhard: Kupferschieferpflanzen aus dem niederrheinischen Zechstein. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 42 S. 440.
Haack: Über die unterneokome Störungsphase im westlichen Osning. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 73 B. Mber. S. 50/68.
Heise-Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde. Bd. 1. 4. Aufl. Berlin: Julius Springer.
Henglein: Die deutschen Ölschiefervorkommen. Glückauf Bd. 57 S. 73/79.
Kanzler: Geologie des Teutoburger Waldes und des Osnings. Bad Rothenfelde: F. G. Holowarth.
Kukuk: Die geologischen Grundlagen der Kohlenentstehung. Brennstoff-Chem. Bd. 2 Nr. 20 S. 305/317.
— Zur Frage der Kohlenvorräte im rechtsrheinisch-westfälischen Industriebezirk. Wirtschafts-Jahrbuch für den Ruhrbezirk. Hrsg. von der Handelskammer für die Kreise Essen, Mülheim (Ruhr) und Oberhausen zu Essen. S. 260/266.
— Das Geologische Museum zu Bochum. Das Werk, Monatsblätter der Rheinelbe-Union. H. 8 S. 9/16. Düsseldorf.
— Hauptversammlung des Naturhistorischen Vereins der Preußischen Rheinlande und Westfalens. Glückauf Bd. 57 S. 1016/1019.
Lehmann: Die Trogtheorie, eine neue Erklärung der Gebirgsbildung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 73 B. Mber. S. 227.
Löscher: Die Kreideaufschlüsse am Kassenberge bei Mülheim-Broich. Glückauf Bd. 57 S. 496.
Meunier: Eine Blattide *(Protoblattinae)* aus dem Kohlenbecken Baldur (Lippemulde), Westfalen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 42 S. 511.
Paeckelmann: Zur Stratigraphie des Sauerländischen Oberdevons. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 73 B. Mber. S. 40.
— Bl. Elberfeld und Velbert. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 42 S. XIV—XV.
— Über das Oberdevon und Unterkarbon des Südflügels der Herzkämper Mulde auf Bl. Elberfeld. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 42 S. 257.
Quaas: Löß und lößähnliche Bildungen am Niederrhein. N. Jb. Mineral. Bbd. 44 S. 274.
Quiring: Über das Problem der Krusten- und Gebirgsbildung. Geol. Rdsch. Bd. 11 S. 193.
— Beiträge zur Geologie des Siegerlandes. I. Ein Faltenbild. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 42 S. 17/26.
— Beiträge zur Geologie des Siegerlandes. II. Wirkungsweise und Entstehung der „Rechts-“ und „Linksverwerfer“ der Gänge. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 42 S. 27/42.

Rein: Geologischer Führer von Düsseldorf und Umgebung. Düsseldorf: Kühler.
Richter: Unter- und Mitteldevon im Oberbergischen zwischen Agger und Sieg. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 22 S. 196.
Schindewolf: Versuch einer Palaeogeographie des europäischen Oberdevonmeeres. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 73 A. Abh. S. 137/223.
Schmidt: Über Goniatiten — eine Revision ihrer Systematik mit Beifügung neuerer Beobachtungen. Zbl. Mineral., Geol., Palaeont. Bd. 22 S. 538.
Vogel: Vergleichende Betrachtungen über das variskische Gebirge am Rhein und in Oberschlesien unter Berücksichtigung der darin auftretenden nutzbaren Lagerstätten. Z. oberschles. berg- u. hüttenm. Ver. Bd. 60 S. 1/7.
Wegner: Die Findlinge Westfalens. Heimatbl. der Roten Erde Bd. 2 H. 5/6 S. 150. Münster.
— Grundwasserentziehung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 73 B. Mber. S. 229.
Winter: Die Bogheadkohle. Glückauf Bd. 57 S. 257 u. 285.

1922.

Becker: Über den Strontianit und Strontianitbergbau im Münsterlande. Diss. Münster.
Breddin: Über Denckmanns „Siegerländer Hauptüberschiebung". Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 23 S. 115/121.
— u. Richter: Exkursionsführer durch das Oberbergische. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 16 S. 1.
Brenner: Geologische Beschreibung des Deckgebirges des linksrheinischen Steinkohlenbeckens, insbesondere die Trias- und Dyasformation und ihre Abhängigkeit von tektonischen Linien. (Unveröffentlichte Arbeit im Montanarchiv der preuß. geol. Landesanstalt).
Denckmann: Über den Bau und das Nebengestein der Siegerländer Spateisensteingänge. Glückauf Bd. 58 S. 1539.
Dieninghoff: Der geologische Aufbau der oberen Emsebene und ihrer Umrandung. Diss. Münster. Ungedruckt.
Donath u. Lissner: Zur Frage der Entstehung der Kohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 3 S. 231.
Fischer u. Schrader: Neue Beiträge zur Entstehung und chemischen Struktur der Kohle. Brennstoff-Chem. Bd. 3 S. 65.
— Entstehung und chemische Struktur der Kohle. 2. Aufl. Essen: Girardet.
Fliegel: Der Untergrund der niederrheinischen Bucht. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 92.
Fuchs: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des Rheinischen Schiefergebirges. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 43 S. 338.
Gautsch: Über die großen Geschiebe des westfälischen Diluviums. Diss. Münster. Ungedruckt.
Henke: Beitrag zur Geologie des Siegerländer Spateisensteinbezirks. Glückauf Bd. 58 S. 861.
Krusch: Über das Vorkommen und die Entstehung des Weißeisenerzes, eines neuen bauwürdigen Eisenrohstoffes. Stahl u. Eisen Bd. 42 T. 2 S. 1705 und Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 74 B. Mber. S. 207/215.
Löscher: Ruhrdiluvium und Eiszeitbildungen. Glückauf Bd. 58 S. 229.
Lomax: The preparation of transparent sections of coal. Fuel Bd. 1 H. 5 S. 75.
Paeckelmann: Der mitteldevonische Massenkalk des bergischen Landes. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 91.
— Bemerkungen zu O. H. Schindewolfs Versuch einer Palaeogeographie des europäischen Oberdevonmeeres. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 23 S. 578/587.
Petrascheck: Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten I. S. 1/50. Verl. f. Fachliteratur G. m. b. H. Wien 1922/1924.
Quaas: Beiträge zur Geologie des Niederrheins. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 74 B. Mber. S. 166.
Quiring: Die Gangführung der Spateisensteingänge des Siegerlandes in ihren Beziehungen zum Nebengestein. Glückauf Bd. 58 S. 889.
— Beiträge zur Geologie des Siegerlandes. III. Über Leitfaunen in den Siegener Schichten der Umgebung von Siegen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 43 S. 90/112.
Schuh: Die saxonische Gebirgsbildung. Kali Bd. 16 H. 8, 9, 15, 16.
Wegner: Studien über den Zusammenhang der Plänergrundwasser im rheinisch-westfälischen Industriebezirk. Z. prakt. Geol. Bd. 30 S. 101 u. 117.
— Über Grundwasserentziehung durch Bergbau. Ges. z. Förder. d. Westf. Wilh.-Univ. Münster. Ber. Vers. 28. 5. S. 23.
Winter: Die festen Brennstoffe. München: Kösel u. Pustet.
Wunstorf: Ein Beitrag zur Kenntnis der Tektonik und diluvialen Geschichte des niederrheinischen Tieflandes. Verh. v. h. Geol. Mijnbouwk. Gen. v. Nederl. en Kol. Geol. Ser. T. VI S. 189/210.
Zimmermann: Geologische Schülerwanderungen in der engeren Heimat. Eine Einführung in die Geologie. Arnsberg i. W.

1923.

Beyschlag u. Schriel: Das Gold der Eder. Arch. Lagerst.-Forschg. Bd. 32. Hrgb. preuß. geol. Landesanst.
Brüning: Beitrag zur Kenntnis des rheinisch-westfälischen Unterkarbons. Geol. Arch. Bd. 1 S. 263.
Gothan: Neuere Ansichten über die Entstehung der Kohlen. Glückauf Bd. 59 S. 385/390.
— u. Haack: Bericht über die Tiefbohrung Ibbenbüren IV. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. XXV bis XXVII.

GÜRICH: Leitfossilien III. Karbon- und Permpflanzen von W. GOTHAN. Berlin: Gebrüder Bornträger.
HAACK: Aufnahmen auf Blatt Osnabrück. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. LVII—LVIII.
HEISE-HERBST: Lehrbuch der Bergbaukunde Bd. 1. 5. Aufl. Berlin: Julius Springer.
HOLLSTEIN: Der Teutoburger Wald zwischen Werther und Borgholzhausen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 80 S. 1/33.
KEGEL: Über oolithische Eisenerze im produktiven Karbon des Aachener und Erkelenzer Kohlenreviers. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. 465/476.
KOERT: Über den Lias am Niederrhein nach Ergebnissen von Tiefbohrungen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. 290.
KRUSCH: Bemerkungen zum Vortrag von Herrn STILLE über die Osningüberschiebung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 75 B. Mber. S. 8/10.
— Über das Goldvorkommen der Eder. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 75 B. Mber. S. 87.
KUKUK: Eine neue marine Leitschicht in der oberen Magerkohlengruppe der Ruhrkohlenablagerung. Glückauf Bd. 59 S. 645/652.
LIPPERHEIDE: Die Höhlen des Hönnetals. Diss. Münster.
MESTWERDT: Zur Tektonik des Osnings. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 75 B. Mber. S. 8.
NEHM: Die Erweiterung markscheiderischer Darstellungsmethoden im Seigerriß. Mitt. Markscheidewes. Bd. 34 S. 1/8.
PAECKELMANN: Aufnahmen auf Blatt Elberfeld und Brilon. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. XIII—XV.
— Der geologische Bau des Velberter Sattels. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. 243.
— Das Devon und Karbon der Umgebung von Balve i. W. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. 51.
PRECHT: Die Cephalopoden-Fauna der unteren Kreide von Hörstel. Diss. Münster i. W. Ungedruckt.
PRINZ: Handbuch der Hydrologie. Berlin: Julius Springer.
QUIRING: Über die hydrothermale Entstehung der Eisenglanzgänge des Siegerlandes. Glückauf Bd. 59 S. 997.
SCHINDEWOLF: Über Foßley, Etroeungt und verwandte Fragen. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 24 S. 214 u. 246.
SCHMIDT: Zwei Cephalopodenfaunen an der Devon-Karbongrenze im Sauerland. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. 98.
— Stratigraphisch-faunistische Untersuchungen im älteren produktiven Karbon des Gebiets von Witten i. W. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. 343.
— Zur Stratigraphie des Unterkarbons. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 24 S. 741.
SCHMIERER: Aufnahmen auf den Blättern Laasphe, Biedenkopf, Wetter und Buchenau 1921 und 1922. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. XL—XLIII.
STACH: Die Horizontalverschiebungen und Sprünge im östlichen Ruhrkohlengebiet. Glückauf Bd. 59 S. 669.
— Aufnahmen auf Blatt Ochtrup (Westfalen und Hannover). Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 44 S. XXII.
STEEGER: Das glaziale Diluvium des niederrheinischen Tieflandes. Beitr. I—VII. Ber. Geol. Ver. Bonn. Bd. 17 S. 1.
STOPES u. WHEELER: Terminology in Coal Research. Fuel Bd. 2 S. 5.
STUTZER: Die wichtigsten Lagerstätten der Nichterze, Teil II: Kohle. (Allg. Kohlengeologie). 2. Aufl. Berlin: Gebrüder Bornträger.
TESCH: Neue Funde von Steinkohlen und Salz bei Winterswijk. Mijnbouwk. Genootsch. v. Nederl. en Kol. Verslagen Geol. Sectie, T. 3 S. 58/61.
TRÜMPELMANN: Die Wasserführung des Weißen Mergels im Ruhrbezirk. Glückauf Bd. 59 S. 1121.

1924.

AMMERMANN: Neue Mineralvorkommen des nordöstlichen Westfalens. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 25 S. 577.
ANDREE: Geologie der Umgegend von Brilon i. W. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 45 S. 851.
— Die altsteinzeitlichen Funde aus der Balver Höhle. Z. f. vaterländ. Gesch. u. Altertumskde. Bd. 82. Münster i. W.
BÄRTLING: Über den Gebirgsbau im westfälisch-holländischen Grenzgebiet. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 76 B. Mber. S. 52.
BISAT: The carboniferous Goniatites of the North of England and their Zones. Proc. Yorksh. Geol. Soc. Bd. 20 S. 1.
DONATH: Unterscheidung, Einteilung und Charakteristik der Mineralkohlen. In: Kohle, Koks, Teer Bd. 3 S. 1. Hrsg. von J. GEROSDZ. Halle: Wilhelm Knapp.
FISCHER u. Mitarbeiter: Über die Bestandteile des Steinkohlenbitumens und die Rolle der einzelnen für das Backen und Blähen der Steinkohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 5 S. 299.
FRANKE: Ruhrgeröll auf Blatt Dortmund. Ber. Geol. Ver. Bonn Bd. 18 S. 71.
— Zur Tektonik des flözleeren Karbons. Ber. Geol. Ver. Bonn Bd. 18 S. 68.
GOTHAN: Palaeobiologische Betrachtungen über die fossile Pflanzenwelt. Berlin: Gebrüder Bornträger.
— u. HAACK: Ruhrkarbon und Osnabrücker Karbon. Glückauf Bd. 60 S. 535.
HAACK: Die nordwestfälisch-lippische Schwelle. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 76 B. Mber. S. 33.
HOLLSTEIN: *Rhinobatus tesselatus* VON DER MARCK aus dem Obersenon Westfalens. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 25 S. 114.

Hummel: Zur Frage der Herkunft des nordwestdeutschen Erdöls. Petroleum Bd. 20 S. 115/117.
Kahrs: Beitrag zur Kenntnis des Deckgebirges bei Mülheim a. d. Ruhr. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 18 S. 10.
Krusch: Mikroskopischer Nachweis von Platin und Gold in den Siegerländer Grauwacken? Met. u. Erz Bd. 21, N. F. 2 S. 73.
Kukuk: Das Nebengestein der Steinkohlenflöze im Ruhrbezirk. Glückauf Bd. 60 S. 1139, 1167 u. 1201.
— Unsere Kohlen. 3. Aufl. Aus Natur- und Geisteswelt 396. Leipzig—Berlin: B. G. Teubner.
— Die Tierwelt des Karbons. Glückauf Bd. 60 S. 299.
Lehmann: Die Stellung der Trogtheorie im neueren Schrifttum. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 18 S. 2/3.
Löscher: Trans- und Regressionen in der oberen Kreide der Essener Umgebung. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 18 S. 18.
Paeckelmann u. Hammacher: Geologisches Wanderbuch für den Bergischen Industriebezirk. Frankfurt a. M.: Diesterweg.
Poelmann: Über das Auftreten von Blei- und Zinkerzen bei Blankenrode in Westfalen. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 25 S. 106.
Quiring: Das Gesetz des Einschiebens und der Vertaubung der Spateisenstein- und Eisenglanzgänge des Siegerlandes. Arch. Lagerst.-Forschg. H. 33.
— Können Schweremessungen zur Vorbereitung und Ergänzung von Schürf- und Aufschlußbohrungen im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken dienen? Glückauf Bd. 60 S. 807.
— Über Wesen und Ursprung der postvaristischen Tektonik Nordwestdeutschlands. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 76 B. Mber. S. 62.
— Postbasaltische und rezente Schubbewegungen auf Überschiebungsklüften im rheinischen Schiefergebirge. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 76 B. Mber. S. 139/143.
— Thermenaufstieg und Gangeinschieben. Z. prakt. Geol. Bd. 32 S. 161.
Riedel: Die Fauna des Emschermergels im Norden von Essen. Glückauf Bd. 60 S. 1120.
Rüsewald: Die Baustoffgebiete der Provinz Westfalen. Geogr. Anzeiger, Gotha Bd. 25 S. 23/30.
Schmidt: Die karbonischen Goniatiten Deutschlands. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 45 S. 489.
Schuiling: Einiges aus dem Becken von Münster. Tijdschr. v. h. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 2. reeks, T. XLI Nr. 3 S. 331/332.
Spriestersbach: Die Oberkoblenzschichten des Bergischen Landes und Sauerlandes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 45 S. 367.
Steinmann: Die diluvialen Ruhrterrassen und ihre Beziehungen zur Vereisung. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 18 S. 29.
Stille: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin: Gebrüder Borntträger.
Trümpelmann: Die Nutzwasserbeschaffung der Zechen im Ruhrbezirk. Glückauf Bd. 60 S. 23/25.
— Die hydrologischen und technischen Grundlagen der Versorgung des Ruhrbezirkes durch Wasserwerke. Glückauf Bd. 60 S. 147/152.
— Die Gewinnung von Grundwasser und Oberflächenwasser auf den Zechen des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 60 S. 349/355.
— Die Verwendung von Gruben- und Schachtwasser auf den Zechen im Ruhrbezirk. Glückauf Bd. 60 S. 783/789.
Wegner: Das Auftreten von Kohlenwasserstoffen im Bereiche des westfälischen Karbons. Glückauf Bd. 60 S. 631 u. 659.
— Die Rudisten des norddeutschen Turons. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 76 A. Abh. S. 159/182.
Wilckens: Altalluviale Flugsandbildungen vom Niederrhein. Geol. Rdsch. Bd. 15 S. 289.
Wildschrey: Das niederrheinische Diluvium. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 18 S. 45.
Winter: Der Schungit und andere natürliche Glieder zwischen Anthrazit und Graphit. Glückauf Bd. 60 S. 1.
Zimmermann: Identifizierung des Flözes H der Zeche Rheinpreußen. Glückauf Bd. 60 S. 159.

1925.

Adams: Die Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. Wass. u. Gas Bd. 16 S. 338.
Andree: Die Bedeutung der westfälischen Höhlen für die Urgeschichte Westfalens. Die Heimat. Z. d. Westf. Heimatbundes. Dortmund.
Bärtling: Geologisches Wanderbuch für den niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk. 2. Aufl. Stuttgart: Ferdinand Enke.
— Die Beziehungen der Steinkohlenbezirke im östlichen Teile des nordwesteuropäischen Karbongürtels. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 190.
— Über einen Laufsteg im Liegenden des jüngeren Löß bei Hörde i. W. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 138/145.
Bergius: Die Verflüssigung der Kohle. Glückauf Bd. 61 S. 1317.
Böttcher: Sedimentpetrographie der Bochumer Mulde zwischen Dortmund und Bochum. Glückauf Bd. 61 S. 990/992.
— Die Tektonik der Bochumer Mulde zwischen Dortmund und Bochum und das Problem der westfälischen Karbonfaltung. Glückauf Bd. 61 S. 1145.
— Die Bochumer Mulde der Karbonablagerung in der Gegend zwischen Dortmund und Bochum. Inaug.-Diss. Bonn.
Breddin: Löß, Flugsand und Niederterrasse am Niederrhein. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 46 S. 635.
Fiege: Beiträge zur Kenntnis des Glazialdiluviums an der Ruhr. Glückauf Bd. 61 S. 1406.

Fischer u. Mitarbeiter: Über die Bestandteile des Steinkohlenbitumens und die Rolle der einzelnen für das Backen und Blähen der Steinkohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 6 S. 31.
Franke: Zur Tektonik des flözleeren Karbons. S.-B. Ges. Naturk. Bonn C. S. 68/70.
— Geologisches Heimat- und Wanderbuch für den östlichen Industriebezirk. Wissensch. Heimatbücher f. d. westf.-rhein. Industriebez. Bd. 1. Dortmund: Ruhfus.
Gagel: Eine Elfenbeinspeerspitze aus dem westfälischen Diluvium. Z. Ethnol. Bd. 57 S. 77.
Goebel: Der Lauf der Ruhr als Modell einer heterogenen Stromlinie. Geol. Rdsch. Bd. 16 S. 166.
Gothan: Ruhrkarbon und Osnabrücker Karbon. Glückauf Bd. 61 S. 777/779.
Grünberg: Beiträge zur Kenntnis des Oberdevons der Herzkämper Mulde. Jber. naturwiss. Ver. Elberfeld Bd. 15 S. 48/96.
Haack: Erläuterung zu einer Strukturkarte des Osnabrücker Landes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 A. Abh. S. 166.
— Umgebung von Osnabrück. Führer zur Tagung der dtsch. geol. Ges. Münster i. W. S. 35/51.
— Westlicher Teil des nordwestfälischen Berglandes. Führer zur Tagung der dtsch. geol. Ges. Münster i. W. S. 35/51.
Haibach: Stratigraphie und Tektonik des Gebietes zwischen Morsbach und Wissen a. d. Sieg, insbesondere der Grube Georg und Sonne bei Volperhausen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Gangverhältnisse. Mitt. Markscheidewes. Bd. 36 S. 1.
Henke: Die Stratigraphie der Siegener Schichten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 82 S. 384.
— Untersuchungen über die Faciesverhältnisse im Unter-, Mittel- und Oberdevon des südlichen Sauerlandes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 246/250.
Imeyer: Vergleichend-stratigraphische Untersuchung der Faciesverhältnisse des Oberen Juras von den Heersumer- bis zu den Gigasschichten im Wiehengebirge und Teutoburger Walde. Diss. Münster. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück. Bd. 19 S. 7/97.
Jongmans: Geologische en Palaeontologische Beschryving van het Karboon der Omgeving van Epen (Limb.). Mededeel. Nr. 1. Geol. Bur. Nederl. Mijngeb. Heerlen. Naturhist. Maandblad XIV, 5. S. 55/83.
Kräusel: Neue Pflanzenfunde im Devon von Elberfeld. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 197.
Kukuk: Über die Fährten von Landwirbeltieren im Karbon des Ruhrbezirks. Umschau Bd. 29 Nr. 20 S. 398.
— Über den Aufbau des Karbons im mittlern Lippegebiet im Rahmen der Gesamttektonik des Ruhrsteinkohlengebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 190.
— Kohlenbildung und Geologie. Wirtschaftl. Nachrichten aus dem Ruhrbezirk, Nr. 16. Essen.
— Deutschlands Kohlen-, Kali- und Eisenerzlagerstätten. 5. Aufl. Braunschweig: Westermann.
Löscher: Zur Frage der Galeritenschichten. Ber. geol. Ver. Bonn. Bd. 19 S. 25.
— Die geologischen Verhältnisse des Stadt- und Landkreises Essen. Essener Heimatbuch.
Mestwerdt: Der Teutoburger Wald bei Werther und Halle i. W. Führer zur Tagung der dtsch. geol. Ges. Münster i. W. S. 28/34.
Meunier: Eine neue Blattide *(Protoblattinae)* aus der westfälischen Gasflammkohlengruppe. Glückauf Bd. 61 S. 105.
Paeckelmann: Bemerkungen über die geologischen Verhältnisse der Gegend von Brilon i. W. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 46 S. 210.
— u. Wunstorf: Devon und Karbon des Bergischen Landes. Führer zur Tagung der dtsch. geol. Ges. Münster i. W. S. 90/96.
Patteisky u. Perjatel: Die Steinkohle als Ergebnis ihres Ursprungsstoffes und des Grades seiner Inkohlung. Glückauf Bd. 61 S. 1585.
Pietzsch: Die Braunkohlen Deutschlands. In: Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands. Hrsg. von Krenkel. Berlin: Gebrüder Borntträger.
Rainer: Die Asphalt- und Erdölvorkommen von Bentheim. Tägl. Ber. üb. d. Petroleumindustrie. Nr. 201.
Rein: Geologischer Führer durch das Niederrheingebiet und seine Gebirgsränder. 2. Aufl. Wesel: C. Kühler.
Reissert u. Stille: Das Weserbergland und der Teutoburger Wald. Monogr. Erdk. Bd. 24. 2. Aufl. Bielefeld: Velhagen u. Klasing.
Rüsewald: Die wichtigsten Bausteine Rheinlands und Westfalens. Das rhein.-westf. Baugewerbe Bd. 21, H. 26/27.
Schmidt: Zur Stratigraphie der Siegener Schichten des Siegerlandes und des Sauerlandes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 46 S. 85.
— Schwellen- und Beckenfazies im ostrheinischen Paläozoikum. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 226.
— Die Gliederung des Karbons auf Grund von Goniatiten. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 25.
— Hönnetal-Niederhemer. Führer zur Tagung der dtsch. geol. Ges. Münster i. W. S. 87/89.
— Führer zu den Exkursionen der dtsch. geol. Ges. vor und nach der Hauptverslg. in Münster i. W. Schriften der Ges. zur Förderung der Westf. Wilhelms-Universität Münster. H. 7.
Seyler: The microstrukture of coal. Fuel Bd. 4 S. 56.
Specht: Das Bentheimer Land. II. Der Heimatboden. Grafschafter Heimatverlag, Nordhorn.
Stach: Isometrische Raumbilder in Bergbau und Geologie. Z. dtsch. geol. Ges. 77 B. Mber. S. 234.
Steeger: Das glaziale Diluvium des niederrheinischen Tieflandes. (Beitrag VIII). Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 19 S. 48.
Steinmann: Die diluvialen Ruhrterrassen und ihre Beziehungen zur Vereisung. Ber. geol. Ver. Bonn 19 S. 29.

Stille: Die Osning-Überschiebung. Göttinger Beiträge zur saxonischen Tektonik. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 95.
— Kohlenbildung als tektonisches Problem. Braunkohle 1925/26 H. 42 S. 913/918.
Terzaghi: Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage. Leipzig u. Wien: Deuticke.
Tilmann: Der Bau des rheinischen Schiefergebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 199.
Vogel: Weitere Betrachtungen über das rheinische Schiefergebirge unter besonderer Berücksichtigung der vorherrschenden Spaltenrichtungen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 82 S. 349.
Wegner: Cenoman und Turon bei Lengerich. Führer zur Tagung der dtsch. geol. Ges. Münster i. W. S. 66.
— Die Mukronatenkreide der Baumberge. Ebenda S. 71.
— Eine Wanderung durchs Tecklenburger Land. Heimatbl. d. Roten Erde. Bd. 4 H. 4. Münster i. W.
— Führer zu den Exkursionen der dtsch. geol. Ges. vor u. nach der Hauptverslg. in Münster August 1925. Schriften d. Ges. z. Förd. d. Westf. Wilhelms-Univ. Münster Nr. 7.
— Die Geologie der Münsterschen Ebene. Westfalenland Bd. 3. Paderborn.
Wedekind: Die Entstehung des Rheinischen Gebirges. Mitt. Univ.-Bund. Marburg Nr. 7.
Weyland: Die Flora des Elberfelder Mitteldevons in ihrer Bedeutung für die Kenntnis der gesamten Devonflora. Jber. Naturwiss. Ver. Elberfeld Bd. 15 S. 33.
Wildschrey: Diluvialfragen des Industriegebiets. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 77 B. Mber. S. 244.
Wunstorf: Die Entstehung und die Beziehungen unseres westdeutschen Steinkohlenbezirks. Z. Ges. Erdkunde, Berlin. S. 204.
— u. Gothan: Ein Beitrag zur Kenntnis des Aachener Oberkarbons. Glückauf Bd. 61 S. 1073/1084.
Zelter u. Koep: Drei Höhlen in Hohenlimburg. Jber. Naturwiss. Ver. Elberfeld Bd. 15 S. 97/102.
Zimmermann II: Über das Carbon am Niederrhein. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 46 S. 540/575.

1926.

Andree: Das Alter der diluvialen Lippe- und Emscherablagerungen. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 20 S. 14.
Bänfer: Die geologischen Verhältnisse des Stadtgebietes. Ein Beitrag zur Geologie des Lippetales. Aus: 700 Jahre Stadt Hamm (Westf.). Festschrift. Hamm.
Bärtling: Zum Faltungsproblem des westfälischen Oberkarbons. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 B. Mber. S. 66.
— Über metasomatische Schwerspatlagerstätten in Deutschland. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 B. Mber. S. 32.
Behme: Geologischer Führer durch die Grafschaft Bentheim. Lagerstätten von Salz, Erdöl, Asphalt. 2. Aufl. Hannover.
Bentz: Über das Mesozoikum und den Gebirgsbau im preußisch-holländischen Grenzgebiet. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 381/500.
Beyschlag u. Schriel: Das Gold der Eder. Arch. Lagerst.-Forschg. H. 32.
Born: Bemerkungen zum Vortrage von Herrn Wunstorf. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 B. Mber. S. 69/71.
Breddin: Die Schieferung im Siegerlande. S.-B. preuß. geol. Landesanst. Bd. 1. S. 52.
— Eisenspatsandsteine und Spateisensteingänge im Siegerlande. Geol. Rdsch. Bd. 17a S. 268.
— Die mitteldevonischen Konglomerate des Schwarzbachtals bei Ratingen und ihre stratigraphische Bedeutung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 193.
Bubnoff, v. (unter Mitwirkung von Frech, Dannenberg, Kessler u. Kukuk): Deutschlands Steinkohlenfelder. Stuttgart: E. Schweizerbart.
Fiege: Über die obere Kreideformation in Rheinland und Westfalen. Die Heimat. Z. westf. Heimatbund. Dortmund: Ruhfus.
— Die fazielle Differenzierung des Cenomans am Südrande der rheinisch-westfälischen Kreide. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 20 S. 66.
Goebel: Heterogene Talsysteme auf der Nordabdachung der rechtsrheinischen Rumpfplatte. Z. Geomorph. II. S. 89/96.
— Die Rumpfflächenreste zwischen Ruhr und Wupper. Glückauf Bd. 62 S. 1221.
Grond: Gebirgsbewegungen beim Steinkohlenbergbau. Diss. Münster. Verh. Geol. M. Genootsch. v. Nederl. e. Kol. Mijnb. 2.
Haack: Zur Kenntnis der Osnabrücker Trias. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 47 S. 160.
Jongmans: Nieuwe gegevens over het voorkomen van Lingula aan top en basis van de Hendrik-groep en over het Anthrapalaemon-niveau. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen S. 39/46.
Kahrs: Auf den Spuren der Eiszeit und des Eiszeitmenschen im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Die Heimat. Z. westf. Heimatbund. Dortmund: Ruhfus.
Klüpfel: Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Paläogeographie in der Weser-Erzformation des Ober-Oxford. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 178/192.
Kukuk: Über die Fährten von Landwirbeltieren im Karbon des Ruhrbezirks. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 600.
— Die Weltvorkommen von Erdöl, Kohle, Eisen und Golderz in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung. Braunschweig: Westermann.
— Diluvialaufschluß am Hingberg in Mülheim (Ruhr). Z. d. Gesch.-Ver. Mülheim (Ruhr). S. 20.
Kumm: Zur Klassifikation und Terminologie der Sphärite. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 1.
Lindemann: Gebirgsschläge im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. Glückauf Bd. 62 S. 293.
McKenzie Taylor: Base Exchange and its Bearing on the Origin of Coal. Fuel Bd. 5 S. 195.
Mestwerdt: Wassergewinnung in Bielefeld und seiner Umgebung. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 47 S. 288/329.

Niederstrasser: Heizverminderung von Brennstoffen infolge Asche- und Wassergehalt. Feuerungstechn. S. 177. Leipzig: Otto Spamer.
Oberste-Brink: Diluviale, alluviale und bis in die Gegenwart andauernde Krustenbewegungen der Erdrinde und ihre Bedeutung für die Bergschädenkunde. Glückauf Bd. 62 S. 857.
Paeckelmann: Der Briloner Massenkalksattel, die Devon-Karbon-Mulde von Nehden und das Oberdevon-Kulmgebiet von Rixen, Scharfenberg und Wülfte. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 47 S. 19.
Patteisky: Die Geologie der im Kohlengebirge auftretenden Gase. Glückauf Bd. 62 S. 1609.
Petrascheck: Geologie der Schlagwetter. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 565/582.
— Fusain, eine fossile Holzkohle. Zbl. Mineral., Geol. u. Paläont., Abt. B., Stuttgart S. 449.
— Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. 2. Teil. Katowice 1926/1929.
Potonié: Bezeichnung der petrographischen Bestandteile der Steinkohle. Glückauf Bd. 62 S. 1560.
— Zur Kohlenpetrographie und Kohlenentstehung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 357/380.
Pruvost: Observations sur le gisement de la fosse Nr. 11 des mines de Noeux. Extr. Ann. Soc. géol. du Nord.
— Distribution de la faune continentale dans le terrain houiller du Limbourg. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen S. 519/531.
— Sur une aile d'insecte fossile trouvée au sondage de Gulpen. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen S. 76/77.
Quiring: Die Schrägstellung der westdeutschen Großscholle im Känozoikum in ihren tektonischen und vulkanischen Auswirkungen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 47 S. 486.
— Quartäre Bodenhebung und -senkung am Nieder- und Mittelrhein. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 74.
— Natürliche Grundlagen und Zukunft des Erzbergbaus des Siegerlandes. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 74 S.-B. S. 44/56.
Rainer: Die Asphaltitgänge von Bentheim und ihre praktische Bedeutung. Z. int. Bohrtechn.-Verb. Bd. 34 S. 677.
Reich: Über ein Vorkommen von transgredierendem Oberdevon am Ostrand des rheinischen Schiefergebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 B. Mber. S. 16/32.
Richter: Unter- und Mitteldevon im Oberbergischen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 75.
Ruland: Die Terrassen am Rande der niederrheinischen Bucht zwischen Sieg und Wupper. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 82 S. 395/455.
Schindewolf: Zur Kenntnis der Devon-Karbongrenze in Deutschland. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 A. Abh. S. 88.
Schmidt: Das Paläozoikum bei Warstein und Belecke. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 20 S. 5.
— Die *Wocklumeria*-Zone bei Warstein und Belecke. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 20 S. 9.
— Bericht über die Exkursionen bei Warstein und Belecke am 17., 18. und 19. April 1926. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 83 C. S. 3.
Schmidt: Die Wittener Mulde östlich von Aplerbeck. Mitt. Markscheidewes. Bd. 37 S. 72/124.
Schmöle: Der Baumberger Sandstein und seine Verwitterung. Steinbruch u. Sandgrube Bd. 25 Nr. 15/18.
Spethmann: Die Entstehung der Oberflächenformen des Ruhrreviers. Verh. d. geogr. Abt. d. 89. Tag. d. Ges. dtsch. Naturf. u. Ärzte in Düsseldorf. Breslau.
Steinmann: Das Diluvium des Niederrheins und die Gliederung des Eiszeitalters. Geol. Rdsch. Bd. 17 S. 436 bis 441.
Stille: Kohlebildung als tektonisches Problem. Braunkohle Bd. 24 S. 913.
— Über die nordöstliche Fortsetzung der westfälischen Steinkohlenformation. Nachr. Ges. Wissensch. Göttingen, Math.-naturwiss. Kl. S. 213/228.
— Der Bau Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung des rheinisch-westfälischen Kohlengebietes. Glückauf Bd. 62 S. 1709.
Steusloff: Die Land- und Süßwassermollusken der diluvialen Ablagerungen des Industriegebietes. Die Heimat. Z. westf. Heimatbund. Dortmund: Ruhfus.
Thiessen: Microstructure of coal. J. Roy. Soc. Arts, Lond. S. 535.
Vogel: Weitere Betrachtungen über das Rheinische Schiefergebirge unter besonderer Berücksichtigung der vorherrschenden Spaltenrichtungen. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 82 S. 349/376.
Wegner: Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. Westfalenland Bd. 1, 2. Aufl. Paderborn: Schöningh.
Wunstorf: Bau der linksrheinischen Steinkohlenbezirke. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 78 B. Mber. S. 58.
Zimmermann: Das Vorkommen und die Unschädlichmachung des im Grubenwasser der linksrheinischen Zechen auftretenden Bariumsulfats. Glückauf Bd. 62 S. 270.

1927.

Allan: The Stratigraphy of the British Carboniferous. Congrès pour stratigr. carbonifère. C. R. Heerlen S. 1/51. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
Andree: Die neuesten Grabungen im Hönnetal und das geologische Alter des westfälischen Paläolithikums. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 84 S. 9.
— Altsteinzeitliche Funde aus Westfalen: III. Das Aurignacien von Datteln (Westf.) und die Altersstellung der paläolithischen Funde von Emscher und Lippe. Mannus, Z. f. Vorgesch. Bd. 19 S. 92.
Bärtling: Das Verhältnis zwischen Sedimentation und Tektonik im Ruhrbezirk. In: Congrès pour stratigraphie carbonifère, Heerlen S. 53. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
— Faltung und Sedimentation im westdeutschen Karbon. S.-B. preuß. geol. Landesanst. Bd. 2 S. 185.

Bentz: Orogene und epirogene Bewegungen im Mesozoikum des westfälisch-holländischen Grenzgebietes. S.-B. preuß. geol. Landesanst. Bd. 2 S. 93.
— Bau und Entstehung des westfälisch-holländischen Grenzgebietes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 84 S. 26.
Beschoren: Cenoman und Turon der Gegend von Unna und Werl in Westfalen. N. Jb. Mineral. Bbd. 58 B. S. 1.
Bisat: The carboniferous Goniatite zones of England and their continental equivalents. Congr. strat. carb. Heerlen. C. R. S. 117/133. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
Bode: Zur Petrographie der Magerkohlen. Kohle u. Erz Bd. 24 S. 795.
— Neue Beobachtungen zur Entstehung des Fusits. Mitt. d. Abt. f. Gest.-, Erz-, Kohle- u. Salzunters. d. preuß. geol. Landesanst. H. 3 S. 12.
— Paläobotanisch-stratigraphische Studien im Ibbenbürener Karbon. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 106.
Born: Die Herkunft der kristallinen Komponenten des rheinischen Oberkarbons. N. Jb. Mineral., Bbd. 58 B. S. 101/112.
Böttcher: Faltungsformen und primäre Diskordanzen im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Glückauf Bd. 63 S. 113.
Breddin: Löß, Flugsand und Niederterrasse im Niederrheingebiet. Beitrag zur Frage der Entstehung des Löß. Geol. Rdsch. Bd. 18 S. 72.
— Gibt es sichere Anzeichen für eine unter- oder mitteldevonische Faltung im Rheinischen Schiefergebirge? Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 79 B. Mber. S. 181.
— Die jungtertiäre und diluviale Entwicklungsgeschichte des Bergischen Landes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 84 S. 11.
Breddin-Ruland: Der Rand des Bergischen Landes. Verh. geogr. Abt. d. 89. Tag. d. Ges. dtsch. Naturf. u. Ärzte in Düsseldorf. II. Teil. Breslau.
Brockamp: Die Unterkante der oberen Kreide im westfälischen Tafellande und die Rumpffläche des Nordrandes des rechtsrheinischen Schiefergebirges. Diss. Münster i. W. Ungedruckt.
Brune: Eine neue Leitschicht in der unteren Fettkohlengruppe des Ruhrkarbons. Glückauf Bd. 63 S. 1825.
Davies u. Trueman: A Revision of the Non-Marine Lamellibranchs of the Coal Measures. Quart. J. geol. Soc. Bd. 83. London.
Fieldner: Practical Value of Fundamental Research on Coal. Fuel Bd. 6 S. 52.
Franke: Die Foraminiferen der Aachener Kreide. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 48 S. 666/698.
— Die Flora des Flözleeren am Südrande des Ruhrbeckens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 79 B. Mber. S. 369/380.
Frenheit: Mikroskopische Untersuchungen einiger wichtiger rheinisch-westfälischer Formsande für Eisen-, Stahl-, Temper- und Metallgießereien sowie von Altsand einer Stahlgießerei. Gießerei-Ztg. S. 89, 125.
Gallwitz: Stratigraphische und tektonische Untersuchungen an der Devon-Karbongrenze des Sauerlandes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 48 S. 487.
Gärtner: Die Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im rheinisch-westfälischen Industriebezirk. München u. Berlin: R. Oldenbourg.
Gluud, Schneider u. Winter: Handbuch der Kokerei. Halle: Wilhelm Knapp.
Gothan: Der Heerlener Kongreß für Karbonstratigraphie. Kohle u. Erz Bd. 24 S. 653.
Haack: Erdgeschichte und Bau des Osnabrücker Landes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 84 S. 34.
— Rotliegendes im östlichen Münsterschen Kreidebecken. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 48 S. 765.
Henke: Über die Entstehung und den Bau der Siegerländer Gangspalten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 84 S. 291.
Hirmer: Über Vorkommen und Verbreitung der Dolomitknollen und deren Floren. In: Congrès pour stratigraphie carbonifère, Heerlen. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
Jongmans: Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie carbonifère. Heerlen. Compte Rendu sous la rédaction de Jongmans. Liége.
— Stratigraphische Untersuchungen im Karbon von Limburg (Niederlande). In: Congrès pour stratigraphie carbonifère, Heerlen. S. 335. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
Kahrs: Zur Paläogeographie der Oberkreide in Rheinland-Westfalen. Pompeckj-Festband. N. Jb. Mineral. Bbd. 58 B. S. 627/687.
— u. Steusloff: Zur Kenntnis des Emscherdiluviums. Mitt. Mus. Essen f. Natur- u. Völkerk. Nr. 17.
Kalb u. Witteborg: Die Vizinalfiguren der Rhomboederflächen des Quarzes. N. Jb. Mineral. Bbd. 54 A.
Kreulen: Über die Selbstentzündlichkeit von Steinkohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 8 S. 340.
— Über die Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure auf verschiedene Kohlenarten. Brennstoff-Chem. Bd. 8 S. 149.
— Über die Oxydation verschiedener Steinkohlenarten bei verschiedenen Temperaturen. Brennstoff-Chem. Bd. 8 S. 241.
Kühne: Die Zonengliederung des Karbons in England, Belgien und Deutschland und das Alter seiner Grauwackenhorizonte im Rheinischen Schiefergebirge. S.-B. preuß. geol. Landesanst. Bd. 2 S. 174.
— Das oberste Unterkarbon, Zechstein-Buntsandstein und Kreide nordöstlich des Briloner Sattels. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 48 S. 376.

Kukuk: Stratigraphie und Tektonik der rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung. In: Congrès pour stratigraphie carbonifère, Heerlen S. 407. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
— Kongreß zur Klärung der stratigraphischen Verhältnisse des Karbons in den europäischen Steinkohlenbezirken (in Heerlen). Glückauf Bd. 63 S. 1133.
— Das geologische Museum der westfälischen Berggewerkschaftskasse. Die Heimat. Dortmund.
— Das Riesenhirschgeweih von Datteln. Glückauf Bd. 63 S. 240.
— u. Bode: Vorkommen von brauner Kohle im westfälischen Karbon. Glückauf Bd. 63 S. 1705.
— u. Thiel: Bericht über Versuche mit der Wünschelrute im südlichen Ruhrbezirk. Glückauf Bd. 63 S. 1688/1690.
Müller: Die Kalksteinbrüche von Osnabrück. Steinindustrie Bd. 22 H. 14.
Potonié: Zur Terminologie der petrographischen Bestandteile der Steinkohle. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 48 S. 127.
Pruvost: La faune continentale et la division stratigraphique des terrains houillers. In: Congrès pour stratigraphie carbonifère, Heerlen S. 519. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
Reich: Über Gesteinselastizität. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 79 B. Mber. S. 31.
Rudolph: Theoretische Betrachtungen über Gasausbrüche im Steinkohlenbergbau. Glückauf Bd. 63 S. 1601.
Schmidt: Biostratigraphie des Karbons in Deutschland. In: Congrès pour stratigraphie carbonifère, Heerlen, S. 663. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
— Bericht über die Exkursionen bei Warstein und Belecke am 17., 18. und 19. April 1926. Bonn, S.-B. Ges. Naturk. C. S. 3.
Stach: Zur Entstehung des Fusits. Glückauf Bd. 63 S. 759.
Stille: Über die nordöstliche Fortsetzung der westfälischen Steinkohlenformation. Glückauf Bd. 63 S. 1041 bis 1046.
— Die oberkarbonisch-altdyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas in ihrer Abhängigkeit von der variszischen Tektonik. In: Congrès pour stratigr. carbon. Heerlen. S. 697. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
Stumper: Untersuchungen über den Einfluß des Aschengehaltes einer Kohle auf den errechneten Heizwert der Steinkohle. Brennstoff-Chem. Bd. 8 S. 33 u. 261.
Thon: Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Halle: Wilhelm Knapp.
Tropsch: Unsere heutigen Kenntnisse über den Humusanteil und die Bitumina der Kohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 8 S. 369.
Wegner: Geologie der Münsterschen Ebene. In: Westfalenland, Beiträge zur westfälischen Heimatkunde Bd. 4. Paderborn: Schöningh.
Weigelt: Das Posidonomyenproblem im Oberkarbon Westfalens. Jb. Hallesch. Verb. Bd. 6 S. 72.
Weise: Die Erstreckung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges in östlicher Richtung. Glückauf Bd. 63 S. 693.
Weyland: Die chemischen Vorgänge bei der Entstehung der Kohlen. Naturwiss. S. 327/335.
Wilckens: Geologie der Umgegend von Bonn. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Winter: Die Streifenkohle II. Glückauf Bd. 63 S. 483.
— Die Kolloidchemie der Kohle und damit verwandte Probleme. Kolloid-Z. Bd. 42 S. 233.
Wunstorf: Die linksrheinischen Steinkohlengebiete Deutschlands, eine Übersicht über ihre stratigraphischen und tektonischen Beziehungen. In: Congrès pour stratigraphie carbonifère, Heerlen S. 779. Hrsg. von Jongmans. Liége: Vaillant-Carmanne.
Zöllner: Der Grünsandstein von Soest und seine Verwitterung. Z. prakt. Geol. Bd. 35 S. 7.

1928.

Ahrens: Die devonischen Eruptivgesteine des östlichen Sauerlandes. I. Teil: Die Diabase des höheren Mittel- und Oberdevons. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49. T. II. S. 947/994.
Andree: Zur Charakteristik der Sirgensteiner Stufe in Westfalen und über die Stellung dieser Stufe im Rahmen des Paläolithikums. Mannus Erg.-Bd. 7 S. 55.
Bärtling: Die jungen Bodenbewegungen am Niederrhein von 1921/1927. S.-B. preuß. geol. Landesanst. Bd. 3 S. 140.
— u. Oberste-Brink: Die Durchführung einer einheitlichen Gliederung und Flözbenennung für das produktive Karbon des rheinisch-westfälischen Industriebezirks. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 80 B. Mber. S. 165.
Berl u. Mitarbeiter: Über das Verhalten der Zellulose bei der Druckerhitzung mit Wasser. Liebigs Ann. Bd. 461 S. 192.
Bessin: Das Wealdenbecken und seine Überlagerung durch die marine untere Kreide in Norddeutschland. 21. Jber. geol. Ver. Hannover S. 82/142.
Bode: Über das Verhältnis der Ibbenbürener Magerkohle zur Gasflammkohle des Ruhrgebietes. N. Jb. Mineral. Bbd. 55 B. S. 179/194.
— Die Dolomitknollen und ihre Bedeutung für die Fragen der Kohlenentstehung. Bergbau Bd. 41 S. 653/657.
Börger: Untersuchung der tektonischen Verhältnisse in der Umgegend von Ibbenbüren unter besonderer Berücksichtigung der Gesteinsklüfte. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 S. 801.
Breddin: Die Höhenterrassen von Rhein und Ruhr am Rande des Bergischen Landes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 S. 501.

Bubnoff, v.: Beiträge zur Geologie der Kohlensäureausbrüche in Flözen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. S. B. 70.
Dienemann: Beiträge zur Kenntnis des Gebiets der Piesberg-Pyrmonter Achse zwischen Herford und Schledehausen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 S. 471.
— u. Burre: Die nutzbaren Gesteine Deutschlands und ihre Lagerstätten mit Ausnahme der Kohlen, Erze und Salze: Stuttgart: Ferdinand Enke.
Döhl: Zur Charakterisierung der Pseudocannelkohle und verwandter Bildungen. Mitt. Abt. Gesteins-, Erz-, Kohle- u. Salzuntersuch. preuß. geol. Landesanst. H. 7.
Ehrenberg: Sedimentpetrographische Untersuchungen an Nebengesteinen der Aachener Steinkohlenvorkommen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 T. 1 S. 33.
Fiege: Über Sedimentationszyklen in der rheinisch-westfälischen oberen Kreide, mit vergleichenden Betrachtungen über die englische obere Kreide. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 29 B. S. 342.
— Theoretische und praktische Betrachtungen über das Deckgebirge des Karbons nördlich von Essen. Glückauf Bd. 64 S. 349.
Fliegel: Rheinisches Schiefergebirge und niederrheinisches Tiefland. In: Der Rhein, sein Lebensraum, sein Schicksal. 1. Hrsg. von Haushofer, Berlin-Grunewald.
Franke: Die Flora des Flözleeren am Südrande des Ruhrbeckens. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 79 B. Mber. S. 369/380.
— Älterer interglazialer Torf und älterer und jüngerer Löß bei Dortmund. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 85 S. 84.
Fuchs: Über die künstliche Humifizierung von Kohlehydraten, insbesondere über die sog. Huminsäuren aus Cellulose. Brennstoff-Chem. Bd. 9 S. 400.
Fuchs: Über tektonische Probleme im Rheinischen Schiefergebirge, besonders heterotrope Faltenstellung und präsideritische Schieferung. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 T. II S. 1220.
Gillitzer: Das Wesen des Gebirgsdruckes und dessen Ausnutzung beim Abbaubetriebe des Mansfelder Bergbaues. Glückauf Bd. 64 S. 977.
Gothan: Neuere paläontologisch-stratigraphische Arbeiten im Ruhrbezirk. Glückauf Bd. 64 S. 1269.
Haack: Die Beherrschung des Gebirgsdrucks. Glückauf Bd. 64 S. 711.
Haegermann u. Back: Das Geseker Kreidevorkommen und seine Eignung zur Gewinnung von Naturzement. Zement Bd. 17 S. 856, 894, 1274.
Honermann: Petrographische und stratigraphische Beobachtungen aus dem Gasflammkohlenprofil der Zeche Baldur. Glückauf Bd. 64 S. 779.
— Die Flora des Gasflammkohlenprofils der Zeche Baldur. Glückauf Bd. 64 S. 792.
— Die Gleichstellung des Profils der Zeche Baldur mit den Aufschlüssen benachbarter Zechen. Glückauf Bd. 64 S. 987.
Jochmus-Stöcke: Die Kulmkonglomerate am Ostrande des rheinischen Schiefergebirges. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 T. II S. 1003/1036.
Kahrs: Das Diluvium des Emschergebietes und seine paläolithischen Kulturreste. Tagungsber. dtsch. Anthrop. Ges. Köln, 49. Vers. S. 61. Leipzig: Curt Kabitzsch.
Kalb: Die Kristalltracht des Kalkspats in minerogenetischer Betrachtung. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 29 A. S. 337.
— Die minerogenetische Bedeutung der Vizinalfiguren des Quarzes. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 29 A. S. 324.
— u. Witteborg: Die Vizinalfiguren der Rhomboederflächen des Quarzes. N. Jb. Mineral. Bbd. 56 A. S. 334.
Keller: Tektonische Fragen im Ruhroberkarbon. Glückauf Bd. 64 S. 1422/1424.
Koehne u. a.: Grundwasserkunde. Stuttgart.
Koopmans: Researches on the flora of the coal balls from the „Finefrau-Nebenbank"-Horizon in the province of Limburg (the Netherlands). Flora en Fauna van het Nederlandsche Karbon. Uitgeg. d. W. J. Jongmans. I. Heerlen.
Kühne u. Paeckelmann: Die stratigraphische und fazielle Entwicklung des Karbons im nordöstlichen Sauerlande und ein Vergleich mit Nachbargebieten. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 T. II S. 1229/1254.
Kukuk: Die neue stratigraphische Gliederung des rechtsrheinischen Karbons. Glückauf Bd. 64 S. 685/695.
— Die Tierwelt unserer Steinkohlenmoore. Die Heimat, Märzheft, S. 69/75. Dortmund.
— Schichtenschnitt durch ein Steinkohlenflöz. Wandkarte in Mehrfarbendruck. Bochum: Kamp.
Lange: Beitrag zur Kenntnis der Faserkohle. Glückauf Bd. 64 S. 49.
Langecker: Die Nutzbarmachung des Gebirgsdruckes für die Kohlengewinnung. Glückauf Bd. 64 S. 1410.
— Gebirgsdruckerscheinungen im Kohlenbergbau. Berg- u. Hüttenm. Jb. Bd. 76 S. 25.
Lieske u. Hoffmann: Untersuchungen über die Mikrobiologie der Kohlen und ihrer natürlichen Lagerstätten. Brennstoff-Chem. Bd. 9 S. 282.
Löscher: Das geologische Alter der neuen paläolithischen Funde im Neandertal. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 29 B. S. 438/443.
— Über das geologische Alter der Grünsande am Kassenberg bei Mülheim (Ruhr). Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 29 B. S. 357.
— Kreide, Tertiär und Quartär an der unteren Lippe. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 22 S. 136.
McKenzie Taylor: The Replaceable Bases in the Roofs of Lignite Seams. Fuel Bd. 7 S. 227.
— Base exchange and formation of coal. Fuel Bd. 7 S. 230.

Manskopf: Bloßlegung der Sutanüberschiebung in einem Tagesaufschluß bei der Zeche Karl Funke in Heisingen. Glückauf Bd. 64 S. 223.
Müller: Die nutzbaren Gesteinsvorkommen von Osnabrück und Umgegend. Steinindustrie Bd. 23 S. 388.
Paeckelmann: Der geologische Bau des Gebietes zwischen Bredelar, Marsberg und Adorf am Nordostrande des rheinischen Schiefergebirges. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 T. 1. S. 370/412.
— Die Konglomerate des oberen Mitteldevons im Schwarzbachtale bei Ratingen und ihre belgischen Äquivalente. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 80 B. Mber. S. 379.
— Der Scharfenberger Sattel bei Brilon i. W. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 S. 254.
Patteisky u. Folprecht: Die Geologie des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers. Aus: Der Kohlenbergbau des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers. I. Mährisch-Ostrau.
Patteisky u. Perjatel: Beschaffenheit und Ursprung der Faserkohle. Glückauf Bd. 64 S. 1505/1512.
Potonié: Spuren von Wald- und Moorbränden in Vergangenheit und Gegenwart. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 T. 2 S. 1184.
Quiring: Antiklinale Erzmäntel im Siegerlande. Met. u. Erz Bd. 25 H. 21.
— NW-SO-Schub im Koblenzer Pressungsgelenk des Rheinischen Gebirges. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 S. 59.
Reichenbach: Beitrag zur Kenntnis der Kohlen der kolumbianischen Ostkordillere. Mitt. Abt. Gest.-, Erz-, Kohle- u. Salzunters. preuß. geol. Landesanst. H. 6 S. 35.
Riedel: Das Deckgebirgsprofil der Schächte Zollverein II und Barbara. Glückauf Bd. 64 S. 350.
Rittmeister: Eigenschaften und Gefügebestandteile der Ruhrkohlen. Glückauf Bd. 64 S. 589.
Schmöle: Der Baumberger Sandstein und seine Verwitterung. Diss. Münster.
Seelis: Neuere Ansichten über die Zusammenhänge zwischen dem Aufbau der Erde, ihrem Bewegungsmechanismus und gebirgsbildenden Vorgängen. Bergbau Bd. 41 S. 551.
Spackeler: Die sogenannte Druckwelle. Glückauf Bd. 64 S. 873.
Stach: Neuere Untersuchungsverfahren der Kohlenpetrographie: Kohlenstaub-Reliefschliff. Mitt. Abt. Gesteins-, Erz-, Kohle- u. Salz-Unters. H. 4. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.
— Kohlenpetrographisches Praktikum. Sammlung naturwiss. Praktika Bd. 14. Berlin: Gebrüder Borntträger.
— Kolloidstrukturen in der Kohle. Bergtechnik S. 457.
Stach u. Kühlwein: Die mikroskopische Untersuchung feinkörniger Kohlenaufbereitungsprodukte im Kohlenreliefschliff. Glückauf Bd. 64 S. 841.
Stockfisch: Über das Vorkommen von Erdgasen in Deutschland und ihren Gehalt an Helium. Metallbörse Bd. 18 S. 2133 u. 2190.
Stutzer: Über neue deutsche Arbeiten auf dem Gebiete der Kohlengeologie. Braunkohle Bd. 27 S. 127/130.
Šusta: Die Stratigraphie des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers im Lichte der Paläontologie. Aus: Der Kohlenbergbau des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers. I. Mährisch-Ostrau.
Versluys: Over de bodenbewegingen veroorzaakt door den mijnbouw in Limburg. De Ingenieur. Utrecht.
Voogd, de: Gliederung und Fossilführung des tieferen Oberkarbons in der Umgebung von Aachen und den angrenzenden Gebieten von Holland und Belgien. Geol. Bur. Heerlen. Jaarverslag.
Wiester: Die Gahlener Quellen. Gas- u. Wasserfach Bd. 71 S. 102.
Winter: Mikroskopische und chemische Untersuchungen an Streifenkohlen des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 64 S. 653.
Wunstorf u. Gothan: Auffindung der Lingulaschicht aus der westfälischen Gasflammkohlengruppe im Aachener Karbon. Glückauf Bd. 64 S. 54.
Zimmermann II: Alluviale Senkungen am Niederrhein, abgeleitet aus der Verbreitung der Flachmoore. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 49 S. 279.
Zöllner: Der Grünsand von Rüthen. Steinbruch u. Sandgrube Bd. 27 S. 691.

1929.

Andree: Eine altsteinzeitliche Gravierung aus der Balver Höhle in Westfalen. Mannus Bd. 21 S. 65.
— Aufgaben diluvial-prähistorischer Forschung in Westfalen. Nachrichtenbl. dtsch. Vorzeit Bd. 5 S. 124.
— Altsteinzeitliche Funde aus Westfalen. VI. Über Knochengeräte aus dem Moustérien. Mannus Bd. 21 S. 113.
Baldermann: Die Abwässerbehandlung im Emschergebiet. Int. Bergwirtsch. Bergtechn. Bd. 22 S. 337.
Bärtling: Gebirgsdruckwirkungen beim Abbau von Steinkohlenflözen. Glückauf Bd. 65 S. 735.
Berg: Gasexhalationen in Bergwerken. Handschrift.
Bessin: Die Paläogeographie der Unteren Kreide in Norddeutschland. Naturwiss. Bd. 17 S. 883.
Bode: Der Wert der Kohlenpetrographie für die Altersbestimmung der Kohlen. Glückauf Bd. 65 S. 665.
Born: Über Druckschieferung im varistischen Gebirgskörper. Fortschr. Geol. u. Paläont. Bd. 7 H. 22. Berlin: Gebrüder Borntträger.
Breddin: Junge Bodenbewegungen im Niederrheingebiet. Bergbau Bd. 42 S. 545.
— Die Bruchfaltentektonik des Kreidedeckgebirges im nordwestlichen Teil des rheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens. Glückauf Bd. 65 S. 1157.
— Über Flußterrassen, diluviale und alluviale Bodenbewegungen im westlichen Niederrheingebiet. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 50 T. 2 S. 806.
Büchler: Die Bedeutung des Phosphorgehaltes für die Erklärung der Fusitbildung. Glückauf Bd. 65 S. 161.
Ende: Die Bildung von Schlechten und Drucklagen in Steinkohlenflözen. Glückauf Bd. 65 S. 1653.
Evans, Slater u. Wheeler: On Vitrain. Fuel Bd. 8 S. 38.

FISCHER: Über Genese und zukünftige Abbaumöglichkeit der mitteldevonischen Roteisenerze der Gegend von Brilon. Arch. Lagerst.-Forschg. H. 43.
— Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle. Bd. 8. Berlin: Gebrüder Bornträger. Arb. K.-W.-Inst. Mülheim (Ruhr).
FÖRDERREUTHER: Das Wasserversorgungswesen im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Gesundh.-Ing. Bd. 52 S. 441/443.
FUCHS: Die Wasserwirtschaft der Zechen im Ruhrkohlengebiet. Techn. Bl. Düsseld. Bd. 19 S. 109.
FUNKE: Schlechten, Querlösen und durchgehende Risse im Kohlengebirge des Ruhrbeckens. Bergbau Bd. 42 S. 435.
GOTHAN: Paläobotanik und Ruhrkarbon. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 81 S. 148.
— Die Steinkohlenflora der westlichen paralischen Karbonreviere Deutschlands. Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. (Hrsg. preuß. geol. Landesanst.) Bd. 1 H. 1.
— Besonderheiten in der Verbreitung der Steinkohlenpflanzen, besonders von Mitteleuropa. Kohle u. Erz Bd. 26 Sp. 315.
— u. BRUNE: Vorkommen eigentümlicher Dolomitknollen am Hangenden des Flözes Katharina. Glückauf Bd. 65 S. 1350.
— u. FRANKE: Der westfälisch-rheinische Steinkohlenwald und seine Kohlen. Wiss. Heimatbücher westf.-rhein. Industriebez. II. Dortmund: Ruhfus.
HAHNE: Neue Funde in den Stolberger Schichten der Indemulde bei Aachen und ihre stratigraphische Bedeutung. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen S. 17.
— Stratigraphisch-faunistische Untersuchungen im Flözleeren der Gegend von Hagen, Hohenlimburg, Hörde, Iserlohn und Menden. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 81 S. 313/338.
HEINE: Die Inoceramen des mittelwestfälischen Emschers und unteren Untersenons. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 120.
HEISE: Das Verhalten von Tonschichten in Gefrierschächten. Bergbau Bd. 42 S. 603.
HOFFMANN: Das Glanzkohlenmikrogefüge. Glückauf Bd. 65 S. 474.
IMEYER: Der Piesberg. Jber. Naturwiss. Ver. Osnabrück II S. 143.
JONGMANS: Het Waterval-niveau (boven Steinknipp) in Zuid-Limburg. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen S. 83/86.
JURASKY: Neue Untersuchungen und Gedanken zur Entstehung fossiler Holzkohle. Schrift. a. d. Geb. der Brennst.-Geol. H. 2, Fusit. S. 23. Stuttgart: Ferdinand Enke.
KALB u. KOCH: Die Kristalltracht der Zinkblende in minerogenetischer Betrachtung. Zbl. Mineral., Geol., Palaeont. Bd. 30 A. S. 353.
KAMPERS: Über Entwicklung und Aufbau des rheinisch-westfälischen und des oberschlesischen Grubengebäudes (vergleichende Gegenüberstellung). Kohle u. Erz Bd. 26 Sp. 439.
KEGEL: Die Bodensenkungen infolge der Einwirkung des Abbaus besonders von Steinkohlenflözen. Glückauf Bd. 65 S. 845.
KELLER: Paläogeographische Untersuchung des Finefrau-Horizontes bei Essen. Glückauf Bd. 65 S. 1541.
— Stratigraphisch-fazielle Untersuchungen in der Magerkohle der Gegend von Essen und Witten. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 86 S. 1/64.
KIFFE: Der Ibbenbürener Steinkohlenbergbau vom Jahre 1813 bis zur Gegenwart. Diss. Münster.
KÜHLWEIN: Aufbereitung und Verkokung feinkörniger Kohle unter Berücksichtigung kohlenpetrographischer Erkenntnisse. Glückauf Bd. 65 S. 321, 363, 395.
LANGE: Zur Kenntnis des Oberdevons am Enkeberg und bei Balve (Sauerland). Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 132.
LANGE: Die praktische Bedeutung und der technische Wert der Faserkohle. Schrift. a. d. Geb. d. Brennst.-Geol. H. 2, Fusit. S. 55. Stuttgart: Ferdinand Enke.
LIESKE: Untersuchungen zur Theorie der Entstehung der Faserkohle. Brennstoff-Chem. Bd. 10 S. 185 u. 422.
LÖSCHER: Die Tektonik des Kreidedeckgebirges im rheinisch-westfälischen Kohlenbezirk. Bergbau Bd. 42 S. 529.
MEUSS: Die geschichtliche Entwicklung des Steinkohlenbergbaus in der heutigen Provinz Westfalen bis zum Jahre 1865. Kohle u. Erz Bd. 26 Sp. 141 u. 233.
NIEMCZYK: Die Ostrauer Schichten in der Gleiwitzer Sattelzone. Diss. Univ.-Verl. R. Noske, Borna-Leipzig.
OBERSTE-BRINK: Ausbildung und entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der Untern Fettkohlenschichten des Ruhrkarbons. Glückauf Bd. 65 S. 1057.
— Das Wesen des Bewegungsvorganges bei Bodensenkungen infolge von Einwirkungen des Bergbaus. Glückauf Bd. 65 S. 121/131.
PATTEISKY: Die Stellung der Ostrauer Schichten im Vergleich mit den westlichen Becken. Glückauf Bd. 65 S. 207.
— Die Hilfsmittel zur Identifizierung von Steinkohlenflözen. Int. Bergwirtsch. Bergtechn. Bd. 22 S. 367.
PLASCHE: Kritische Betrachtungen zur Frage der Autochthonie oder Allochthonie der Kohlen. Int. Bergwirtsch. Bergtechn. Bd. 22 S. 1.
POTONIÉ: Die Entstehung der holzkohlenartigen Bildungen der Kohlenflöze. Kohle u. Erz Bd. 26 Sp. 1.
QUIRING: Neue Beiträge zur Geologie des Siegerlandes und Westerwaldes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 50 T. 2 S. 505.
QUIX: Ein Eiszeitprofil aus dem Ruhrgebiet (Gletscherpressungen auf Karbongebirge und mitteloligozänem Septarienton). Natur u. Kultur Bd. 26 S. 296.

Rauschenbusch: Neue Erfahrungen über Natur und Gewinnbarkeit des Edergoldes auf seiner Mutterlagerstätte am Waldecker Eisenberg. Z. prakt. Geol. Bd. 37 S. 145.
Schleier: Ein Beitrag zur Kenntnis des rheinisch-westfälischen Diluviums. Mitt. Markscheidewes. Bd. 40 S. 117.
Schmidt: Tierische Leitfossilien des Karbons. In: Leitfossilien, 6. Lief. Hrsg. G. Gürich, Berlin.
Spackeler: Der Nutzdruck als Abbaufolge. Glückauf Bd. 65 S. 461.
Stach: Die Zeichnung geologischer und bergbaulicher Raumbilder. Glückauf Bd. 65 S. 613.
— Die Entstehung eines Steinkohlenflözes. Int. Bergwirtsch. Bergtechn. Bd. 22 S. 203.
— Steinkohlentagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Bochum. Glückauf Bd. 65 S. 829.
Steeger: Die Flußterrassen- und Endmoränenlandschaft zwischen Krefeld, Mörs und Geldern. Die Natur am Niederrhein, Krefeld.
Stille: Die subvariscische Vortiefe. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 81 S. 339/394.
Stutzer: Fusit. Vorkommen, Entstehung und praktische Bedeutung der Faserkohle. Schrift. a. d. Geb. d. Brennstoffgeol. H. 2. Stuttgart: Ferdinand Enke.
Udluft: Die Genesis der flächenhaft verbreiteten Dolomite des mitteldevonischen Massenkalkes, insbesondere des Schwelmer Kalkes der Gegend von Elberfeld-Barmen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 50 T. 1 S. 396.
— Die petrographischen Grundlagen für die Verwitterbarkeit der im Hoch- und Tiefbau verwandten Sandsteine Nordwestdeutschlands. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 50 T. 1 S. 437.
Voigt: Die Lithogenese der Flach- und Tiefwassersedimente des jüngeren Oberkreidemeeres. Jb. Hallesch. Verb. Bd. 8 N. F. Lief. II.
Voogd, de: Kongreß zur Förderung der stratigraphischen Untersuchung des Karbons. Int. Bergwirtsch. Bergtechn. Bd. 22 S. 155/161.
Weissner: Der Nachweis jüngster tektonischer Bodenbewegungen in Rheinland und Westfalen. Diss. Köln. Essen: Haarfeld.
Winter: Chemische und petrographische Untersuchungen des Finefrau-Horizontes bei Essen. Glückauf Bd. 65 S. 1548.
— Die Harzeinschlüsse der Kohlen. Glückauf Bd. 65 S. 1405.
Wunstorf: Zur Tektonik der Aachener Steinkohlenbezirke. S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 4 S. 105.

1930.

Andree: Der Eiszeitmensch im Hönnetal. Balve, S. 81.
Bentz: Tertiär und Diluvium im westfälisch-holländischen Grenzgebiet. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 82 S. 291.
Beyenburg: Terrassen und Terrassenablagerungen der Lippe zwischen Hamm und Lünen in Westfalen. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 34/35 C. S. 87.
Blanck: Handbuch der Bodenlehre. Bd. 1—10. Berlin: Julius Springer.
Blümel: Statische und dynamische Betrachtungsweise im Bergbau. Glückauf Bd. 66 S. 581.
Bode: Altes und Neues zur Lignintheorie. Brennstoff-Chem. Bd. 11 S. 81.
— Die Fusitbildung vom Standpunkt der Waldbrandtheorie. Glückauf Bd. 66 S. 223.
— Lignintheorie und Entstehung der Kohle. Kohle u. Erz Bd. 27 Sp. 652.
Breddin: Eine neue Deutung der geologischen Verhältnisse des Braunkohlengebietes der Ville bei Köln. Braunkohle Bd. 29 S. 897.
— Das Braunkohlentertiär am Ost- und Südrande der Kölner Bucht. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 34/35 C. S. 23.
Brune: Einlagerungen fremder Gesteine in Steinkohlenflözen unter besonderer Berücksichtigung der Ausfüllung von Erosionshohlräumen. Glückauf Bd. 66 S. 1157.
— Über die Aufdeckung eines alluvialen Moores im Malbachtal zu Dortmund-Derne. Brennstoff-Chem. Bd. 11 S. 349.
— Beitrag zur Geologie des produktiven Karbons der Bochumer Mulde zwischen Dortmund und Kamen. Arch. Lagerst.-Forschg. H. 44.
Bubnoff, v.: Geologie von Europa II, 1. In: Krenkel, Geologie der Erde. Berlin: Gebrüder Borntträger.
Cloos: Zur experimentellen Tektonik. Geol. Rdsch. Bd. 21 S. 353/367.
Drumm: Vorkommen und Entstehung der Flözverdrückungen und ihre Bedeutung für die markscheiderische Aufnahme. Mitt. Markscheidewes. Bd. 41 S. 147.
Fiege: Über die Inoceramen des Oberturon. Paläontographica Bd. 73 S. 31. Stuttgart: E. Schweizerbart.
Franke: Die Flora des Namurischen zwischen Menden und Marsberg. Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. Bd. 2 H. 1 S. 75. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.
Fuchs: Über die Entstehung der Kohlen nach dem gegenwärtigen Stand der chemischen Forschung. Brennstoff-Chem. Bd. 11 S. 106.
Funcke: Kohle, Sargdeckel, wilder Stein und Fremdgesteine. Bergbau Bd. 43 S. 215.
Gillitzer: Der Gebirgsdruck beim Mansfeldbergbau. Int. Bergwirtsch. Bergtechn. S. 271.
Gonell: Formenkunde des Industriestaubes mit besonderer Berücksichtigung des Kohlenstaubes. Z. VDI Bd. 74 S. 916. Berlin.
Gothan: Schlagwetter und Kohle. Kohle u. Erz Bd. 27 Sp. 703.
Gothan u. Gropp: Neue Beobachtungen über die paläobotanischen Beziehungen der obersten Ostrauer Schichten zu den Sattelflözschichten Oberschlesiens. Z. oberschles. berg- u. hüttenm. Ver. Bd. 69 H. 1.

Gropp: Zur vergleichenden Stratigraphie des oberschlesischen Karbons. S.-B. preuß. geol. Landesanst. Bd. 5 S. 55.
Grosjean: Découverte du niveau marin de Petit-Buisson dans le bassin houiller de la Campine belge. Bull. soc. belge géol., pal. hydr. Bd. 41 S. 192. Bruxelles.
Haarmann: Die Oszillationstheorie. Stuttgart: Ferdinand Enke.
Hahne: Die Stratigraphie der Walhorner und Stolberger Schichten des Indegebietes bei Aachen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 51 T. 2 S. 759.
— Die Grenze Unter/Oberkarbon im Indegebiet bei Aachen. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 31 B. S. 449.
Heise: Neue Versuche über das Verhalten von Tonschichten in Gefrierschächten. Bergbau Bd. 43 S. 693.
Heise-Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde. Bd. 1, 6. Aufl. Berlin: Julius Springer.
Helfferich: Eine neue Lingulaschicht in der untern Fettkohlengruppe des Ruhrkarbons. Glückauf Bd. 66 S. 708.
Hentschel: Die chemische Reinigung der Wasserhaltungsrohre der Zeche Sachsen bei Heesen. Bergbau Bd. 43 S. 6.
Hock u. Fischer: Eine neue Methode zur mikroskopischen Kohlenuntersuchung im Anschliff. Braunkohle Bd. 29 S. 1057.
Hock u. Kühlwein: Gefügezusammensetzung, Inkohlung und Verkokbarkeit der Steinkohle. I. Glückauf Bd. 66 S. 389.
Hoffmann: Die petrographischen Kohlebestandteile und ihre aufbereitungstechnische Trennung. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 51 T. 1 S. 253 und Glückauf Bd. 66 S. 529.
Hoffmann u. Kirchberg: Harzvorkommen in der Ruhrkohle. Brennstoff-Chem. Bd. 11 S. 389.
Jurasky: Die Palmenreste der niederrheinischen Braunkohle. Braunkohle Bd. 29 S. 1117.
Kindermann: Die Bedeutung von Setzrissen für die Pflege des Hangenden. Bergbau Bd. 43 S. 694.
Kögler: Vorschläge für die Messung des Gebirgsdruckes. Glückauf Bd. 66 S. 1039.
Kohl: Neuere Untersuchungen von Weißeisenerzlagerstätten im Bourtanger Moor westlich von Meppen. Glückauf Bd. 66 S. 338.
Kottmann: Flöz Sonnenschein im Ruhrkohlenbecken. Eine bergtechnische Flözmonographie des Flözes Sonnenschein im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. Diss. Techn. Hochsch. Aachen.
Kräusel u. Weyland: Die Flora des deutschen Unterdevons. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 131.
Kühne: Die Fauna des deutschen Unterkarbons. I. Die Gastropoden. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 122.
Kyrieleis-Sichardt: Grundwasserabsenkungen bei Fundierungsarbeiten. Berlin: Julius Springer.
Leggewie u. Jongmans: Über das Auftreten von Mineralien im Karbon von Süd-Limburg. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen. S. 14.
Lehmann: Harzvorkommen in westfälischen Steinkohlenflözen. Glückauf Bd. 66 S. 1367.
— u. Stach: Die praktische Bedeutung der Ruhrkohlenpetrographie. Glückauf Bd. 66 S. 289.
Leinau: Die geologischen Schwierigkeiten des rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaus. Dortmunder Ztg. vom 20. 1. 1930.
Lieske: Bemerkungen zur Lignintheorie vom Standpunkt der Biologie. Brennstoff-Chem. Bd. 11 S. 86.
— Die Entstehung der Kohlen nach dem gegenwärtigen Stande der biologischen Forschung. Brennstoff-Chem. Bd. 11 S. 101.
Mainka: Erdbeben, Gebirgsschläge, künstliche Erschütterungen. Die Provinz Oberschlesien.
Meuss: Die geschichtliche Entwicklung des Steinkohlenbergbaus in der heutigen Provinz Westfalen bis zum Jahre 1865. Kohle u. Erz Bd. 27 Sp. 99, 203 u. 501.
Müller: Vorschläge zur Bekämpfung von Wassereinbrüchen im Bergbau. Techn. Bl. Düsseld. Bd. 20 S. 483.
— Untersuchungen an Karbongesteinen zur Klärung von Gebirgsdruckfragen. Glückauf Bd. 66 S. 1601.
Nehm: Bewegungsvorgänge bei der Aufrichtung des rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 66 S. 789/797.
Niemeier: Die landschaftliche Gliederung des nordwestfälisch-lippeschen Berglandes. Peterm. Geogr. Mitt. Bd. 76 S. 281.
Oberste-Brink: Die Darstellung der Tektonik im Grubenbild. Mitt. Markscheidewes. Bd. 44 S. 142.
— u. Bärtling: Gliederung des produktiven Karbons und einheitliche Flözbenennung im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 82 S. 321/347.
— — Die Gliederung des Karbonprofils und die einheitliche Flözbenennung im Ruhrkohlenbecken. Glückauf Bd. 66 S. 889 u. 921.
Paeckelmann: Über Beziehungen zwischen Fazies und Tektonik im Devon des Sauerlandes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 82 S. 590.
— Über den Nachweis der Wocklumeria-Zone im Oberdevon des Bergischen Landes. Ber. geol. Ver. Bonn Bd. 24/25 S. 94.
— Die Fauna des deutschen Unterkarbons I. Die Brachiopoden I. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 122.
— Das Kupfererzvorkommen von Stadtberge in Westfalen. Glückauf Bd. 66 S. 1057.
Poelmann: Geologische Streifzüge durch Westfalen. I. Das nördliche Westfalen. II. Das südliche und östliche Westfalen. Münster i. W.: Aschendorffsche Verlagsbuchh.
Pruvost: La faune continentale du terrain houiller de la Belgique. Mémoires du Mus. Royal d'histoire naturelle de Belg. Bd. 44 S. 104. Brüssel.
Quiring: Die Möglichkeit einer Wiederaufnahme des Kobalterzbergbaus im Siegerlande. Glückauf Bd. 66 S. 149.

Renier: La stratigraphie du terrain houiller de la Belgique. Mém. Mus. Royal Hist. Nat. Belg. Bd. 44. Brüssel.
Riedel: Zur Stratigraphie und Faziesbildung im Oberemscher und Untersenon am Südrande des Beckens von Münster. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 51 T. 2 S. 605.
Rossum, van: Faltungserscheinungen als Folge des Bergbaus. Bergbau Bd. 43 S. 121.
Ruff: Die Ursachen von Gasausbrüchen in Steinkohlengruben. Z. angew. Chem. Bd. 43 S. 1038.
— Die chemischen und physikalischen Vorgänge bei Kohlensäureausbrüchen. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. S.B. 22.
Schaberg: Untersuchung über den Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit auf die Druckausnutzung bei der Kohlengewinnung in der Magerkohlengruppe des rheinisch-westfälischen Steinkohlenreviers. Bergbau Bd. 43 S. 517.
Schleier: Gesteinsklüfte und Schlechten im westlichen Teil der Essener Mulde und des Gelsenkirchener Sattels, ihre Beziehung zur Faltung und zu den Verwerfungen. Mitt. Markscheidewes. Bd. 41 S. 54.
Schmid: Das Abteufen des Schachtes Auguste Victoria 4. Glückauf Bd. 66 S. 597.
Schmidt: Die Fauna des deutschen Unterkarbons. I. Teil. Die Echinodermen. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 122.
Scholtz: Das varistische Bewegungsbild. Fortschr. Geol. u. Paläont. Bd. 8. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Schönmüller: Die Gefügebestandteile des Flözes Sonnenschein und ihre Verkokbarkeit. Glückauf Bd. 66 S. 1125.
Schulte: Die Einführung der Gauss-Krügerschen Koordinaten in das Vermessungs- und Kartenwesen unter besonderer Berücksichtigung des rheinisch-westfälischen Industriebezirks. Mitt. Markscheidewes. Bd. 41 S. 85.
Seidl: Bruch- und Fließformen der technischen Mechanik und ihre Anwendung auf Geologie und Bergbau. I.—VI. Verlag VDI. Berlin 1930/31.
Spackeler: Druckwirkungen im Liegenden. Glückauf Bd. 66 S. 757.
— Die Kenntnisse von Gebirgsdruck und Abbauwirkung heute und einst. Kohle u. Erz Bd. 27 Sp. 575.
Stach: Mattkohlengehalt und Inkohlungsgrad der Ruhrkohlenflöze. Glückauf Bd. 66 S. 1465.
— Die petrographische Kohlenanalyse. Int. Bergwirtsch. Bergtechn. S. 255.
— Die Eisrandbildung an der Porta Westfalica. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 51 T. 1 S. 174.
Stadnikoff: Entstehung von Kohle und Erdöl. Schrift. a. d. Geb. d. Brennstoffgeol. H. 5 u. 6. Stuttgart.
Staesche: Über Zechstein und unteren Buntsandstein am Nordostrande des Rheinischen Schiefergebirges. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 51 T. 1 S. 290.
Steinmann: Zur Kenntnis der Schieferung am Nordrande des Rheinischen Gebirges. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 34/35 C. S. 59/74.
Stutzer: Absinken, Sedimentation und Faltung — gleichzeitige Vorgänge in manchen Erdölgebieten. Geol. Rdsch. Bd. 21 S. 141.
Tesch: Het voorkomen van bitumina in het Nederlandsch-Westfaalsche Grenzgebiet. Versl. Geol. Sec. Geol. Mijnbouwk. Genootsch. v. Ned. e. Kol. 3 Tl. H. 8 S. 235.
Thiele: Abbaudruck und Druckschlechten. Glückauf Bd. 66 S. 1552.
Wehrli: Die Süßwasserfauna des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 66 S. 668.
Weil: Helium in deutschen Erdgasen. Petroleum Bd. 25 S. 89.
Winter: Die Kohlenwasserstoffe der Grubenwetter. Bergbau Bd. 43 S. 185.
Witteborg: Die Paragenesis der Mineralien im Elberfelder Devon-Kalkstein. Inaug.-Diss. Köln.
Yang: Beitrag zu dem Studium der Mikrostruktur der Cannelkohlen, insbesondere deutscher Herkunft. Bull. Geol. Soc. China Bd. 9 (Peking) S. 135.

1931.

Aldinger: Über karbonische Fische aus Westfalen. Paläont. Z. Bd. 13 S. 186. Berlin.
Andree: Die wichtigsten Ergebnisse neuerer Höhlenforschungen in Westfalen. Forsch. u. Fortschr. S. 93.
Barsch: Ergebnisse der Schweremessungen bei Dorsten (Westfalen). S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 6 S. 119.
Becker: Die Abhängigkeit der Gewinnbarkeit der Kohle von tektonischen Einflüssen. Glückauf Bd. 67 S. 117/126.
Bentz: Die geologischen Grundlagen der norddeutschen Erdölvorkommen. Petroleum Bd. 27 S. 259.
Beyenburg: Eine Erosionserscheinung im Oberen Turon Westfalens. S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 6 S. 3.
Bode: Beziehungen zwischen Bogheadkohle, Kennelkohle, Pseudokennelkohle und Brandschiefer. Glückauf Bd. 67 S. 1245.
Börger: Zusammenhang zwischen der geothermischen Tiefenstufe und der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine. Glückauf Bd. 67 S. 545.
Böttcher: Die Gleitflächen im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge und ihre Beziehung zur Faltungsstärke der tieferen Schichten. Glückauf Bd. 67 S. 1165.
Breddin: Zur Geologie des Braunkohlengebietes der Ville bei Köln. Braunkohle Bd. 30 H. 14 S. 271.
— Die Gliederung des tertiären Deckgebirges im niederrheinischen Bergbaugebiet. Glückauf Bd. 67 S. 249.
— Die Entstehung der Bruchtektonik im rheinisch-westfälischen Industriebezirk. Bergbau Bd. 44 S. 295.
— „Mitteloligozäner Septarienton" und „oberoligozäner Meeressand" als altersgleiche Ablagerungen im Niederrheingebiet. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 32 B. S. 116.

Breddin: Flußterrassen und Lösse am Niederrhein. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 83 S. 659.
Bubnoff, v.: Die westfälische Sedimentation und die asturische Phase in der innersudetischen Mulde. Fortschr. Geol. u. Paläont. Bd. 9 S. 407/497.
Demann: Erfahrungen mit der petrographischen Kohlenuntersuchung im Betrieb. Glückauf Bd. 67 S. 1128.
Edelman: Over bloedverwantschap van sedimenten in verband met het sware mineralen-onderzoek. Geol. Mijnbouw Nr. 10.
Edinger: Über jungdiluviale Säugetiere aus dem Emschergebiet. Paläont. Z. Bd. 13 S. 119. Berlin.
— Diluviale *Ovibos* von Mülheim-Ruhr. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 32 B S. 136.
Fischer u. Peters: Über die elektrische Bildung von Kohlenwasserstoffen aus Wassergas. Brennstoff-Chem. Bd. 12 S. 268.
Fliegel: Der Flözgraben der Ville. Braunkohle Bd. 30 H. 2 S. 21.
— Zur Geologie des Braunkohlengebietes der Ville bei Köln. Braunkohle Bd. 30 H. 14 S. 271.
Fritzsche: Gebirgs- und Gasentspannung im Steinkohlenbergbau. Glückauf Bd. 67 S. 369.
Fuchs: Die Chemie der Kohle. Berlin: Julius Springer.
Fuchs: Lagerungsform und Alter der sauerländisch-bergischen Diabasgänge. S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 6 S. 137.
Gäbert: Bergschäden, ihre Entstehung und Beurteilung. Jb. Hallesch. Verb. N. F. 10 S. 5.
Gaertner: Die Entspannung des Gebirges und der Gase durch den Bergbau. Glückauf Bd. 67 S. 149.
Gothan: Die Frage des Steinkohlengebirges zwischen dem Ruhr- und dem oberschlesischen Bezirk. Bergbau Bd. 44 S. 432.
— Die Steinkohlenflora der westlichen paralischen Karbonreviere Deutschlands. Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. Bd. 1 H. 2. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.
— Der Wert der karbonischen und permischen Flora als Leitfossilien. Paläont. Z. Bd. 13 S. 298. Berlin.
— u. Oberste-Brink: Vorkommen von Dolomitkonkretionen im Flöz Robert der Zeche Minister Stein. Glückauf Bd. 67 S. 804.
Grupe: Über Wurzelböden im Wealdensandstein der Bückeberge und ihre Bedeutung für den Rhythmus dynamischer Vorgänge. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 83 S. 224.
Herbig u. Jüngst: Bergwirtschaftliches Handbuch. Berlin: Hobbing.
Hock: Kohlenpetrographische Erfahrungen und Befunde des kohlenchemischen Instituts der Bergakademie Clausthal. Glückauf Bd. 67 S. 1126.
— u. Kühlwein: Gefügezusammensetzung, Inkohlung und Verkokbarkeit der Steinkohle II. Glückauf Bd. 67 S. 1189.
Hoffmann: Der Ausgleich der Gebirgsspannungen in einem streichenden Strebbau, nachgewiesen durch markscheiderische und statistische Messungen. Diss. Techn. Hochschule Aachen.
Hoffmann u. Stach: Die Mattkohlengrundmasse. Glückauf Bd. 67 S. 1111.
Imhoff: Die Stauseen im Ruhrtale. Wasserkr. u. Wasserwirtsch. H. 8; 7 Bl. München: Hirth.
Jongmans u. Koopmans: Petrographie der niederländischen Kohlenflöze. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen S. 21/34.
— u. Waterschoot van der Gracht: Einige vorläufige Betrachtungen über Ursache und Bedeutung des im November 1932 in den Niederlanden beobachteten Erdbebens. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen. S. 51/54.
Kalb u. Loch: Die Kristalltracht des Baryts in minerogenetischer Betrachtung. Z. Kristallogr. Bd. 78 S. 169.
Keller: Über die Pflanzenhorizonte Sarnsbank I und Finefrau im Essener Gebiet. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 52 S. 425.
— Beobachtungen über Ablagerung und Faltung im Ruhroberkarbon. Glückauf Bd. 67 S. 423.
— *Paläodictyopteron* aus den Magerkohlenschichten (namurische Stufe) Westfalens. Glückauf Bd. 67 S. 1155/1156.
Kobuschock: Über die Arten, Entstehung und Bedeutung der Rißbildung in oberschlesischen Steinkohlenflözen. Z. d. oberschles. Ver. Katowice, S. 458.
Krüpe: Der Einfluß natürlicher mechanischer Beanspruchung und der Beschaffenheit des Urtorfs auf den Gehalt an flüchtigen Bestandteilen im Flöz Katharina im gesamten Ruhrgebiet. Diss. Berlin.
Kühlwein: Grundsätzliche Schwierigkeiten bei der quantitativen kohlenpetrographischen Analyse. Glückauf Bd. 67 S. 1124.
Kühn: Spannungszustand und Bruchgefahr im ungestörten Gebirge. Glückauf Bd. 67 S. 1033.
— Betrachtungen über die Gebirgsdruckfrage. Glückauf Bd. 67 S. 1477.
Lehmann u. Hoffmann: Kohlenaufbereitung nach petrographischen Gesichtspunkten. Glückauf Bd. 67 S. 1/14.
— — Der Einfluß der Faserkohle bei der Steinkohlenbrikettierung. Glückauf Bd. 67 S. 794/798.
Lieske: Neue Untersuchungen zur Frage der Düngewirkung der Kohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 12 S. 426.
Müller: Experimentelle Gebirgsdruckforschungen. Kohle u. Erz Bd. 28 Sp. 539.
Paeckelmann: Die Rumpffläche des nordöstlichen Sauerlandes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 52 S. 472.
— Die Brachiopoden, 2. Teil. Die Fauna des deutschen Unterkarbons II. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 136.
Philipp: Das ONO-System in Deutschland und seine Stellung innerhalb des saxonischen Bewegungsbildes. Abh. Heidelb. Akad. d. Wissensch. Math.-naturwiss. Klasse 17. Berlin u. Leipzig.
Picard u. Gothan: Die wissenschaftlichen Ergebnisse der staatlichen Tiefbohrungen bei Dobrilugk N.-L. Jb. Hall. Verband N. F. Bd. 10. Halle a. S.

Potonié: Die mikrobotanische Untersuchung der Kohlen-Pollenformen. S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 6 S. 15/16.
Quiring: Verbreitung und Entstehungszeit der Eisenglanzgänge im Rheinischen Schiefergebirge. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 79. S.-B. 176.
Riedel: Über das Auftreten der Seeigel im Oberturon des Beckens von Münster. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 83 S. 190.
Ruff: Die Ursache von Gasausbrüchen in Steinkohlengruben. Kohle u. Erz Bd. 28 Sp. 49.
Schleier: Gesteinsklüfte und Schlechten im westlichen Teil der Essener Mulde und des Gelsenkirchener Sattels, ihre Beziehung zur Faltung und zu den Verwerfungen. Mitt. Markscheidewes. Bd. 42/43 S. 54.
Schmidt: Gasausbrüche im östlichen Teile des westfälischen Karbons. Glückauf Bd. 67 S. 1525.
Scholtz: Über das Alter der Schieferung und ihr Verhältnis zur Faltung (nach Spezialbeobachtungen im Bereich der Nuttlarer Dachschiefer). Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 52 S. 303.
Schroers: Der Einfluß des geologisch-tektonischen Aufbaues des Ruhrsteinkohlengebirges auf die Bergwerksbetriebe. Diss. Köln.
Seidl: Die Bedeutung technischer Bruchformen für den Steinkohlenbergbau. Z. VDI Bd. 75 T. I S. 373.
Siebe: Was ist Gebirgsschlag? Kohle u. Erz Bd. 28 Sp. 575.
Sieverts: *Cyathidium depressum* n. sp. aus dem oberen Cenoman Rheinland-Westfalens. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 52 S. 159.
Spackeler: Der heutige Stand der Gebirgsdruckfragen. Bergbau Bd. 44 S. 401.
— , Bracht u. Marx: Untersuchungen über Gebirgsschläge. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 79 S. B. 195.
Stach: Petrographische Zusammensetzung der Kohle und ihre technisch-wirtschaftliche Bedeutung. Herbig-Jüngst: Bergwirtschaftliches Handbuch S. 345/357.
— u. Hoffmann: Bogheadflöz in der Gasflammkohlengruppe des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 67 S. 362.
— u. Zerndt: Die Sporen in den Flamm-, Gasflamm- und Gaskohlen des Ruhrkarbons. Glückauf Bd. 67 S. 1118.
Stadnikoff: Die Chemie der Kohlen. Stuttgart: Ferdinand Enke.
Stoller: Neuaufschlüsse im nordwestdeutschen Erdölgebiet. Petroleum Bd. 27 S. 183.
Udluft: Älteste Diluvialschotter im nördlichen Ruhrgebiet. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 52 S. 441.
— Über die bisherigen Ergebnisse der Bodenuntersuchungen auf devonischen und karbonischen Schiefern und Grauwacken im östlichen Sauerland. S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 6 S. 1/2.
Wegner: Das Albertitvorkommen von Bentheim. Glückauf Bd. 67 S. 393.
Wehrli: Die Fauna der westfälischen Stufen A und B der Bochumer Mulde zwischen Dortmund und Kamen (Westfalen). Paläontographica Bd. 74 S. 93. Stuttgart: E. Schweizerbart.
— Ein Fund von *Anthrapalaemon grossarti* Salter im Karbon des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 67 S. 1438.
Weissner: Lehren der technischen Mechanik für den Bergbau. Glückauf Bd. 67 S. 931.
Werner: Zur Geologie der norddeutschen Erdöllagerstätten. Jb. Hallesch. Verb. Bd. 10 N. F. S. 104.
Winter: Die frühzeitige Erkennung der Selbstentzündung von Steinkohlenflözen. Glückauf Bd. 67 S. 401.
— Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Steinkohlenpetrographie. Glückauf Bd. 67 S. 1105.
— u. Mönnig: Die Aschenschmelzpunkte der Kohle des Flözes Sonnenschein und ihrer Gefügebestandteile. Glückauf Bd. 67 S. 156.
Winterhalter: Petrographische Untersuchung der karbonischen Sandsteine des holländischen Kohlengebietes. Jaarverslag Geol. Bur. Heerlen S. 11/20.
Wirth: Eine neue marine Fauna aus den Ostrauer Schichten Oberschlesiens. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Abt. B.
Zerndt: Megasporen als Leitfossilien des produktiven Karbons. Bull. Acad. Polon. Cracovie. Sér. A.

1932.

Ahrens: Der Vulkanismus im Palaeozoikum des östlichen Sauerlandes. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 62.
Bärtling: Das niederrheinische Erdbeben im November 1932. S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 7 S. 10.
Beyenburg: Oberemscher und Untersenon in der Umgebung von Hamm (Westf.). Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S. 339/343.
— Die Herkunft der Gerölle in den Osnabrücker Karbonkonglomeraten. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S. 526.
Bode: Neue Theorien der Kohlenbildung. Schlägel u. Eisen, Brüx S. 153ff.
— Gewebeformänderungen bei Fusit und Holzkohle. Braunkohle S. 235.
— Faulschlammbildungen im Karbon. Glückauf Bd. 68 S. 395.
— Boghead-, Cannel- und Pseudocannelkohlen aus dem westfälischen Karbon. Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. Bd. 2 S. 133. Hrsg. von der preuß. geol. Landesanst.
Breddin: Neues zur Geologie der niederrheinischen Braunkohle. Techn. Bl. Düsseld. Bd. 22 S. 198.
— Über die Gliederung und Altersstellung des niederrheinischen Braunkohlentertiärs. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 84 S. 257/279.
— Die Feuersteingerölle im niederrheinischen Tertiär, ein Beweis für die paralische Entstehung der Braunkohlenflöze. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 33 B S. 395.
— Eine neue Deutung der geologischen Verhältnisse des Siegerlandes. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 124.

Brinkhaus: Grundwasser im klüftigen Emschermergel. Gas- u. Wasserfach Bd. 75 S. 511.
Broche u. Schmitz: Beitrag zur Frage des Backens und Blähens der Steinkohle: Die Bitumina der Gefügebestandteile Glanzkohle und Mattkohle. Brennstoff-Chem. Bd. 13 S. 81.
Brune: Paläogeographische Konglomeratstudien im Ruhrkarbon. Glückauf Bd. 68 S. 389/393.
Bubnoff, v.: Das Nebengestein der Kohle. Glückauf Bd. 68 S. 232.
— Zur Zonengliederung des variscischen Gebirges. Geol. Rdsch. Bd. 23 S. 289/300.
— Untersuchungen über Schlagwetter im Donezbecken und ihre Bedeutung für die Theorie der Gasausbrüche. Glückauf Bd. 68 S. 1205.
Fiege: Stratonomische Betrachtungen im Flözleeren Westfalens. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 51/61.
Fischer, Peters u. Warnecke: Über die in den Kohlen eingeschlossenen Gase. Brennstoff-Chem. Bd. 13 S. 209.
Fliegel: Das alte Gebirge im Untergrund der Niederrheinischen Bucht. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S. 397.
Francis: The Application of the Results of Post-War Research on Coal to Commercial Problems. Fuel Bd. 11 S. 171.
Fuchs: Über die Aachener Kreidekohlen. Gas- u. Wasserfach Bd. 75 S. 117.
Gluud: International Handbook of the By-Product Coke Industry. Halle a. S.: Wilhelm Knapp.
Gothan: Palaeobotanisch-stratigraphische Arbeiten im Westen des Ruhrreviers (mit Ausblicken auf die Nachbarreviere). Arb. Inst. Palaeobot. u. Petrogr. (Hrsg. preuß. geol. Landesanst.) Bd. 2 S. 165.
— u. Benade: Vorkommen von dolomitischen Sphärolithen in der Steinkohle des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 68 S. 1134.
Haarmann: Über Beobachtung und Darstellung der Bewegungen an Verwerfungen. Jb. Hallesch. Verb. Bd. 11 N. F. S. 237.
Hahne: Neue Leithorizonte in den Binnenwerken (Fettkohlenschichten) der Grube Eschweiler Reserve (Indegebiet) bei Aachen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 84 S. 619.
— Neue geologische Ergebnisse im Aachener Kohlengebiet. Geol. Rdsch. Bd. 23 S. 143.
— Feststellung des Wasserfallniveaus im Indegebiet. Glückauf Bd. 68 S. 146.
Heinz: Einige Fragen aus der vergleichenden Stratigraphie der Ruhr-Oberkreide. Beiträge zur Kenntnis der Inoceramen XVI. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 26.
— Aus der neuen Systematik der Inoceramen. Beitrag zur Kenntnis der Inoceramen XIV. Mitt. Mineral.-Geol. Staatsinst. Hamburg H. 13.
Heise-Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde. Bd. 2, 5. Aufl. Berlin: Julius Springer.
Herbig: Die Kohlenwirtschaft Deutschlands im Jahre 1931. Glückauf Bd. 68 S. 607/612.
Hirmer: Zur Kenntnis der strukturbietenden Pflanzenreste des jüngeren Paläozoikums. 1. Über einen fertilen Sproß von Cordaiten-Verwandtschaft: *Gothania westfalica* nov. gen. et spec. Palaeontographica Bd. 77.
Hoffmann: Bildung der Streifenkohle. Glückauf Bd. 68 S. 192.
— Erkennung des Inkohlungsgrades im Mikrobild. Glückauf Bd. 68 S. 523 u. 634.
— u. Jenkner: Die Inkohlung und ihre Erkennung im Mikrobild. Glückauf Bd. 68 S. 81.
Horn: Die Entwicklung unserer Vorstellungen über die Entstehung der Kohlen. Naturwiss. Bd. 20 S. 647/652.
Ibrahim A. Can: Sporenformen des Aegirhorizontes des Ruhrreviers. Diss. Berlin.
Jenkner u. Hoffmann: Beitrag zur Kenntnis der Glanzkohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 13 S. 181.
Jongmans: Hoe Zuid-Limburg er in den Karbontyd uitgezien heeft. Heerlen.
Jurasky: Gewebeformveränderungen bei Fusit und Holzkohle. Braunkohle Bd. 31 S. 411/413.
Kattwinkel: Untersuchungen über den Verlauf der Entgasung von Steinkohlen. Glückauf Bd. 68 S. 518/522.
Keller: Flözänderungen im Karbon des Ruhrbeckens und benachbarter Gebiete. Glückauf Bd. 68 S. 564 bis 566.
— Profil durch die Bochumer Hauptmulde und Sutanaufschluß an der Zeche Karl Funke. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 128.
— Sedimentation und Faltung im Ruhroberkarbon. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 84 S. 577/606.
Kihm: Die Wasserversorgung des Industriegebietes vom Rheine her. Gas- u. Wasserfach Bd. 75 S. 586.
Köring: Stratigraphische und lithogenetische Studien in der unteren Gaskohle von Flöz Katharina bis Flöz Laura der Essener Mulde. Diss. Köln. Würzburg: Triltsch.
Krenkel: Die Bodenschätze Deutschlands I. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Kreulen: Über das Vorkommen von Quarz in Steinkohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 13 S. 312.
Krüpe: Die Ursachen für die Unterschiede im Gehalt an flüchtigen Bestandteilen im Flöz Katharina. Kohle u. Erz Bd. 29 Sp. 223/228.
Krusch: Weißeisenerz und Raseneisenerz. Stahl u. Eisen Bd. 52 T. 1 S. 170.
Kühn: Die Festigkeit des Gesteins im Gebirge. Glückauf Bd. 68 S. 435.
— Elastizität und Plastizität des Gesteins und ihre Bedeutung für Gebirgsdruckfragen. Glückauf Bd. 68 S. 185.
Kühne: Die Gliederung des Flözleeren. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 42.
— Ein bemerkenswertes Vorkommen von Löß und interglazialem Torf bei Neheim—Hüsten (Ruhr). Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S. 358/362.
Kukuk: Zwei Vorkommen von Kohlenwasserstoffen im Steinkohlengebirge des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 68 S. 1077.

Kukuk u. Gothan: Ein neuer pflanzlicher Leithorizont in den untern Fettkohlenschichten des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 68 S. 725.
Leggewie: Begehung zwischen Altendorf a. d. Ruhr und Essen-Steele. Gebiet des Flözabschnittes Finefrau-Plaßhofsbank. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 126.
Lehmann u. Hoffmann: Neue Erkenntnisse über Bildung und Umwandlung der Kohlen. Glückauf Bd. 68 S. 793.
Lent: Der Wassereinbruch auf der Zeche Engelsburg. Glückauf Bd. 68 S. 553.
Link: Talsperren und ihre Einwirkung auf die Wasserversorgung an der Ruhr. Gas- u. Wasserfach Bd. 75 S. 601.
Löscher: Zur Morphologie der Borkenberge und der Westruper Dünen bei Haltern i. W. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 69/74.
Nerreter: Die Wasserversorgung im mittleren Ruhrkohlenbezirk mit besonderer Berücksichtigung der Stadt Essen. Gas- und Wasserfach Bd. 75 S. 653.
Oberste-Brink, Gothan u. Benade: Über ein Vorkommen von Dolomitkonkretionen im Flöz Robert der Zeche Minister Stein und Hardenberg bei Dortmund. Arb. Inst. Palaeobot. u. Petrogr. Bd. 2 S. 207. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.
Ohnesorge: Flözbrände, ihre Entstehung, Verhütung und Bekämpfung. Kohle u. Erz Bd. 29 Sp. 93.
Overzicht der steenkohlenlagen in Zuid-Limburg. Jaarverslag v. d. directeur van het Geolog. Bur. voor het Nederlandsche mijngeb. over het jaar 1931, Heerlen 1932.
Paeckelmann: Die Bruchhauser Steine bei Brilon in Westfalen und das Problem der Ramsbecker Erzgänge. Z. prakt. Geol. Bd. 40 H. 9 S. 129.
Potonié: Sporenformen aus den Flözen Ägir und Bismarck des Ruhrgebietes. Mit je einem Beitrag von A. Ibrahim u. F. Loose. N. Jb. Mineral. Bbd. 67 B. S. 438/454.
Quiring: Neue Beiträge zur Geologie des Siegerlandes und Westerwaldes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S. 429.
Reich: Über die magnetische Anomalie in der Prignitz und ihre Bedeutung für die Geologie des norddeutschen Flachlandes. Fortschr. d. Geol. u. Palaeont. Bd. 11, H. 34 (Deecke-Festschrift) S. 99/119.
Richter: Tektonik des Südendes der Niederrheinischen Bucht. Geol. Rdsch. Bd. 23 S. 144.
Salzmann: Ermittlung des Weges von zusitzenden Grubenwassern durch Färbung. Bergbau Bd. 45 S. 191.
Scholtz: Faltung und Schieferung im Ostsauerländer Hauptsattel. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 33 B. S. 321.
Schriel: Stratigraphische Probleme im rheinischen Devon und ihre Auswertung für die Umdeutung der geologischen Karten. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S. 879.
Schulte u. Löhr: Markscheidekunde für Bergschulen und den praktischen Gebrauch. Berlin: Julius Springer.
Schulze: Untersuchungen über den Aufbau der westfälischen Brandschiefer. Glückauf Bd. 68 S. 921.
— Was ist Störungskohle? Bergbau Bd. 45 S. 333.
— Kohlenpetrographische Untersuchungen über Brandschiefer. Diss. Freiberg.
Spackeler: Urbans Beobachtungen der Druckwirkungen in einem mächtigen Kohlenflöz. Kohle u. Erz Bd. 29 Sp. 30.
— Gebirgsschläge und Gasausbrüche unter Tage. Glückauf Bd. 68 S. 632.
Stach: Die Kutikulen in der Steinkohle. Glückauf Bd. 68 S. 857.
— Kohlenuntersuchungen mit dem Vergleichsmikroskop für auffallendes Licht. Glückauf Bd. 68 S. 1029.
— Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 84 S. 607/618.
Steusloff: Das Periglazial des Jungdiluviums im Emscher- und Lippetale. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 17.
Stille: Der Ostrand der Rheinischen Masse (um Paderborn) und seine Kreidebedeckung. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 139 S. 137.
Stutzer: Rußkohle von Zwickau. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 84 S. 222.
Šusta: Beitrag zur Kenntnis von *Psygmophyllum delvali*. Sbornik přirod. spo. v Mor. Ostravě Bd. 7.
Udluft: Vorschlag einer Benennung der feinkörnigen Nebengesteine des Flözführenden im rheinisch-westfälischen Oberkarbon. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S.-B. S. 29.
— Über die Auffindung zweier menschlicher Schädel im Lippetal. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 53 S.-B. S. 7.
Wehrli: Die carbonische Süßwasserfauna der Zeche Baldur (Westfalen). N. Jb. Mineral. Bbd. 69 B. S. 172 bis 188.
Weissner: Gebirgsbewegungen beim Abbau flach gelagerter Steinkohlenflöze. Glückauf Bd. 68 S. 945.
Weyland: Zur Altersstellung der niederrheinischen Braunkohlenablagerungen. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 1932/33 C. S. 86.
Winter u. Mönnig: Die Wasserstoffionenkonzentration der Grubenwasser. Glückauf Bd. 68 S. 368.
Wöhlbier: Gasentwicklung aus Kohlenflözen. Glückauf Bd. 68 S. 676.
Wunstorf: Über Inkohlung und Tektonik. S.-B. preuß. geol. Landesanst. H. 7 S. 9.
Zerndt: Versuch einer stratigraphischen Bestimmung von Steinkohlen-Geröllen der Karpathen auf Grund von Megasporenstudien. Bull. Acad. Polon. Sciences et Lettres. Sér. B: Sc. Nat. 1. Cracovie.
Zetsche u. Kälin: Eine Methode zur Isolierung des Polymerbitumens von Kutikulen usw. aus Kohle. Braunkohle Bd. 31 S. 345.
Zimmermann: Siegener Rotspat und Toneisenstein als Geröll im Zechsteinkonglomerat des Niederrheins. Glückauf Bd. 68 S. 641.

1933.

Bärtling: Das tektonische Erdbeben im Niederrheingebiet im November 1932. Glückauf Bd. 69 S. 319.

Bax: Erfahrungen mit Haardsand als Versatzgut im Ruhrkohlenbergbau. Glückauf Bd. 69 S. 281.

Beyenburg: Älteste Diluvialschotter, Endmoränen und Talsande im Preußisch-Holländischen Grenzgebiet. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 54 S. 602.

Bode: Die stratigraphische Stellung des westfälischen Flözleeren auf Grund der Pflanzenführung. Glückauf Bd. 69 S. 730.

— Petrographischer Beitrag zur Frage der Kohlensäureausbrüche. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 81 S.B. 88.

Breddin: Das tertiäre Deckgebirge im Aachener Steinkohlenbezirk. Glückauf Bd. 69 S. 97 u. 124.

Cloos: Zur tektonischen Stellung des Saargebietes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 307/315.

Eisenmenger: Zusammenhang und Bedeutung der im Hangenden und Flöz auftretenden Risse und Drucklagen. Glückauf Bd. 69 S. 330.

Fischer u. Peters: Welches ist der wirkliche Gasgehalt der Kohle? Brennstoff-Chem. Bd. 14 S. 333/334.

Fuchs: Sedimentations- und Faunenfolge im Unter- und Mitteldevon des Rheinischen Schiefergebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 455.

Gaertner: Bestimmung der Spannungen im Gebirge. Glückauf Bd. 69 S. 510.

Gremmler: Messungen und Beobachtungen des Gebirgsdruckes am Ausbau von Ausrichtungsstrecken. Glückauf Bd. 69 S. 417.

Gropp: Beziehungen zwischen dem oberschlesischen und dem westfälischen Karbon. Glückauf Bd. 69 S. 823.

Gross: Die Wirbeltiere des rheinischen Devons. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 154.

Hahne: Feststellung des Wasserfallniveaus im Wurmgebiet bei Aachen. Glückauf Bd. 69 S. 89.

— Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung im Aachener Kohlengebiet? Zbl. Mineral., Geol., Paläont. B. S. 314.

— Die Paläogeographie und Ablagerungsverhältnisse des Indegebietes bei Aachen, insbesondere des Feldes der Grube Eschweiler Reserve, zur Fettkohlenzeit. Arch. Lagerst.-Forschg. H. 55 S. 1/60.

Hartung: Die Sporenverhältnisse der Calamariaceen. Arb. Inst. Paläobotan. u. Petrograph. Bd. 3 H. 1 S. 95/149. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.

Heinz: Einige Fragen aus der vergleichenden Oberkreide-Stratigraphie. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 720/729.

Henke: Notwendigkeit von Untersuchungsarbeiten im Siegerländer-Wieder Spateisensteinbergbau. Z. VDI Bd. 78 S. 510/511.

Hirmer: Zur Kenntnis der strukturbietenden Pflanzenreste des jüngeren Palaeozoikums. 2. Über zwei neue, im mittleren Oberkarbon Westdeutschlands gefundene Arten von *Heterangium* Corda nebst Bemerkungen über *H. shorense* Scott. Palaeontographica Bd. 78 B. Palaeophytologie S. 57/113.

Hochstetter: Die Schwimmsandentwässerung mit besonderer Berücksichtigung der Kapillaritätserscheinungen. Berg- u. hüttenm. Jb. Bd. 81 S. 99/114.

Hoffmann: Neue Erkenntnisse über die Vorgänge der Flözbildung. Bergbau Bd. 46 S. 89.

Jongmans: Enkele byzonderheden over den bouw van ons steenkolengebied en over sammenstelling der kolenlagen en der omringende gesteenten. Heerlen.

— u. Gothan: Florenfolge und vergleichende Stratigrafie des Karbons der östlichen Staaten Nordamerikas. Vergleich mit West-Europa. Geol. Bur. Heerlen. Jaarverslag S. 17/44.

— u. Koopmans: Kohlenpetrographische Nomenklatur. Geol. Bur. Heerlen. Jaarverslag S. 49/63.

Kahrs: Der Kassenberg an der Ruhr, ein geologisches Naturdenkmal. Natur u. Museum Bd. 63 S. 382/388.

— Die Höhlen des Neandertales. Jan Wellem, Monatsschr. f. Düsseldorf, Niederrhein. u. Berg. Land Bd. 8, H. 10. Düsseldorf: M. Strucken.

Keller: Zur Frage der Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung im Ruhroberkarbon. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Bd. 34 B. S. 145/153.

— Die Neuaufstellung des Karbons im Museum der Stadt Essen für Heimat-, Natur- und Völkerkunde. Museumskunde Bd. 5 H. 2 S. 83.

Klose: Der Bodenbewegungsvorgang beim Abbau von Steinkohlenflözen. Mitt. Markscheidewes. Bd. 44 S. 70.

Koehne: Das unterirdische Wasser. Handbuch für Geophysik Bd. 7, Berlin.

Koopmans: Researches on the Flora of the Coalballs from the „Aegir"-Horizon in the Province of Limburg (The Netherlands). Geol. Bur. Heerlen. Jaarverslag. S. 45/46.

Kühn: Spannungs- und Strukturzustand des Gesteins im ungestörten Gebirge. Glückauf Bd. 69 S. 560.

Kukuk: Grundwasser und Bergbau im niederrheinisch-westfälischen Bezirk. Glückauf Bd. 69 S. 645.

— Über Kohlenwasserstoffvorkommen im Ruhrkarbon. Petroleum Bd. 29 Nr. 8 S. 5.

— Paläobotanische Exkursionen in Westdeutschland. Glückauf Bd. 69 S. 680.

Lameck: Über die Verteilung des Schwefels von Gas- und Fettkohlen auf die Gefügebestandteile und den Einfluß der Aufbereitung auf den Schwefelgehalt des Kokses. Diss. Aachen 1933.

Leggewie: Beiträge zur Kenntnis der oberen Magerkohle, Eßkohle und unteren Fettkohle des Gebiets von Essen, mit besonderer Berücksichtigung der Flora. Arb. Inst. Palaeobot. u. Petrogr. Bd. 3 S. 194/246. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.

Löscher: Diluvial- und Alluvialfragen des rheinisch-westfälischen Industriegebiets und ihre allgemeine Bedeutung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 46.

Lotze: Gerölle des Sauerlandes am Nordfuß des Haarstranges (Westfalen). Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 461.

Lowenz: Einfluß des Temperaturgefälles auf die Festigkeit der Gesteine im Ruhrkohlenbergbau. Bergbau Bd. 46 S. 75.

Müller: Die Verwendung von Raumbildern im Bergbau. Mitt. Markscheidewes. Bd. 44 S. 53.
Nahnsen: Der Schwimmsand in Theorie und Praxis. Braunkohle Bd. 32 S. 353/357.
Nebelung u. Welter: Untersuchung der Festigkeitseigenschaften von Tonschiefern der Gasflammkohlengruppe. Glückauf Bd. 69 S. 1038.
Nieder: Ein Asphaltvorkommen bei Oerlinghausen im Teutoburger Wald. Z. prakt. Geol. Bd. 41 H. 5 S. 79.
Oberste-Brink: Sedimentation und Tektonik des Karbons im Ruhrkohlenbezirk. Glückauf Bd. 69 S. 693.
Paeckelmann: Führer zu den Exkursionen des Niederrheinischen Geologischen Vereins gelegentlich seiner Tagung in Brilon 1933. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 36/37.
— Die Grundzüge der Tektonik des östlichen Sauerlandes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 54 S. 217.
Peters u. Warnecke: Physikalische und chemische Untersuchungen über Flözgase. Glückauf Bd. 69 S. 1181.
Philipp u. Stern: Tektonik und Abbau im rheinischen Braunkohlenrevier. Geol. Rdsch. Bd. 23a (Salomon-Calvi-Festschrift) S. 304.
Potonié: Die stratigraphische Bedeutung der Mikrofossilien der Kohle. Kohle u. Erz Bd. 30 S. 131.
Prager: Über die Frage nach der Herkunft der Metallösungen bei der Entstehung der Frankenberger Kupfererze. Z. prakt. Geol. Bd. 41 S. 18.
Quiring: Die Fortsetzung des Siegener Hauptsattels in den Ardennen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 214.
Raub: Beobachtungen über die Beeinflussung des Deckgebirges durch den Abbau. Glückauf Bd. 69 S. 629.
Reich: Angewandte Geophysik für Bergleute und Geologen. I. Teil. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.
Riedel: Eine große *Parapuzosia leptophylla* Sharpe aus dem Unteremscher vom Salkenberg bei Essen. Glückauf Bd. 69 S. 48.
— Bemerkungen zum Vergleich der Stratigraphie der Oberkreide im Ruhrgebiet und im Harzvorland. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 54 S. 686/697.
— Beitrag zur Stratigraphie des Deckgebirges im Ruhrbezirk auf Grund von Schachtprofilen. Glückauf Bd. 69 S. 146 u. 170.
Schmidt: Cephalopodenfaunen des ältern Namur aus der Umgebung von Arnsberg in Westfalen. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 54 S. 440/461.
Scholtz: Die Tektonik des Steinkohlenbeckens im Saar-Nahe-Gebiet und die Entstehungsweise der Saar-Saale-Senke. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 316/382.
Schriel u. Gross: Zur Stratigraphie, Tektonik und Paläontologie des alten Unterdevons im südlichen Bergischen Lande. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 145.
Schulze: Vorkommen von Sklerotien in der Ruhrkohle. Glückauf Bd. 69 S. 947.
Schwinner: Varistisches und alpines Gebirgssystem. Geol. Rdsch. Bd. 24 S. 144.
Seidl: Hohlformdrucktektonik, erläutert an Mulden- und Sattelflanken des Appalachischen und des Ruhr-Lippe-Steinkohlengebietes. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 85 S. 118/133.
— Erklärung der Gesamttektonik des Ruhr-Lippe-Gebiets durch Hohlformdruck. Bergbau Bd. 46 S. 135.
Seidlitz, v.: Grundzüge der Geologie von Deutschland. Jena: G. Fischer.
Spethmann: Das Ruhrgebiet im Wechselspiel von Land und Leuten, Wirtschaft, Technik und Politik. Berlin: Reimar Hobbing.
Spönemann: Gewinnung von Versatzgut aus Steinbrüchen des Ruhrtales. Glückauf Bd. 69 S. 1205.
Stach: Verfahren zur Feststellung des Glanzkohlengefüges. Glückauf Bd. 69 S. 267.
Steusloff: Grundzüge der Molluskenfauna diluvialer Ablagerungen im Ruhr-Emscher-Lippegebiet. Arch. Molluskenk. Bd. 65 S. 25.
Udluft: Das Diluvium des Lippetals zwischen Lünen und Wesel und einiger angrenzenden Gebiete. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 54 S. 37/57.
— Untersuchungen an Nebengesteinen über und unter verschiedenen Flözen des westfälischen Karbons. Glückauf Bd. 69 S. 866.
Wedding: Statistische Angaben über die natürlichen Verhältnisse beim Flözbetriebe in den deutschen Steinkohlenbezirken. Glückauf Bd. 69 S. 918.
Wegner: Das Geologische Museum der Universität Münster. Das schöne Münster, Jg. 5.
Werner: Stand und Aussichten der Erdölgewinnung in Norddeutschland. Glückauf Bd. 69 S. 933 u. 961.
Wills: Notes on a rare carboniferous scorpion from the Oranje Nassau Mine Nr. III. Geol. Bur. Heerlen. Jaarverslag S. 101/103.
Winter: Chemische und petrographische Untersuchungen künstlicher Zellulosekohlen. Glückauf Bd. 69 S. 67.
— u. Free: Schwefelkies in den Flözen des Ruhrbezirks. Glückauf Bd. 69 S. 791.
Winterhalter: Petrographische Untersuchung der karbonischen Sandsteine des holländischen Kohlengebietes. Geol. Bur. Heerlen. Jaarverslag S. 65/100.
Wolburg: Das Devon im Gebiet der oberen Lenne. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 151.

1934.

Beyenburg: Das Kreideprofil des Schachtes Gneisenau IV bei Dortmund-Derne. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 86 S. 146/154.
— Flugsandbildungen zwischen den Baumbergen und Münster. Natur u. Heimat. Blätter f. Naturschutz u. alle Geb. d. Naturkde. Münster i. W.
Bode: Ergebnisse und Aufgaben der petrographischen Kohlenstaubuntersuchung. Glückauf Bd. 70 S. 525.
Breddin: Die Entstehung der Siegerländer Spateisensteingänge und ihrer Störungen im Zusammenhang mit dem Vorgang der Druckschieferung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 86 S. 333/348.

Fiege: Die Palaeogeographie des nordwestdeutschen Lias, vom erdölgeologischen Standpunkt aus betrachtet. Petroleum Bd. 30 S. 1/7.
Giers: Die Schichtenfolge der Mukronatenkreide der Beckumer Hochfläche. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. B. S. 471/476.
Guthörl: Die Arthropoden aus dem Carbon und Perm des Saar-Nahe-Pfalz-Gebietes. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 164.
Hecht: Die chemische Zersetzung der tierischen Substanz während der Einbettung in marine Sedimente. Kali Bd. 28 S. 209/215.
Henke: Der gegenwärtige Stand der geologischen Erforschung des Siegerländer-Wieder Spateisensteinbezirks. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 86 S. 291/306.
Herbst u. Kühlwein: Notwendigkeit und Zielsetzung der Steinkohlenaufbereitungsforschung. Glückauf Bd. 70 S. 990/1006.
Hirmer: Zur Kenntnis der strukturbietenden Pflanzenreste des jüngeren Paläozoikums. 4. H. Knoell: Zur Systematik der strukturbietenden Calamiten der Gattung *Arthropitys* Goeppert aus dem mittleren Oberkarbon. Palaeontographica Bd. 79 B. Stuttgart.
Höhne: Erkennung der Ausbruchsgefährlichkeit kohlensäureführender Flöze mit Hilfe der petrographischen und mikrotektonischen Kohlenuntersuchung. Glückauf Bd. 70 S. 940/944.
— Zusammenhang von Mikrogefüge und tektonischer Bewegung bei einer niederschlesischen Kohle. Glückauf Bd. 70 S. 415.
Hoffmann u. Lehmkühler: Untersuchungen über die P-Gehalte in Kohlen und Koks. Brennstoff-Chem. Bd. 15 S. 381.
Jenkner, Kühlwein u. Hoffmann: Prüfung der Verkokungseignung von Kohlen im Laboratorium. Glückauf Bd. 70 S. 473/481.
Keller: Stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen an der Grenze Namur-Westfal Westdeutschlands und angrenzender Gebiete. Ein Beitrag zur Saumtiefenfrage. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 162 S. 45.
— Fischreste aus dem Oberkarbon des Ruhrgebietes. Glückauf Bd. 70 S. 913/917.
Kirchheimer: Fossile Sporen und Pollenkörner als Thermometer der Inkohlung. Brennstoff-Chem. Bd. 15 S. 21/25.
Kremser: Bakelit als Einbettungsmittel für harte Stoffe zur Herstellung von Feinkornreliefschliffen. Glückauf Bd. 70 S. 297.
Kreulen: Steinkohlenklassifikation und Inkohlungsgrad des Huminanteils. Brennstoff-Chem. Bd. 15 S. 11.
Kühlwein: Fusitabscheidung durch selektive Kohlenflotation. Glückauf Bd. 70 S. 245 u. 275.
— Stofflicher Aufbau und Schwelwürdigkeit von Steinkohlen. Öl u. Kohle Bd. 2 S. 271 u. 274.
— , Hoffmann u. Krüpe: Durchführung und praktische Bedeutung planmäßiger kohlenpetrographischer Flözprofiluntersuchungen. Glückauf Bd. 70 S. 1 u. 32.
— — — Stand der mikroskopischen Kohlenuntersuchung. Glückauf Bd. 70 S. 777/784 u. S. 805/811.
Kukuk: Die geologischen Verhältnisse des Saarreviers. Bergbau Bd. 47 Nr. 26.
Leggewie: Pflanzenhorizonte über den Flözen Finefrau und Finefrau-Nebenbank. Glückauf Bd. 70 S. 234 bis 235.
Loose: Zur Mikrobotanik der Kohlen und ihrer Verwandten. Sporenformen aus dem Flöz Bismarck des Ruhrgebietes. Arb. Inst. Palaeobot. u. Petrogr. Bd. 4 S. 127/164. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.
Lücke, Rüsewald u. Schäfer: Karten und Schrifttum zur geographischen Landeskunde von Westfalen. Veröffentl. d. Westf. Heimatbundes. Münster i. W.: Aschendorff.
Mönnig: Der Düngewert der westfälischen Steinkohlenaschen. Angew. Chem. Bd. 47 Nr. 52, S. 842. Berlin.
Müller: Die Wealdenkohle von Minden i. W. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. B S. 251/261.
Neumann: Die Temperatur bei der Entstehung der Kohle. Brennstoff-Chem. Bd. 15 S. 25/27.
Oberste-Brink: Die Beziehungen zwischen Geologie und Bergwerksbetrieb im Ruhrkohlenbecken auf Grund der Forschungen der Nachkriegszeit. Bergbau Bd. 47 S. 328/335.
— u. Heine: Klüfte und Schlechten in ihren Beziehungen zum geologischen Aufbau des Ruhrkohlenbeckens. Glückauf Bd. 70 S. 1021/1028.
Patteisky: Die Stellung der Karbonprofile von Dobrilugk, Borna-Hainichen und Waldenburg in bezug auf die Goniatitenzonen des ostsudetischen Karbons. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Abt. B S. 539/555.
Philipp u. Weyland: Zur Altersstellung der rheinischen Braunkohlenformation. Braunkohle H. 5 S. 65.
Poelmann: Zur Geologie von Rheine. Natur u. Heimat Bd. 1 S. 62. Münster i. W.
Rauff: Spongienreste aus dem (oberturonen) Grünsand vom Kassenberg in Mülheim-Broich an der Ruhr. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 158.
Reich: Angewandte Geophysik für Bergleute und Geologen. II. Teil. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.
Schenk: Zusammenhang von Bruchbildung und Faltung im Rheinischen Schiefergebirge. Glückauf Bd. 70 S. 1089/1093.
Schmidt: Aus vergangenen Tagen des westfälischen Erzbergbaus. Techn. Bl., Düsseld. Bd. 24 S. 160/162.
Schnier: Die Bedeutung des Ruhrsandsteins für die heimische Wirtschaft. Bergbau Bd. 47 S. 22/24.
Schuh: Isanomalenkarte der magnetischen Vertikalintensität von Mecklenburg. Hrsg. Mecklenb. geol. Landesanst. Rostock.
Scupin: Kontinentale und marine Senkungsbecken als Ausdruck epirogener Bewegungen. Geol. Rdsch. Bd. 25 S. 42/70.

Seitz: Die Variabilität des *Inoceramus labiatus* v. Schloth. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 55 S. 429/474.
Simson-Scharold: Zur Kenntnis der Carbonflora des Saargebietes. Palaeontographica Bd. 79 B. S. 1/66.
Stach: Sklerotien in der Kohle. Glückauf Bd. 70 S. 297/304.
— Ein neues Staubschliff-Verfahren. Glückauf Bd. 70 S. 155.
Steusloff: Das Periglazial des Jungdiluviums im Emscher- und Lippetal. S.-B. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. C. S. 17.
— Herkunft der Terrassengesteine im Raume der untern Emscher. Glückauf Bd. 70 S. 811/812.
Stöcke, Herrmann u. Udluft: Gebirgsdruck und Plattenstatik. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 82 S. 307 bis 354.
Torley: Die Brachiopoden des Massenkalkes der Oberen Givet-Stufe von Bilveringsen bei Iserlohn. Abh. Senckenb. Naturforsch. Ges. Bd. 43 Lief. 3 S. 69/148. Frankfurt a. M.
Weber: Das Oberdevon der Attendorn-Elsper Doppelmulde. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 86 S. 537/574.
Weigelt: Über die Notwendigkeit der geophysikalischen Überwachung der jugendlichen Bewegungen des deutschen Bodens und ihre praktische Bedeutung. Met. u. Erz Bd. 31 S. 537/540.
Weissner: Beobachtungen über Raumbewegungen in Abbaustrecken. Glückauf Bd. 70 S. 1041/1045.
Weyland: Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärflora. I. Floren aus den Kieseloolith- und Braunkohlenschichten der niederrheinischen Bucht. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 161.
— Zur Altersstellung der rheinischen Braunkohlenformation. Braunkohle Bd. 33 S. 65/70.
— u. Jäger: Zur Pollenführung des Hauptflözes der Ville. Braunkohle Bd. 33 S. 680/682.
Wicher: Sporenformen der Flammkohle des Ruhrgebietes. Arb. Inst. Palaeobot. u. Petrogr. Bd. 4. Hrsg. preuß. geol. Landesanst.

1935.

Arlt: Geologie und mineralische Rohstoffwirtschaft. Geol. Rdsch. Bd. 26 S. 95.
Breddin: Die Siegerländer Spateisensteingänge als Ausscheidungen aus dem Nebengestein. Techn. Bl., Düsseld. Bd. 25 S. 700.
— Die Entstehung der Siegerländer Spateisensteingänge durch Lateralsekretion. Glückauf Bd. 71 S. 821/830.
— Die Entstehung der artesischen Quellen im Gebiete der unteren Lippe. Glückauf Bd. 71 S. 980/988.
— Die paralische Entstehung der niederrheinischen Braunkohle. Braunkohle Bd. 34 S. 857/862.
Brinkmann: Lagerstättenstockwerke in den varistischen Massiven von West- und Südwestdeutschland Z. prakt. Geol. Bd. 43 S. 81/86.
— Über Rotfärbung in marinen Sedimenten. Geol. Rdsch. Bd. 26 S. 124.
Brückner u. Ludewig: Die Bedeutung der Kohlenpetrographie für die Gastechnik. Gas- u. Wasserfach Bd. 78 S. 109/113.
Bubnoff, v.: Geologie von Europa. Bd. II, Teil 2. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Dannenberg: Geologie der Steinkohlenlager. Bd. 2. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Dünbier: Entwicklung, Bedeutung und Aussichten des Strontianitbergbaues im Münsterland. Rhein.-Westf. Ztg. vom 20. 8. 1935, Nr. 419.
Ernst: Ein wichtiger neuer Fundplatz der Altsteinzeit in Westfalen. Z. Westf. Bd. 20 S. 209/214. Münster i. W.: Coppenrath.
Fischer u. Udluft: Einheitliche Benennung der Sedimentgesteine. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 56 S. 517/538.
Fleischer: Die Bedeutung von Druckfestigkeit und Elastizitätsmodul der Gebirgsschichten für die Klärung von Gebirgsschlägen. Bergbau Bd. 48 S. 17.
Freyberg, v.: Zur Paläogeographie des Jungpaläozoikums in Deutschland. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 87 S. 193/209.
Fritzsche u. Giesa: Beobachtungen über Beanspruchungen des Ausbaus in Abbaustrecken. Glückauf Bd. 71 S. 125.
Gothan: Die Steinkohlenflora der westlichen paralischen Steinkohlenreviere Deutschlands. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 167.
— Einige Parallelismen zwischen Wealden- und Karbonsteinkohlenbildung. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 87 S. 369/373.
— Weitere Fundstellen der Pflanzengattung „*Psygmophyllum*“. Glückauf Bd. 71 S. 70.
— Die zeitliche Vergleichung des mitteleuropäischen und nordamerikanischen Karbons. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 87 S. 679/680.
Haarmann: Um das geologische Weltbild. Malleo et mente. Stuttgart: Ferdinand Enke.
Hahne: Die Faunenhorizonte der Gas- und Gasflammkohlenschichten des Alsdorfer Horstes im Wurmgebiet bei Aachen und eine neue Einteilung der Alsdorfer Schichten. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 87 S. 152/157.
— Zur Tektonik des Aachener Grenzgebietes. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 56 S. 125/136.
— Der Lingulahorizont zwischen den Gas- und Gasflammkohlenschichten im Wurmgebiet bei Aachen. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Abt. B Nr. 2 S. 46.
Henke: Die Lagerstätten der Eisen- und Metallerze des Rheinischen Schiefergebirges und ihre Bedeutung für die deutsche Wirtschaft. Met. u. Erz Bd. 32 S. 505.
Hoffmann: Die altsteinzeitlichen Funde von Ternsche, Krs. Lüdinghausen. Z. Westf. Bd. 20 S. 215/227. Münster i. W.: Coppenrath.

Hoffmann: Abhängigkeit der Ausgasung von petrographischer Gefügezusammensetzung und Inkohlungsgrad bei Ruhrkohlen. Glückauf Bd. 71 S. 997/1005.
Hoffmann-Kühlwein: Rohstoffliche und verkokungstechnische Untersuchungen an Saarkohlen. Glückauf Bd. 71 S. 625/639 u. S. 657/665.
Keilhack: Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. 3. Aufl. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Keller: Geologische Fragen bei der Errichtung von Wasserstauanlagen. Techn. Bl., Düsseld. Bd. 25 S. 606 bis 607.
— Über ein Vorkommen von lößkindelartigen Konkretionen im Essener Grünsand (Cenoman) in Essen. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. Abt. B Nr. 6 S. 197/202.
— Betrachtungen zur Baugrundschädenfrage. Glückauf Bd. 71 S. 812/814.
— Ein neuer Palaeodictyopteron-Fund aus den Fettkohlenschichten (Westfal A) des Ruhrgebietes. Glückauf Bd. 71 S. 476.
— Die Geologie in ihrer Bedeutung für die Entwicklung des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet. Techn. Bl., Düsseld. Bd. 25 S. 310/312.
— Beziehungen zwischen Bergbau, Grundwasser und Stauseeanlagen im Gebiet des ausgehenden Ruhroberkarbons. Glückauf Bd. 71 S. 665/669.
— Das Grundwasser und seine wichtigsten Bewegungen. Techn. Bl., Düsseld. Nr. 51 S. 879.
Klüppelberg: Die Feintektonik des Massenkalkes des Remscheid-Altena-Arnsberger Sattels. Ein Beitrag zur Methodik der Kluftmessung. Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 92 S. 1/80.
Knoell: Zur Systematik der strukturbietenden Calamiten der Gattung *Athropitys* Goeppert aus dem mittlern Oberkarbon Westdeutschlands und Englands. Paläontographica Bd. 80 B. S. 1/51.
Köplitz: Beiträge zur Frage der Gebirgsschläge. Glückauf Bd. 71 S. 1021.
Koopmans: Bijdrage tot te Kennis van het Cokes vormingsproces. Diss. Delft.
Kräusel u. Weyland: Neue Pflanzenfunde im rheinischen Unterdevon. Paläontographica Bd. 80 B. S. 171 bis 190.
Kühlwein: Ergebnisse von Schwelversuchen mit schwelwürdigen Mischungen und Aufbereitungserzeugnissen von Steinkohlen. Glückauf Bd. 71 S. 1078/1089.
— u. Brückmann: Betriebserfolg im Steinkohlenbergbau. Glückauf Bd. 71 S. 533/540.
Kukuk: Zur Frage der Autochthonie oder Allochthonie der Kohlenflöze. Techn. Bl., Düsseld. Bd. 25 Nr. 5 S. 60/61.
— Neuere Anschauungen über die Bildung der Kohle. Umschau Bd. 39 Heft 29 S. 573/575.
— u. Kühlwein: Der zweite Kongreß für Karbonstratigraphie in Heerlen. Glückauf Bd. 71 S. 1266 bis 1277.
Landgraeber: Die unverritzten Kali- und Kohlenlagerstätten am untern Niederrhein und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Techn. u. Wirtsch. Bd. 28 S. 101/106. Berlin.
Nahnsen: Stand und Ziele der Braunkohlen-Montan-Hydrologie. Braunkohle Bd. 34 H. 33 S. 553/561.
Petrascheck: Gefügeuntersuchungen an tektonisch beanspruchten Kohlen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 87 S. 622/632.
Raistrick: Die Mikrosporen der Kohle und ihre stratigraphische Bedeutung. Vortrag 2. Heerlener Kongreß 1935.
Schulte: Die Entwicklung des Markscheidewesens in der Nachkriegszeit. Bergbau Bd. 48 S. 323.
Semmler: Wasserhebung und Steinkohlenförderung im Ruhrbergbau. Bergbau Bd. 48 S. 178.
Stach: Lehrbuch der Kohlenpetrographie. Berlin: Gebrüder Bornträger.
Stopes: On the Petrology of Banded Bituminous Coal. Fuel Bd. 14 S. 4/13.
Stutzer: Braunkohlenflöze und geothermische Tiefenstufe. Braunkohle Bd. 34 S. 862.
Trappe: Die Anwendung des seismischen Reflexionsverfahrens im Kohlenbergbau. Glückauf Bd. 71 S. 577.
Udluft: Entstehung der Silikose vom Standpunkt des Mineralogen. Zbl. Gewerbehyg. Bd. 22 S. 81/87. Berlin: Julius Springer.
— Einheitliche Benennung für Sedimentgesteine. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 87 S. 410/415.
Waterschoot v. d. Gracht: Pouvons nous espérer découvrir du pétrole et des sources de gaz naturel exploitables dans les formations paléozoïques en Europe ? Congr. Internat. des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée. VIIe Session, Paris 1935.
Winter: Die Harze der Steinkohlen. Angew. Chem. Bd. 48 S. 610/614. Berlin.
— Über Bakterien und ihre Beziehungen zur Kohle. Bergbau Bd. 48 S. 99/102.
— , Mönnig u. Free: Untersuchungen über die analytische Zerlegung der Ruhrkohle. Glückauf Bd. 71 S. 389/396.
Wölk: Eine neue geologische Untersuchung des niederrheinischen Haupt-Braunkohlenflözes. Braunkohle Bd. 34 S. 761/764 u. S. 781/784.
— Mächtigkeit, Gliederung und Entstehung des Niederrheinischen Hauptbraunkohlenflözes. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 92 S. 81/163. Diss. Köln.
Wörmann: Grubenbetriebliche Maßnahmen und Absatzplanung für Ruhrfettkohle auf kohlenpetrographischer Grundlage. Glückauf Bd. 71 S. 677 u. 710.
Zimmermann II: Die Tektonik des niederrheinischen Salzgebirges. Kali Bd. 29 S. 113/115, S. 121/126, S. 138 bis 140.
— Das Niederrheingebiet. In Fulda: Handbuch der vergleichenden Stratigraphie Deutschlands. Zechstein. Hrsg. preuß. geol. Landesanst. Berlin: Gebrüder Bornträger.

1936.

Beyenburg: Neue Fossilfunde aus dem Untersenon der westfälischen Kreide. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 104/115.

— Die Fauna der Halterner Sandfazies im westfälischen Untersenon. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 57 S. 284/332.

Bode: Die kohlenpetrographische Nomenklatur. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 83 S. 486/492.

— Paläobotanisch-stratigraphische Untersuchungen im Saarbrücker Karbon. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 171.

Breddin: Über die Siegerländer Spateisensteingänge. Glückauf Bd. 72 S. 714.

Bruckner u. Grevé: Beiträge zur Kenntnis der Glanz- und Mattkohlen. Brennstoff-Chem. Bd. 17 S. 43/45.

Bubnoff, v.: Geschichte und Bau des deutschen Bodens. Dtsch. Boden Bd. 1. Berlin: Gebrüder Borntträger.

— Geologie von Europa. Bd. 2, Teil 3. Berlin: Gebrüder Borntträger.

Büchler: Die innere Asche von Glanz- und Mattkohlen. Glückauf Bd. 72 S. 1289/1295.

Cloos: Einführung in die Geologie. Ein Lehrbuch der inneren Dynamik. Berlin: Gebrüder Borntträger.

Dommann: Untersuchungen über die Wirkung von Druckformen und Hohlformen in allseitig gespanntem Gestein zur Klärung von Gebirgsdruckfragen. Glückauf Bd. 72 S. 1169/1177 u. S. 1199/1203.

Ferrari u. Raub: Flözgleichstellung auf petrographischer Grundlage unter Benutzung einer neu gefundenen Leitschicht. Glückauf Bd. 72 S. 1097/1102.

Fiege: Der Sedimentationstypus der Grauwackenfazies des Kulms am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 687/689.

Fliegel: Das Braunkohlenbecken des Erfttales. Braunkohle 1936 Heft 16 S. 275/284.

Fritzsche: Entstehung von Rissen im Hangenden von Steinkohlenflözen als Folge des Abbaus. Glückauf Bd. 72 S. 287/289.

Grosse-Boymann: Beiträge zu den Gebirgsdruckfragen im Steinkohlenbergbau des Ruhrbezirkes und ihre Nutzbarmachung für den Abbau unter besonderer Berücksichtigung flachgelagerter Flöze. Diss. Aachen.

Guthörl: *Arthropleura*, der Riesengliederfüßler des Oberkarbons, und seine Verbreitung in den europäischen Steinkohlenbecken. Glückauf Bd. 72 S. 965/975.

— Die Karbonflora als Mittel zur Horizont- und Flözbestimmung unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse an der Saar. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 84 S. 161/169.

— Die Insektenwelt der einstigen Steinkohlenwälder im Saarbecken. Bergbau Bd. 49 S. 7/11.

— Die tierischen Leitfossilien des Saarbrücker Steinkohlengebirges. Glückauf Bd. 72 S. 427/432.

Hahne: Die wichtigsten Leithorizonte und Leitmerkmale im Oberkarbon (Westfal A und B) des Wurmkohlengebietes. Glückauf Bd. 72 S. 1265/1272.

— Vier Profile in den Kohlscheider (Fettkohlen-) Schichten der Kohlscheider und Alsdorfer Scholle des Wurmkohlengebietes bei Aachen und ihre stratigraphischen und faziellen Beziehungen. Zbl. Mineral., Geol., Paläont. B. S. 33/47.

— Die stratigraphische und fazielle Entwicklung der Alsdorfer und Merksteiner Schichten (Gas- und Gasflammkohlenschichten) und die Paläogeographie der Alsdorfer Scholle des Wurmkohlengebietes bei Aachen N. Jb. Mineral. Bbd. 76 Abt. B. S. 192/323.

— u. Seidel: Die Schüttung der unternamurischen Konglomerate des Indegebietes bei Aachen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 564/572.

Harrassowitz: Die Grenzen geologischer Erkenntnis und ihre Bedeutung für die Geologie im Bergbau. Met. u. Erz Bd. 33 S. 425.

Heise: Die Methan- und Kohlensäureentwicklung auf den Gruben des Ruhrbezirkes in den Jahren 1898 und 1934. Bergbau Bd. 49 S. 299/303.

Hoffmann: Bezeichnungsweise und Erscheinungsformen in der Steinkohlenpetrographie. Brennstoff-Chem. Bd. 17 S. 341/351.

Höhne: Über die Kohlensäureflöze Niederschlesiens. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 83 S. 471/485.

Kegel: Sedimentation und Faltung im Rheinischen Schiefergebirge. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 577.

Keller: Geohydrologische Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Bau des Baldeneysees im Ruhrtal in Essen. Stille-Festschrift S. 389/427. Stuttgart: Ferdinand Enke.

— Die paläogeographischen Verhältnisse im Oberkarbon Nordwest-Deutschlands. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 579.

— Ein Vorkommen kristalliner und metamorpher Gerölle in den unteren Magerkohlenschichten des Ruhrbezirkes. Glückauf Bd. 72 S. 614/615.

Klingner: Stratigraphie des Zechsteins zwischen Korbach und Rhadern am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 57 S. 90/110.

Klose: Der Bodenbewegungsvorgang beim Abbau von Steinkohlenflözen. Mitt. Markscheidewes. Bd. 47 S. 31.

Knepper: Organisation der Gewinnung, Bearbeitung und Verteilung der deutschen Steinkohle und Steinkohlenprodukte. Abh. d. 3. Weltkraftkonferenz, Washington.

Kossmat: Paläogeographie und Tektonik. Berlin: Gebrüder Borntträger.

Krusch: Die Siegerländer Spatgänge, ihre geologische Stellung und wirtschaftliche Bedeutung. Glückauf Bd. 72 S. 321/329.

Kühlwein, Meyer u. Hoffmann: Betriebszustand und Betriebsergebnisse in Steinkohlenaufbereitungen des Ruhrbezirkes. Glückauf Bd. 72 S. 465/477 u. S. 510/515.

Kukuk: Das Salz- und Kalisalzvorkommen des Niederrheingebietes. Bergbau Bd. 49 S. 185/190.

KUKUK: Flözunregelmäßigkeiten nichttektonischer Art im Ruhrbezirk und ihre Bedeutung für den Betrieb unter Tage. Glückauf Bd. 72 S. 1021/1029.
LEIDENROTH u. NIEDERBÄUMER: Silikosebekämpfung im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. Kompaß Bd. 51 S. 165/168.
LEWIS: The formation of coal. Colliery Guard. Bd. 152 S. 1147.
LINK: Die Bedeutung der Talsperrenbauten für die Wasserwirtschaft des Ruhrgebietes. Zement Bd. 25 S. 67/71.
LIPPKE: Zur Frage tektonischer Bewegungen in der Gegenwart am Mittel- und Niederrhein. Z. prakt. Geol. Bd. 44 S. 123/130.
LÖFFLER: Die Rißbildung im Gestein und in der Kohle. Glückauf Bd. 72 S. 1217/1225.
— Die Abbaudynamik im streichenden Strebbau unter Berücksichtigung verschiedener Versatzarten und ihre Beziehung zur Tektonik im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. Diss. Aachen.
LÜCKERATH: Erfolgreiche Anwendung des seismischen Reflexionsverfahrens im Ruhrbergbau. Glückauf Bd. 72 S. 236/238.
MEIS: Der Saarbergbau im Jahre 1935. Glückauf Bd. 72 S. 975/982.
MICHAEL: Paläobotanische und kohlenpetrographische Studien in der nordwestdeutschen Wealdenformation. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 166.
NEHM: Beiträge zur Weiterentwicklung des räumlichen Grubenbildes. II. Mitt. Markscheidewes. Bd. 47 S. 102/118.
NEHRENHEIM: Die Berücksichtigung der Kohlenlagen im Unterricht der Haueranwärter. Bergbau Bd. 49 S. 476/478.
NIEDERBÄUMER: Silikosebekämpfung im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. Bergbau Bd. 49 S. 303/315.
NIERHAUS: Kohlenveredlung unter besonderer Berücksichtigung der Hydrierung und Schwelung. Bergbau Bd. 49 S. 138/147.
OBERSTE-BRINK: Das Ergebnis des 2. Kongresses für Karbonstratigraphie zu Heerlen vom 9. bis 12. September 1935 unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Steinkohlenbecken. Mitt. Markscheidewes. Bd. 47 S. 46/55.
— Raumordnung und Bergbau. Mitt. Markscheidewes. Bd. 47 S. 141/144.
PETRASCHECK: Das Vorkommen der feuerfesten Tone. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 414.
— Eigenartige Geröllkohle im Kreidesandstein von Kreibitz (Nordböhmen). Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 539/543.
POHL: Über die Beziehungen zwischen der Entstehung von Flözbränden durch Selbstentzündung und der petrographischen Zusammensetzung der Kohlen. Kohle u. Erz Bd. 33 Sp. 421/424.
QUIRING: Die Entstehung der westeuropäischen Steinkohlenbecken. Glückauf Bd. 72 S. 1225/1227.
— Der bronzezeitliche „Venetianerstollen" von Ramsbeck. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 84 S. 126.
— Neue geothermische Messungen in Eisenstein- und Erzgruben des Rheinischen Gebirges. Glückauf Bd. 72 S. 57/62.
— , BODE, STACH u. SCHRÖDER: Zur Geologie des Saarlandes. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 171.
RICHTER: War das variskische Gebirge ein Hochgebirge? Zbl. Mineral., Geol., Paläont. B S. 139/149.
ROOS: Comparative researches on the variation of the constituents of coal of one seam from South Limburg (The Netherlands). Maastricht: van Aelst.
RUFF u. GESELLE: Das Verhalten von Steinkohle bei der Aufnahme und Abgabe von Kohlensäure. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 84 S. 425/436.
RÜLAND: Beitrag zur Klärung der Grubengasentwicklung im Steinkohlenbergbau. Halle a. S.: W. Knapp.
RUPRECHT: Die Biostratigraphie des obersten Kulm im Sauerlande. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 57 S. 238/283.
SCHMIDT: Das Geologische Sauerland-Museum auf der Burg Altena. Altena i. W.
— Faltungskerne im ostrheinischen Schiefergebirge. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 88 S. 578 u. S. 680/686.
SCHRIEL u. RICHTER: Graptolithenführendes Silur im Ebbesattel. Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 57 S. 540/543.
SCHWEPPE: Kohlenpetrographische Untersuchungen von Flözscharungen und einzelnen Flözbänken. Dissertation Bergakad. Freiberg i. Sa. Verlag Mauckisch.
SCHWINNER: Lehrbuch der physikalischen Geologie. Bd. I: Die Erde als Himmelskörper (Astronomie, Geophysik, Geologie in ihren Wechselbeziehungen). Berlin: Gebrüder Borntträger.
SEMMLER: Die Geologie des Saarkohlenbezirkes. Z. Berg.-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 84 S. 157/160.
— Die geologischen Verhältnisse des Saarkohlenbezirkes. Glückauf Bd. 72 S. 417/427.
— Grundwasser und Quellen im ausgehenden Oberkarbon bei Kettwig. Glückauf Bd. 72 S. 9/13.
STACH: Seen im Steinkohlenmoor. Glückauf Bd. 72 S. 797/803.
STEUSLOFF: Die Eisenschwarten der Borkenberge. Natur u. Heimat, Münster, Nr. 1 S. 9.
STICKEL: Die genetische Gliederung und geochronologische Einstufung der Niederterrassenaufschüttungen am Mittel- und Niederrhein. Decheniana. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 93 S. 351/368.
STÖCKE: Für das Gebirgsdruckproblem wichtige Begriffe aus der technischen Mechanik. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 84 S. 465/467.
— , HERRMANN u. UDLUFT: Gebirgsdruck und Plattenstatik II. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 84 S. 467/503.
THIESSEN u. SPRUNK: The origin of the finely divided or granular opaque matter in splint coals. Fuel Bd. 15 S. 304/315.

Ullrich: Verfahren zur Erforschung des Gebirgsverhaltens unter Tage. Glückauf Bd. 72 S. 81/87.
Ungenannt: Entwicklungsmöglichkeiten des Strontianitbergbaus im Münsterland. Techn. Bl., Düsseld. Bd. 26 S. 85/86.
Weissner: Erkenntnisse aus der Beobachtung von Gebirgsbewegungen für den Abbau. Glückauf Bd. 72 S. 997/1005 u. S. 1030/1035.
Winter: Neuere Untersuchungen über die mineralischen Bestandteile und die Aschenzusammensetzung der Steinkohle. Glückauf Bd. 72 S. 1241/1247.
Wölk: Die Entstehung des niederrheinischen Hauptbraunkohlenflözes. Braunkohle Bd. 35 S. 177/182 u. S. 198/203.

1937.

Behrendt: Beobachtungen über die Entstehung des primären Teufenunterschiedes auf Blei-Zinkerzgängen. Z. prakt. Geol. Bd. 45 S. 5/9.
Bentz: Aufsuchung von Erdöl in Deutschland mit Reichsmitteln. Öl u. Kohle Bd. 13 S. 667/669.
Bode: Die Tonsteine des Saarlandes. Bergbau Bd. 50 S. 273/276.
— Kennzeichnung der wichtigsten karbonischen Gesteinarten. Glückauf Bd. 73 S. 137/138.
— Lonchopteriden im Saarkarbon. Glückauf Bd. 73 S. 558/562.
— Kohlenpetrographische Nomenklatur. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 85/90. Maestricht: van Aelst.
— Das Namur und seine Unterteilung. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 91/96. Maestricht: van Aelst.
Bubnoff, v.: Kohlenbildung in Raum und Zeit. Glückauf Bd. 73 S. 641/652.
Dannenberg: Geologie der Steinkohlenlager. Bd. 3. Berlin: Gebrüder Borntträger.
Esser: Die Identifizierung der Flöze der Kohlscheider Schichten (Westfal A) in den Gruben Carolus Magnus und Carl Alexander der Baesweiler Scholle und die Gleichstellung mit den Flözen der Kohlscheider und Alsdorfer Scholle des Wurmgebietes bei Aachen. Diss. Aachen.
Fliegel: Zur Geologie des niederrheinischen Braunkohlenbeckens. Sonderdruck z. Lief. 283 der Geol. Karte v. Preußen usw. i. M. 1 : 25000. Berlin.
Funke: Das Auffahren und der Ausbau von Gesteinsstrecken unter Berücksichtigung der Schlechten und durchgehenden Risse. Bergbau Bd. 50 S. 55/60.
Gothan: Kohle. In Beyschlag-Krusch-Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. Bd. 3, 1. Teil. Stuttgart: Ferdinand Enke.
— Die Frage des Synchronismus der Perm- und Stephan-Floren und ihre Charakteristika. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 213/217. Maestricht: van Aelst.
— Vergleich des ost- und westdeutschen Karbons. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 219/224. Maestricht: van Aelst.
— Geobotanische Provinzen im Karbon und Perm. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 225/226. Maestricht: van Aelst.
Hahne: Die Gleichstellung und einheitliche Benennung der Flöze im Aachener Steinkohlenbezirk. Glückauf Bd. 73 S. 237/240.
— Das fazielle Verhalten der Flöze und Zwischenmittel in den Kohlscheider Schichten des Wurmgebietes. Glückauf Bd. 73 S. 652/656.
Hoffmann: Zweckmäßigkeit der kohlenpetrographischen Nomenklatur. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 313/325. Maestricht: van Aelst.
Jongmans: Contribution to a comparison between the carboniferous Floras of the United States and of western Europe. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 363/387. Maestricht: van Aelst.
— Synchronismus und Stratigraphie. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 327/344. Maestricht: van Aelst.
— Comparison of the floral succession in the carboniferous of West-Virginia with Europe. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 393/415. Maestricht: van Aelst.
— u. Gothan: Betrachtungen über die Ergebnisse des zweiten Kongresses für Karbonstratigraphie. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 1/40. Maestricht: van Aelst.
Keller: Beitrag zur Kenntnis der paläogeographischen Verhältnisse im Oberkarbon Nordwestdeutschlands. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 89 S. 65/72.
— Die Bedeutung der Facies im Oberkarbon. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 1 S. 489/503. Maestricht: van Aelst.
Kühlwein: Untersuchung der Gefügezusammensetzung der Steinkohle und ihre Bedeutung für Kohlenaufbereitung und Kohlenveredlung. Techn. Mitt. Haus d. Techn. Bd. 30 S. 305/318.
Kukuk u. Wolansky: Die geologische Forschung im Dienste vaterländischer Aufgaben. Bergbau Bd. 50 S. 172/180.
Lameck: Dr. Fritz Muck, der Begründer der Steinkohlen-Chemie im Ruhrgebiet. Witten: Märkische Druckerei und Verlagsanstalt Aug. Pott.
— u. Nierhaus: Der Stand der Steinkohlenveredlung. Stahl u. Eisen Bd. 57 S. 1041/1048 u. S. 1074/1079.
Moy-Thomas: The Carboniferous Coelacanth Fishes of Great Britain and Ireland. Proc. Zool. Soc. Ser. B Part 3, S. 383/415.
Oberste-Brink: Der Eisenerzbergbau im Ruhrbezirk. Glückauf Bd. 73 S. 101/110.
Paeckelmann: Die geologischen Grundlagen des Ramsbecker Bergbaus. Glückauf Bd. 73 S. 389/396.

PATTEISKY: Der elliptische Querschnitt aus der Kohle wachsender aufrechter Baumstämme. Schlägel u. Eisen, Brüx Bd. 35 S. 155/157.
PAUL: Die Transgression der Viséstufe am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 179.
— Die Transgression der Viséstufe in Nordwesteuropa. Decheniana. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. Bd. 95 A S. 241/247.
PETERS: Eine einfache Methode zur Überwachung der Flözgasverhältnisse im Steinkohlenbergbau. Brennstoff-Chem. Bd. 18 S. 127/129.
PETRASCHECK: Verdickungen und Verdrückungen von Kohlenflözen und die Gesetzmäßigkeit ihrer Lage. Z. prakt. Geol. Bd. 45 S. 172/176.
RAUB: Ein neuer Weg zur Bestimmung tektonischer Flözstörungen. Glückauf Bd. 73 S. 749/753.
— Die Grundlagen der Kohlenpetrographie. Bergbau Bd. 50 S. 350/356.
— Die Bedeutung der Kohlenpetrographie für den Grubenbetrieb. Bergbau Bd. 50 S. 381/388.
RICHTER: Wühlgefüge durch kotgefüllte Tunnel (*Planolites montanus* n. sp.) aus dem Oberkarbon der Ruhr. Senckenbergiana Bd. 19 S. 150/159. Frankfurt a. M.
—, R. u. E.: Die Herscheider Schiefer und ihre Beziehung zu den wiedergefundenen Dayia-Schichten. Senckenbergiana Bd. 19 S. 289/313. Frankfurt a. M.
RIEDEL: Über Transgressionserscheinungen im hohen Senon Hannovers und das Aufsteigen der Salzstöcke von Hänigsen-Wathlingen und Wienhausen-Sandlingen. Z. dtsch. geol. Ges. Bd. 89 S. 19/44.
SCHLEIER: Zur Frage der Senkungsvorausberechnung beim Abbau von Steinkohlenflözen in geneigter Lagerung. Mitt. Markscheidewes. Bd. 48 S. 16/27.
SCHULTE: Die geologischen Verhältnisse des östlichen Haarstranges, insbesondere des Almegebietes. Abh. Landesmus. Prov. Westfal. Mus. f. Naturk. Münster i. W. Jg. 8 H. 1.
STACH: Die Anwendung der Ölimmersion in der Kohlenmikroskopie. Glückauf Bd. 73 S. 330/333.
THYSSEN, v.: Die Anwendungsmöglichkeit des THYSSEN-Gravimeters in deutschen Steinkohlengebieten. Kohle u. Erz Bd. 34 Sp. 161/166.
WÖHLBIER: Die Wirkung von Druck und Temperatur auf die Flözbeschaffenheit. Glückauf Bd. 73 S. 630/633.

1938.

KÜHLWEIN: Bedeutung der angewandten Kohlenpetrographie für Kohlengewinnung, Kohlenaufbereitung und Kohlenveredlung. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 2. Maestricht: van Aelst.
KUKUK: Die Florenfolge in den oberen Teilen des westfälischen Karbons. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen 1935, Compte Rendu, Tome 2. Maestricht: van Aelst.

Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern im Maßstab 1:25000.

Herausgegeben von der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Berlin.

1909 KRUSCH u. MÜLLER: Blatt Kamen. Lief. 143.
1909 MÜLLER u. KRUSCH: Blatt Dortmund. Lief. 143.
1909 MÜLLER u. KRUSCH: Blatt Witten. Lief. 143.
1909 MÜLLER u. KRUSCH: Blatt Hörde. Lief. 143.
1911 BÄRTLING: Blatt Unna. Lief. 163.
1911 BÄRTLING, HENKE, KRUSCH, MÜLLER u. SCHMIDT: Blatt Menden. Lief. 163.
1911 BÄRTLING, FUCHS, KRUSCH u. MÜLLER: Blatt Hagen. Lief. 163.
1911 DENCKMANN, FUCHS, HENKE, LOTZ u. SCHMIDT: Blatt Hohenlimburg. Lief. 163.
1911 FUCHS, HENKE, LOTZ u. SCHMIDT: Blatt Iserlohn. Lief. 163.
1916 QUAAS: Blatt Willich. Lief. 195.
1923 FUCHS: Blatt Lüdenscheid. Lief. 220.
1923 FUCHS: Blatt Altena. Lief. 220.
1923 HENKE: Blatt Endorf. Lief. 236.
1923 SCHMIDT: Blatt Plettenberg. Lief. 236.
1924 BÄRTLING: Blatt Bochum. Lief. 211.
1924 BÄRTLING: Blatt Essen. Lief. 211.
1928 HÖPPNER u. KRAUSE: Blatt Krefeld. Lief. 227.
1928 ZIMMERMANN u. KRAUSE: Blatt Mörs. Lief. 227.
1928 FUCHS: Blatt Radevormwald. Lief. 263.
1928 FUCHS, PAECKELMANN u. BÄRTLING: Blatt Barmen. Lief. 263.
1928 PAECKELMANN: Blatt Elberfeld. Lief. 263.
1929 BÄRTLING, FUCHS, PAECKELMANN u. STACH: Blatt Hattingen. Lief. 274.
1929 BÄRTLING, BREDDIN, PAECKELMANN, STACH u. WUNSTORF: Blatt Velbert. Lief. 274.
1929 WUNSTORF: Blatt Kettwig. Lief. 274.
1929 ZIMMERMANN u. BREDDIN: Blatt Kaiserswerth. Lief. 274.
1930 BÄRTLING u. BREDDIN: Blatt Mülheim (Ruhr). Lief. 295.
1930 ZIMMERMANN: Blatt Duisburg. Lief. 295.
1931 BÄRTLING u. BREDDIN: Blatt Gelsenkirchen. Lief. 307.

1931 Bärtling, Breddin u. Stach: Blatt Herne. Lief. 307.
1932 Zimmermann u. Breddin: Blatt Düsseldorf. Lief. 234.
1932 Zimmermann u. Paeckelmann: Blatt Mettmann. Lief. 234.
1932 Bentz: Blatt Öding. Lief. 293.
1932 Bentz u. Isert: Blatt Stadtlohn. Lief. 293.
1933 Bentz, Görz u. Udluft: Blatt Borken. Lief. 315.
1933 Hoffmann, Görz u. Udluft: Blatt Brünen. Lief. 315.
1933 Isert, Bentz, Görz u. Udluft: Blatt Rhede. Lief. 315.
1933 Udluft u. Görz: Blatt Raesfeld. Lief. 315.
1933 Zöller, Bärtling, Görz u. Udluft: Blatt Drevenack. Lief. 315.
1936 Bärtling u. Udluft: Blatt Bottrop. Lief. 339.

Sammelwerk: Die Steinkohlenbergwerke der Vereinigte Stahlwerke A. G.

Verfaßt von Dr.-Ing. e. h. Knepper, Dr. Oberste-Brink, Dr.-Ing. Haack, Essen.

1929:	Schachtanlage	Bonifacius, Essen-Kray	1932:	Schachtanlage	Hansa, Dortmund-Huckarde
1929:	„	Erin, Castrop-Rauxel,	1932:	„	Pluto, Wanne-Eickel
1930:	„	Holland, Wattenscheid	1932:	„	Westende, Duisburg
1930:	„	Alma, Gelsenkirchen	1933:	„	Adolf von Hansemann, Dortmund-Mengede
1930:	„	Engelsburg, Bochum			
1930:	„	Carolinenglück, Bochum-Hamme	1933:	„	Nordstern, Gelsenkirchen-Horst
1930:	„	Beeckerwerth, Duisburg-Beeck	1933:	„	Graf Moltke, Gladbeck
1930:	„	Fr. Thyssen 3/7, Duisburg-Hamborn	1934:	„	Fr. Thyssen 2/5, Duisburg-Hamborn
1930:	„	Fr. Thyssen 4/8, Duisburg-Hamborn	1934:	„	Zollverein, Essen-Katernberg
			1935:	„	Lohberg, Dinslaken
1931:	„	Tremonia, Dortmund	1936:	„	Minister Stein, Dortmund-Eving
1931:	„	Zollern-Germania, Dortmund	1936:	„	Fürst Hardenberg, Dortmund-Lindenhorst
1931:	„	Bruchstraße, Langendreer			
1932:	„	Westhausen, Dortmund-Bodelschwingh	1937:	„	Dannenbaum, Bochum-Laer.

B. Kartenwerke.

Flözkarte des Westfälischen Steinkohlengebirges. Maßstab 1 : 51200. 4 Sektionen, gezeich. von H. Rauh. 1858.

Querprofil durch das Westfälische Steinkohlengebirge nach den Linien Castrup—Dortmund—Syburg, Recklinghausen—Bochum—Sprockhövel und Horst—Essen—Werden. Maßstab 1 : 2000, gezeich. von R. Böer.

Geognostische Übersichts- und Flötzkarte des Westfälischen Steinkohlengebirges. Maßstab 1 : 64000, bearbeit. bei d. Königl. Oberbergamt zu Dortmund. Iserlohn 1867.

Flötzkarte des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens. Herausgeg. von d. Westfäl. Berggewerkschaftskasse zu Bochum. Maßstab 1 : 12800. 32 Blätter. Gezeich. von W. Kapp. 1868.

Geologische Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. Von Dr. H. von Dechen. In 34 Blättern. Maßstab 1 : 80000. 1. Aufl. 1855 bis 1865. 2. Aufl. 1873.

Geologische Übersicht der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. Von Dr. H. von Dechen. Maßstab 1 : 500000. 1. Ausgabe 1866. 2. Ausgabe 1883.

Flötzkarte des westfälischen Steinkohlenbeckens. 43 Grundrißblätter (Maßstab 1 : 10000) nebst 23 Profilblättern (Maßstab 1 : 5000); herausgeg. von d. Westfäl. Berggewerkschaftskasse, 1879 bis 1890.

Geognostische Karte des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens. Bearbeit. nach Grubenbildern und örtlichen Ermittelungen von Ludwig Achepohl, Markscheider a. D. Maßstab 1 : 52000. Oberhausen. 1885.

Flötzkarte des Ruhrkohlenbeckens, auf Grund der oberbergamtlichen Karten zusammengestellt mit Genehmigung des Ministers der öffentlichen Arbeiten von dem Königlichen Geheimen Bergrat Dr. Runge und den Königl. Oberbergamtsmarkscheidern Jüttner, Fink, Haase und Hünnebeck. Dortmund. 1888. Maßstab 1 : 50000.

Lepsius, C.: Geologische Karte des Deutschen Reichs in 27 Blättern. Gotha: J. Perthes. Maßstab 1 : 500000. Sektionen Münster, Hannover, Köln und Frankfurt. 1894.

Geologische Übersichtskarte und Erzlagerstättenkarte der Bergreviere Oberhausen, Werden, Hattingen und Witten im Oberbergamtsbezirk Dortmund. 1 : 200000. Oberbergamt Dortmund 1895. Erschienen in Stockfleth: Der südlichste Teil des Oberbergamtsbezirks Dortmund. Bonn 1896.

Übersichtskarte des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens, herausgeg. im Jahre 1900 von d. Westfäl. Berggewerkschaftskasse zu Bochum. Maßstab 1 : 50000, gezeich. von F. W. Jungholt.

Tiefenschichtenplan der Oberfläche des Steinkohlengebirges unter den jüngeren Formationen. 1 : 100000. Entwurf von der Markscheiderei der Westfälischen Berggewerkschaftskasse. In Cremer-Mentzel: Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlen-Bergbaus, Bd. 1. 1903.

Geognostische Übersichtskarte des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens. Entwurf von der Markscheiderei der Westfälischen Berggewerkschaftskasse. 1 : 100000. In Cremer-Mentzel: Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlen-Bergbaus, Bd. 1. 1903.

Geologische Karte des Südrandes des Beckens von Münster (zwischen Menden und Witten). Maßstab 1 : 100000. Von P. Krusch. Erschienen in: Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 29 (1908), Teil 2, Tafel 1.

Tektonische Übersichtskarte der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung. Entw. von P. Kukuk. Maßstab 1 : 150000. Glückauf Bd. 46 (1910). Tafel 11.

Geologische Übersichtskarte der Kreidebildungen zwischen Paderborn und dem südlichen Eggegebirge. 1 : 75000. Von H. Stille. Herausgeg. von d. Preuß. geol. Landesanst. Berlin 1904.

Tektonische Übersichtskarte des Eggegebirges. 1 : 100000. Von Hans Stille. 1907. Erschienen in: Erläuterungen zur Lieferung 147 der Geolog. Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1 : 25000. Blätter: Willebadessen, Driburg und Peckelsheim. Preuß. geol. Landesanst. Berlin 1908.

Tektonische Karte des Piesbergs und seiner Umgebung. 1 : 75000. Von E. Haarmann. Erschienen in Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 30 (1909. I), Tafel 1.

Übersichtskarte der Tektonik und der nachgewiesenen Verbreitung der Steinkohlenformation im Rhein-Maas-Gebiet. 1 : 200000. Von W. C. Klein, Waterschoot van der Gracht und W. Wunstorf. Erschienen in W. Wunstorf und G. Fliegel: Die Geologie des Niederrheinischen Tieflandes. Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 67 (1910) Anl. I.

Tektonische Übersichtskarte der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung. Von P. Kukuk. Maßstab 1 : 200000. Internat. Kongr. für Bergbau usw. Düsseldorf 1910. Sonderdruck der Abteilung für praktische Geologie.

Geologische Übersichtskarte des südlichen Teutoburger Waldes. 1 : 100000. Von H. Stille und A. Mestwerdt. Herausgeg. von d. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1919.

Übersichtskarte der Saxonischen Gebirgsbildung zwischen Vogelsberg-Rhön und der norddeutschen Tiefebene. 1 : 250000. Von H. Stille. Herausgeg. von d. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1922.

Deutschlands Kohlen-, Kali- und Eisenerzlagerstätten. Übersichtskarte ihrer geographischen Verbreitung. 1 : 1000000. Von P. Kukuk, 5. Aufl. Braunschweig: G. Westermann 1923.

Kleine geologische Karte von Europa. 1 : 10000000. Bearb. von F. Beyschlag und W. Schriel. Mit Deckblatt der tektonischen Verhältnisse von H. Stille. Herausgeg. von d. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1925.

Geologische Übersichtskarte des östlichen Teiles des westfälischen Industriebezirkes. Nach Spezialaufnahmen der preuß. geol. Landesanst. zusammengestellt von Franke. 1925. Beilage zu dem „Geolog. Heimat- und Wanderbuch für den östlichen Industriebezirk". Maßstab 1 : 100000.

Geologisch-tektonische Übersichtskarte des Rheinischen Schiefergebirges. 1 : 200000. Von W. Paeckelmann. Herausgeg. von d. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1926.

Geologische Übersichtskarte des nördlichen Sauerlandes und des Bergischen Landes. 1 : 100000. Von A. Fuchs. Herausgeg. von d. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1928.

Kleine geologische Karte von Deutschland. 1 : 2000000. Bearb. von W. Schriel. Herausgeg. von d. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1930.

Geologische Übersichtskarte und Höhenschichtenkarte des östlichen Sauerlandes. 1 : 200000. Von W. Paeckelmann. Erschienen in Jb. preuß. geol. Landesanst. Bd. 52 (1931), Tafel 24.

Geologisch-agronomische Karten der Umgebungen der landwirtschaftlichen Lehranstalten. 1 : 25000. Herausgeg. von d. preuß. geol. Landesanst. Berlin. Blatt Soest.

Isanomalenkarte der magnetischen Vertikalintensität von Mecklenburg und ihre Bedeutung für die geologische Erforschung des Landes mit besonderer Berücksichtigung der Frage, ob und wo neue Bodenschätze erschlossen werden können. Von Fr. Schuh. Herausgeg. von d. Mecklenburg. geol. Landesanst. Rostock 1934.

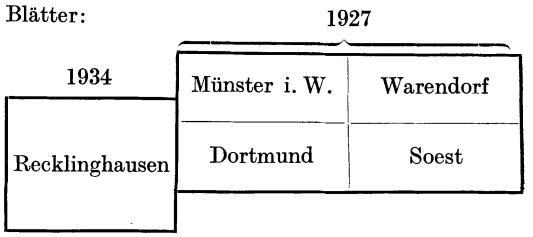
Flöz- und Übersichtskarte des rheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirkes.
Maßstab 1 : 10000.
Herausgegeben von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum. 3. Aufl. 1911—1936.
Blätter:

								Heessen
	Gahlen	Dorsten	Marl-Hüls	Datteln	Bork	Kappenberg	Werne	Hamm
	Kirchhellen	Polsum	Recklinghausen	Henrichenburg	Waltrop	Lünen	Kamen	
Dinslaken	Sterkrade-Königshardt	Gladbeck	Wanne-Unser Fritz	Castrop	Mengede	Kurl	Königsborn	
Duisburg-Hamborn Nord	Bottrop	Katernberg	Gelsenkirchen	Harpen	Dortmund	Aplerbeck	Holzwickede	
Duisburg-Hamborn Süd	Oberhausen	Essen	Bochum	Witten	Annen			
		Werden	Hattingen	Blankenstein				
			Langenberg	Haßlinghausen				

Karte der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands.
Maßstab 1 : 200000.
Herausgegeben von der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Berlin.
Blätter:

Lief. II Bentheim 2. Aufl. 1932	Lief. II Osnabrück 2. Aufl. 1932	Lief. III Minden 1. Aufl. 1910
Lief. I Cleve-Wesel 3. Aufl. 1931	Lief. I Münster i. W. 3. Aufl. 1931	Lief. III Detmold 1. Aufl. 1910
Lief. I Düsseldorf 3. Aufl. 1931	Lief. I Arnsberg 3. Aufl. 1931	Lief. IX Arolsen 1. Aufl. 1921
Lief. I Köln a. Rh. 3. Aufl. 1932	Lief. I Siegen 3. Aufl. 1932	Lief. IX Marburg 1. Aufl. 1921

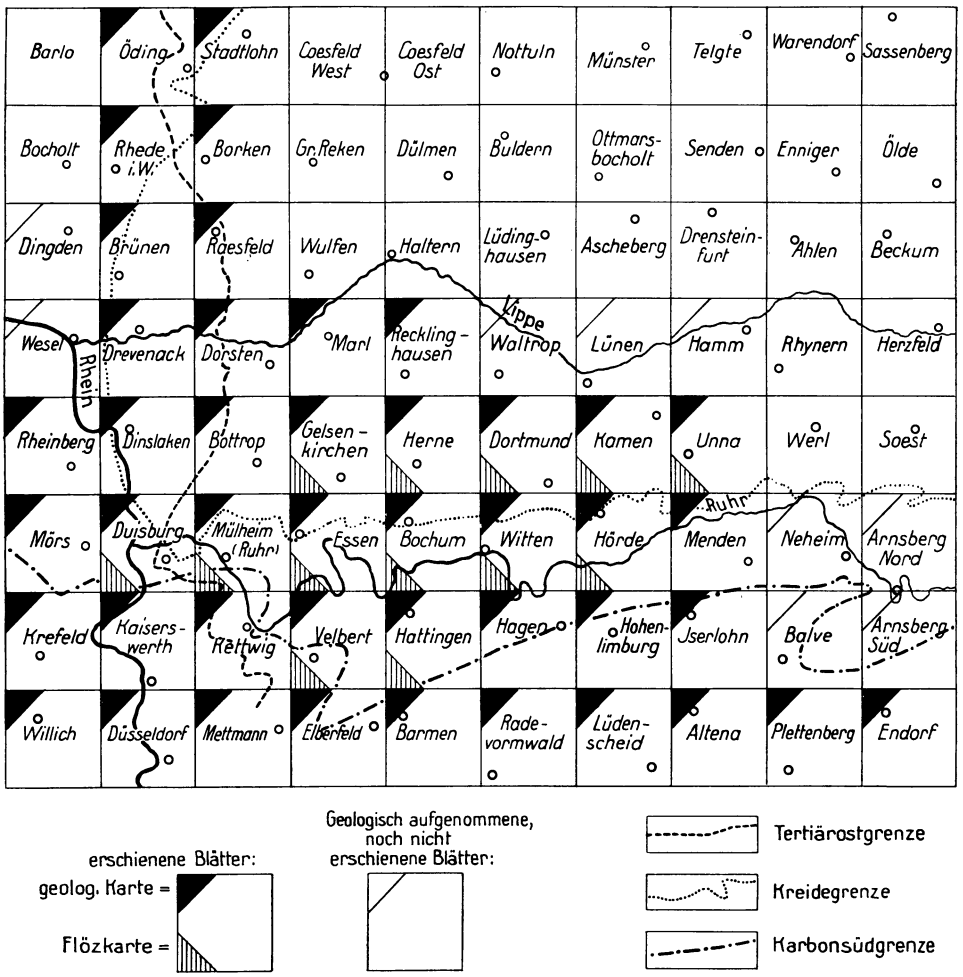
Tiefbohrkarte des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens.
Maßstab: 1 : 100000.
Herausgegeben von der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Berlin.
Bearbeitet von Bärtling und Beyenburg.
Blätter:



Geologische Übersichtskarte von Deutschland.
Maßstab 1 : 200000.
Herausgegeben von der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Berlin.
Im Erscheinen:
Blätter: Wesel; Münster i. W.

Abb. 742. Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern.
Maßstab: 1 : 25000.
Herausgegeben von der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Berlin.

Blätter:



XXIII. Abschnitt.

Orts-, Namen- und Sachverzeichnis.

A. Ortsverzeichnis.

Adorf 519.
Ahlen 4, 567.
Allendorf 546.
Alstätte 408, 528, 569.
Altena 30.
Altenbeken 71, 576.
Ampen 434, 435, 579.
Amts-Venn 516.
Angertal 39.
Annen 96.
Anröchte 434, 580.
Antfeld 580.
Ardeygebirge 3.
Arnsberg 7, 555.
Ascheberg 553.
Attendorn 34.
Augustdorf 70.
Aurich 7.

Baldeney-See 589.
Balve 34, 519, 520.
Barler Berge 457.
Barmen 23, 573.
Barsinghausen 513, 514.
Baumberge 3, 451, 452, 580.
Bausenhagen 421, 423.
Beckum 76, 452, 453.
Beckum (Balve) 35, 574.
Beckumer Berge 3, 576.
Beierröhde 535.
Belecke 575, 588.
Benthausen 538, 540.
Bentheim 404, 528, 569, 570, 571.
Bentheimer Rücken 457.
Bergisches Land 3, 32, 38, 576.
Bevergern 577.
Bielefeld 71, 457.
Billmerich 421, 423, 426, 430, 492, 529.
Binolen 34.
Bislich 403, 503, 527.
Blankenstein 7.
Bleiberg 539.
Bleiwäsche 546.
Bochum 4, 23, 370, 417, 577.
Böhle 60.
Bohmte 404, 513.
Borgentreich 479.
Bork 448, 449, 582.
Borkenberge 3, 445, 446, 530, 583.
Borlinghausen 71.
Borntosten 553.
Borth 7, 397, 557—562.
Bottrop 4, 448, 582.
Bourtanger Moor 516, 531.
Brambauer 4.
Brilon 459, 460, 519, 545, 546, 557, 583.
Broich 426.
Bruchhäuser Steine 46, 583.
Bückeberge 404, 513, 579.
Buldern 569, 571.
Bünde 467, 478, 581.
Büren 576.
Buurse 403.

Campine 204, 221.
Capelle 451.
Castroper Höhen 482.
Castrop-Rauxel 4.
Coesfeld 402, 451.
Colonia Trajana 531.
Corbach 556, 575.
Corle 569, 572.

Darfeld 571.
Datteln 4, 497.
Davert 373, 567, 568, 572.
Deister 404, 513, 514, 579.
Detmold 70, 71.
Deuten 570.
Dingden 476.
Dinslaken 4, 466.
Doberg 467, 478.
Dobrilugk 72.
Dolberg 567.
Dörenschlucht 457.
Dörentrup 515, 583.
Dornap 573, 574.
Dorsten 4.
Dortmund 4, 23.
Dreislar 546.
Drensteinfurt 553, 570.
Drewer 588.
Driburg 586.
Druchter Kalkofen 49.
Duisburg 4, 23, 469, 470, 471.
Dülmen 443, 447, 582.
Düsseldorf 7.

Ebbegebirge 3, 520.
Eder 556.
Eggegebirge 3, 457, 526.
Eggerscheidt 51, 54.
Eibergen 569.
Eilsen 589.
Eisenberg 556.
Elberfeld 23, 27, 32, 39.
Ems 4.
Emscher 4, 486.
Endorf 545.
Ennepe 4.
Ennigerloh 452, 576.
Essen 4, 23, 287, 289.
Externsteine 579.

Felsenmeer 520.
Flaesheim 447.
Frankenberg 552.
Fredeburg 580.
Freudenberg 391, 582.
Frömern 421, 422, 423, 426, 430.
Fröndenberg 7.

Gahlen 590, 606.
Geest 403.
Gehn 580.
Gelsenkirchen 4, 23.
Geseke 576.
Getelo-Moor 516.
Giershagen 46.
Giershausen 553.
Gildehaus 404, 579.
Gildehäuser Rücken 457.
Gladbeck 4, 399, 445.
Goch 503.
Groenlo 569.
Gronau 528, 581.
Großburlo 404.
Großes Moor 516.
Gruiten 574.

Haard 3, 445—447, 530, 583.
Haarmühle 403.
Haarstrang 3, 590.
Hagen 23, 58, 576.
Halle i. W. 529, 576.
Haltern 4, 443, 446, 582, 590.
Hamborn 472.
Hamm 4, 585.
Hangenau 572.
Harkort-See 589.
Haspe 59.
Hattingen 7, 23.
Haustenbeck 70.
Häverstedt 525.
Havixbeck 580.
Hefel 539.
Heiligenhaus 33, 54, 541.
Heißen 417.
Helchteren 379.
Helenaveen 379.
Hellweg 584, 603.
Helmscheid 553.
Hengstey-See 4, 589.
Herdecke 7, 97, 577.
Herne 4, 23, 496, 500, 551.
Herscheid 28.
Herten 4.
Hervel 583.
Heseper Moor 516.
Hiltrup 569, 573.
Hohe Mark 3, 445, 446, 530, 583.
Hohenlimburg 23, 35, 574.
Holsterhausen 590.
Homberg 7.
Hönne 4.
Hönnetal 34.
Hörde 23, 376, 418, 431, 432, 529.
Horn 479.
Hösel 62, 473.
Hövel 55.
Hüggel **356**, 523, **524**, 552, 583.
Hüls 548.
Hüssenberg 479.

Ibbenbüren **349**, 578.
Iburg 402.
Ickern 4.
Iserlohn 23, 34, 52, 534.
Isterberger Rücken 457.
Itter 552.

Jakobsberg 578.

Kaisberg 57.
Kaiserberg 471.
Kamen 4, 23, 567.
Kappenberg 445.
Kassenberg 416, 417, 423, 461, 462.
Kettwig 4, 23, 161.
Kleff bei Herdecke 162.
Kleinen-Bremen 526.
Klosterholz 59, 60.
Kölner Bucht 465.
Königsborn 584.
Kupferdreh 7.

Langendreer 491, 492, 582.
Langerfeld 535.
Leeg Poelyck 73.
Lengerich 457.
Lenne 4, 583.
Lennegebirge 3.
Letmathe 31, 34, 52, 573.
Linderhaus 476.
Lintfort 7.
Lintorf 49, 538, 541, 542, 543.
Lippe 4, 486.
Lippinghausen 583.
Lippspringe 70, 379.
Lister-Talsperre 589.
Littfeld 555.
Lopshorn 70.
Lübbecke 513.
Lüdenscheid 43.
Lünen 4, 445.
Lünten 403.

Maas 504.
Marl 4.
Martenberg 520.
Mecklinghausen 575.
Meggen 532, 545.
Meinberg 586.
Menden 23, 379.
Mettmann 23, 34.
Milspe 34.
Minden 404, 513, 514.
Möhne 4.
Möhne-Talsperre 589.
Monning 470.
Mörs 7.
Mülheim 4, 23, 416, 417, 577.
Mülheim-Speldorf 470, 581.
Münster 7, 71, 451.
Münstersches Flachland 481.
Müsen 555.

Neandertal 33, 34, 496, 499.
Nehden 575.
Netteberge 448.
Nettelstedt 578.
Neubeckum 452, 576.
Neuenheerse 513, 579.
Neviges 50, 51, 538, 539.
Niederbarkhausen 379.
Niederense 553.
Nieder-Marsberg 546, 552, 553.
Niederrheingebiet 382.
Niederrheinische Bucht 392, 465, 467, 478, 481.
Nottuln 580.
Nuttlar 555, 580.

Obergembeck 553.
Oberhausen 4.
Oberhösel 54.
Ober-Marsberg 546.
Obernkirchen 513, 514, 579.
Ochtrup 407, 408, 528, 569.
Oehde 535.
Oelde 573.
Oerlinghausen 570.
Oese 53, 575.
Oeynhausen 586.
Olpe 555.
Osnabrück 7, 524, 575.
Osning 18, 71.
Osterfeld 445, 448, 582.
Osterkappel 583.
Osterwald 579.
Ottenstein 528, 582.

Padberg 46.
Paderborn 418.
Paderborner Hochfläche 576, 590.
Pelkum 567.
Piesberg 74, 358, 577, 578.
Plantengaarde 563.
Plettenberg 545.
Porta Westfalica 525.
Pyrmont 586.

Raesfeld 75.
Ramsbeck 543.
Ratingen 33, 50, 51, 473, 476, 582.
Ratum 403, 404.
Recklinghausen 4, 443, 444.
Reyering-Venn 516.
Rhedebrügge 581.
Rhein 4, 484.
Rheinberg 7.
Rheine 565, 576, 581.
Rheinhausen 7.
Rheinisches Schiefergebirge 36, 41, 42, 52, 481.
Rheintalgraben 394.
Rödinghausen 38, 41.
Röhr 4.
Roruper Mark 451.
Rotenberg (Wettringen) 457.
Roter Berg 385.
Rothaargebirge 3.
Ruhr 4, 482.
Ruhrgebiet 1.
Rüthen 579.

Saarner Mark 490—492.
Saerbeck 438.
Saley 583.
Salm-Salmsches Regalgebiet 381.
Salzkotten 585.
Salzuflen 586.
Sandebeck 479.
Sassendorf 585.
Sauerland 3, 32, 35, 37, 556, 576.
Schafberg 523, 577.
Schapdetten 580.
Schermbeck 391, 392, 403, 471, 581, 582, 590, 606, 607.
Schnettkerbrücke 431, 432.
Schwarzbachtal 33.
Schwelm 535, 573.
Schwerte 7.
Selbeck 538, 541.
Selm 497.
Senne 590.
Seppenrade 413.
Siedlinghausen 46.
Siegburg 27.
Siegen 555, 556.
Siegerland 517, 555, 556.
Silbach 46.
Silscheder Tunnel 161.
Soest 71, 434, 436, 437, 579, 585.
Solling 578.
Sorpe 4.
Sorpe-Talsperre 162, 589.
Sprockhövel 7.
Stadtberge 546, 552.
Stadtlohn 528, 581.
Sterkrade 473.
Stimmberg 446, 447, 580.
Stromberg 452.
Sundwig 31, 34, 520.
Süntel 579.
Suttrop 520.
Syen-Venn 516.
Sythen 582.

Ternsche 497, 500.
Teutoburger Wald 3, 457, 575.
Thalburg 538, 541.
Thalitter 552.

Unna 4, 23.
Unna-Landwehr 432.

Vechte 4.
Velbert 23, 40, 536, 538, 541.
Velmede 34.
Verse-Talsperre 589.
Ville 19, 467, 515.
Vinsebeck 553.
Vinter Moor 516.
Vissel 403.
Vogelheim 496.
Vohwinkel 535.
Volme 4.
Vonderberg 448.
Vorhalle 59.
Vorhelm 452.
Vreden 400, 403.

Wahmbeck 515.
Waldeck 556.
Walsum 4.
Waltrop 4, 608.
Wankum 72.
Wanne-Eickel 4.
Warburg 71.
Warstein 34, 459, 520.
Wasserfall 50, 51.
Wattenscheid 4, 423.
Wedau 490—492.
Wehrendorf 513.
Weißes Venn 516.
Wellar (Alstätte) 457.
Werden 7, 161.
Werdohl 588.
Werl 579, 585.
Werne 4, 567.
Werther 570.
Weseke 403, 570.
Wesel 4, 381, 400, 564.
Wesergebirge 525.
Westbüderich 579.
Westerholt 4.
Westernkotten 585.
Wetter 7.
Wiehengebirge 525, 526.
Wildenburg 50, 51.
Wildewiese 520.
Willingen 46, 580.
Winterswijk 75, 379, 403, 408.
Wintrop 555.
Wintrup 553.
Witten 7, 23, 287, 552.
Wülfrath 39, 540, 573.

Xanten 403, 531.

Zippenhaus 51.

B. Namenverzeichnis.

Achepohl 23, 76.
Albrecht 193.
Allan 85.
Andree 25.

Bärtling 23, 49, 58, 61, 62, 71, 74, 85, 86, 87, 96, 101, 114, 162, 171, 180, 233, 289, 372, 379, 383, 391, 403, 405, 407, 408, 416, 427, 431, 435, 444, 447, 448, 459, 460, 462, 464, 546, 552, 553, 569.
Bax 583.
Becks 571.
Behrend 544, 545.
Bentz 23, 74, 407, 408, 454, 455, 467, 569.
Bergeat 534.
Bernhard 59.
Beschoren 435.
Beurlen 440.
Beyenburg 23, 293, 428, 437, 450, 451.
Beyschlag 525, 556.
Bisat 89.
Bode 24, 92, 199, 212, 213, 232, 237, 349, 353.
Böhm 24, 403, 435.
Böker 536, 538, 548, 550, 620, 630.
Born 45, 293.
Bornhardt 518, 555.
Böttcher 24, 270, 288, 316.
Breddin 13, 23, 26, 33, 40, 45, 369, 401, 411, 420, 425, 444, 445, 446, 451, 453, 454, 455, 456, 468, 472, **480**, 515, 517, 518, 519, 587, 605, 606, 607, 608.
Brenner 390, 501, 503.
Brockamp 366, 370, 459.
Broockmann 387, 521, 572.
Brune 24, 170, 175, 177, 222, 250, 271.
Bubnoff, v. 90, 284, 289.

Cloos 284.
Conrady 507.
Cremer 23, 70, 72, 119, 142, 162, 245, 250, 349, 373, 378, 402.
Cremer-Mentzel 296, 324, 325, 334.

Dechen, v. 21, 22, 23, 27, 47, 56, 72, 76, 588, 632.
Denckmann 14, 23, 30, 518.
Dohmen 522.
Donath 262.
Drevermann 40.
Duparque 238.

Edelman 88.
Ehrenberg 294.
Eickhoff 544.
Einecke 526, 529.
Ende 233.
Everding 177, 253.

Ferrari 197.
Fiege 24, 56, 59, 291, 417, 428, 460.
Fischer, F. 24, 240, 256, 263, 265, 266.
— G. 92.
Fliegel 23, 34, 51, 382, 383, 395, 397, 465, 501, 515, 559, 561, 587.
— u. Wunstorf 378.
Franke, A. 24.
— F. 24, 59, 60.
Frebold, G. 534.
Frech 23, 30, 632.
Friedensburg 536, 538.
Fritzsche 115.
Fuchs, A. 23, 30.
— W. 24, 614.
Fulda 25, 381, 386, 387, 392, 395, 605.

Geyer 496.
Giers 25, 451, 452.
Gluud 265.
Gothan 23, 59, 60, 70, 72, 106, **141**, 175, 178, 185, 199, 200, 204, 223, 226, 258, 386, 507.
Gripp 490, 491.
Grupe 384, 513.
Guthörl 132.

Haack 24, 71, 347, 379, 552.
Haarmann 24, 64, 284, 318, 325, 354, 356, 358, 360, 362, 525.
Hahne 24, 59, 63, 103, 118, 175, 185, 198, 204, 284.
Haniel 76, 504.
Harbort 407, 569.
Hartung 24.
Hasebrink 232.
Heidorn 393.
Heine 25, 233, 440, 441, 449.
Heinz 25, 427, 435, 440, 443.
Heise 24, 25, 592, 633.
Heise-Herbst 240, 245.
Helfferich 184, 211.
Henke 23, 30, 517, 518, 588.
Herbst, Friedr. 24, 25.
— Fritz 544.
Hillenhinrichs 635.
Hilt 536.
Hirmer 24, **154**, 158, 227, 229.
Hoffmann, A. 23.
— E. 24, 197, 211, 212, 234, 236, 237, 239, 241, **266**.
— H. 497.
Hölling 386.
Holzapfel 47, 378.
Honermann 25, 129, 175, 184, 199, 253.
Hornung 384, 596.
Hövel, v. 21, 57.
Huyssen 23, 584.

Jakob 632.
Janus 25, 501, 504, 564.
Jeffrey 273.
Jenkner 221.
Jochmus-Stöcke 114, 239, 293.
Jongmans 75, 175, 193, 219, 229, 506.

Kahrs 25, 367, 417, 422, 423, 435, 458, 461, 462, 464, 494, 496.
Kalb 620.
Karsten 588.
Keller 24, 58, 73, 75, **85**, 101, **132**, **135**, 161, 192, 203, 271, 284, 286, 290, 292, 612, 613.
Keyser 529.
Kienow 74.
Kindermann 349, 354.
Kipper 553.
Kirchberg 230.
Kleff 83.
Kliver 321.
Klüpfel 526.
Klüppelberg 25.
Knepper 24, 82.
Koert 403, 503.
Kohl 531.
Köhler 529.
Koopmans 229.
Köplitz 25, 115, 116.
Köring 183.
Kratz 25, 48.
Krause, P. G. 379.
Kräusel 27, 31.
Krüpe 25, 197, 221, 223, 270.
Krusch 23, 56, 57, 58, 61, 72, 221, 381, 387, 391, 396, 403, 407, 408, 518, 530, 531, 534, 550, 555, 556.
Kühlwein 25, 197, 212, 239, **266**, 267, 269, 272, 283, 513.
Kühne 24, 57, 59, 62, 85.
Kukuk 24, 49, 70, 79, 92, 109, 132, 142, 170, 175, 180, 184, 185, 188, 189, 197, 199, 207, 213, 227, 228, 229, 232, 245, 248, 268, 291, 293, 349, 357, 378, 384, 566, 568, 570, 620, 631, 632.
Kumm 223.
Küper 632.

Landgräber 25, 382, 469, 473, 503, 564, 597.
Landois 413.
Lange 268.
Laurent 25, 376, 423, 425, 427, 429, 432, 434, 461.
Leggewie 24, 101, 169, 293.
Lehmann, K. 24, 217, 219, 220, 269, 279, 284, 288, 318, 325, 338, 336, 332, 635.
Leising 407, 408.
Lieske 255.
Linstow, v. 19.
Loose 200, 273.
Löscher 25, 425, 427, 435, 441, 451, 453, 454, 476, 607.

Lottner 23, 47, 76, 296, 374.
Lotz 23.

Mathias 114.
Maucher 620.
McKenzie Taylor 257.
Mentzel 23, 70, 72, 142, 179, 180, 228, 245, 536, 568, 572.
Middelschulte 378, 398, 554, 569, 585, 597.
Mintrop 24, 76, 302, 631, 632.
Mönnig 25, 218, 260, 617.
Muck 218.
Müller, G. 23, 386, 400, 404.

Nagalhard 386.
Nashan 214.
Nebelung 115.
Nehm 24, 290, 331.
Niederbäumer 241.
Nierhaus 633.
Noeggerath 21.

Oberste-Brink 24, 64, 79, 83—85, 93, 117, 171, 175, 178, 179, 180, 222, 226, 233, 245, 271, 290, **315**, 317, 332, 369, 523, 618, 635.
Ochsenius 395.
Oster 536.

Paeckelmann 23, 32, 33, 36, 38, 43, 47, 88, 292, 530, 536, 537, 539, 543, 544, 545, 546, 547.
Patteisky 89, 206.
Paul 24, **48**, 49.
Peters u. Warnecke 240.
Petrascheck, W. 193, 221, 233, 240, 418.
Petrascheck, W. E. 223.
Philipp 467.
Picard 72.
Pilz 374.
Plümpe 580.
Poelmann 557.
Poggendorff 565.
Pompeckj 386.
Potonié 24, 200, 255, 266.
Prager 552.
Pruvost 132.

Quiring 10, 23, 74, 296, 511, 518, 555.

Ralston 262.
Ramdohr 556.
Randebrock 407.
Raub 25, 197, 234, 236, 600.
Reich 73, 114.
Renier 175.
Richter, G. 456.
— R. 25, 107, 292.
Riedel 23, 423, 436, 437, 440, 448, 449, 451.
Rittmeister 270.
Roemer, F. 22.
Roos 219.
Roth 61.
Rüland 221, 233.
Runge 23, 632.

Schenck 339, 565, 566.
Schindewolf 24, 38, 47.
Schleier 24.
Schlüter 23, 393, 419, 427, 437, 442.
Schmierer 472.
Schmidt, C. 25, 118, 162.
— H. 14, 24, 41, 47, 59, 62, **117**, 588.
— W. E. 23, 30, 533, 534, 546.
Schmitz 215.
Schneiderhöhn 224, 556.
Scholtz 24, 26, 42.
Schönmüller 25.
Schrader 24.
Schriel 556.
Schröder 25, 554, **619**.
Schulte, G. 24, 302.
— H. 435, 460.
Schultz 632.
Schulz-Briesen 632.
Schulze 269.
— -Buxloh 403.
— -Höing 555.
Schweppe 197.
Seidl 24, 114, 243, 296, 323.
Seitz 25, 429.
Semmler 25, 588, 612, 613, 619.
Sichtermann 520.
Siedenberg 501.
Spackeler 114, 115.
Spethmann 25, 682.
Spriestersbach 30.
Stach 23, 25, 200, 211, 217, 220, 227, 238, 239, 269, 272.
Stadnikoff 272.
Steeger 25, 491.
Steinmann, G. 384.
— H. G. 25, 26, 45, 91, 484.
Steusloff 25, 447, 496, 530.
Stille 24, 71, 75, 284, 456, 513, 557.
Stöcke 25.
Stockfleth 534, 535, 541, 620.
Stolley 443.
Stopes 267.
Stutzer 221, 232, 233, 238, 257.
Suess 72.

Terzaghi 115.
Tesch 75, 569.
Thau 265.
Thiessen 257, 273.
Tilmann 25, 403.
Tietze 354.
Trümpelmann 25, 591, 593, 594, 602, 603.

Udluft 23, 90, 104, 107, 114, 239.

Vaughan 48.

Walther 258.
Waterschoot v. d. Gracht 75, 204, 403, 564, 573.
Weber 241.
Wedekind 24.
Wedding 191, 192.
Wegner 23, 25, 74, 367, 404, 408, 443, 452, 459, 464, 465, 513, 516, 530, 564, 565, 566, 567, 569, 571, 572, 602.
Wehrli 24, **124**, **128**.
Weise 633.
Weißner 24, 114.
Weyland 27, 31, 467.
Wheeler 259.
Wicher 200.
Wildschrey 491, 531.
Windmöller 175.
Winkhaus 57.
Winter 24, 218, 240, **255**, 258, 260, 263, 269, 272, 274, 522, 617.
Winterhalter 90.
Wisselmann 119, 162, 167.
Wolansky 25, **458**.
Wolff 323.
Wunstorf 23, 62, 72, 73, 162, 185, 223, 382, 383, 395, 397, 476, 501, 559, 561, 569.

Zelter 25.
Zerndt 200.
Zimmermann II 23, 48, 51, 383, 388, 501, 507.
Zöllner 434.

C. Sachverzeichnis.

Absenkungsvorgang **315**.
Absonderungsformen der Kohle 233.
Acanthoceras rhotomagense 419, 420.
Acheuléen 496, 500.
Actinocamax granulatus 442, 449.
— plenus 427, 428.
— quadratus 442, 449.
— westfalicus 439.
Affelner Mulde 43.
Ägirschicht 507.
Ahr-Sieg-Kern 41.
Alaun 58, 581.
Alaunschiefer 58, 62, 581.
Albertit 571.
Alemannische Halbinsel 14.
Alethopteris davreuxi 147, 200.
Algen 211.
Allgemeines Bild der Flöze **191**.
Alluvium 12, 20, 480.
Alme-Kern 41.
Alpen-Rossenray-Sprung 510.
Alte Flöznamen 83—85.
Altenbürener Störung 64.
Alt-Tertiär 469.
Alunogen 617, 618.
Ammonites coesfeldiensis 442, 451.
Anarcestes-Stufe 28, 30.
Angebrannte Kohle 105.
Anglesit 629.
Anisotropieeffekt 281.
Ankerit 624.
Anthracomya 126.
Anthrapalaemon 130.
Anthrapalaemon-Schicht 128, 199.
Antimonerz 555.
Aptien 404.
Archaikum 13.
Argon 567.
Arkosesandstein 87.
Armorikanisches Gebirge 8.
Arnsberger Schichten 62.
Arsenkies 628.
Arsenopyrit 628.
Artesische Quellen 590, 606, 607.
Arthropleura 132.
Aschengehalt der Kohle 217.
Asphalt 570.
Asphaltit 571.
Asturische Phase 15.
Äthan 565.
Attahöhle 34.
Attendorn-Elsper Doppelmulde 42.
Auelehm 613.
Auerochse 20, 496, 497.
Augenkohle 238.
Augenschiefer 196.
Auguste-Victoria:
  Blei-Zinkerzgang 548, 549.
Augustusfelder 75.
Aurignacien 497.
Ausgeschlagener Kessel 205.
Auskohlung 371.
Autochthonie der Flöze 194.

Balticusschichten 412.
Balver Höhle 34.
Bärlappgewächse 27.
Barrême 404.
Barrentheorie 395.
Barrier-Quellen 603.
Barrier-Riff 32.
Bärstein 452, 453, 465.
Basalte 479, 583.
Bastenberger Gangzug 544.
Baumberger Sandstein 580.
Becksia soekelandi 442, 447.
Beckumer Schichten 452.
Bedeutung der Kohlenpetrographie **282—284**.
Belemnitella mucronata 442, 451.
Bentheim-Isterberg-Sattel 407.
Bereich der W.B. 7.
Bergemittel 197, 232, **245**.
Beyrichoceras-Stufe 48, 49.
Bildungsraum des Ruhrkarbons **284**.
Billerbecker Grünsand 451.
Bilsteinhöhle 34.
Bituminöser Schiefer 570.
Blackband 522.
Bläser 567.
Blätter 301, **332**.
Bleiglanz 624.
Bleikuhlen 557.
Blei-Zinkerze 534, 536, 543.
Blockgebirgstektonik 453.
Blütenpflanzen 413.
Bochumer Grünsand 412, 426, 427, 428, **431**, 432, 461, 462.
Bogheadkenneleisenstein 212.
Bogheadkohle 211.
Bohnerz 418, 529.
Bohrlochzone 76, 631, 632.
Bohrmuscheln 416.
Bohrungen:
  Alfred 398, 403.
  Augustdorf 70, 71.
  Aurora 69.
  Baerler Busch 390.
  Bentheim 74, 403, 407.
Bohrungen:
  Bislich 403.
  Buurse 75, 397.
  Corle 75.
  Detmold 70.
  Everswinkel 70.
  Freudenberg 391, 405.
  Frischgewagt 378.
  Haustenbeck 70, 71.
  Hoetmar 70.
  Hüggel 357.
  Ibbenbüren 4 = 353, 363.
  Kea 424.
  Klein-Reken 402.
  Kreuzkamp 69.
  Leeg Poelyck 73.
  Lippspringe 70, 379.
  Lopshorn 70, 71.
  Metelen 74.
  Ochtrup 74, 407.
  Öding 75, 390.
  Plantengaarde 75.
  Ratum 403, 408.
  Saerbeck 70, 74.
  Salzreich 74.
  Trier 391.
  Vingerhoets 90 = 566.
  Vreden 398, 400, 403.
  Wankum 72.
  Wildsöden 69.
  Winterswijk 397, 403, 408.
Bohrungsfehler 372.
Bönninghardt-Mörs-Sprung 509.
Bottroper Kreidemulde 606.
— Mergel 465, 606, 608.
Brandenberg-Schichten 28, 31.
Brandschiefer 105, 193, 269, 277, 296.
Braune Kohle 213.
Brauneisenerz 523, 524.
Brauneisenstein 520.
Brauneisensteinkonglomerat 416, 529.
Braunkohlen 468, 514.
Braunkohlenquarzit 473, 476.
Braunspat 624.
Brechte-Mulde 407, 528.
Bretonische Phase 15.
Briloner Sattel 43.
Brongniarti-Schichten 427.
Bronzezeit 498.
Bruchfaltentektonik 454.
Bruchfaltungsgebirge 407.
Bruchstruktur des Ruhrkarbons 301.
Büdesheimer Schiefer 37.

Bunte Ebbeschichten 28.
Buntkupfererz 547.
Buntkupferkies 538.
Buntsandstein 17, **395**, 503.
Buntsandstein:
Fauna 398.
Gliederung 396.
Letten 396.
Tektonik 400.
Verbreitung 395.
Wasserführung 596.

Calceola sandalina 32.
Calceola-Schichten 30.
Campan 443.
Camperbrück-Rheinberg-Störung 510.
Camper Perm-Trias-Staffel 502.
— Staffel 510.
Carbonicola 125, 129.
Carnallit 559, 560, 561.
Casparizeche 555.
Castroper Schotter 482.
Cenoman 412, **414**, 529, 546.
Cenoman:
Brauneisensteinkonglomerat 416.
Fauna 423.
Knollenbank 424, 425.
Mächtigkeitskarte 420.
Muschelbrekzie 419.
Paläogeographie 459.
Toneisenstein-Konglomerat 412, 416, 418.
Transgressionskonglomerat 412, 414, 415.
Cerussit 629.
Chemische Eigenschaften der Ruhrkohle 255.
Chemische Eigenschaften der Ruhrkohle:
Elementaranalyse der Kohlen 262.
Gasführung der Ruhrkohle 239.
Gasgehalt der Fettkohle 173.
Heizwerte der Kohlen **263**, 264.
Sand-, Sinter- und Backkohlen **215**, 172.
Veredlung der Steinkohle 265, 266.
Chokier-Stufe 48, 54.
Clarit 207, 259, 273, 276.
Cloossche Flächen 234, 345, 346.
Coelonautilus quadratus 123.
Cölestin 552, **553**, 601.
Coniac 443.
Cordiformisschichten 412.
Cromforder Brüche 51.
Crustacea 128.
Cuvieri-Schichten 427.
Cypridinenschiefer 28, 36, 37, 38, 39.

Dachschiefer 580.
Dachphärosiderite 113, 164.
Dasberg-Schichten 28, 36, 37, 38. 39.
Davert-Verflächung 373, 572.
Dechenhöhle 34.
Deckelklüfte 335.
Deckgebirge 409.
Deckgebirge:
Jura 403.
Obere Kreide 409.
Quartär 480.
Tertiär 466.
Trias 395.
Zechstein 378.
Deistersandstein 579.
Deltabildung 385.
Dendriten 106.
Devon 11, 13, **25**, 517, 532.
Devon:
Dolomit 34.
Faltungskerne 41.
Fossilien 27.
Gliederung 28, 29.
Hornstein 35.
Tektonik 41.
Vulkanismus 45, 46.
Diabas 46, 583.
Diaklase 600.
Diluvium 12, **480**.
Diluvium:
Fauna 495.
Mollusken 496.
Wasserführung 609.
Dinant 46, 47, 48, 78.
Dingdener Glimmerton 476.
Dinslakener Perm-Trias-Graben 401.
Disharmonische Faltung 291, 322.
Dogger 403.
Dolinen 34, 51, 546.
Dolomit 573, **574**, 624.
Dolomitknollen 225.
Doppelkessel 205.
Dornaper Kalk 40.
Dorper Kalk 28, 33, 39.
Dorstener Kreidemulde 606, 607.
— Sattel 508.
Dortmunder Staffel 313.
Driftbildungen 98.
Druckfestigkeit 100, 115.
Drucklagen 233.
Druckschieferung 519.
Drusen 388.
Düngekalk 576.
Durit 207, 259, 273, 276.
Dutenmergelähnliche Bildungen 196.

Ebbesattel 28, 41, 42, 520.
Eggegebirge 17.
Einlagerungen 247.
Einsatz der Flözführung 203.
Eisenerzlagerstätten 517, 519, 521, 523, 525, 527, 528, 530.
Eisenkies 533.
Eisenocker 530.
Eisensandsteine 447, 448.
Eisenschwarten 530.
Eisensteine des Karbons:
Kohleneisenstein 111.
Spateisenstein 111.
Toneisenstein 111.
Eisensteinflöze:
Flöz Dickebank 177, 522.
Flöz D (Gaskohle) 523.
Eiserner Heinrich (Flöz Kreftenscheer 2) 167.
Hattinger Spateisensteinflöz 165.
Herzkämper Eisensteinflöz 163.
Kenneleisensteinflöz 211.
Kirchhörder Eisensteinflöz 163, 523.
Königsborner Flöz 163.
Neu-Hiddinghauser Eisensteinflöz 164.
Eisenzeit 498.
Elberfelder Kalk 32.
Elonichthys 138.
Elster-Eiszeit 19.
Emscher 412, **437**.
Emscher:
Fauna 439, 440.
Mächtigkeitsverhältnisse 437.
Paläogeographie 463.
Emscher-Mulde 508.
Endmoränen 491, 492.
Ennepetalstörung 33, 53, 55, 58, 64, 318.
Eozän 469.
Epigenetische Flözunregelmäßigkeiten **253**.
Erdbeben 504.
Erdfälle 586, 587.
Erdgas 565.
Erdöl 567.
Erdölgase 565.
Erdwachs 570.
Erftgraben 515.
Erosionsrinnen 99, 253, 349.
Erratische Blöcke 19, 489.
Eruptivgesteine 583.
Eskesberger Kalk 28, **33**, 39.
Essener Grünsand 412, **417**, 598, 599.
Eßkohlenschichten 76, 80, **165**, 166, 214, 216, 505.
Étroeungt 40, 47, 48, 49.
Euproops 131.
Eurypterus 131.
Ewald-Fortsetzung 568.

Faltenbild des Ruhrkarbons 296, 302.
Faltenverspringen 325.
Faltungen in der Kohle 252.
Faltungsdruck 221.
Faltungsstärke 324.
Faltungstiefenstufen 288, 300, 635.
Famenne-Stufe 40.
Farbe 95.
Farberde 583.
Farne 27.

Farnsamen 123.
Faserkohle 207, 271, 258.
Fastebene 373.
Faulschlammkohle 270.
Faunaschiefer 108.
Fazies des Oberkarbons **85**, 87, 89.
Felsenmeer 31, 34.
Festigkeit der Kohle 239.
Fettkalk 576.
Fettkohlenschichten 76, 80, **170**, 171, 214, 216, 506.
Feuerfester Ton **233**, 581.
Findlinge 489.
Fischfauna des Karbons **135**.
Flächeninhalt des Ruhrkarbons 76.
Flammenmergel 405.
Flammkohlenschichten 76, 80, **187**, 188, 213, 216.
Fließ 609.
Fließentwässerung 609.
Flinz 28, **36**, 37, 40.
Florensprung 59, 60.
Flözbildungsvorgänge 270, 287.
Flöze:
Flöze A bis L 184.
Ägir 78, 187.
Albert 4, 3, 2 und 1 = 178.
Angelika 176.
Anna 179.
Baldur 188.
Besserdich 160.
Bismarck 79, 186.
Blücher 1 und 2 = 178.
Chriemhilt 2 und 1 = 189.
Dickebank 175.
Donar 189.
Dreckbank 163.
Dünnebank 178.
Erda 189, 581.
Ernestine 178.
Finefrau 168.
Finefrau-Nebenbank 154, 169.
Freya 1 und 2 = 189.
Geitlinggruppe 167.
Girondelleflöze 169.
Gretchen 179.
Gudrun 189.
Gustav 179.
Hagen 581.
Hagen 1 und 2 = 189.
Hauptflöz 164.
Helene 176.
Hermann 1 und 2 = 180.
Hinnebecke 160.
Hugo 178, 179.
Ida 178.
Iduna 191.
Johann 1 = 177.
Karl 178.
Karoline 176.
Katharina 78, 154, 180.
Kobold 191.
Kreftenscheergruppe 167.
Flöze L, M, N, O, P, Q, R, S, T 186.
Laura 182.
Loki 191.
Flöze:
Luise 176.
Mathilde-Flözgruppe 179.
Matthiasflöze 179.
Mausegatt 167.
Neuflöz 162.
Plaßhofsbank 170.
Präsident 176.
Robert 178.
Röttgersbank 177.
Sarnsbank 165.
Sarnsbänksgen 165.
Schieferbankflözgruppe 165.
Flöze Schöttelchen 174.
Sengsbank 160.
Sonnenschein 174.
Flöze U, V, W, X und Y 186.
Victoria 182.
Wasserbank 57, 163.
Wasserfall 174.
Wellington 178.
Wilhelm 177.
Zollverein 9—1 = 183.
Flöze der linken Rheinseite **505**, 506, 507.
Flözidentifizierung **195**.
Flözkarte 24, 692.
Flözkartei 215.
Flözleeres:
Flora 59.
Gliederung 60.
Grauwackenzone 61, 62.
Quarzitzone 61, 62.
Stratigraphie 59.
Tektonik 63.
Verbreitung 56.
Ziegelschieferzone 61, 62.
Flözmächtigkeit 192.
Flöz-Sandsteinfazies 192.
Flözstörungen durch Abbaudruck 244.
Flözunregelmäßigkeiten atektonischer Natur **244**.
Flözverhalten 192.
Flözvertaubungen 245.
Flugsand 492, 493.
Flüsse 4.
Flußterrassen 481, 488.
Formationstafel 9.
Formsande 445, 446, 448, 582.
Frasne-Stufe 40.
Fredeburg-Waldecker Hauptmulde 43.
Funklochschichten 31.
Fusit 207, 258, 271.

Galenit 624.
Galeritenschichten 453, 463.
Galmei 534, 535, 545.
Gasflammkohlenschichten 76, 80, **184**, 506.
Gasgehalt der Flöze 197, 219, 223.
Gaskohlenschichten 76, 80, **180**, 214, 216, 181, 506.
Gattendorfia-Stufe 48, 50, 52.
Gault 404, **405**, 503.
Gedinne-Schichten 28.
Gedinnestufe 41.
Gefaltete Kohle 242, 243.
Geflossene Kristalle 625.
Gefügebestandteile (macerals) 207, 267, **268**, 271, 275, 276.
Geismarer Kupferletten 552.
Geoden 113.
Geographische Verhältnisse 3.
Geologische Landesanstalt 78.
— Museen 24.
Geothermische Tiefenstufe 117.
Germanische Insel 458, 464.
Gerölle in der Kohle 231.
Geschiebemergel 19, 489, 581.
Geschiebesande 490.
Gesteinsvorkommen 573—583.
Glanzkohle 207, 258, 272.
Glassande 582, 583.
Glasurerz 624.
Glaukonit 412, 422.
Gletscherschrammen 577, 578.
Gliederung der flözführenden Schichten 76, 78, 80.
Ginkgophyllum delvali 175.
Gips 552, **553**.
Goldvorkommen 556.
Goniatites-Stufe 48, 52.
Gonioclymenia-Stufe 38.
Graeser Mulde 407.
Grafenberger Sande 473.
Grafenwalder Perm-Trias-Horst 401.
Granulatenkreide 443.
Graptolith 102.
Grauer Mergel 437.
Grauwacke 100, **576**.
Grenzflächen 420.
Grenzsandstein 161.
Grubenwasser:
Chemismus 617.
Mineralabsätze 615—618.
Verwendung 619.
Grünbleierz 538.
Grundmoräne 490.
Grundwasserabsenkung 610.
Grundwasserhorizonte:
Alluvium 591.
Diluvium 591.
Emscher 591.
Karbon 591.
Senon 591.
Turon 591.
Grundwasserstockwerke 594, 612.
Grundwasservorkommen 589, 591.
Grünsandstein 579, 580.
Grünwerksandstein 579.
Guilelmites 107.
Gummersbacher Mulde 42.

Haarkies 628.
Haarmühlen-Sattel 408.
Haarsalz 617, 618, 629.
Hagener Schichten 62.
Halitherium schinzi 471.
Hallurgometamorphose 384.

Halterner Knauer 446.
— Sande 443, **446**, 583.
Hangenbergkalk 41, 52.
Hangenberg-Schiefer 28, 38, 41.
Hangendschiefer 108,
Härte des Wassers 613.
Härtlinge 371.
Hartsalz 559, 560, 561.
Harzeinlagerungen 269.
Hasper Sattel 43.
Hauptbraunkohlenflöz 515.
Hauptgrünsteinzug 46.
Hauptsalz 559—561.
Hauptterrasse:
Rhein 485.
Ruhr 482.
Hauterive 404.
Heerlener Konferenz 76.
Heinrichshöhle 34.
Helium 565, 566, 567.
Hemberg-Schichten 28, 36, 37, 38, 39.
Herdorfer Schichten 30, 517.
Herscheider Schichten 28, 29.
— Schiefer 28.
Herzkämper Mulde 45, 303.
Herzynische Fazies 14.
Heteroceras polyplocum 442, 451.
Hobräcker Schichten 28, 30.
Hochmoor 516, 517.
Hohenhöfer Schichten 28, 30.
Höhenterrassen:
Rhein 486.
Ruhr 482.
Höhlen 34.
Höhlenbär 20, 496, 499.
Höhlenhyäne 20, 496.
Höhlenlöwe 20, 496.
Hohlformdruckfaltung 323.
Honseler Schichten 28, 31.
Hornstein 575.
Horst von Erkelenz 72.
— von Geldern-Krefeld 508.
— von Schwerte-Dellwig 58.
Hüggelgebiet 356.
Hundisburger Kultur 496.
Hydrogeologie:
Deckgebirge 593.

Ibbenbürener Karbon:
Alstedder Schichten 352.
Bergbauliche Verhältnisse 355.
Flözführung 352.
Gasgehalt der Flöze 353.
Ibbenbürener Bergplatte 74, 349.
Ibbenbürener Schichten 352.
Pflanzenführung 350.
Schichtenausbildung 349.
Tektonik 354.
Iberger Kalk 28, 33, 39.
Inkohlung 218, 221, 223.
Inkohlung:
Gesetzmäßigkeiten der Flözinkohlung 219.
Inkohlungssprung 217.
Inkohlung:
Mikroskopische Erkennung 279, 281.
Inoceramus cordiformis 441.
— cuvieri 437.
— involutus 438, 441.
— labiatus 429.
— lamarcki 431, 433.
— lobatus 448.
— patootensis 448, 450.
— pinniformis 440, 449, 450.
— schloenbachi 436, 437.
— undulato-plicatus 439, 441.
Insektenreste **132**.
Inselterrasse 485.
Involutusschichten 412.
Issumer Staffel 510.

Jura 12, 17, 403, 525.
Jurakohle 513.

Kainit 561.
Kaledonische Faltung 13.
Kaledonisches Gebirge 14.
Kalisalzlagerstätten **557**.
Kalkknotenschiefer 28, 38, 39.
Kalkschnitte 97.
Kalkspat 574, 620.
Kalkspat:
Typ Freiberg 621.
Typ Oberberge 621.
Typ Rüdersdorf 622.
Typ Wülfrath 621.
Kalkstein 573—575.
Kambrium 13.
Kammkies 627.
Kanäle 4.
Kaolinsubstanz 624.
Karbon 11, 64, 90, 160, 191, 255. 284, 296, 315, 347, 521.
Karbon:
Erzführung 546.
Karbon von Detmold 70, 71.
Karbongräben:
Dortmunder Graben 313.
Graben von Königsborn 58, 64, 313.
Graben von Königsgrube 314.
Graben von Mont Cenis 313.
Graben von Preußen 68, 313.
Horst-Emscher-Graben 314.
Marler Graben 313.
Karbonhorste:
Castroper Horst 313.
Dorstener Horst 314.
Herner Horst 314.
Kamener Horst 313.
Waltroper Horst 313.
Karbonmulden 66.
Karbonmulden:
Bochumer Mulde 67, 304.
Emscher-Mulde 309.
Essener Mulde 308.
Herzkämper Mulde 67, 162.
Lippe-Mulde 311.
Wittener Mulde 66, 69, 162, 303.
Karbonoberfläche:
Allgemein-morphologisches Bild 370.
Ausbildung der Oberfläche 367.
Bearbeiter 364, 365.
Flächeninhalt 75.
Großregionale Unregelmäßigkeiten 373.
Tiefenschichtenplan 366, 368.
Transgressionsfläche 368, 372.
Karbonsättel 66.
Karbonsättel:
Dorstener Sattel 311.
Gelsenkirchener Sattel 308.
Stockumer Sattel 303.
Vestischer Sattel 310.
Wattenscheider Sattel 307.
Zweckel-Auguste-Victoria-Sattel 310, 508, 549.
Karrenbildung 34, 35.
Katharina-Horizont 506.
Keilgraben 374.
Keilhorst 374.
Kenneleisenstein 111.
Kennelkohle 208, 507.
Keratophyr 46.
Kervenheimer Sprung 510.
Kessel 204, 205.
Keuper 17, 395, 402, **403**.
Kies 582.
Kieseloolithschichten 467, 468.
Kieserit 559, 560.
Kieslager 582.
Kimmerische Phase 17, 369, 374, 401, 402, 455.
Kippung der Karbonscholle 341.
Kirchhellener Perm-Trias-Graben 401.
Kleintektonik (Klüfte und Schlechten) 344.
Kleintektonische Bewegungsbilder 243.
Klima 3.
Klippen 370, 416, 417.
Kluftwasserhorizonte 594, 597, **598**, **605**.
Kluterthöhle 34.
Knallstreifen 236.
Knickfalten 63, 64.
Knochenkiese 487, 495, 496.
Kobaltnickelkies 629.
Kobaltvorkommen 555.
Koblenzschichten 28, 30.
Kohleführung des Karbons 65.
Kohleführung des Karbons:
Eßkohlenschichten 202.
Fettkohlenschichten 202.
Flammkohlenschichten 201.
Gasflammkohlenschichten 201.
Gaskohlenschichten 201.
Magerkohlenschichten 202.
Kohleneisenstein 295, 507, 521, 522.
Kohlengeröll 103.
Kohlenkalk 46, 47, **49**, 51.
Kohlenpetrographie **266**.
Kohlensandstein 576.
Kohlentasche im Liegenden 253.

Kohlenveredlung 633, 634.
Kohlenvorrat:
Tabelle 632.
Kohlenvorräte **631**.
Kohlenwasserstoffe 564, 572.
Kokardenerz 549, 550.
Konglomerat 100.
Konglomerate des Karbons:
Kaisberg-Konglomerat 161.
Konglomerat unter Flöz Ägir 187.
Konglomerat über Flöz Baldur 188.
Konglomerat über Flöz Bismarck 186.
Konglomerat unter Flöz Finefrau 168.
Konglomerat über Flöz Matthias 179.
Konglomerat unter und über Flöz Mausegatt 167.
Konglomerat über Flöz Plaßhofsbank 174.
Königsborner Konglomerat 161.
Präsidenter Konglomerat 176.
Quarzkonglomerat unter Sarnsbänksgen 165.
Sengsbankkonglomerat 161.
Wasserbank-Neuflöz-Konglomerat 162, 163.
Königshardter Perm-Trias-Graben 401.
Konkretionen 206, 228.
Koprolithen 422.
Korallenriffe 31, 32.
Körneranschliff 278.
Kramenzelkalk 27, 37, 38.
Krefelder Sattelhorst 72.
Kreide 528, 553.
Kreide:
Wasserführung 597.
Kreidebecken von Münster 3, 11.
Kreidegrenze 413—415.
Kreidemergel 410.
Kreidemulden:
Bottroper Kreidemulde 451, 454, 455.
Dorstener Kreidemulde 451, 454, 455.
Raesfeld-Erler Mulde 454.
Wulfener Kreidemulde 451, 454.
Kreideprofile 421.
Kreidesättel:
Freudenberger Kreidesattel 454.
Gladbecker Kreidesattel 454.
Kirchhellener Kreidesattel 454, 455.
Marler Kreidesattel 454, 455.
Raesfelder Kreidesattel 454.
Kreidetransgression 410.
Krusterreste des Karbons **128**.
Kückelhäuser Mulde 43.
Kulm 46, 47, **51**.
Kulm:
Alaunschiefer 52, 53.
Kieselkalke 52, 53.
Kieselschiefer 52, 53.
Kulm:
Plattenkalke 52, 53.
Kupfererz 546, 552.
Kupferglanz 547.
Kupferkies 627.
Kupferlasur 547.
Kupferletten 546, 547.
Kupferschiefer 386.
Kutikulen 200, 209.

Labiatus-Schichten 412, **428**.
Lagerstätten der Erze und Nichterze 532, 534, 536, 543, 545, 546, 548, 550, 552, 553, 555, 556, 557.
Lamarcki-Schichten 412, 428, **432**.
Landwirbeltiere des Karbons 140.
Laramische Phase 17, 369, 374, 402, 455.
La Tène-Zeit 519.
Lateralsekretion 519.
Leaia 130.
Leda deshayesiana 470.
Leitflöze 66.
Leitmarer Lettenflöz 552.
Lenneporphyr 46.
Lenneschiefer 27, 28, 30, 31.
Lex Gamp 409.
Lias 403, 503.
Liegendschiefer 107.
Limburger Becken 221.
Lingula-Horizont 507.
Linke Rheinseite **501**.
Linksrheinisches Karbon 501.
Linneït 629.
Linopteris münsteri 146, 147.
Lintforter Graben 510.
— Perm-Trias-Graben 502.
— Sattel 508.
Lippe-Mulde 508.
Lithopone 534, 546.
Lohberger Horst 401.
Lonchopteris rugosa 146, 147, 179.
Lösen 233, 235.
Löß 20, 492, 494, 609.
Lößlehm 581.
Lüdenscheider Mulde 43.
Lüntener Sattel 408.
Lydite 48, 49, 52, 53.

Maastricht 443.
Maeneceras-Stufe 28, 30.
Magerkohlenschichten 76, 80, 159, **160**, 214, 216, 505.
Makroskopisches Flözprofil 197.
Makrosporen 200.
Malachit 547.
Mammut 20, 495, 496.
Manganerz 517.
Manganspat 624.
Marine Fossilien 117, 123.
Marine Fossilien:
Agastrioceras 120.
Agastrioceras carinatum 120, 164.
Anthracoceras aegiranum 80, 122.
Anthracoceras vanderbeckei 80, 122.
Marine Fossilien:
Gastrioceras amaliae 80, 122.
Gastrioceras kahrsi 80, 121.
Gastrioceras rurae 119.
Gastrioceras subcrenatum 80, 120.
Pterinopecten papyraceus 117, 123.
Pterinopecten primigenius 121, 123.
Reticuloceras superbilingue 80, 119.
Marine Schichten 198, 506.
Marine Schichten:
über Flöz Ägir 122, 188.
Lingulaschicht zwischen Flöz L und M 183, 185.
über Flöz Finefrau-Nebenbank 169.
über Flöz Hauptflöz 164.
über Flöz Katharina 180, 182. 198.
über Flöz Plaßhofsbank 170.
über Flöz Sarnsbank 165.
über Flöz Schieferbank 165.
über Flöz Wasserfall 172, 175.
Marine Schiefer 108.
Mariopteris acuta 145, 146, 147.
— sauveuri 145, 147.
Markasit 106, 627.
Marmor 573, 575.
Marsupites ornatus 444.
Massenkalk 28, **31**, 32, 535, 573.
Matagne-Schichten 28, 36, **37**, 39.
Mattkohle 207, 208, 270, **273**.
Mauersande 582.
Mechanismus der Bewegungsvorgänge **315**.
— der variszischen Druckbeanspruchung 318.
Megalichthys hibberti 137.
Mehlsandschichten 473.
Mendener Konglomerat 378, 379, **385**, 393.
Mendipit 557.
Mergel 581.
Mergelabstürze 373—378.
Mesozoikum 16.
Methan 565.
Mikrobild 197.
Mikrofossilien der Kohle 200.
Mikrosporen 200.
Millerit 628.
Millstone Grit 56.
Mineralabsätze 615—617.
Mineralausscheidungen 223—225.
Minerallagerstätten **511**f.
Minette 527.
Minimus-Ton 405.
Miozän 476.
Mitteldevon 28, 30.
Mitteloligozän 468, 469.
Mittelterrasse 589.
Mittelterrasse:
Emscher 487.
Rhein 485.
Ruhr 482, 484.

Mohrsche Flächen 234, 346.
Morione 35.
Morphologische Karte 2.
Mörtelsande 582.
Moschusochse 20, 496, 498.
Moustérien 496, 500.
Mühlenberg-Schichten 28, 31.
Mukronatenkreide 443, 451.
Mukronatenschichten 412.
Münsterländer Abbruch 17, 74, 420, 456, 458, 459.
— Hauptabbruch 71, 74, 407.
Münstersche Bucht 73.
Münstersches Becken 410, 451.
Muschelflöze 199.
Muschelkalk 17, **402**.
Mylonit-Kohle 237.
Mytiloidesschichten 427.

Nachfall 108.
Najadites 127.
Nakrit 624.
Nammer Klippenflöz 526.
Namur 46, 47, 48, 62, 78, 160.
Neandertaler 34, 496, 499.
Nebengestein des Karbons 90.
Nebengesteinsklüfte 116.
Nehdener Schichten 28, 36, 37, 39.
Neokom 404.
Netteberger Sande 448, 449.
Neu-Diepenbrock III 49.
Neuropteris ovata 146, 147, 153, 357.
— scheuchzeri 146, 147.
— schlehani 145, 146, 147.
Nickelerz 555.
Niederrheinische Bucht 3, 72.
Niederschlagsmengen 3.
Niederterrasse 589.
Niederterrasse:
Emscher 486.
Lippe 488.
Rhein 485.
Ruhr 484.
Niederungsmoore 516, 517.
Nordatlantischer Kontinent 73.
Nordgrenze des Ruhrkarbons 73.
Normalprofile 83.
Nord-Trog 285.
Nordwestfälisch-lippische Schwelle 458.
Nordwestrand des Münsterschen Beckens 406.
Norit 556.
Nuttlarer Hauptmulde 43.
Nutzbare Gesteine **573**.

Oberdevon 28, 36.
Obere Kreide 12, 18, **409**.
Obere Kreide:
Fauna 412, 413.
Faziesprofil 411.
Flora 412, 413, 414.
Küstenlandschaft 412.
Paläogeographie 458.
Obere Kreide:
Stratigraphie 409f.
Tektonik 453.
Transgressionskonglomerat 372.
Oberkarbon:
Flözführendes 64.
Flözleeres 56.
Ober-Oligozän 472.
Oberschlesisches Becken 71.
Obersenon 450.
Obersenon:
Wattenmeer 452, 453.
Obersilur 28.
Ochtruper Sattel 407, 408.
Ockererde 583.
Ödinger Mulde 408.
Old-Red-Kontinent 14.
Old-Red-Trog 285.
Oligozän 469.
Orthacanthus cylindricus 136.
Ortstein 532.
Osnabrücker Karbon 347.
Osning-Schwelle 410.
Osterfelder Formsande 445, 448.
Östricher Kalk 37.
Ostsauerländer Hauptsattel 43.
Ostschwelle 458.
Ottensteiner Sattel 408.

Pachydiscus seppenradensis 412, 413.
Palaeoniscus freieslebeni 386.
Paläoeuropa 285, 286.
Paläogeographische Karten:
Devon 13.
Diluvium 20.
Kreide 18.
Tertiär 19.
Zechstein 16.
Paleozän 469.
Panzerfische 27.
Paragenese der Kluftmineralien 630, 631.
Paraklase 600.
Paralischer Kohlengürtel 8, 10, 286.
Patootensisschichten 412, 448.
Pechkohle 571.
Pecten asper 418, 419, 420.
— muricatus 443, 446.
Pericyclus-Stufe 48, 52.
Peridotit 556.
Perm-Trias:
Verbreitungskarte 380.
Pflanzenreste der Dolomitknollen **154**, 157.
Pflanzenreste der Dolomitknollen:
Athropitys hirmeri 156.
Heterangium hoppstaedteri 156.
Heterangium kukuki 155.
Lepidostrobus 227.
Pflanzenreste des Karbons 141, 146, **147**, 349, 356, 358.
Eßkohlenschichten 144, 146, 147.
Fettkohlenschichten 145, 146, 147, 149, 150.
Pflanzenreste des Karbons:
Flammkohlenschichten 145, 146, 147.
Flözführendes Karbon 141, 146.
Flözleeres 59, 144, 154.
Gas- und Gasflammkohlenschichten 145, 146, 147, 151.
Hangende Alaunschiefer 144.
Kulmplattenkalke 144.
Magerkohlenschichten 144, 146, 147, 148.
Pharcicerasschichten 28, 36, 37.
Phasen:
Asturische Phase 2, 284, 287.
Pfälzische Phase 287.
Saalische Phase 287.
Pholerit 624.
Phosphoritknollen 416, 422.
Physikalische Eigenschaften der Kohle 213, 214.
Piesberger Karbon 74.
Piesberger Karbon:
Altersstellung 362.
Flözführung und Bergbauliches 361.
Pflanzenführung 359.
Schichtenmächtigkeit 363.
Stratigraphie 358.
Tektonik 360.
Pinniformisschichten 412.
Pläner 425.
Plänerfazies 410.
Plänerkalke 576.
Platinvorkommen 556.
Plattensandstein 36, 37, 39.
Platyclymenia-Stufe 38.
Pliozän 477.
Polyplocusschichten 403.
Porta-Sandstein 525, 578.
Portlandzement 576.
Posidonomya becheri 48, 53, 54.
Präsideritische Faltung 14, 517, 519.
Pressungsgelenk 511.
Preußisch-holländische Grenzstörung 408.
Prielbildungen 452.
Productus horridus 388.
Prolecanitenschichten 37.
Pseudokennelkohle 212.
Psilophyten 27.
Pyramidenkohle 238.
Pyrit 626.

Quadratenkreide 443.
Quartär 19.
Quartärablagerungen 480.
Quartus-Sprung 171.
Quarz 623.
Quarzit 576, 578.
Quarzkeratophyr 583.
Quarzkonglomerat 101.
Quarzkörnerschicht 197.
Quarzporphyr 583.
Quecksilbererz 555.
Quellen des Liegenden 115.

Quell-Linien 64.
Querschlägige Blätter 331.
Querverwerfungsklüfte:
Mineralführung 619.

Ramsbecker Schichten 543.
Raseneisenerz 530.
Rauchwacke 389.
Rauhflaser-Horizont 517.
Rechtsrheinisches Karbon 64, 90, 160, 191, 255, 284, 296, 315.
Reckenhöhle 34.
Recklinghäuser Sandmergel 443, 444.
Regenkarte 4.
Relief der Karbonoberfläche 370 bis 373.
Remscheid-Altena-Arnsberger Sattel 28, 43.
Remscheider Konglomerat 28.
— Sattel 41.
— Schichten 28, 30.
Rentier 496, 498.
Repelner Mulde 508.
— Perm-Trias-Staffel 502.
— Staffel 510.
— Überschiebung 510.
Rhadinichthys renieri 138.
Rhät 403.
Rheinberger Perm-Trias-Staffel 502.
Rheinische Fazies 14.
— Masse 71, 405.
Rheinisches Schiefergebirge 3, 13, 25.
Rheintalgraben 221.
Rhinozeros 20, 495.
Rhotomagensisschichten 412.
Riesenbrekzie 400.
Riesenhirsch 496, 497.
Rillenbildungen 98.
Rimmertschichten 28, 30.
Risse 233, 235.
Roertalgraben 503.
Rogensteine 397.
Romankalk 576.
Rossenrayer Horst 510.
— Perm-Trias-Horst 502.
Rostspat 519.
Röt 396, 398.
Roteisenerz 519, 520, 526.
Rotes Gebirge 378, 395.
Rotliegendes 16, 71, 379, 395.
Rotnickelkies 538.
Rotpläner 429.
Rotspat 518.
Rückläufige Verwürfe 376, 377.
Ruhrbezirk 1, 8, 13, 21.
Ruhrkarbon 8, 64, 67, 85.
Ruhrsandstein 94, 576.
Rumpfebene 369, 370, 372.

Saale-Eiszeit 19, 487.
Saalhof-Lintforter Sprung 509.
Saalische Phase 16.
Saargebiet 10.
Saar-Saale-Senke 10.
Salinen 584.
Salm-Salmsches Regalgebiet 381, 396, 400.
Salz 393, 394.
Salzabsätze 617.
Salzbergener Sattel 407.
Salzlagerstätten 557.
Salzpfannen 394.
Salztektonik 561, 562.
Salz- und Kalilagerstätten 557 bis 564.
Salz:
Verbreitungskarte 558.
Salzwasser 584, 587, 598, 614.
Sammelmulde 8.
Sand 582.
Sandkalk von Dülmen 443, 447.
Sandlöß 492, 493.
Sandschiefer 109.
Sandstein 94.
Sandsteinkugeln 96, 399.
Sandr 491.
Santon 443.
Sargdeckel 206.
Sauerländer Faltensystem 42.
Säuerlinge 586.
Saxonische Achsen:
Cheruskische Achsen:
Driburger Achse 348.
Germeter Achse 348.
Marburger Achse 348.
Kimmerische Achsen:
Berlebecker Achse 348.
Osning-Achse 71, 74, 348.
Piesberg-Achse 348.
Saxonische Faltung 11, 74.
— Querbeanspruchung 342.
Saxonisches Faltungsfeld 407.
Scaphitenschichten 412, 428, 435.
Scaphites geinitzi 434, 435, 436.
Schachtelhalme 27, 141.
Schachtzone 76, 631, 632.
Schädelnahtstruktur 433, 434.
Schalstein 46.
Scharen von Flözbänken 195, 247.
Scharfenberger Sattel 43.
Schieferton 104, 581, 582.
Schieferung 26, 45, 49, 91.
Schlammpolitur 418.
Schlechten 233, 344.
Schloenbachia varians 419, 420.
Schloenbachischichten 412, 428, 436.
Schneckensande 487.
Schollentektonik 374.
Schrägscholle von Münster 511.
Schreibkreide 453.
Schubfestigkeit 115.
Schüttorfer Sattel 407.
Schwefel 617.
Schwefelkies 106, 532.
Schwefelquellen 583, 589.
Schwelmer Kalk 28, 33.
Schwelm-Schichten 40.
Schwerspat 532, 545, 550, 551.
Schwerspat:
Typ Felsöbanya 622.
Typ Herkules 622.
Typ Maucher II 623.
Typ Maucher III 623.
Typ Maucher IVb 623.
Schwerspatabsätze 616.
Schwimmsande 445, 608, 609.
Schwimmsandhorizont 594, 597, 605.
Sedimentation und Faltung 288.
Senfgold 556.
Senon 412, 441.
Senon:
Mächtigkeitsverhältnisse 442.
Paläogeographie 464.
Septarien 469, 470, 471.
Septarienton 468, 470, 471.
Serpulit 404.
Siegener Schichten 28, 30.
Siegerländer Block 14, 42.
Silberstein 553.
Silberstreifen 237.
Silur 13.
Sklerotien 210.
Soester Grünsand 412, 426, 427, 428, 434, 461, 462.
Sole 604, 611.
Solquellen 583.
Solvay-Rheinpreußen-Sprung 510.
Sondererscheinungen im Flöznebengestein 204.
Sonsbeck-Camp-Sprung 508.
Spateisenstein 106, 110, 295, 507, 517, 518, 521.
Speerkies 627.
Sphärosiderite 111, 521, 523.
Sphenopteris bäumleri 146, 147.
— hollandica 144, 147.
— höninghausi 145, 146, 147.
Spirorbis 128.
Spitzfalten 63.
Sporen 209.
Sprünge 336.
— des Steinkohlengebirges 375, 376.
Städte 4.
Stalagmiten 616, 617.
Stalaktiten 616, 617.
Statischer Druck 220.
Stauchmoränen 491.
Stauchungen der Kohle 242.
Stauquellen 603.
Stauseen 589, 612, 613.
Stefan 78, 80.
Steinkohlengebirge:
Erzmineralien 624.
Solen 587, 614.
Wasserführung 610.
Steinkohlenvorkommen (außer Ruhrgebiet) 512—514.
Steinkohlenzeit 15.
Steinsalz 560, 561, 630.
Steinsohle 490.

Steinzeit 496—498.
Stigmaria ficoides 194.
Stinkdolomit 390.
Stockumer Sattel 44, 304.
Störungen des Ruhrkarbons:
Blätter 301, 332.
Deckelklüfte 335.
Sprünge 301, 336, 370, 373.
Wechsel 296, 300, 319, 326.
Störungskohle 234.
Strandgerölle 416.
Stratigraphische Gliederung des Karbons 64, 80, 81, 82, 158.
Streifenarten („rock types) 207, 267.
Streifenkohlen 207, 268.
Stringocephalenkalk 30, 31, 32.
Stringocephalus burtini 32.
Stromberger Schichten 452.
Strontianit 553.
Strudellöcher 416, 417.
Strukturverhältnisse der Kohle 233.
Strunien 40, 48.
Subvariszische Saumtiefe 11, 72, 89, 203, 284.
Sudetische Phase 10, 15.
Südrand des Karbons 67, 68.
Sumpferz 530.
Süßwasser 598.
Süßwasserfaunenschiefer 109.
Süßwasserhorizonte 507.
Süßwassermuschelhorizonte 124, 175, 199.
Sylvinit 559, 560.
Syngenetische Flözunregelmäßigkeiten 245.

Tageswasser 611.
Tageswasserzuflüsse 611.
Talsande 609.
Talsperren 4, 589.
Taunus-Kern 41.
Tektonik des Ruhrkarbons 66, 296, 315.
Tektonische Übersichtskarte 298.
Tentaculitenschiefer 36.
Tertiär 12, 18, 465.
Tertiär:
Braunkohlenschichten 467, 468.
Epirogene Vorgänge 478.
Kieseloolith-Schichten 467, 468.
Sande von Hamborn 468, 472.
Tektonik 477.
Tonbank von Hamborn 468, 472.
Tonmergelstufe 468, 470.
Verbreitung 467.
Vulkanismus 479.
Wasserführung 608.
Teutoburgerwaldsandstein 578.
Thenardit 630.
Thyssen-Westende-Sprung 510.
Tierkohle 513.
Toneisenstein 141, 295, 521, 523, 525, 528.
Toneisensteingeoden 206.
Toneisensteingerölle 96.
Toneisensteinkonglomerat 102.
Toneisensteinseptarien 112.
Tongallen 398.
Tonsteineinlagerung 79, 233.
Töpferton 581.
Torfdolomite 59, 156, 157, 169, 180, 225, 226, 229, 230, 246.
Torfmoore 516.
Tournai 48, 49, 50.
Trias 11, 12, 395.
Triasgräben:
Kirchhellener Triasgraben 455.
Marler Triasgraben 455.
Triashorste:
Dorstener Triashorst 455.
Lohberger Triashorst 455.
Wulfener Triashorst 455.
Triaskohle 513.
Trochitenkalk 575.
Trockenrisse 97.
Trockenzonen 602, 603.
Trogtheorie 288.
Turon 412, 425.
Turon:
Fauna 429, 432, 433, 435, 436.
Hornsteinbänke 433, 434.
Kluftsysteme 598—602.
Mächtigkeitskarte 426.
Paläogeographie 461.
Tutenmergel 106.

Übergangsmoor 516.
Überkippung der Flöze 195, 242.
Umkehrtektonik 402.
Undulatoplicatusschichten 412.
Unterdevon 28.
Untere Kreide 12, 17, 404.
Unterkarbon 46, 47, 48, 49, 51, 118.
Unterkarbon:
Crinoidenkalke 49, 50, 51.
Dolomit 51.
Hornsteine 48, 50.
Kohlenkalk 385.
Oolithe 48, 49, 50.
Tektonik 54.
Unterkreide:
Fossilien 404—405.
Unter-Oligozän 468, 469.
Untersenon 443.
— Fauna 445.
Untersilur 28.

Valendis 404.
Variszisches Gebirge 8, 11.
Velberter Sattel 43, 44, 47, 51, 521, 536, 537.
— Schichten 39, 40.
Veledahöhle 34.
Verbreitung des flözführenden Karbons 65.
Verdrückungen 243, 248.
Verkarstung 34, 51.
Verkehrskarte 5.
Versandung 250.
Versatzgut 583.
Versatzsande 445, 446.
Verseschichten 28.
Verwaltungsbezirke 6.
Verwitterungsmineralien 629.
Verworfene Bergemittel 243.
Vestischer Sattel 66, 310, 508.
Victoriaflöz 526.
Vierjahresplan 511, 573.
Visé 48, 49, 50, 51.
Vitrit 207, 259, 272.
Vivianit 531.
Volmestörung 64.
Volmetalstörung 55.
Vörder Mulde 43.
Vordertaunus-Sattel 42.
Vorhelmer Schichten 452.
Vredener Mulde 408.

Waldsumpfmoor 15, 19, 286.
Walsumer Meeressand 470, 472.
— Sand 608.
— Staffel 401, 502.
Warsteiner Sattel 43.
Wasserabsenkungstrichter 602, 603.
Wasserentziehung 610.
Wasserführung des Gebirges 510, 592, 593, 619.
— Tabelle 595.
Wasserhaltung 592.
Wasserhebung 593.
Wasserkalk 576.
Wasserprovinzen 618.
Wasserscheide 612.
Wasserspeichergesteine 612.
Wasserstauer 594.
Wasserträger 594.
Wasserwirtschaftsstelle 592, 615.
Wasserzubringer 614.
Wavellit 52.
Wealden 404, 405.
Wealdenkohle 404, 513, 514.
Wechsel:
Gelsenkirchener Wechsel 300, 319.
Satanella 300, 319.
Scholvener Wechsel 300.
Sutan 300, 319.
Wechsel der zweiten Folge 326.
Wehofener Konglomerat 384.
Weichsel-Eiszeit 19.
Weißbleierz 538, 629.
Weißeisenerz 531.
Weißer Mergel 425, 426, 598.
— Ton 105.
Weißkalk 576.
Wellenfurchen 98, 398, 399.
Wellenkalk 403.
Werksandsteinbank 57, 576, 577.
Werra-Typus 392.
Werries-Quelle 584.
Weseker Sattel 455.
— Sattelhorst 408.

Westfal 46, 47.
Westfal A, B u. C 78, 170, 180, 184, 187.
Westfal D 356, 357, 358.
Westheimer Abbruch 557.
Westhofener Sprung 58, 64, 67.
Westschwelle 458, 464.
Wiesenerz 530.
Wilder Stein 251.
Wildewiese-Sattel 42.
Willendorfer Stufe 497.
Windkanter 384, 385.
Winterswijker Sattel 408.
Wisent 20, 496, 497.
Wittekindsflöz 525.
Witte Klies 532.
Wittener Mulde 44, 303.
Wocklumeria-Stufe 28, 37, 38, 41.
Wocklumer Kalk 28, 38.
Wohlverwahrtflöz 526.
Wollhaariges Nashorn 495, 496.
Wulfener Perm-Trias-Horst 401.
Wurzelbett 107.

Xantener Horst 510.
— Perm-Trias-Graben 502.
Xanten-Homberg-Sprung 510.

Zechit 575.
Zechstein 11, 12, 16, 378, 502, 503, 523, 552, 557.
Zechstein:
Anhydrit 389, 390.
Dolomit 388.
Fauna 386, 388.
Fische 386.
Gips 389, 390.
Gliederung 381.
Kalisalz 390, 392.
Konglomerat 381, 382.
Kupferschiefer 381, 386.
Linke Rheinseite 382.
Zechstein:
Pflanzen 386, 387.
Plattendolomit 390, 393.
Riesenbrekzie 382.
Salz 390.
Tektonik 400.
Verbreitung 379.
Wasserführung 594.
Zechsteinkalk 387.
Zechsteinletten 390.
Zechsteinmeer 16, 394.
Zementkalkstein 576.
Zentral-Trog 285.
Zerrungsgelenk 511.
Ziegelmaterial 581.
Ziegeltone 581.
Zinkblende 625.
Zinkblende:
Typ Alston Moore 626.
Typ Schlaggenwald 626.
Zinkerz 532, 534, 536, 543.
Zonenverwitterung 95.
Zugfestigkeit 115.



Abb. 743. Nachbildung einer germanischen Hakenkreuzurne (sächsische Buckelurne). 3.—4. Jahrhundert n. Chr. Destel bei Lübbecke (Westf.). Der umrandete Teil entspricht dem Originalscherben. S.W.B.

		Ratingen-Leimbeck-Asbruch	Gegend von Mülheim a. d. Ruhr (Zeche Neu-Diepenbrock III)	Gegend
Unteres Oberkarbon (Waldenburger Schichten)	Produkt. Karbon	Magerkohlengruppe Untere Grenze: Liegendste Werksandsteinbank	—	
	Flözleeres	Schiefertone und Alaunschiefer mit untergeordneten Grauwackenbänken Untere Grenze: Quarzitische Grauwackenbank	Flözleeres	Grauschwarzer Schieferton Wechsellagerung grauer Sandsteinbänke und dunkler Schiefertone (und 5 m „Kieselschiefer"?) Dunkler, sehr fester Sandstein mit dünnen Schiefertonbänken als Zwischenlagen
Unterkarbon	Kulm	Vorwiegend Alaunschiefer mit wenig mächtigen Grauwacken; an der Basis Kieselschiefer	(Facies des Kohlenkalks hier völlig durch Kulm vertreten)	Alaunschiefer mit Posidonia Becheri und Asterocalamites, oben mit Tonschiefern, unten mit Kieselkalken und Lyditen wechsellagernd
	Kohlenkalk	Visé-Kalk mit Productus giganteus; die hangendsten Horizonte im W dolomitisiert		
		Crinoidenkalk der Tournai-Stufe mit Spirifer tornacensis und Etroeungt-Stufe mit Spirifer distans etc.		Hellgraue Kieselkalke und Kieselschiefer mit Prolecanites serpentinus und Phillipsia cf. aequalis
		Oberdevon	Oberdevon	

In den Kalken vorwiegend Gemisch-
ten, seltener Glyphioceras sphaeri-
cum u. wenig. Dagegen vorwieg
in den Alaunschiefern u. Schiefer

Legend zwischen Hagen und Iserlohn			Osten des rheinischen Schiefergebirges (Nassau, Dilienburg, Hessen
Magerkohlengruppe Untere Grenze: Liegendste Werksandsteinbank			———
Schiefertone und Alaunschiefer mit untergeordneten Sandsteinen (Glyphioceras cf. reticulatum)			———
Wechsellagerung wenig mächtiger Grauwackenbänke (im Hangenden oft quarzitisch) mit mächtigeren Schiefertonen (Glyphioceras cf. reticulatum)			———
Quarzitische und konglomeratische Grauwacken mit untergeordneten Schiefertonen Untere Grenze des Flözleeren: erste mächtigere, häufig quarzitische Grauwackenbank			Grauwacke mit Asteroca-lamites transitionis, Knorria imbricata, Lepidodendron Velt-heimianum
Hangende Tonschiefer und Alaunschiefer			
Vorwiegend Plattenkalke	Untergeordnet auch Alaunschiefer (oder Kieselschiefer) in dünnen Lagen	Kieselschiefer mit Radiolarien an der oberen Grenze mit Posidonia, Phillipsia etc.	Posidonienschiefer mit Posidonia Becheri, Phillipsia aequalis, Asterocalamites, Lepidodendron etc.
Vorwiegend Kieselkalke			In den Kieselschiefern und Posidonienschiefern mitunter eingeschaltete Cephalopoden- oder Crinoidenkalke mit Kohlenkalkfauna. So mit
Vorwiegend Kieselschiefer (Lydite)			Fauna von Aberdorn u.a. d. Fauna Fauna von Königsberg bei Fiefen = Kiel-Fauna
			Fauna von Breitscheid bei Herborn = Stringocephalen-Fauna
Liegende Alaunschiefer			
Oberdevon			Oberdevon

Ie mit Alaunschiefern u. Kieselschiefern
tonen Posidonia Becheri.

ras reticulatum, und kennzeichnender Bän-
ke mit Pflanzen.

2. Produktives Karbon. Parallelisierung nach Gothan

				Oberschlesien	Niederschlesien	Ruhrbecken (vgl. Tabelle 5)
Rotliegendes				Kalk von Karniowice bei Krakau	Rotliegendes	Mendener Konglomerat (Oberrotliegendes?)
Ober-Karbon	Stephanium			Diskordanz und Lücke	Diskordanz z.T. Radowenzer Schichten Hexenstein-Arkosen Idastollner (= obere Schwadowitzer) Schichten	Diskordanz und Lücke
	Westfalium	Muldengruppe (Karviner Schichten)	Obere od. Ostrauer Sch.	Chelmer Schichten	? Hiatus	Gasflammkohlen mit Flöz Bismarck
				Lazisker Schichten (Sonchopteris Horizont)	Untere Schwadowitzer (Kaveristollner) Schichten	Gaskohlen mit Leitflöz Catharina
				Orzescher Schichten	Schatzlarer Schichten	
			Untere oder	Rudaer Schichten mit Neuropteris Schlehani und gigantea		Fettkohlen mit Leitflöz Sonnenschein
		Sattelgruppe	im Westen	Einsiedelflöz Schuckmannflöz Muldenflöz Heinitzflöz Redenflöz Bochhammerflöz	Reichhennersdorf-Hartauer Schichten	Magerkohle mit den Leitflözen Hauptflöz und Mausegatt
	Namurium	Randgruppe (Ostrauer Schichten)		Birtultauer und Lostauer Schichten	Grosses flözleeres Mittel	Flözleeres
				Hruschauer und Petershofener Schichten (z.T.)	Waldenburger Schichten	
Unter-Karbon				Petershofener (z.T.), Golonoger und Zalaser Schichten, Kulm u. Kohlenkalk.	Diskordanz Kulm	Kohlenkalk u. Kulm

m (1921).

	Osnabrück	Aachen Wurm-Mulde Inde-Mulde (vgl. Tabelle 4)		Saarbecken (vgl. Tabelle 3)			
				Rotliegendes konkordant auf:			
				Obere	Ottweiler Schichten		
				Mittlere			
				Untere			
	Flöze vom Piesberg und von Ibbenbüren (z.T. jünger als Gasflammkohlen des Ruhrbeckens)	Flöz 6 auf Zeche Maria		Obere	Saarbrücker Schichten	Obere	Flammkohle
						Untere	
				Untere		Fettkohle	
		Flöz Steinknipp	Binnenwerke				
		Flöze der Zeche Karl Friedrich bei Vetschau	Breitgang-Horizont				
			Tuffsenwerke				
			Wilhelmine-Horizont				
			Kohlenkalk				

H. Rauff, Formationslehre. Saar - Geb

3. SW - NO gerichteter Grabeneinbruch zwischen rheinischem Schiefergebirge und süddeutschen Gebirgskernen, mit muldenartigem Bau. Fortsetzung in der Wetterau im O, bei Pont à Mousson und Nancy im W. E- ass

Stephanian	Ottweiler oder Fern-Stufe (Obere flözarme Abteilung)	Obere Ottweiler (Breitenbacher) Schichten mit dem etwa 30 cm mächtigen Grenzkohlen- (Breitenbacher oder Hausbrand-) Flöz (Grube Augustus bei Breitenbach; Brücken - Steinbach).				
		Mittlere Ottweiler Schichten (Potsbergschichten und Höcherbergsandstein) mit unbauwürdigen Flözen.				
		Untere Ottweiler Schichten	Hangender Flözzug	Schwalbacher (Lummerschieder) Flöz. Flözleeres Mittel von 120 - 150 m. Wahlschieder Flöz. Schichten mit Leaia Bäntschiana.		Et Nu
			Flözarmes Mittel (früher = Obere Saarbrücker Sch.)			
			Holzer Konglomerat			
Westfalium	Saarbrücker oder Ägirilarien-Stufe (Untere flözreiche Abteilung)	Obere Saarbrücker Schichten (Flammkohlen)	Die beiden Mittleren Flözzüge	Hangende Flammkohlen		Et
				Flözarmes Mittel, im W. 300 - 400 m		
				Hangender Tonstein		
				Liegende Flammkohlen (mit Flöz Amelung = Maas = Mötz = Hallenberg)		Etw
				Liegender Tonstein		
				Flözarmes Mittel zwischen Flammkohlen- und Fettkohlengruppe.		
		Untere Saarbrücker Schichten (Fettkohlen)	Liegender Flözzug	Liegender Flözzug im engern Sinne = Sulzbacher (nördl.) Flözgruppe		Etw de ga
				Flözleeres Mittel		
				Rotheller (südl.) flözarme Flözgruppe	Ohne bergmännische Bedeutung	
				St. Ingberter Flözgruppe der Rischbach Bohrung		
Kamu-rium	Sudetische (Schlesische) oder Lepidodendron-Stufe	Fehlt				
Unter Karbon		Fehlt				

ebiet					
C-Gehalt der aschefreien Kohle		Mächtigkeiten in Metern		Flora (Marine Bänke fehlen)	Nieder-Schlesien.
		Bis 125	Die Mächtigkeit der Steinkohlenschichten wächst von 0 nach W. (-100 - 1000 m). Die Zahl der Kohlenflöze und die Zahl der Kohlenmittel nimmt nach W zu.	Pecopteriden sehr häufig. Unter den Sphenopteriden besonders noch Hymenophyllum vertreten. Neuropteriden zurücktretend. Subsigillarien häufig und für die Schichten bestimmend. Sigillarien, Lepidodendron, Calamiten, Sphenophyllen selten.	Radowenzer Schichten
		650-875			Rote Sandsteine u. Konglomerate des versteinerten Waldes am Hexenstein
Etwa 78% C. Nicht backende Kohle		Im W. 250-300, im O. bis über 600			Idastollner (= obere Schwadowitzer Schichten
		10-30			
Etwa 79% C	Als Kokskohle im allgemeinen nicht geeignet	Im W. 850 bis 400 im Osten		Pecopteriden viel zahlreicher als vorher. Neuropteriden, Calamarien, Sigillarien häufig. Sphenopteriden u. Lepidodendron in Abnahme.	2 Lücke
Etwa 81% C		Im W. 270 bis 120 im Osten		Neuropteriden sehr häufig, ebenso Lepidodendron, Sigillarien, Calamiten. Pecopteriden zahlreicher. Sphenopteriden spärlicher.	Untere Schwadowitzer oder Haveristollner Schichten
		700-330			
Etwa 85% C.-Backende Koks- und Leuchtgaskohle		600-650		Sphenopteriden und Neuropteriden, Lepidodendron, Sigillarien, Calamiten, Annularien, Sphenophyllen sehr häufig. - Pecopteriden nicht so zahlreich wie später.	Schatzlarer Schichten
		63-100			
		240			
		>500			
t					Reichhenn.-Hartauer Schichten.
					Großes flözleeres Mittel
					Waldenburger Schichten
					Kulm

4.		Eschweiler oder Inde-Mulde	Aachener oder Wu	
Ober-Karbon	Westfalian: Obere Saarbrücker Schichten	fehlt	Backende Fettkohle mit 18–20 % Gas	Schichten mit Annul Grube Maria im Feld ö
	Untere Saarbrücker Schichten	?		Schichten über Flöz 6 w im Feld westl. der Gr (Nordstern, Anna
		Binnenwerke: Gut backende Kokskohle; Schwach backende Flammkohle	Flammkohle mit 15–17 % Gas	Marine Schicht mit Gon papyraceus, Lingula Flöz 6 auf Grube Maria Konkretionen (sog. To Schichten unter Flöz 6 (und „Gemeinschaft“ und „Feldbiß“; von Gon Gruben westl. vom Feld Flöz Stein
	Namurian	Breitgang-Horizont = Flöz-armes Mittel (350 m). Nahe der Basis d. Flöz Breitgang		Flözleeres Mittel unter
		Aufsenwerke (50–100 m). 9–12 % Gas. An der Basis das Flöz Kleinkohl; darüber Grofskohl etc.-Sinterkohle		? Flözschichten der Zeche bei Vetschau im westlichst mit marinen Einlage
		Krebs-Trause-Horizont (400 m), mit den unbauwürdigen Flözchen Krebs und Trause. Mit marinen Einlagerungen.		?
		Gedauer Konglomerat u. Sandstein (25 m)		
		Wilhelmine-Horizont (350 m) mit Flöz Wilhelmine und marinen Einlagerungen.		Infolge Ueberschi
		Walhorner Schichten (Schiefer und Sandsteine, 100–150 m). An d. Basis Burghol-zer Sandstein u. Konglomerat, darin Alaunschiefer mit marinen Fossilien.		nicht aufgeschlos
Unter-Karbon	Kohlenkalk und Hulton	Oberer Kohlenkalk (fossilarm)		
		Dolomite des Kohlenkalks (bis 50 m)		
		Crinoidenkalk (fossilreich) (bis 20 m)		

Sturm - Mulde	Belgien		Ruhr - Gebiet		Leit-Goniatiten
ularia stellata von östl. der Sandgewand	Westfalien, etwa wie		Obere Gasflammkohlen		
von Grube Maria Sandgewand na, Maria). niatiten, Aviculopecten a mytiloides. mit dolomitischen Torfdolomiten)		Zone von Charleroi. Mit 51 (nur teilweise bauwürdigen) Flözen. Nur Süßwasserkonchylien (Carbonicola, Anthracosia etc.)	Untere Gasflammkohlen Leitflöz Bismarck Gaskohlen Leitflöz Katharina		Goniatites Vanderbecki
von Grube Maria zwischen Sandgewand ley, Viscart u. anderen Süß.) einknipp			Fett- und Eßkohlen Leitflöz Sonnenschein		
er Flöz Steinknipp		Zone von Châtelet. Mit 8 Flözen. 2 Einlagerungen mit marinen, Brackwasser- und Süßwasserkonchylien.	Magerkohlen	Girondeller Flözgruppe	Goniatites aff. reticulatus
				Mausegatt-Gruppe	?
e Karl Friedrich hten Muldenteile gerungen.				Hauptflöz-Gruppe	Goniatites carbonarius
hiebung lossen.	Namurien	Zone von Andenne. Mit schwachen Flözen v. Magerkohle. 4-8 marine Bänke	Flözleeres		Goniatites reticulatus
		Kompelite von Chokier: 25 m Alaunschiefer u. Stinkkalke mit Goniatiten etc.			Goniatites diadema
	Kohlenkalk	Visé Stufe mit Productus giganteus	Kohlenkalk	Kulm	Goniatites sphaericus und striatus
		Tournai Stufe mit Spirifer tornacensis			
		Etroeungt Stufe mit Spirifer distans etc.			

5.

Ruhr-Gebiet

Westfalium. (= mittleres Ober-Karbon)

Obere Saarbrücker Schichten	Gasflammkohlen	zusammen rund 3000 m	Etwa 1000 m	3 marine Horizonte gleich über dem Hauptkonglomerat 100 - 150 m über Leitflöz Bismarck
Untere Saarbrücker Schichten	Gaskohlen		Etwa 330 m	Leitflöz Zollverein I Leitflöz Laura (u. Viktoria) Marine Schicht über Leitflöz Katharina mit Goniatites Vanderbecki Leitflöz Katharina (mit sog. Torfdolomiten)
	Fett und Eßkohlen		Etwa 600 m	Leitflöz Präsident Leitflöz Sonnenschein
	Magerkohlen	Magerkohlen zusammen etwa 1060 m	Etwa 340 m	Leitflöz Plassbofsbank Girondeller Gruppe, darin marine Schichten unter Girondelle II und über Obergirondelle mit Goniatites aff. reticulatus
			Etwa 160 m	Marine Schicht über Finefrau Nebenbank Leitflöz Finefrau Nebenbank Leitflöz Finefrau Konglomeratbank etwa 40 m unter Flöz Finefrau Geitling Flözgruppe Kreftenscheer Flözgruppe Leitflöz Mausegatt
			Etwa 240 m.	Marine Schicht über Flöz Sarnsbank Leitflöz Sarnsbank Marine Schicht über dem Hauptflöz mit Goniatites carbonarius
			Etwa 100 m	Hauptflöz Leitflöz Wasserbank
			Etwa 220 m	Zwei Konglomeratbänke, etwa 40 und 50 m unter Wasserbank. Konglomeratische Sandsteinbank, etwa 120 m unter Wasserbank. Werksandsteingrenzbank gegen Flözleeres...
Namurium	Flözleeres			Flözleeres

	Nördlicher Rheintal-graben mit Zeche Rheinpreußen	Horst von Geldern-Krefeld	Horst von Brüggen-Erkelenz	Peel-Horst
	Gasflammkohlen (nur unterer Teil)	?		?
	Gaskohlen, ident.: Flöz Zollverein. „ Laura u. Viktoria. „ Katharina.	Gaskohlen (300 m) Ident. Katharina		Gaskohlen (cr. 300 m) 6 Flöze mit 5,2 m.
	Fettkohlen Identifiziert Flöz Sonnenschein	Fettkohlen (500 m) Ident. Sonnensch.		Flözreichere } Fett-Flözärmere } kohlen Ident. Sonnenschein
700 m	200-300 m: Schichten über Girondeller Flözgruppe, Leitflöz Plasshofsbank.	Flözführende Magerkohlenpartie über Finefrau	Magerkohlen, vermutlich hinauf bis zur Girondeller Flözgruppe durch Bohrungen erschlossen	Flözarme Schichten, cr. 160 m
	190 m: Magerkohlen mit Girondeller Flöz-gruppe (5 Flöze)			Girondeller Gruppe m. 3 Flözen (2,64 m Kohle) (40 m)
	190 m: Marine Sch. über Finefrau Nebenbank Leitflöz Finefrau Nebenbank Leitflöz Finefrau			Fast flözfreie Schichten, cr. 300 m durchbohrt.
	40 m: Finefrau-Konglomerat	Ident. Finefrau-Konglomerat	Finefrau-Konglom. Noch einige Flöze im Liegenden des Konglomerats erbohrt.	
	250 m: Magerkohlen mit Geitling-Kreftenscheer- und Mausegatt-Flöz-gruppe (6-8 Flöze).	Flözleere Schichten unter Finefrau; bis auf 400 m durchbohrt.		

Namurian (= unteres Ober-Karbon)

Flözleeres

Flözleeres

Die Scharung der oberschlesis (vergl. Tab

Zabrzer Flözberg	Königshütter Flözberg	Laur Rosdz
Einsiedel 3,5 m	Gerhard 5,9 m	Fann
Schuckmann 8,6 m	Heinzmann 3,12 m	Glück
Muldenflöz 1,2 m	Pelagie 1,35 m	6,1 m
Heinitz 4,2 m	Sattel-Oberbank 2,12 m	Karoli
Reden 4,2 m	Sattel-Niederbank 2,9 m	
Pochhammer 6,5 m		
Gesamtmächtigkeit 270 m	Ges.-Mächt. 112 m	Ges

sischen Sattelflöze von W.-O.
(Tabelle 2)

aurahütter- dziner Flözberg	Östliche Mulde in Polen	Ostrand bei Dombrova
nny 9,1 m ück 2,2 m n roline 5,35 m	Oberflöz 3,6 m Niederflöz 6,6 m	Redenflöz 12,03 m
Ges.-Mächt. 77 m	Ges.-Mächt. 28 m	Ges.-Mächt. 15 m

6.

				Britannien					
			Devonshire		Somerset, S.-Wales.	N.-Wales, Lancashire, Yorkshire etc.	Nördl. England, Northumberland	Schottland	Ze... (... 2...
Ober-Karbon	Stephanian								Schi... (be... geg...
	Westfalian	Coal-measures		Oberstufe mit Anthracomya Phillipsi	Sandsteine und rötliche Schiefertone mit schwachen Flözen. Kalkige Zwischenbänke mit Spirorbis, Anthracomya, Fischen.			Roter Sandstein und Tone mit Spirorbis-Kalk.	Sp...
				Mittelstufe mit Aviculopecten modiolaris und Anthracomya.	Gelbliche Sandsteine und Schiefertone mit starken Kohlenflözen. (Pennant grit) Zwischenlagen mit Süßwassermuscheln			Schwache Diskordanz Sandsteine,	Sp...

Rußland			Kärnten	Nord-Amerika	
Zentral-Rußland, (Moskauer Becken) Ural, Timan.	Donjetz-Gebiet			Mississippi-Gebiet	Osten: Pennsylvanien etc.
Schwagerinen-Kalke (besonders der Wolgagegend, Samara etc.)	Kalken und zahlreichen Kohlenflözen.	Schwagerinen-Kalke. - Flora der oberen Ottweiler Schichten.	Schwagerinen-Kalke mit reicher mariner Fauna.	Kalk mit Fusulinen und Flöz-führenden Schichten	Upper productive measures mit den Hauptflözen (Pittsburg-Flöz, 3 - 5 m)
Schichten mit Productus cora und großen Fusulinen		Die Flöze hören auf. Ebenso stirbt Spirifer mosquensis aus.	Auernig-Schichten (Pontafel). Wechsel von marinen Kalken (Spirifer Fritschii, Fusulinen) mit Pflanzenschichten (Ottweiler Flora)		
Schichten mit Spirifer supramosquensis		Spirifer supramosquensis. Noch abbauwürdige Flöze. Flora der unteren Ottweiler Schichten			Flözleeres Mittel
Schichten mit Spirifer Marcoui		Größter Flözreichtum			Lower productive measures
Moskauer Stufe mit Spirifer mosquensis und		Flözreich			
		Kaum bauwürdige			

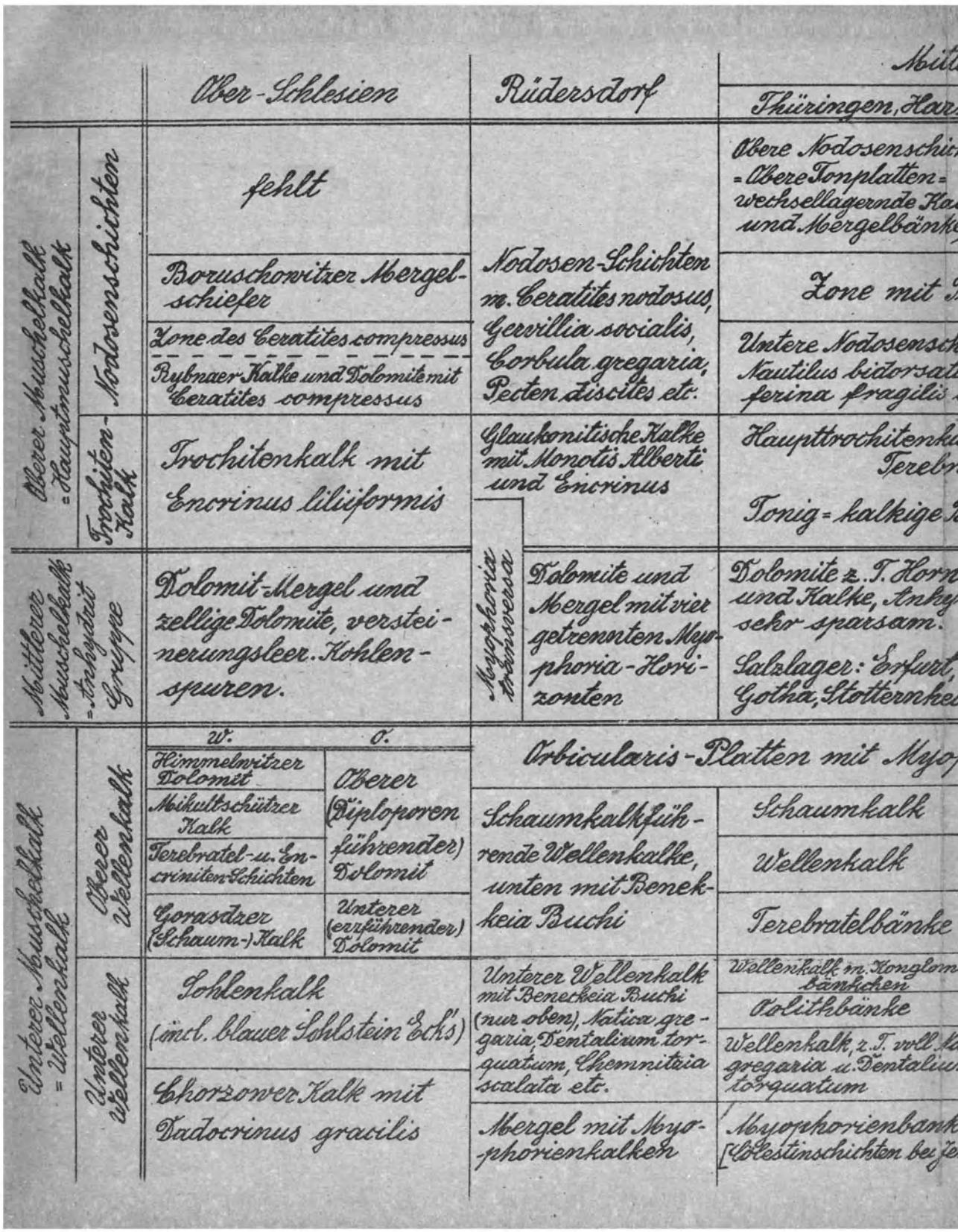
Pennsylvanian

Unter-Karbon	Etruengt-Stufe		Pilton beds z.T. (?)		—	—	—	—	
	Tournai-Stufe	Culm-measures	Dunkle Tonschiefer, Sandsteine, unreine Kalke und Kieselschiefer.	Unterer Carboniferous Limestone	Dickbankiger bis massiger Kohlenkalk.	Massig kalkige Ausbildung	Kalkbänke im Wechsel mit Mergelschiefern, Sandsteinen u. bauwürdigen Kohlenflözen.	Carboniferous Sandstone z.T. kohleführend und mit Culm-Flora	Kalk
	Visé-Stufe				Vorwiegend mergelig schiefrige Ausbildung	Schiefrige Ausbildung	Sandsteine u. Schiefertone Konglomerate		
	Namurian		Dunkle Sandsteine und Schiefertone, unten mit unreinen Kohlenflözen (Culm)	Yoredale Schichten. Schiefrig-kalkig-sandige Bänke mit Avioulopecten papyraceus und Kohlenflözen.				Carboniferous Limestone in der Mitte mit Kohlen- und Blackband-Flözen, an der Basis: Ölschiefer	
				Millstone grit: Grober Sandstein mit Schiefern und Konglomeraten					
	Westphalian	Coal-measures		Untere Stufe mit marinen Formen: Avioulopecten papyraceus, Glyphioceras reticulatum, Posidoniella etc.	Gannister Schichten. Tonschiefer, Schiefertone, Sandsteine, Eisensteine (Blackband) mit schwachen Flözen u. zahlreichen marinen Einlagerungen			Sandsteine, Schiefertone und Kohlenflöze	
				Millstone grit)	Süßwassermuscheln			Sandsteine,	

und kleinen Fusulinen, z.T. kreide-ähnliche Kalke wie bei Mjätschkowo bei Moskau	Wechsellagerung von marinen Kalken, Spiriferen- u. Productus-führenden Schichten mit Flözen	Flözreich		Wechsel von marinem Kohlenkalk	Pottsville Konglomerat örtlich mit Kohlenflözen und Waldenburger Flora
		Kaum bauwürdige Flöze			
Kohlenkalk mit Productus giganteus	vorwiegend Kohlenkalke	mit Productus giganteus und untergeordneten Kohlenschmitzen	Kohlenkalk mit Visé-Fauna vom Bleiberg in Kärnten) oder Kulm	Kohlenkalke	Mauch-Chunk-Gruppe. Rote und grüne Schiefer mit untergeordneten Sandsteinen Pocono-Sandstein (örtlich flözführend) mit Petroleum in Pennsylvanien Basalkonglomerat in Neufundland etc.
Kohlenflöz-Stufe von Tula und pflanzenführende Sandsteine. Kalk mit Productus mesolobus		mit Spirifer tornacensis und Productus mesolobus.			Mississippian
Übergangsschichten (Kalke) mit karbonisch-devonischer Mischfauna					

		Harz.	Thüringen, Franken, Hessen.
Oberer Buntsandstein = Röt	Feinkörnige, glimmerreiche Tonsandsteine	Gelbe dolomit. Kalke sowie rote u. grüne Mergel ohne Gips. Rote und grüne Mergel mit Gips u. dünnen Lagen von Tonquarzit, diese mit Steinsalzpseudomorphosen.	Bunte Mergel und Tone, z. T. mit versteinerungsreichen Dolomiten (Myophoria vulgaris, Modiola hirudiniformis etc.) mit quarzitischen Sandsteinbänkchen, Gips und Salz.
			Im Norden des Harzes die Salzlager von Juliushall bei Harzburg, Salzgitter, Schöningen etc.
		Rhizocorallium-Dolomitbank.	Rhizocorallium-Dolomitbank (zu oberst) u. andere fossilreiche Dolomitbänke (mit Gervillia costata, Lingula tenuissima, Beneckeia tenuis etc.) in bunten Mergeln.
		Bunte Mergel mit Gips.	Fossilleerer Gips, bis 20 m.
		Weißer Sandstein mit Karneol.	Chirotherien-Sandstein = feinkörniger Sandstein mit „Fährten" [z. T. m. Karneol] besonders am O- und W-Rande des Thüringer Waldes, bei Jena, Hildburghausen, Karlshafen a. d. Weser, Kissingen etc.
Mittlerer Buntsandstein = Hauptbuntsandstein	Vorwiegend grobkörnig, tonarme	Teils grob- und scharfkörnige Sandsteine, teils feinkörnige, dunkelrote und helle Bausandsteine. Bindemittelarm. Teils ohne, teils mit Geröllen oder Konglomeratzonen. Schieferletten und Sandsteinschiefer zurücktretend.	
		z. T. in Wechsellagerung mit Tonen	Geröllfreier grober Sandstein westlich und nördlich vom Thüringer Walde
			Geröllführender Sandstein südl. vom Thüringer Walde
			Sandstein mit Geröllzone nordöstl. vom Thür. Walde.
Unterer Bunts. = sandstein	Feinkörnig, glimmerig, tonig.	Estherienschiefer mit Estheria Albertii bei Falle u. a. O.	Gervillia Murchisoni stellenweise an der obersten Grenze häufig.
		Bunte, feinkörnige, glimmrige, tonige, Sandsteinschiefer und Schieferletten.	auch kalkige Sandsteine, Tongallen = rundliche oder eckige Einschlüsse in bunten Letten häufig.
		Kalkige Rogensteine im NO u. SO des Harzes, bei Rüdersdorf und im W von Westfalen besonders in unteren Horizonten	
		Bröckelschiefer = rote Tone [Leberschiefer i. Spessart und Rhön]	

	Schwarzwald.	Vogesen. Saargebiet. Lothringen. Eifel.	Engl. Land.	Sonstige Länder.
ngs- Tiola ed-	Rote Schiefertone und rote feinkörnige, glimmerreiche Tonsandsteine (Plattensandsteine) mit Anomopteris Mougeoti, Equisetum Mougeoti, Estheria Albertii etc.	Bunte Grenzletten, 1-5 m. Dünnbankig. Wechsel von bunten, sehr feinen Schiefertonen (mit Lingula, Estheria) und Sandsteinplatten (mit Wellenfurchen). Voltzien-Sandstein bis 18-24 m = feinkörniger, toniger, roter und weißer, dickbankiger, guter Bau- und Ornamentsandstein mit eingeschalteten Schieferletten. Stellenweise häufig Voltzia heterophylla, Equisetum Mougeoti, Schizoneura paradoxa. Zwischenschichten = rote und violette, meist glimmrige Sandsteinbänke mit schnellem, petrographischem Wechsel 40-60 m. Kupfererzknotten von St. Avold (Lothringen) Karneolbank.	Red Sandstone	Neu-Red Sandstone (Mesozoic-System) in Nordamerika am Ostabhange der Alleghanies und in den Rocky Mountains. Bei Richmond mit eruptiven Kohlenflözen und Pflanzenresten. Neu-Red Sandstone in Argentinien. - Karoo-Formation z. T. in Südafrika.
tm SW- und NW-Rande des Thüringer Waldes: Rote feinkörnige Sandsteine mit Myophoria costata.	Die untern Sandsteinbänke mit Dolomitknollen. An der Basis: Karneolbank mit Schnüren und Knauern von Karneol und Dolomit.			
ge, weis aren- der en onte immer lich.	Hauptkonglomerat, fast nur aus Geröllen von Milchquarz und Quarziten bestehend. Grob- (u. fein-) körnige, blaßrötliche, durch Quarzkristallchen glitzernde und z. T. durch Konkretionen braunfleckige Sandsteine. (Kugel-, Pseudomorphosen-Sandsteine). Unten feinkörniger, kaolinreicher, bunter Sandstein mit Geröllen von Quarz und kristallinischen Gesteinen, die sich stellenweise zu einem Untern Konglomerat (Eckiges K.) anhäufen.	Sandstein mit Bleiglanz-Knotten und Konglomeratlagen (Wackendeckel) bei Mechernich (Eifel).	Vogesen-Sandsteine	New
ästei- dliche sse von lig.	fehlt im südlichen Schwarzwald.	Feinkörnige Tigersandsteine. Schiefertone mit tonigen Sandsteinen. Stellenweise Basalkonglomerat.	fehlt südlich der Zaberner Bucht.	Tonige Sandsteine. Leberschiefer.	fehlt in der Eifel.	


Ober-Schlesien
Rüdersdorf
Mitt
Thüringen, Har
Oberer Muschelkalk = Hauptmuschelkalk
Nodosenschichten
Trochiten-Kalk
fehlt
Boruschowitzer Mergelschiefer
Zone des Ceratites compressus
Rybnaer Kalke und Dolomite mit Ceratites compressus
Nodosen-Schichten m. Ceratites nodosus, Gervillia socialis, Corbula gregaria, Pecten discites etc.
Obere Nodosenschic
= Obere Tonplatten=
wechsellagernde Ka
und Mergelbänke
Zone mit
Untere Nodosensch
Nautilus bidorsat
ferina fragilis
Trochitenkalk mit Encrinus liliiformis
Glaukonitische Kalke mit Monotis Alberti und Encrinus
Haupttrochitenku
Terebr
Tonig-kalkige
Mittlerer Muschelkalk = Anhydrit Gruppe
Dolomit-Mergel und zellige Dolomite, versteinerungsleer. Kohlenspuren.
Myophoria transversa
Dolomite und Mergel mit vier getrennten Myophoria-Horizonten
Dolomite z. T. Horn
und Kalke, Anhy
sehr sparsam.
Salzlager: Erfurt,
Gotha, Stotternhe
Unterer Muschelkalk = Wellenkalk
Oberer Wellenkalk
W.
O.
Himmelwitzer Dolomit
Mikultschützer Kalk
Terebratel- u. Encriniten-Schichten
Gorasdzer (Schaum-) Kalk
Oberer (Diploporen führender) Dolomit
Unterer (erzführender) Dolomit
Orbicularis-Platten mit Myo
Schaumkalkführende Wellenkalke, unten mit Beneckeia Buchi
Schaumkalk
Wellenkalk
Terebratelbänke
Unterer Wellenkalk
Sohlenkalk (incl. blauer Sohlstein Etks)
Chorzower Kalk mit Dadocrinus gracilis
Unterer Wellenkalk mit Beneckeia Buchi (nur oben), Natica gregaria, Dentalium torquatum, Chemnitzia scalata etc.
Mergel mit Myophorienkalken
Wellenkalk m. Konglom
bänkchen
Oolithbänke
Wellenkalk, z. T. voll
gregaria u. Dentaliu
torquatum
Myophorienbank
[Cölestinschichten bei Je

Mittel-Deutschland		Schwaben	Unter-Elsass, Lothringen, Eifel
Harz	Hessen, Franken		

Schichten	Trigonodus-Schichten m. Trigonodus Sandbergeri	Bonebeds von Fischbeeten (z.B. bei Crailsheim)	Am Nordrande der Eifel Dolomite und petrefaktenreiche Terebratelbänke ohne Ceratiten
n= Kalk- nke	Schichten mit Ceratites semipartitus u. nodosus		
	mit Ceratites nodosus		
	it Terebratula cycloides		
	eschichten = Untere Tonplatten mit Ceratites compressus, satus, Pecten discites, Myophoria pesanseris, Spiri- lis etc.		

nkalk mit Encrinus liliiformis, Lima striata, ebratula vulgaris etc.

ge Bänke mit Myophoria vulgaris, transversa, Ter. vulgaris etc.

örnsteinknollen führend, z.T. Zellendolomite. Dolomitische Mergel hydrit, Gips, Steinsalz, Steinsalzpseudomorphosen. Versteinerungen n.:

urt, heim		Salzlager: Rappenau in Baden, Friedrichshall in Württemberg, Stetten in Hohenzollern.

Myophoria orbicularis			Wellenkalk	Dolomite u. sandige Aequivalente mit Myophoria orbicularis	
	Oberer Wellenkalk mit Schaumkalkeinlagerungen			Schaumkalk und sandiges Aequivalent	Muschelsandsteine am Nordrande der Eifel mit Zweischalerfauna, sehr arm an Brachiopoden.
	Spiriferinenbänke				
ke	Terebratelbänke mit Terebratula vulgaris			Terebratelzone	
Conglomerat-	Wellenkalk	Mergelschiefer und Dolomit	Wellendolomit in Württemberg	Mergelige oder sandigtonige Myacitenbänke	
Natica lium	Oolith- und Wellenkalk-Horizont der Beneckeia Buchi, Terebratula Ecki, Natica gregaria, des Dentalium torquatum etc.				
nk e Jena]	Wellendolomit mit Lingula tenuissima, Estheria minuta			Muschelsandstein	

P. KUKUK

GEOLOGIE
DES
NIEDERRHEINSCH-WESTFÄLISCHEN STEINKOHLENGEBIETES



EXTRA MATERIALS
extras.springer.com

TAFELBAND

GEOLOGIE
DES
NIEDERRHEINISCH-WESTFÄLISCHEN STEINKOHLENGEBIETES

IM AUFTRAGE
DER WESTFÄLISCHEN BERGGEWERKSCHAFTSKASSE ZU BOCHUM

VERFASST VON

PAUL KUKUK

LEITER DER GEOLOGISCHEN ABTEILUNG DER WESTFÄLISCHEN BERGGEWERKSCHAFTSKASSE
A. O. PROFESSOR FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT MÜNSTER
DR. PHIL. HABIL., BERGASSESSOR A. D.

MIT BEITRÄGEN VON

H. BREDDIN · W. GOTHAN · M. HIRMER · E. HOFFMANN · G. KELLER
F. L. KÜHLWEIN · K. OBERSTE-BRINK · H. SCHMIDT · FR. SCHRÖDER
H. WEHRLI · H. WINTER · D. WOLANSKY

MIT 743 ABBILDUNGEN UND 48 TABELLEN IM TEXT
EINEM TITELBILD
UND 14 ZUM TEIL FARBIGEN TAFELN

TAFELBAND

SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH
1938

ISBN 978-3-642-50353-5 ISBN 978-3-642-50662-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-50662-8

Additional material to this book can be downloaded from http://extra.springer.com.

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.

COPYRIGHT 1938 BY SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI JULIUS SPRINGER IN BERLIN 1938

MANULDRUCK DER TAFELN
VON F. ULLMANN G.M.B.H., ZWICKAU I. SA.

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I.

Geologische Übersichtskarte des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung (bei abgedecktem Diluvium). Nach Unterlagen der Preuß. Geol. Landesanstalt u. a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. KUKUK 1936. Maßstab rd. 1:350000.

Tafel II.

Strukturskizze des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung (bei abgedecktem Diluvium). Nach Unterlagen der Preuß. Geol. Landesanstalt u. a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. KUKUK 1936. Maßstab rd. 1:350000.

Tafel III.

Querschnitt und Längsschnitt durch die Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlenablagerung. Maßstab 1:100000. Entworfen von P. KUKUK 1937.
A. Querschnitt in der Richtung Vreden-Borken-Dorsten-Gelsenkirchen-Schwelm-Radevormwald.
B. Längsschnitt in der Richtung Mülheim-Essen-Herne-Lünen-Ahlen-Senne-Detmold.

Tafel IV.

Die Ausdehnung der Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung und ihre Beziehungen zur Tektonik. Entworfen von P. KUKUK 1937.

Tafel V.

Vergleichende stratigraphische Übersicht der wichtigsten westeuropäischen Steinkohlenbezirke. Entworfen von P. KUKUK 1936.

Tafel VI[1].

Stratigraphisch-tektonisches Übersichtsbild des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges. (Profile siehe Tafel VII.) Maßstab 1:150000. Entworfen von P. KUKUK 1936.

Tafel VII.

Drei Querprofile durch den Ruhrkohlenbezirk. Maßstab 1:60000. (Grundriß siehe Tafel VI.) Entworfen von P. KUKUK und K. OBERSTE-BRINK 1936.

Tafel VIII.

Darstellung der Karbonoberfläche unter dem Deckgebirge in Höhenlinien unter Berücksichtigung des Verwurfs durch die Sprünge. Unter Mitbenutzung der Tiefbohrkarte der Preuß. Geol. Landesanstalt, der Arbeiten von H. BREDDIN und von Zechenangaben entworfen von P. KUKUK und D. WOLANSKY 1936.

---

[1] *Bemerkungen zu Tafel VI.* Nicht aufgeschlossen sind: der *Unnaer und Königsborner Sprung* östlich und westlich der Zeche Hermann, der *Unnaer Sprung* in der Essener Mulde nördlich der Zeche Victoria, der *Kurler Sprung* östlich der Zeche Waltrop, der kleine Sprung nördlich der Bezeichnung *Achenbacher Sprung*, der nördlichste Teil des *Osterfelder Sprungs* bis zum Vondern-Sprung sowie das nordwestliche Stück des Sprungs nördlich der Zeche Rheinbaben III/IV.

Tafel IX.

Fazieskarte der oberen Kreide im Industriebezirk. (Profil A—B siehe Abb. 456.)
Entworfen von H. BREDDIN 1934.

Tafel X.

Die Verbreitung des Ausgehenden der einzelnen Oberkreidestufen im Industriebezirk. (Profile siehe Abb. 477.)
Unter Mitbenutzung der Arbeiten der Preuß. Geol. Landesanstalt, von H. BREDDIN und von Zechenangaben
entworfen von P. KUKUK und D. WOLANSKY 1935.

Tafel XI.

Die Ausbildung des Kreidedeckgebirges von W nach O auf Grund neu untersuchter Schachtprofile.
Entworfen von P. KUKUK und D. WOLANSKY 1935.

Tafel XII.

Übersichtskarte der nutzbaren Mineralvorkommen im weiteren Industriebezirk.
Entworfen von P. KUKUK 1936.

Tafel XIII.

Übersichtskarte der nutzbaren Gesteinsvorkommen im weiteren Industriebezirk.
Entworfen von P. KUKUK 1936.

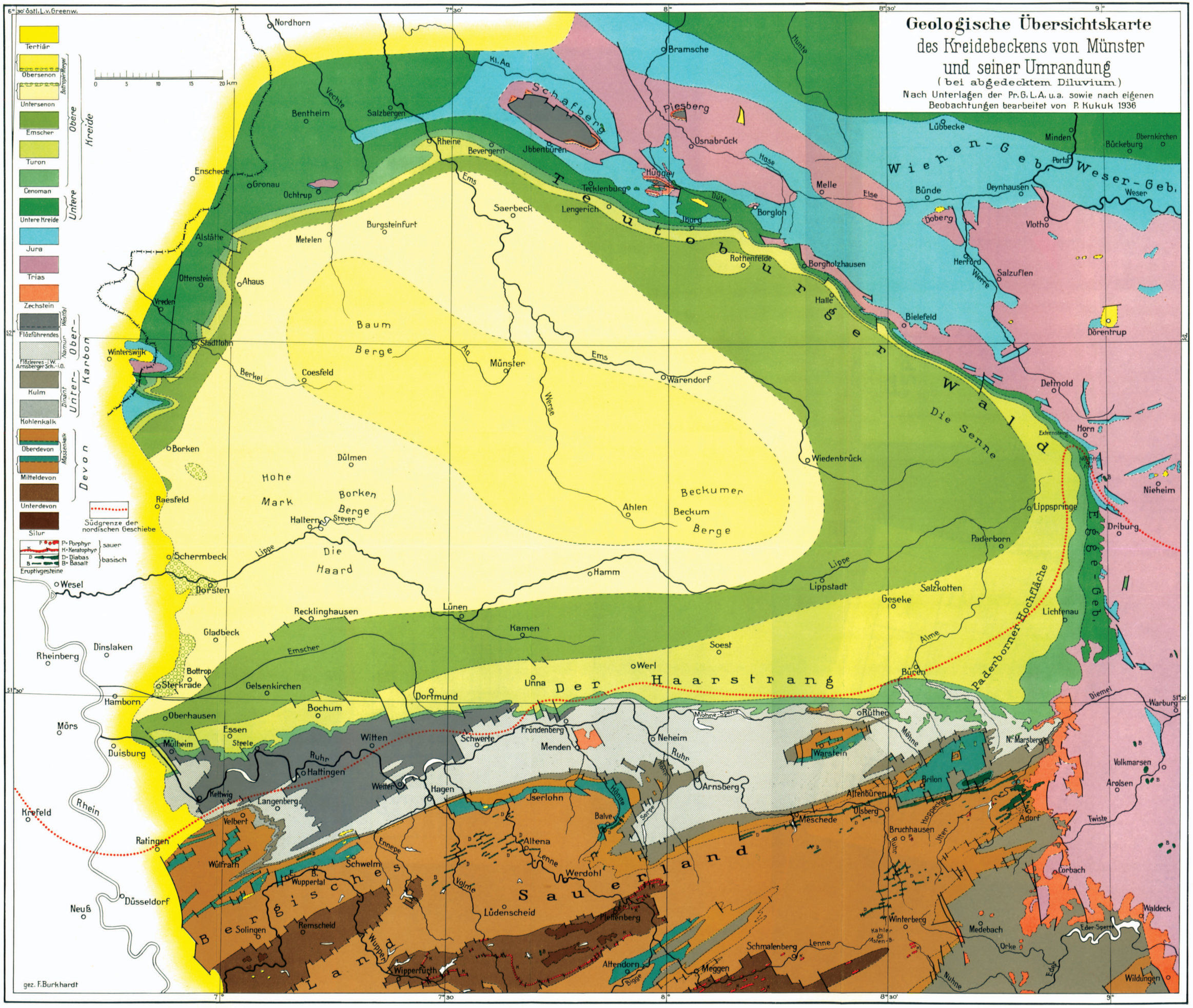
Tafel XIV.

Vorkommen von Sole, Schwerspat und schwerspathaltiger Sole im Ruhrbezirk.
Entworfen von P. KUKUK 1935.

Geologische Übersichtskarte des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung

(bei abgedecktem Diluvium)

Nach Unterlagen der Pr. G. L. A. u. a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. Kukuk 1936



Geologische Übersichtskarte des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung (bei abgedecktem Diluvium). Nach Unterlagen der Pr. G.L.A. u. a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. Kukuk
1936. rd. 1 : 350000.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Strukturskizze
des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung
(bei abgedecktem Diluvium)

Nach Unterlagen der Pr.G.L.A.u.a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. Kukuk 1936

Tertiär
Obere Kreide
Untere Kreide
Jura
Trias
Zechstein
Flözführendes
Flözleeres i.W. Arnsberger Schi. i.O.
Kulm u. Kohlenkalk
Devon
Silur
Sprünge und Wechsel
Sattelachsen

0 5 10 15 20 25 km

Schacht
Fündige Bohrung (Steinkohle)
Fundlose Bohrung

Für die Verbreitung der verschiedenen Formationen wichtige Bohraufschlüsse

Mutmaßliche Verbreitungsgrenzen der Formationen

6°30' östl. L. v. Greenw. 7° 7°30' 8° 8°30' 9°

Nordhorn · Bramsche · Lübbecke · Obernkirchen · Bückeburg · Minden · Bünde · Oeynhausen · Vlotho · Herford · Salzuflen · Bielefeld · Halle · Borgholzhausen · Dörentrup · Detmold · Lopshorn · Lippspringe · Altenbeken · Driburg · Brakel · Paderborn · Beckum · Warendorf · Münster · Everswinkel · Senden · Hoetmar · Ölde · V.93 · Wiedenbrück · Haustenbeck · Lippstadt · Salzkotten · Geseke · Lichtenau · Soest · Hamm · Lünen · Dorsten · Recklinghausen · Dülmen · Haltern · Raesfeld · Borken · Bocholt · Anhold · Wesel · Xanten · Bislich · Schermbeck · Rheinberg · Dinslaken · Sterkrade · Camp · Hamborn · Mörs · Duisburg · Mülheim · Essen · Bochum · Dortmund · Unna · Werl · Menden · Wetter · Hagen · Kettwig · Velbert · Ratingen · Krefeld · Düsseldorf · Remscheid · Wuppertal · Lüdenscheid · Plettenberg · Attendorn · Winterberg · Wipperfürth · Jserlohn · Altena · Arnsberg · Brilon · Warstein · Menden · Wildungen · Enschede · Gronau · Ochtrup · Ahaus · Burgsteinfurt · Rheine · Bevergern · Ibbenbüren · Osnabrück · Wellingen · Schledehausen · Melle · Borgloh · Jburg · Saerbeck · Lengerich · Metelen · Alstätte · Ottenstein · Vreden · Stadtlohn · Winterswijk · Berkel · Coesfeld · Weseke · Borken · Bocholt · Anholt · Esserden · Haffen · Mehr · Bislich · Xanten · Wesel · Enschenhof · Borth · Rheinberg · Camp · Mörs · Rheinpr. · Krefeld · Ratingen · Düsseldorf · Geilenkirchener Bucht · Niederrheinische Bucht · Feldergrenze · Salzbergen · Sal. Gottesgabe · Bentheim · Enschede · Ochtrup · Buurse · Haarmühlen · Winterswijk · Rathum · Planken · Buckelo · Alfred 1 · Alfred 15 · Freudenberg · Dinslaken · Wehofen · Sterkrade · Krefeld-Forts. · Zweckel · Osthamm · Assen (Mr. Drv.) · Kesseler · Jonl. Sod. · Hepperthöhe · Diemel · Beverungen · Warburg · Germete · Twiste · Eder · Lippe · Ems · Ruhr · Weser · Möhne · Hönne · Volme · Ennepe · Wupper · Lenne · Elsey · Seeste · Wellingen · Hase · Hügel · Piesberg · Piesberg-Achse · Schafberg · Osning · Teutoburger Wald · Weser-Minden Mulde · Münsterländer Abbruch? · Lippesches Pyrmonter A. · Keupergebiet · Achse · Osning-Achse · Cheruskische Achsen · Brakeler Muschelkalk-Driburger Achse · Warburger A. · Germeter A. · Himmelsche Achsen · Schwelle · Beckumer Sattel · Warsteiner S. · Brilon S. · Ostsauerländer Haupt-Sattel · Siegen-Lahrper S. · Ebbe-Sattel · Remscheid-Altenaer Sattel · Velberter S. · Geilenkirchener S. · Borkener S. · Dorstener S. · Marler Kreide · Kirchhellener S. · Kreide S. · Zweckel-Aug. Victoria-S. · Vestischer Sattel · Gelsenkirchener Sattel · Wattenscheider Sattel · Stockumer Sattel · Weseker Sattel · Winterswijker Sattel · Ottensteiner Sattel · Haarmühlener S. · Unterer S. · Schüttorfer S. · Salzbergener Sattel · Münsterländer Kreidebecken · Münsterländer Kreide-Mulde · Münsterländer Kreide-Sattel · Rheinische Schwelle · Winterswijk von Schwelle · Hunte-Schwelle · Herforder Liasmulde · Arnsberger Kreidebecken

gez. F. Burkhardt

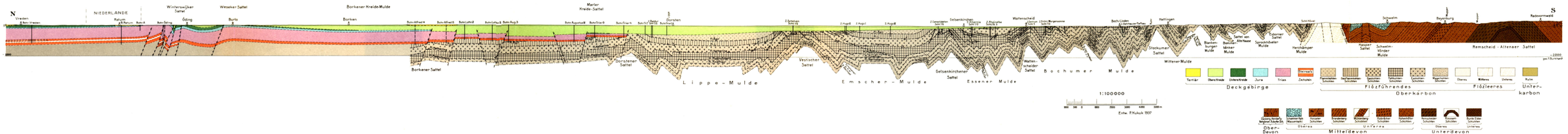
Strukturskizze des Kreidebeckens von Münster und seiner Umrandung (bei abgedecktem Diluvium).
Nach Unterlagen der Pr. G.L.A. u. a. sowie nach eigenen Beobachtungen bearbeitet von P. Kukuk 1936.
Maßstab rd. 1 : 350000.

Kukuk, Geologie.

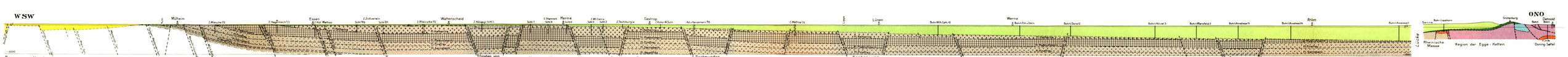
Verlag von Julius Springer in Berlin.

Querschnitt und Längsschnitt durch die Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlenablagerung.

A. Querschnitt in der Richtung Vreden-Borken-Dorsten-Gelsenkirchen-Schwelm-Radevormwald.



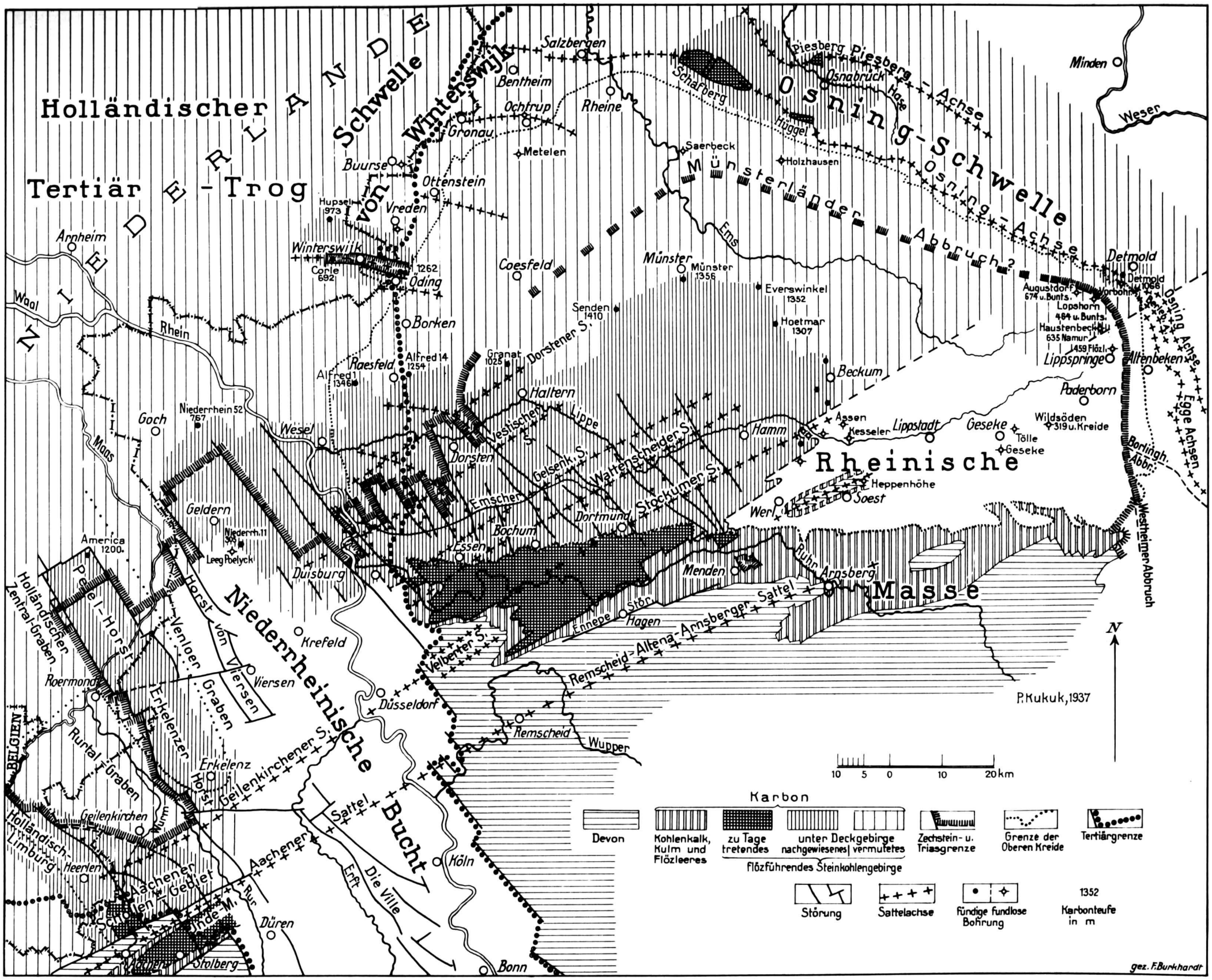
B. Längsschnitt in der Richtung Mülheim-Essen-Herne-Lünen-Ahlen-*(Lücke)*-Senne-Detmold.



Querschnitt und Längsschnitt durch die Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlenablagerung. Maßstab 1:100000.
Unter Mitbenutzung von Unterlagen der Preuß. Geol. Landesanstalt und anderen entworfen von P. Kukuk 1937.

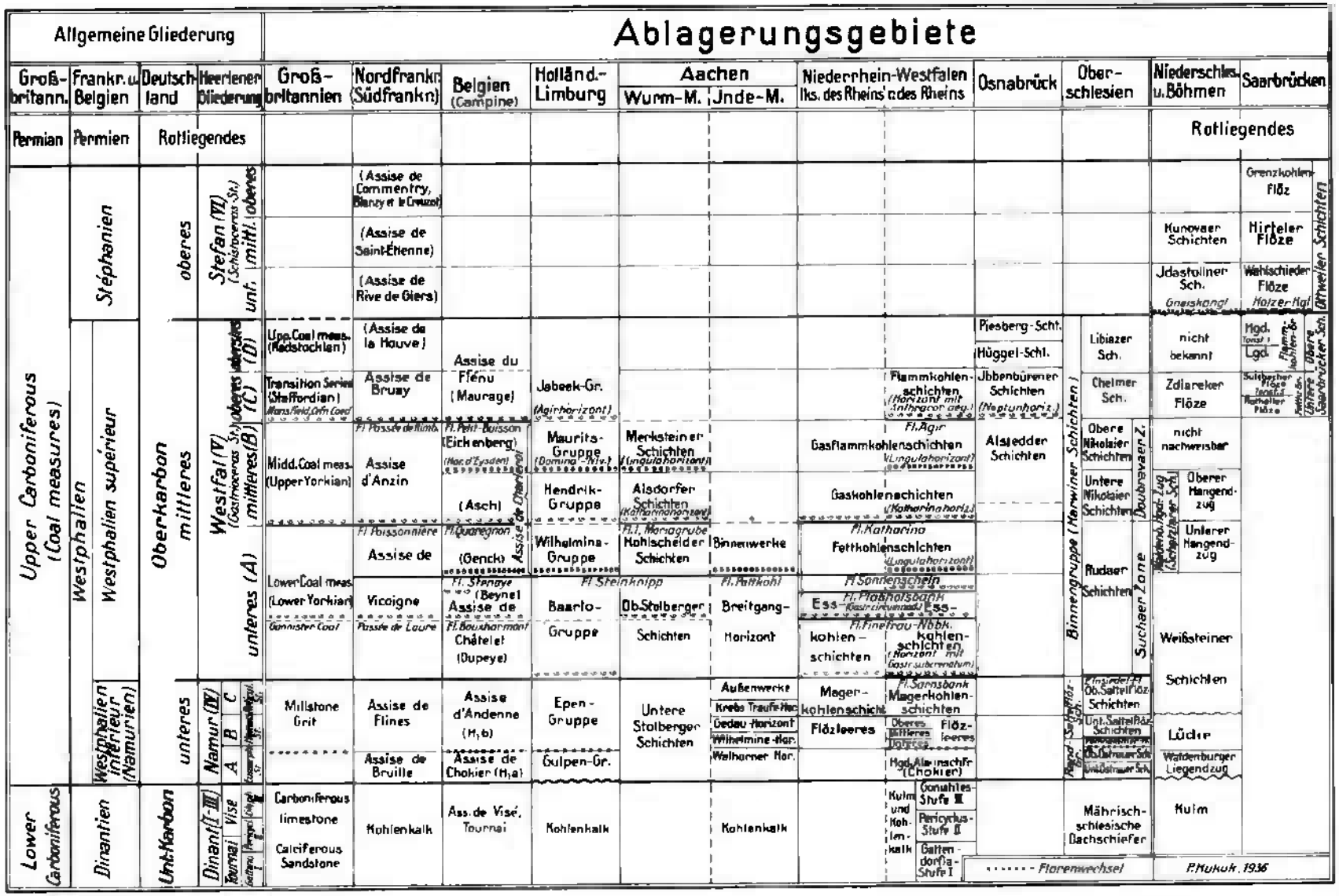
Kukuk, Geologie.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Die Ausdehnung der Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenablagerung und ihre Beziehungen zur Tektonik.
Entworfen von P. Kukuk 1937.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Vergleichende stratigraphische Übersicht der wichtigsten westeuropäischen Steinkohlenbezirke.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Stratigraphisch-tektonisches Übersichtsbild

des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges

Die Aufschlüsse sind auf eine flach nach N einfallende Ebene projiziert, welche unterhalb und parallel zu der Steinkohlengebirgsoberfläche verläuft.

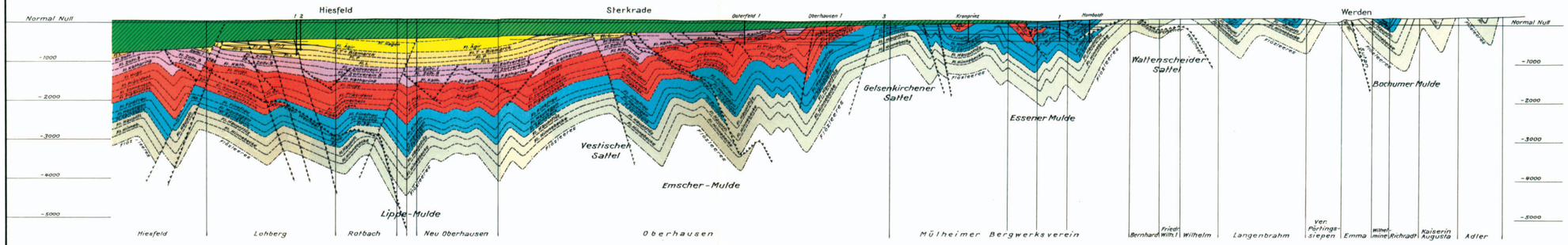
NIEDERLANDE

NIEDERLANDE

Emmerich · Bocholt · Borken · Münster · Rees · Raesfeld · Brünen · Deuten · Haltern · Lüdinghausen · Ascheberg · Drensteinfurt · Ahlen · Beckum · Goch · Xanten · Wesel · Brevenack · Dorsten · Hervenheim · Sonsbeck · Kevelaer · Borth · Alpen · Dinslaken · Lohberg · Walsum · Jssum · Oeldern · Rheinberg · Rossenray · Camp · Limfort · Repelen · Hamborn · Obenhausen · Hamborn · Mörs · Duisburg-Ruhrort · Mülheim · Ruhr · Rhein · Wankum · Grefrath · Krefeld · Werden · Kettwig · Ratingen · Heiligenhaus · Velbert · Hattingen · Witten · Bochum · Gelsenkirchen · Recklinghausen · Waltrop · Herne · Castrop · Dortmund · Lünen · Werne · Hamm · Unna · Kamen · Schwerte · Menden · Wetter · Hagen · Herzkamp · Ennepe · Ruhr · Lippe · Emscher · Rhein · Maas

Senden · Everswinkel · Hoetmar · Oelde · Beckum · Ennigerloh · Warendorf · Ostbevern · Telgte · Westbevern · Greven · Saerbeck · Emsdetten · Rheine · Ibbenbüren · Osnabrück · Bramsche · Lingen · Meppen · Papenburg · Leer · Emden · Aurich · Norden · Wittmund · Jever · Wilhelmshaven · Varel · Oldenburg · Delmenhorst · Bremen · Verden · Nienburg · Hoya · Diepholz · Vechta · Cloppenburg · Quakenbrück · Bersenbrück · Meppen · Lingen · Nordhorn · Bentheim · Coevorden · Assen · Groningen · Leeuwarden · Sneek · Heerenveen · Drachten · Stavoren · Harlingen · Terschelling · Vlieland · Texel · Den Helder · Alkmaar · Haarlem · Amsterdam · Utrecht · Amersfoort · Zwolle · Deventer · Hengelo · Enschede · Almelo · Arnhem · Nijmegen · Tiel · Gorinchem · Dordrecht · Rotterdam · Delft · Leiden · Gouda · Den Haag · Scheveningen · Hoek van Holland · Vlaardingen · Schiedam · Maassluis · Vlissingen · Middelburg · Goes · Terneuzen · Hulst · Antwerpen · Roosendaal · Breda · Tilburg · Eindhoven · Helmond · Venlo · Roermond · Sittard · Heerlen · Maastricht · Aachen · Eupen · Malmedy · Stavelot · Spa · Verviers · Liège · Huy · Namur · Dinant · Givet · Charleroi · Mons · Tournai · Lille · Valenciennes · Douai · Arras · Bethune · Lens · Hazebrouck · Dunkerque · Calais · Boulogne · Montreuil · Abbeville · Amiens · Peronne · Cambrai · Le Cateau · Hirson · Rethel · Sedan · Mezieres · Charleville · Montcornet · Laon · Soissons · Compiegne · Noyon · Roye · Montdidier · Clermont · Beauvais · Pontoise · Meaux · Paris · Versailles · Rambouillet · Dreux · Evreux · Rouen · Le Havre · Fecamp · Dieppe · Abbeville · Etaples · Boulogne · Calais · Gravelines · Dunkerque · Ostende · Brügge · Gent · Aalst · Brüssel · Löwen · Tirlemont · Hasselt · Genk · Tongern · Visé · Lüttich · Herstal · Seraing · Huy · Andenne · Namur · Gembloux · Wavre · Nivelles · Binche · La Louvière · Soignies · Ath · Tournai · Mouscron · Comines · Armentières · Bailleul · Hazebrouck · Aire · Lillers · Bethune · Lens · Carvin · Douai · Orchies · Valenciennes · Denain · Le Quesnoy · Maubeuge · Avesnes · Hirson · Vervins · Guise · La Fère · Chauny · Noyon · Roye · Montdidier · Amiens · Abbeville · Le Crotoy · Berck · Montreuil

Profil A-B nach der Linie Hiesfeld - Sterkrade - Werden



Querprofile durch den Ruhrkohlenbezirk

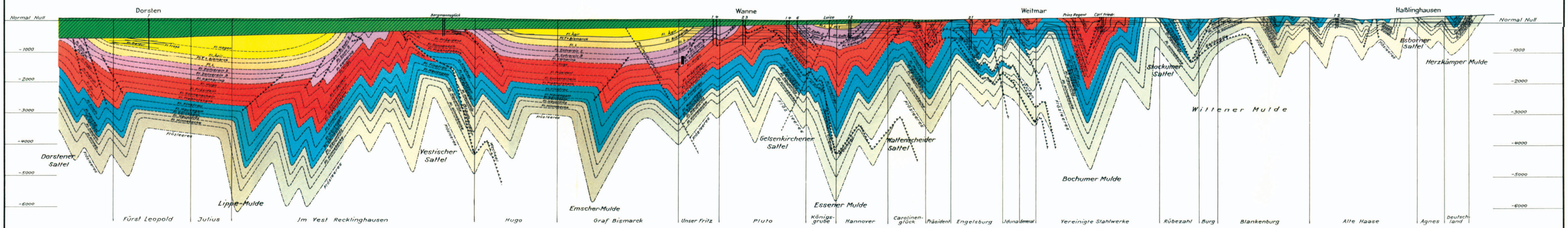
1:60 000

1000 500 0 1000 2000 3000 4000 5000 m

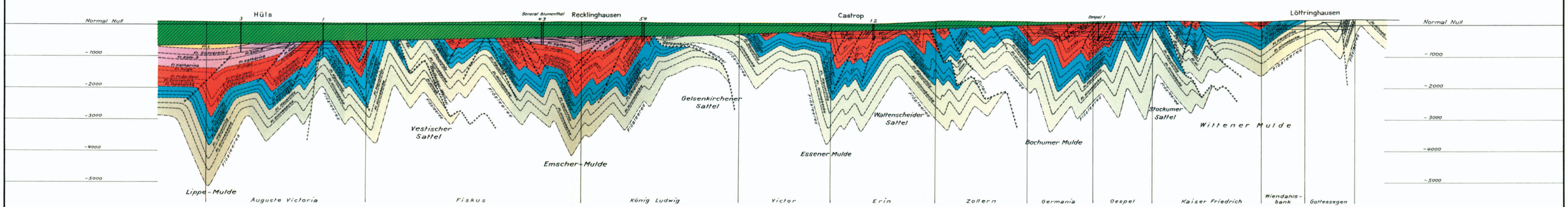
Entworfen von Kukuk und Oberste-Brink

- Sprung
- Wechsel
- Blatt
- Deckgebirge
- Flammkohlenschichten
- Gasflammkohlenschichten
- Gaskohlenschichten
- Fettkohlenschichten
- Eßkohlenschichten
- Magerkohlenschichten

Profil C-D nach der Linie Dorsten - Wanne - Weitmar - Haßlinghausen



Profil E-F nach der Linie Hüls - Recklinghausen - Castrop - Löttringhausen



Kukuk, Geologie.

Drei Querprofile durch den Ruhrkohlenbezirk. Maßstab rd. 1:60000.
Entworfen von P. Kukuk und K. Oberste Brink 1936

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Darstellung der Karbonoberfläche unter dem Deckgebirge in Höhenlinien unter Berücksichtigung des Verwurfs durch die Sprünge.
Unter Mitbenutzung der Tiefbohrkarte der Preuß. Geol. Landesanstalt, der Arbeiten von H. Breddin und von Zechenangaben
entworfen von P. Kukuk und D. Wolansky 1936.

P. Kukuk u. D. Wolansky, 1936

gez.: F. Burkhardt

• Schacht
• Bohrung

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km

Seigerverwurf im Gebiet der Kreideüberlagerung
10 30 50 100m

Seigerverwurf im Gebiet der Zechsteinüberlagerung
50 100 150 200m

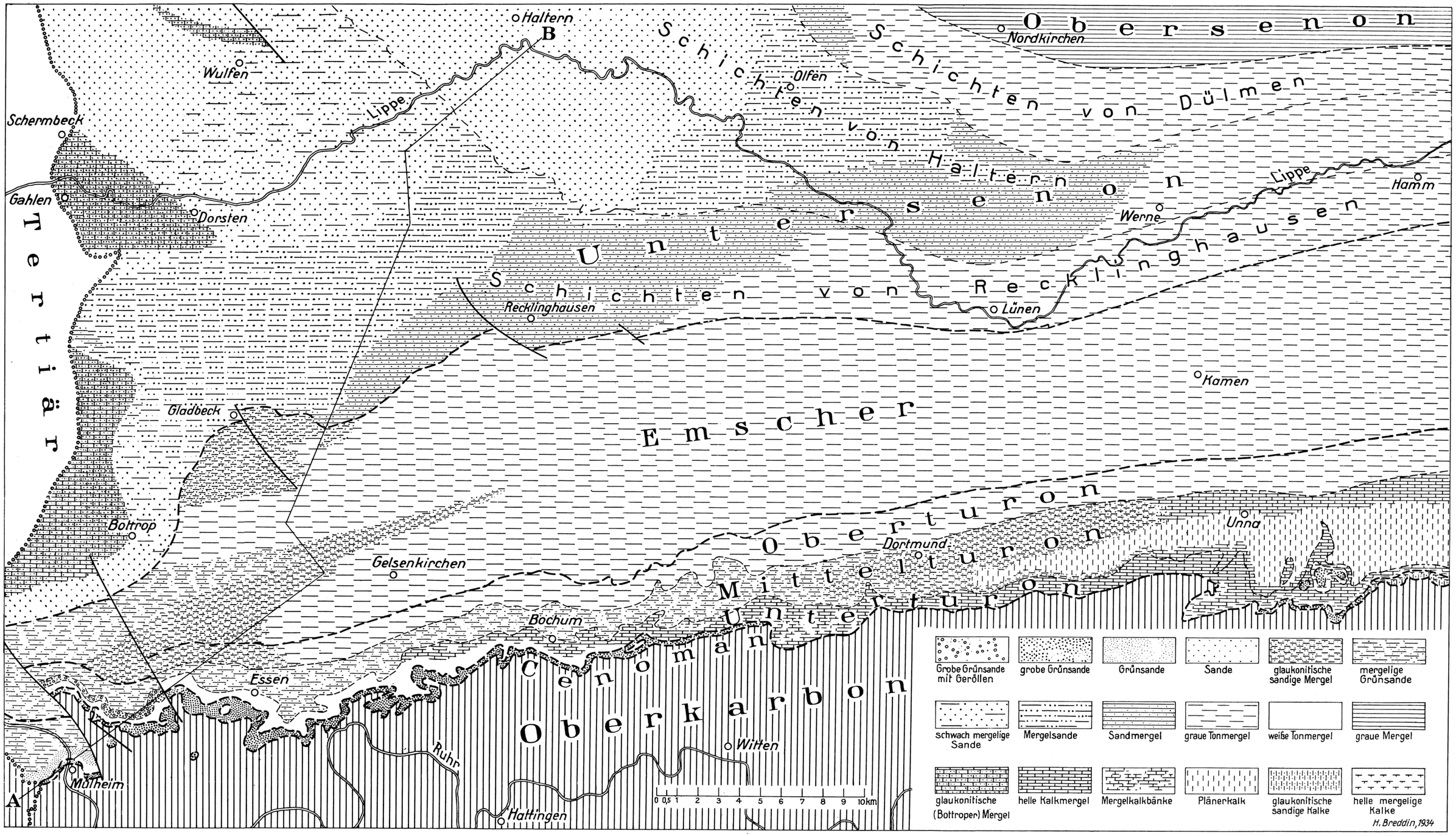
Grenze der Kreideüberlagerung

Südgrenze der Zechsteinüberlagerung

−50 Tiefenschichtenlinien
∓0 auf NN bezogen
+50

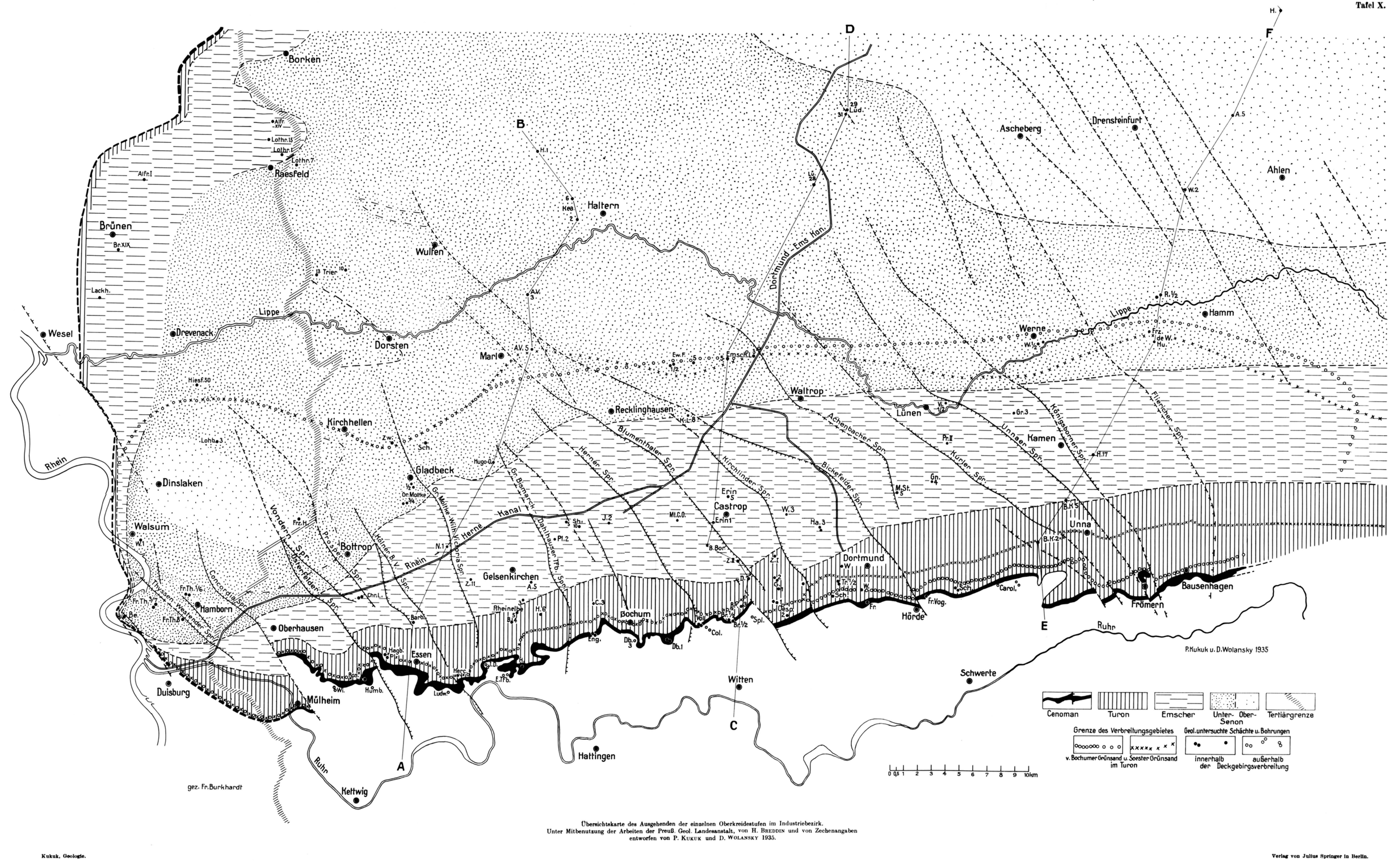
Kukuk, Geologie.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Fazieskarte der oberen Kreide im Industriebezirk. Entworfen von H. Breddin 1934.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Übersichtskarte des Ausgehenden der einzelnen Oberkreidestufen im Industriebezirk.
Unter Mitbenutzung der Arbeiten der Preuß. Geol. Landesanstalt, von H. Breddin und von Zechenangaben entworfen von P. Kukuk und D. Wolansky 1935.

gez. Fr. Burkhardt

Kukuk, Geologie.

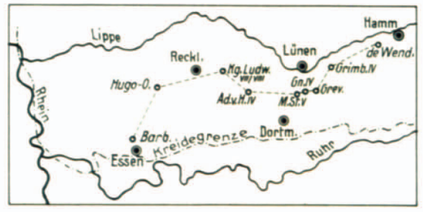
Verlag von Julius Springer in Berlin.

West

Ost

Transgressions-konglomerat | Toneisenstein-konglomerat | Grünsand | Hornsteinbank | Knollenbank | Kalksandstein

Mergelkalk | Kalk | sandiger Mergel | toniger Mergel | Geschiebemergel | Sand



Diluvium
Untersenon
Emscher
Turon
ob.
mittl.
unt.
Cenoman
Karbon

1 Schloenbachi-Sch.
2 Scaphiten-Sch.
3 Soester Grüns.
4 Lamarcki-Sch.
5 Bochumer Grüns.
6 Labiatus-Sch.
7 Rhotom.-Sch.
8 Essener Grüns.
9 Basalkonglom.

Z. Helene u. Amalie Scht. Barbara (n. Riedel)	Z. Hugo Scht. Hugo-Ost	Z. König Ludwig Scht. VII/VIII	Z. Adolf v. Hansemann Scht. IV	Z. Minister Stein Scht. V	Z. Gneisenau Scht. IV (n. Beyenburg)	Z. Preußen-Gneisenau Wetterscht. Grevel	Z. Monopol Scht. Grimberg IV	Z. de Wendel Scht. Humbert
+55,34	+70,5	+72,5	+100,7	+76,5	+93,75	+62,0	+64,18	
11,0	2,0	2,8	14,2 / 16,3	17,2 / 18,2	3,5 / 13,0	1,5	10,0	
39,0	82,0	184,0	178,0	139,0	134,0 / 135,0 / 139,0	120,0	120,0	
57,0	318,0	187,0	202,0	166,5	166,0	256,0	360,0	
60,0	347,0	190,0	222,0	184,5	184,0	334,0	410,0	
73,0	363,0	211,0	227,0	196,0	188,0	339,0	455,0	
89,0	365,9	243,0	229,0	204,5	204,0	354,0	463,0	
98,0	366,8	246,0	239,0	209,0	212,0	360,0	485,0	
100,8	375,8	248,0	245,0	226,0	230,0	375,0	516,0	
		261,0	254,0	231,0	233,0	399,0	528,0	
		264,6	261,0	238,6	243,6	408,5	579,5	
			266,0	239,8			584,8	
			274,0				585,0	

Schloenbachi-Sch. | Scaphiten-Sch. | Soester Grüns. | Lamarcki-Sch. | Bochumer Grüns. | Lamarcki-Sch. | Labiatus-Sch | Rhotom. Sch. | Essener Gr. | Basal-Konglom.

Untersenon | Emscher | Turon | Cenoman

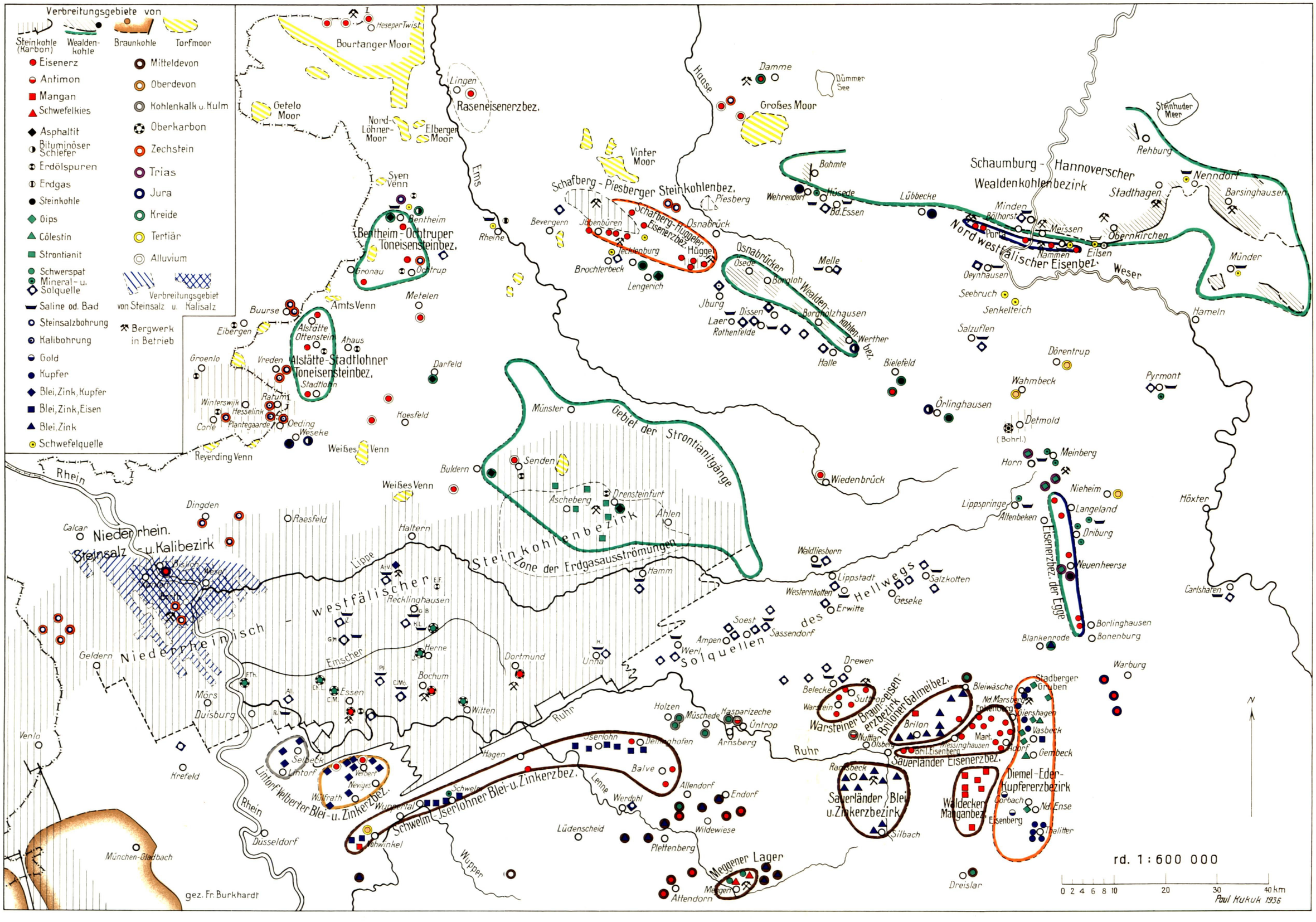
gez. F. Burkhardt

P. Kukuk u. D. Wolansky, 1935

Kukuk. Geologie.

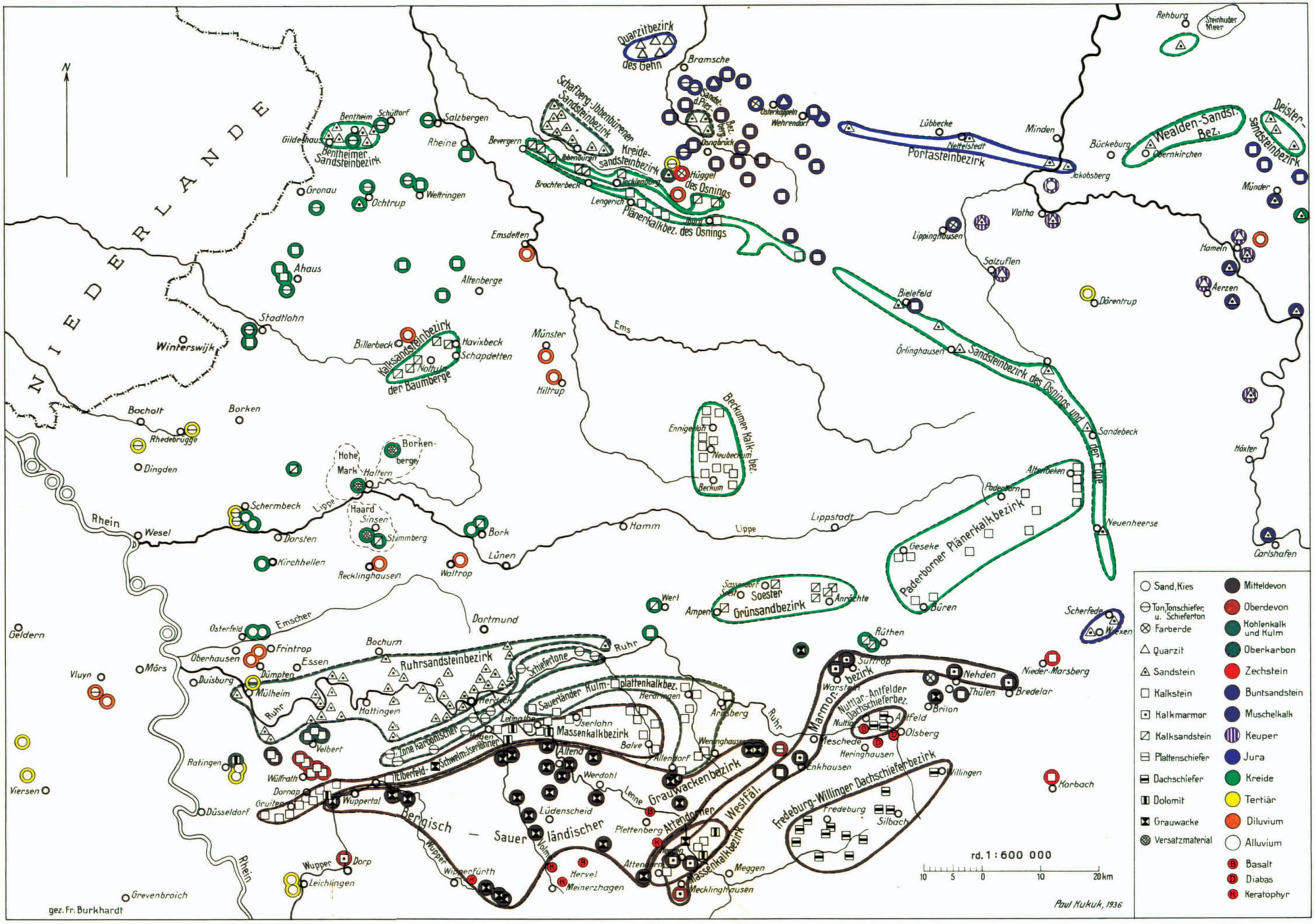
Die Ausbildung des Kreidedeckgebirges von W nach O auf Grund neu untersuchter Schachtprofile.
Entworfen von P. Kukuk und D. Wolansky 1935.

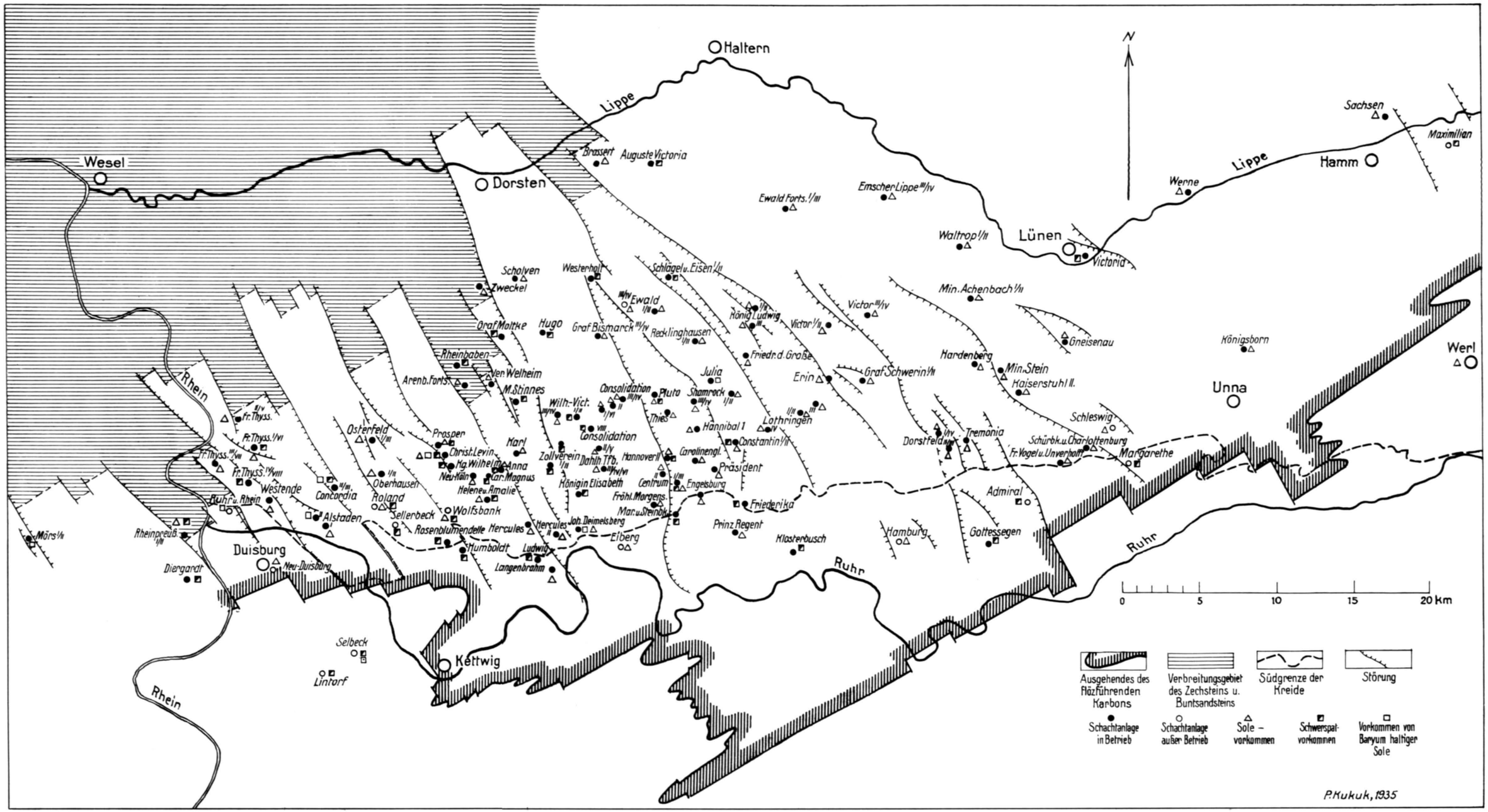
Verlag von Julius Springer in Berlin.



Übersichtskarte der nutzbaren Mineralvorkommen im weiteren Industriebezirk.
Entworfen von P. Kukuk 1936.

Verlag von Julius Springer in Berlin.


N
NIEDERLANDE
Quarzitbezirk des Gehn
Schafberg-Ibbenbürenen Sandsteinbezirk
Kreide-sandsteinbezirk
Hügel des Osnings
Planerkalkbez. des Osnings
Portasteinbezirk
Wealden-Sandst. Bez.
Deister-Sandsteinbezirk
Bentheimer Sandsteinbezirk
Kalksandsteinbezirk der Baumberge
Beckumer Kalk-bez.
Sandsteinbezirk des Osnings und der Egge
Paderborner Pläner-kalkbezirk
Grünsandbezirk
Ruhrsandsteinbezirk
Massenkalkbezirk
Grauwackenbezirk
Westfäl. Massenkalkbezirk
Bergisch – Sauerländischer
Fredeburg-Willinger Dachschieferbezirk
Marmor-bezirk
Nuttlar-Antfelder Dachschieferbez.
Sauerländer Kulm-plattenkalkbez.
Tone karbonischen Alters
Schwelm-Iserlohner Flözformation
Elberfeld-
Rhein
Ruhr
Lippe
Ems
Weser
Wesel
Rehburg
Steinhuder Meer
Bramsche
Osterkappeln
Wehrendorf
Minden
Lübbecke
Nettelstedt
Bückeburg
Obernkirchen
Jakobsberg
Münder
Vlotho
Lippinghausen
Salzuflen
Hameln
Aerzen
Dörentrup
Bielefeld
Örlinghausen
Sandebeck
Höxter
Altenbeken
Paderborn
Neuenheerse
Carlshafen
Lippstadt
Hamm
Bork
Lünen
Dortmund
Werl
Soest
Anröchte
Büren
Geseke
Rüthen
Suttrop
Warstein
Nehden
Thülen
Bredelar
Nieder-Marsberg
Olsberg
Antfeld
Meschede
Heringhausen
Enkhausen
Willingen
Fredeburg
Silbach
Korbach
Scherfede
Warburg
Brilon
Arnsberg
Meggen
Mecklinghausen
Attendorn
Plettenberg
Lüdenscheid
Werdohl
Altena
Balve
Iserlohn
Hagen
Herdecke
Letmathe
Hattingen
Velbert
Ratingen
Wülfrath
Dornap
Gruiten
Wuppertal
Düsseldorf
Elberfeld
Barmen
Wipperfürth
Hervel
Meinerzhagen
Leichlingen
Wipper
Dorp
Grevenbroich
Viersen
Vluyn
Mörs
Geldern
Duisburg
Oberhausen
Dümpten
Mülheim
Frintrop
Essen
Bochum
Osterfeld
Emscher
Recklinghausen
Kirchhellen
Dorsten
Stimmberg
Haard
Sinsen
Hohe Mark
Haltern
Borken-berge
Schermbeck
Lippe
Rhein
Dingden
Rhedebrügge
Bocholt
Borken
Winterswijk
Stadtlohn
Ahaus
Gronau
Ochtrup
Weltringen
Gildehaus
Bentheim
Schüttorf
Salzbergen
Rheine
Bevergern
Ibbenbüren
Brochterbeck
Lengerich
Tecklenburg
Emsdetten
Altenberge
Münster
Hiltrup
Billerbeck
Havixbeck
Schapdetten
Nottuln
Ennigerloh
Neubeckum
Beckum
Osnabrück
Bramsche
Sandel d. Pies-berge
Bez. Osnabrück
Rehburg
Steinhuder Meer
Scherfede
Warburg
Nieder-Marsberg
Korbach
Carlshafen
Höxter
Münder
Hameln
Aerzen
Dörentrup
Jakobsberg
Bückeburg
Obernkirchen
Deister-Sandsteinbezirk
Wealden-Sandst. Bez.
Portasteinbezirk
Minden
Lübbecke
Nettelstedt
Vlotho
Lippinghausen
Salzuflen
Bielefeld
Örlinghausen
Sandebeck
Neuenheerse
Altenbeken
Paderborner Pläner-kalkbezirk
Geseke
Büren
Soest
Grünsandbezirk
Anröchte
Werl
Dortmund
Lippstadt
Hamm
Lippe
Bork
Lünen
Waltrop
Recklinghausen
Kirchhellen
Dorsten
Stimmberg
Haard
Sinsen
Hohe Mark
Haltern
Borken-berge
Schermbeck
Lippe
Rhein
Wesel



Vorkommen von Sole, Schwerspat und schwerspathaltiger Sole im Ruhrbezirk.

Verlag von Julius Springer in Berlin.