

Meinem sehr verehrten Lehrer,
Herrn Prof. Dr. L. Rüger
in Dankbarkeit gewidmet.

Karl E. Keyl-
Heidelberg, im Oktober 1854.

Geolog. Paläontolog. Museum
der Universität Heidelberg
Inv. No.: 2. 16. 7

Original des
Prof. Dr. L. Rüger
am 20. 10. 1854



INAUGURAL - DISSERTATION

zur
Erlangung der Doktorwürde
einer
Hohen Naturwissenschaftlich-Mathematischen Fakultät
der
Ruprecht-Karl-Universität
zu
Heidelberg

Geolog.-Paläontolog. Institut
der Universität Heidelberg

Inv. Nr.: IV 8617

vorgelegt von
Referent: cand.geol. Karl Ernst Heyl
Korreferent: Professor Dr. Ludwig Rüger
aus Brück/CSR
1954



Hydrochemische Untersuchungen im
Gebiet des Siegerländer Erzbergbaus
(mit 7 Tabellen und 10 Tafeln)

Allen sehr verehrten Lehrern, Herrn Professor Dr. L. DALLMANN und Herrn Professor Dr. F. BECKSMANN danke ich vielmals für die Förderung und das Interesse, das sie der Arbeit entgegengebracht haben.

In gleicher Weise dankbar bin ich auch den Herren der Bedischen Inlita- und Seidfabrik in Ludwigshafen, insbesondere Herrn Dr. E. ABRAHAMOWICZ, für die selbstlose und stete Hilfsbereitschaft und die zahlreichen Bestimmungen, die für mich ausgeführt worden sind.

Für die Vermittlung der Organismenbestimmungen danke ich vielmals Herrn Professor Dr. E. STEINER vom Zoologischen Institut der Universität Heidelberg.

Herrn Dr. F. MORING vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung in Wiesbaden, Herrn Dr. F. SCHWILKE vom Geologischen Landesamt in Mainz, Herrn Dr. K. FRITZKE vom Amt für Bodenerkundung in Krefeld und Herrn Dr.-Ing. K. PATTSISKY von den geognostischen Schul-, Prüf- und Forschungsanstalten der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum möchte ich für die freundliche Hinweise und fachliche Belehrung, sowie das Überlassen von Literatur ganz besonders danken.

Auch der Leitung der Friedrichshütte AG in Hardorf/Sieg, in deren Laboratorium ich die Bestimmungen ausführte, sei für die freundliche Entgegennahme der Untersuchungen dank gesagt.

Referent : Professor Dr. Ernst Becksmann

Korreferent : Professor Dr. Ludwig Rüger

Dem Leiter des Öffentlichen Chemischen Untersuchungsamtes in Siegen/Westfalen, Herrn Kreis-Chemiker Dipl.-Chem. KITLINSKI danke ich für die zur Verfügung gestellten Analysenergebnisse der in seinem Amt untersuchten Wasser.

V o r w o r t

=====

Für das Vertrauen und die grosszügige materielle Unterstützung, die ich von Seiten der ehem. Sieg-Lahn-Bergbaugesellschaft m.b.H. (heute ein Teil der Erzbergbau Siegerland AG.) empfang, möchte ich vor allem Herrn Direktor Bergass. a.D. Dr.E.BOEHNE und Herrn Dr.M.KLÖSS, der die Anregung zu den Untersuchungen gab, herzlich danken.

Meinen sehr verehrten Lehrern, Herrn Professor Dr.L. RÜGER und Herrn Professor Dr.E.BECKSMANN danke ich vielmals für die Förderung und das Interesse, das sie der Arbeit entgegengebracht haben.

In gleicher Weise dankbar bin ich auch den Herren der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen, insbesondere Herrn Dr.E.ABRAHAMCZIK, für die selbstlose und stete Hilfsbereitschaft und die zahlreichen Bestimmungen, die für mich ausgeführt worden sind.

Für die Vermittlung der Organismenbestimmungen danke ich vielmals Herrn Professor Dr.G.STEINER vom Zoologischen Institut der Universität Heidelberg.

Herrn Dr.F.NÖRING vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung in Wiesbaden, Herrn Dr.F.SCHWILLE vom Geologischen Landesamt in Mainz, Herrn Dr.K.FRICKE vom Amt für Bodenforschung in Krefeld und Herrn Dr.-Ing.K.PATTEISKY von den Bergmännischen Schul-, Prüf- und Forschungsanstalten der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum möchte ich für viele freundliche Hinweise und fachliche Belehrung, sowie das Ueberlassen von Literatur ganz besonders danken.

Auch der Leitung der Friedrichshütte AG in Herdorf/Sieg, in deren Laboratorium ich die Bestimmungen ausführte, sei für freundliches Entgegenkommen und gewährte Gastfreundschaft bestens gedankt.

Dem Leiter des Oeffentlichen Chemischen Untersuchungsamtes in Siegen/Westfalen, Herrn Kreis-Chemikerat Dipl.-Chem. KITLINSKI danke ich für die zur Verfügung gestellten Analysenergebnisse der in seinem Amt untersuchten Wasser.

Schliesslich danke ich Herrn Obersteiger K.HAFER, sowie den Steigern und Hauern von Grube Eupel und den übrigen Siegerländer Bergbaubetrieben, die mich bei meiner Arbeit, vor allem untertage, unterstützt haben.

Verzeichnis der Untersuchungen, Wasseruntersuchung, Berechnung

1. Einleitung	7
2. Allgemeines	13
3. Freie Gase	15
4. Feste Wasserausscheidungen	17
5. Organismen	18
B. Untersuchungsergebnisse und Beobachtungen	
1. Allgemeine Untersuchungen	
a) Wassermengen	19
b) Tiefenverteilung der Wasser	21
c) Temperaturverhältnisse	22
2. Ergebnisse der Wasseruntersuchungen und Auswertung überauswähliger Analysenbefunde	
a) Grube Eupel	24
b) Uebrige Siegerländer Gruben	33
c) Oberflächennahe Wasser	43
3. Freie Gase	46
4. Feste Wasserausscheidungen	50
5. Organismen	51
C. Besprechung und Stellungnahme zu den Ergebnissen der Wasser- und Gasuntersuchungen	
1. Grube Eupel	54
2. Uebrige Siegerländer Gruben	55
3. Sulfidation und Chloride	56
4. Beeinflussung der Wasser durch den Bergbau	61
5. Freie Gase	63
F. Zusammenfassung	67
G. Schriftenverzeichnis	70

I n h a l t s a n g a b e

=====

	Seite
A. Einleitung (Themenstellung; vorliegende hydrochemische Arbeiten aus dem Bergbau; Gang der Arbeit)	1
B. Geologische und topographische Uebersicht des Arbeitsgebietes	4
C. Methoden der Probenentnahme, Untersuchung, Berechnung und Darstellung	
1. Wasser	7
2. Leitfähigkeitsmessungen	15
3. Freie Gase	15
4. Feste Wasserausscheidungen	17
5. Organismen	18
D. Untersuchungsergebnisse und Beobachtungen	
1. Allgemeine Untersuchungen	
a) Wassermengen	19
b) Tiefenverbreitung der Wässer	21
c) Temperaturverhältnisse	22
2. Ergebnisse der Wasseruntersuchungen und Auswertung übernommener Analysenbefunde	
a) Grube Eupel	24
b) Uebrige Siegerländer Gruben	33
c) Oberflächennahe Wässer	43
3. Freie Gase	46
4. Feste Wasserausscheidungen	50
5. Organismen	51
E. Besprechung und Stellungnahme zu den Ergebnissen der Wasser- und Gasuntersuchungen	
1. Grube Eupel	54
2. Uebrige Siegerländer Gruben	55
3. Alkalien und Chloride	56
4. Beeinflussung der Wässer durch den Bergbau	61
5. Freie Gase	63
F. Zusammenfassung	67
G. Schriftenverzeichnis	70

Inhaltsangabe der im Anhang aufgeführten
Tabellen und Tafeln

Tabelle

Nr.

- I Grube Eupel (geförderte Erzmengen, Pumpwassermengen, Niederschläge im Einzugsgebiet der Grube).
- II Wasserzuflussmengen von einigen Siegerländer Grubenbetrieben, um 1910 und 1953.
- III Grube Eupel, 480 m-Sohle Glückstern: Temperaturmessungen und Chloridbestimmungen.
- IV Wasseruntersuchungsergebnisse von Grube Eupel
(1-14) (ausgeführt vom Verfasser).
- V Wasseranalysenergebnisse von Siegerländer Erzgruben;
(1-38) ausgeführt vom Verfasser. (Ergänzt mit Analysen von BORNHARDT)
- VI Analysenergebnisse oberflächennaher Wässer (vom Verfasser in die Ionentabelle umgerechnet und Alkalien ergänzt).
(1-27)
- VII Berechnung von Analysenergebnissen oberflächennaher Wässer in Härtegraden.

Tafel Nr.

- I Siegerländer Eisensteingruben (Karte; 1 : 100 000)
- II Grube Eupel: geförderte Erz-zur gehobenen Wassermenge.
- III Vergleich der Niederschlagsmengen (minus Verdunstung) im Raum Wissen/Sieg mit den Pumpwassermengen der Grube Eupel, Niederhövels/Sieg.
- IV Wassertemperaturen (gemessen an den Austritten in Siegerländer Eisensteingruben).
- V Grube Eupel, Revier Glückstern: Grundriss der 480 m-Sohle (Plan; 1 : 500)
- VI Grube Eupel: Ergebnisse der Wasseruntersuchungen.
- VII Darstellung von Wasseranalysen in "Vierecksdiagrammen",
- VIII Darstellung von Wasseranalysen in Dreiecksdiagrammen.
- IX Darstellung von Wasseranalysen nach Methode UDLUFT.
- X Verhältnis von Natrium zu Chlorid (in mval) in Wässern aus Siegerländer Eisensteingruben.

A. E i n l e i t u n g

=====

Themenstellung:

Die im Gebiet des Siegerländer Erzbergbaus durchzuführenden hydrochemischen Untersuchungen sollten sowohl rein wissenschaftliche Fragen als auch wirtschaftlich-technologische Fragen des Bergbaus klären.

In wissenschaftlicher Hinsicht war eine Bearbeitung dieses Raumes hauptsächlich auf dem Gebiet der Mineralwassergeologie erwünscht, wobei neben der ganz allgemeinen Klärung des Chemismus der Wässer die durch den Bergbau erschlossene Möglichkeit auszunutzen war, Wässer aus verschiedenen "Stockwerken" des Untergrundes zu untersuchen, um damit ihre Veränderungen nach der Teufe hin verfolgen zu können. Als Beitrag zur Lagerstättenkunde waren auch die mit dem Wasser in Beziehung stehenden Erscheinungen, vor allem frei auftretende Gase und aus den Wässern ausgeschiedene Mineralien festzustellen und zu untersuchen.

Den Bergbau interessierte der Chemismus der in den Gruben zutretenden Wässer im Hinblick auf eine Aggressivität und das Vermögen, in Rohrleitungen Inkrustierungen hervorzurufen.

Vorliegende hydrochemische Arbeiten aus dem Bergbau:

Die aus dem Gebiet des Siegerländer Erzbergbaus vorliegenden hydrochemischen und hydrologischen Untersuchungen stammen fast ausschliesslich von BORNHARDT (1910 und 1912). Das Interesse BORNHARDTs richtete sich hauptsächlich auf die Gangwässer, deren Beschaffenheit, Bewegungs- und Mengenverhältnisse er zu klären suchte. Im einzelnen werden Fragen über die Tiefenverbreitung der Wässer im Bergbau, die natürlichen Wasserbewegungen (in auf- und abwärts gerichteter Bewegung), die durch den Bergbau verursachten Wasserbewegungen, die Wassermengen und die chemische Zusammensetzung erörtert. Ferner geht BORNHARDT kurz auf das Auftreten von freien Gasen im Untergrund und ausführlich auf die Temperaturver-

hältnisse (geothermische Tiefenstufe) im Siegerland und seiner näheren Umgebung ein. Ziel dieser Untersuchungen war, ganz allgemein gefasst, einmal die Klärung dieser Verhältnisse im Hinblick auf ihre praktischen Auswirkungen, zum anderen werden mit Hilfe der Untersuchungsergebnisse Rückschlüsse auf die Ursachen der Entstehung und Veränderung der Gangfüllungen gezogen.

Im Saarbergbau hat SEMMLER (u.a. 1936 und 1951) die neuesten hydrochemischen und damit in Beziehung stehenden Untersuchungen ausgeführt und beschrieben.

KUKUK (1938), FRICKE (1952, 1953) und PATTEISKY (Manusk. 1952; 1954) berichten über derartige Untersuchungen aus dem Ruhrbergbau und seiner Umgebung.

Schliesslich liegen hydrochemische Untersuchungsergebnisse aus dem Kalibergbau von BAUMERT (1928) vor.

Gang der Arbeit:

Mit Hilfe der vom Verfasser ausgeführten Wasseranalysen, Leitfähigkeits- und Temperaturmessungen wurde im ersten Untersuchungsabschnitt der Chemismus der Wässer im Raum der stark Wasser führenden Grube Eupel (bei Niederhövels/Sieg) erfasst und seine Änderungen von Sohle zu Sohle verfolgt. Ein im Revier Glückstern dieser Grube angetroffenes Wasser wich durch seine stark erhöhte Temperatur, den Mineralgehalt und durch das Auftreten von Quellgasen so vom Gesamtbild ab, dass es angebracht erschien, in einem weiteren Untersuchungsabschnitt seiner Verbreitung nachzugehen, um dadurch evtl. Rückschlüsse auf die Herkunft ziehen zu können. Aus diesem Grunde wurden von allen im Jahre 1953 befahrbaren Gruben im Siegerland unter besonderen Gesichtspunkten, die später noch beschrieben werden, stichprobenweise Wässer entnommen und untersucht.

Um eine Beziehung zum Chemismus oberflächennaher Wässer herstellen zu können, wurden bereits vorliegende Wasseranalysen (vor allem aus der Trinkwasserversorgung) übernommen, umgerechnet und ausgewertet. Die praktisch nur durch mündliche Ueberlieferung bekannten und kurzfristig aufgetretenen Quell-

gasvorkommen in einzelnen Gruben wurden vom Verfasser ohne Erfolg gesucht, jedoch mit den von ihm vorgefundenen und entnommenen Gasen beschrieben.

Allgemeine Betrachtungen über Wassermengen, Tiefenverbreitung der Wässer und Temperaturverhältnisse, sowie die Entnahme von Organismen ergaben sich beim Bearbeiten der hydrochemischen Fragestellungen.

Der Verfasser hält es für nötig, an dieser Stelle auf zwei, ihm wesentlich erscheinende Punkte hinzuweisen:

1. In der vorliegenden Schrift wurden die aus der Literatur übernommenen und bei den Untersuchungen angewandten Methoden und die Darstellungsweisen deshalb einzeln aufgeführt, um einem auf gleichem (Grenz-) Gebiet Arbeitenden als zeitsparender Hinweis dienen bzw. den neuesten Stand der Wasseranalyseausführung, -berechnung und -darstellung weitervermitteln zu können.
2. Der Verfasser ist sich bewusst, dass die auf Grund der zeitlich und räumlich begrenzten Untersuchungen gefundenen Ergebnisse nur Folgerungen von sehr beschränktem Ausmass zulassen, deren endgültige Klärung erst im Zusammenhang mit weiträumigeren und über eine längere Zeitspanne dauernden Untersuchungen zu finden sein wird.

B. Geologische und topographische

Uebersicht des Arbeitsgebietes.

(Tafel Nr. 1)

Die räumliche Begrenzung des Arbeitsgebietes war durch die Lage der in den Jahren 1952/53 in Betrieb befindlichen Siegerländer Eisensteingruben gegeben. Mit Ausnahme der beiden Gruben Anxbach (bei Neustadt/Wied) und Georg (bei Willrotherhöhe), die weiter westlich vom eigentlichen Untersuchungsraum liegen (Geologische Spezialkarte von Preussen: Blatt Waldbreitbach und Dierdorf), wird das Gebiet, das dem mittleren Teil des Rheinischen Schiefergebirges angehört, durch eine gedachte Verbindungslinie der Orte Wissen/Sieg-Daaden-Eisern-Weidenau bei Siegen/Westf.-Wissen/Sieg umschrieben. Es wurde durch A.DENCKMANN, A.FUCHS, W.HENKE, H.QUIRING und W.E.SCHMIDT geologisch aufgenommen und in den Erläuterungen zu den Blättern Wissen (1934), Betzdorf (1934) und Siegen (1931) von H.QUIRING und zu Blatt Freudenberg (1932) von A.FUCHS, H.QUIRING und W.E.SCHMIDT beschrieben. Das Amt für Bodenforschung für Nordrhein-Westfalen in Krefeld begann im Jahre 1950 mit einer Neukartierung des Siegerlandes, die gemeinsam mit montangeologischen Untersuchungen der Erzbergbau Siegerland A.G. neue und grundlegende Erkenntnisse ergeben hat. Ueber den derzeitigen Stand dieser Arbeiten berichtet zusammenfassend A.PILGER (1954).

Das Gebiet wird in seiner ganzen Ausdehnung von der Sieg und ihren zahlreichen Nebenflüssen und -bächen entwässert, die seit dem Quartär die heutigen, unruhigen Oberflächenformen geschaffen haben. Die Berge sind im allgemeinen abgerundet und besitzen flache Hänge; nur nach dem sich manchmal weit öffnenden Siegtal hin zeigen sie sich oft schroff und klippenreich. Am geologischen Aufbau beteiligen sich, abgesehen von vereinzelten kleineren Basaltvorkommen und den Talbildungen, die hauptsächlich aus Schottern, Kiesen, Sanden und Lehmlagerungen bestehen, Gesteine des mittleren Unterdevons (=Siegener Schichten). Durch eine bald bretonische Faltung zu setzen. Wie die Mehrzahl der Siegerländer Spateiseneingänge, stellen auch die der Grube Pappe

nach der Sedimentation erfolgte Zusammenpressung sind die Schichten stark gefaltet und in zahlreiche Sättel und Mulden gegliedert worden, die etwa SW - NO streichen. Im mittleren Teil des Siegerlandes tritt beherrschend der Siegener Hauptsattel mit den ältesten Gesteinen (untere Siegener Schichten = Tonschieferschichten) zu Tage. Der Sattel ist, ähnlich den meisten, ihm parallel streichenden Sätteln und Mulden in sich spezialgefaltet, stellenweise überkippt und an seinen Flügeln unsymmetrisch ausgebildet. Die Faltenachsen liegen dabei selten horizontal, meist sind sie mehr oder weniger nach SW oder NO geneigt. Zu beiden Seiten des Siegener Hauptsattels stehen jüngere Siegener Schichten (Rauhflaser- und Herdorfer Schichten) an, die sich im wesentlichen aus Sandsteinen, Grauwacken, Bänderschiefen und Tonschiefern mit allen Uebergängen zusammensetzen. Ausser der Faltung wird das devonische Grundgebirge durch zahlreiche Verwerfungen, Verschiebungen, Ueberschiebungen und Horizontalverschiebungen in den Lagerungsverhältnissen stark gestört, Ausserdem sind die Schichten durch eine intensive Druckschieferung überprägt. Die vor allem in der Siegener Stufe des Unterdevons anzutreffenden zahlreichen Eisenstein-, Zinkblende-, Bleiglanz- und Quarzgänge sind durch hydrothermale Absätze in Zerrungsklüften entstanden.

Ueber die geologischen Verhältnisse der in dieser Schrift besonders behandelten Grube Eupel bei Niederhövels/Sieg, die von Herrn Dr. Klöss und Herrn cand.min.G.Schöne-Warnefeld kartiert wurde, teilte letzterer Herr dem Verfasser folgende Einzelheiten mit, wofür an dieser Stelle gedankt sei:

Die Spateisensteingänge der Grube Eupel setzen in einem spezialgefalteten Muldengebiet zwischen dem Wissener- und dem Wehbacher Sattel auf. Das Nebengestein bilden Tonschiefer, Grauwacken und alle Uebergänge der mittleren und oberen Siegener Schichten. Die tektonische Entwicklung des Raumes stimmt im wesentlichen mit der des übrigen Siegerlandes überein. Die Bildung der Gangspalten ist in die Schlussphase der bretonischen Faltung zu setzen. Wie die Mehrzahl der Siegerländer Spateisenseingänge, stellen auch die der Grube Eupel

Schrägabschiebungen dar, die zum Faltenbau in gesetzmässiger Beziehung stehen und als Folge der Dehnung des Gebirges in Richtung der Faltenachsen entstanden.

Im Gangsystem Eupel sind alle Hauptrichtungen der Siegerländer Gänge vertreten: die N-S Richtung im D-Gang, die O-W Richtung im Glücksterngang und die NW-SO Richtung im Gang Rasselskaute und im Hauptgang. Die Gänge fallen steil nach Osten bzw. Norden ein, entsprechend ist die Ost- bzw. Nordscholle abgesunken.

Mit dem Aufreissen der Spalten ging die Füllung mit Spateisenstein Hand in Hand. Jünger als Eisenspat ist die Ausscheidung des "Hauptquarzes", der den Spat teilweise verdrängt hat.

Die Gänge sind von der eigentlichen Biegefaltung nicht (oder nur schwach) betroffen, dagegen ist die - zweifellos der variskischen Orogenese zuzuordnende - Ueberschiebungs- und Blattverschiebungstektonik jünger als die Gangbildung. Ein Teil der aus Schichtzügen hervorgegangenen Auf- und Ueberschiebungen ist "präsideritisch", der grössere Teil der Störungen dieser Richtung (NO-SW) hat jedoch ebenso wie die Blattverschiebungen (N-S und N 70-80°O) die Eisenspatgänge verworfen.

Jüngere, NW-SO gerichtete Klüfte - meist Abschiebungen geringeren Ausmasses - stehen wohl z.T. mit postvariskischen Bewegungen, die auch ältere Störungen wieder aufreissen liessen und teilweise zu offenen Spalten erweiterten, in Zusammenhang. Auch die tertiäre Blockhebung des Rheinischen Schiefergebirges dürfte sich in dieser Richtung ausgewirkt haben.

Ausgehend von derartigen Störungen wurde der Spateisenstein der Eupeler Gänge von einer Quarz-Ankerit Metasomatose betroffen; grössere Gangpartien sind dadurch unbauwürdig geworden.

Andere Mineralisierungsphasen, wie die Blei-Zink-Vererzung oder die Rotspat-Phase spielen auf Eupel keine Rolle.

Grundsätzlich sollten nur die Wasser entnommen und untersucht

C Methoden der Probenentnahme,
=====

Untersuchung, Berechnung und
=====

Darstellung
=====

1. Wasser

a) Probenentnahme:

Allgemeines und Vorbereitung

Für die Probenentnahme wurden farblose, zwei bis drei Liter fassende Glasflaschen mit eingeschliffenem Stöpsel verwendet. Proben für die, nur vereinzelt durchgeführte, Sauerstoffbestimmung wurden in kalibrierte Glasstöpselflaschen entnommen. Da aus Wässern, die Eisen in gelöster Form enthielten, beim Transport oft Eisen auszufallen begann (durch den bei der Entnahme in die Flasche gelangten Luft-sauerstoff), wurde zusätzlich eine Flasche von 100 ml Inhalt mit der jeweiligen Probe gefüllt. Durch Zugabe von ein paar Tropfen verdünnter Salzsäure konnte dann im Laboratorium das Eisen wieder quantitativ in Lösung gebracht und bestimmt werden. Sollte die Probe auf Gehalte an Blei, Kupfer und Zink untersucht werden, wurden von vorn herein ein oder zwei ml verd. Essigsäure in eine besondere Entnahmeflasche gegeben.

Alle für die Probenentnahme verwendeten Flaschen wurden durch mehrmaliges Spülen mit Chromschwefelsäure, heissem und kaltem Leitungs- und destilliertem Wasser gereinigt.

Zum Schutz der Gefässe, Thermometer, Schläuche, Titrierflaschen, Gassammelrohre etc. beim Transport über und unter Tage wurden besondere Holzkoffer und -kisten angefertigt und verwendet.

Gesichtspunkte zur Probenentnahme

Der Entnahmeort der Wasserproben wurde nach dem Zweck der Untersuchung und nach den örtlichen Gegebenheiten gewählt. Grundsätzlich sollten nur die Wässer entnommen und untersucht

werden, deren Austritt einwandfrei feststand. So wurden die Wässer hauptsächlich auf den Strecken, seltener in den Abbauen, da entnommen, wo sie als Tropf- und "Faden"-Wasser, oder in grösseren Mengen aus den Klüften, Spalten, Störungen, Bohrlöchern etc. an Stoss oder Firste austraten. Nur an Stellen, an denen Strecken zu Bruch gegangen waren und nicht mehr befahren werden konnten, eine Entnahme aber wichtig erschien, wurde das Wasser der Rösche entnommen.

In diesen Fällen war aber eine direkte Beeinflussung durch menschliche Tätigkeit nicht mehr anzunehmen.

Bei den Untersuchungen auf Grube Eupel wurden von allen Sohlen Proben entnommen; bei den restlichen Gruben des Siegerländer Erzbergbaus, von denen nur stichprobenweise Wässer untersucht werden sollten und konnten, wurden bei der Wahl der Entnahmestellen folgende Gesichtspunkte befolgt:

Durch das Auffahren einer neuen (tieferen) Sohle beginnt das in Klüften und Spalten vorhandene Wasser auszulaufen und verläuft sich schliesslich, falls kein Nachstrom von oben erfolgt, nach kürzerer oder längerer Zeit.

Somit war die günstigste Entnahmegelegenheit auf den tiefsten Sohlen zu suchen. Unter demselben Gesichtspunkt, möglichst auf den tiefsten Sohlen zu entnehmen, wurde auch die regionale Verbreitung einer bestimmten Gruppe von Wässern (Alkali-Chlorid-Wässer) verfolgt, die auf Grube Eupel nur auf den untersten Sohlen zu finden ist.

Ferner wurden Untersuchungsstrecken und solche Strecken zur Entnahme bevorzugt, die möglichst weit aus dem eigentlichen Grubengebäude herausführten. Dadurch sollte ein Einfluss durch den oben anstehenden Alten Mann ausgeschaltet werden, durch den die Wässer möglicherweise Veränderungen erfahren haben konnten.

Nach der Entnahme wurden die Proben auf dem schnellsten Wege ins Laboratorium gebracht und die Untersuchung am Tag der Entnahme eingeleitet. Auf Grund verschiedener Versuche erwies sich die Entnahme und Untersuchung von zwei Proben nebeneinander als die einfachste und zeitsparenste.

Durchführung der Entnahme

Bei jeder Wasserprobenentnahme wurden folgende Daten festgestellt und festgehalten:

Tag, Zeit und Ort der Entnahme; Temperatur, Farbe, Geruch, Geschmack, Trübung und der Gehalt an freier Kohlensäure der Probe; eine qualitative Prüfung mit Cd-Azetat auf Schwefelwasserstoffgehalt; die Art des Austritts und das jeweils anstehende Gestein, bzw. die Mineralführung der Klüfte und Spalten. Trat das Wasser am Stoss aus einer klaffenden Spalte etc. aus, wurde ein Schlauch so tief wie möglich eingeführt. An sein freies Ende ein Glasrohr angeschlossen und dieses in die Entnahmeflasche gestellt. Die Flasche wurde dann, nach mehrmaligem vorherigem Spülen mit der Probe, so lange gefüllt, bis alles ursprünglich mit Luft in Berührung gewesene Wasser durch weiteres Probewasser verdrängt war. Während dieses Entnahmeablaufs befand sich ein bis auf zehntel Grad unterteiltes, vorher mit Probewasser gereinigtes Thermometer in der Flasche, das erst nach dem Ablesen wieder entfernt wurde.

An der Firste austretende Wässer und solche, an deren Austritt kein Schlauch einzuführen war, wurden mit Hilfe eines Glastrichters abgefüllt.

Beim Verschliessen der Flaschen wurde darauf geachtet, keine sichtbaren Luftmengen mit einzuschliessen.

Die Prüfung auf Farbe, Geruch, Geschmack und Trübung der Probe erfolgte mit den Sinnen.

Die freie Kohlensäure wurde mit Hilfe einer Titrierflasche, die mit den Lösungen in einem besonderen Untersuchungskasten untergebracht war, bestimmt.

(Jede Flasche wurde nach der Entnahme entsprechend gekennzeichnet.)

b) Untersuchungsmethoden:

Natrium und Kalium wurden von der Badischen Anilin- und Sodafabrik mit Hilfe eines Flammenphotometers bestimmt.

Die Bestimmung von Calcium und Magnesium wurde massanalytisch sowohl nach BLACHER mit Kaliumpalmitat, als auch nach SCHWARZENBACH mit Komplexon III-Siegfried ausgeführt. Nach der zweiten Methode, jedoch unter Verwendung des Indikators Murexid, wurde dann das Calcium für sich bestimmt und aus der Differenz das Magnesium errechnet. Bei grossen Erdalkalikonzentrationen wurden die klassischen Methoden (Ausfällen des Calcium als Calciumoxalat mit nachfolgender Titration mit Kaliumpermanganat, und die gravimetrische Bestimmung des Magnesium nach Fällung als Magnesiumphosphat) bevorzugt.

Die Eisen-Bestimmung wurde kolorimetrisch mit α, α' -Dipyridyl, Kaliumrhodanid oder dem Hydrochlorid des o-Phenanthrolins bei geringen Konzentrationen, bei grossen Mengen nach REINHARD-ZIMMERMANN ausgeführt.

Die kolorimetrische Mangan-Bestimmung erfolgte nach MARSHALL durch Oxydation zum Permanganat. Hohe Konzentrationen wurden nach MOHR titrimetrisch bestimmt.

Für die Nickel-Bestimmung wurde bei geringen Mengen kolorimetrisch, in einem Fall gravimetrisch mit Dimethylglyoxim gearbeitet.

Blei, Kupfer und Zink wurden von der BASF mit Diphenylthiocarbazon (Dithizon) nach FISCHER bestimmt.

Als Tüpfelnachweis für Barium wurde, (mit stets negativem Ergebnis) das Natriumsalz der Rhodizonsäure verwendet.

Die Ammonium-Konzentrationen wurden mit Nessler's Reagens (unter Seignettesalz-Zusatz) kolorimetrisch bestimmt.

Nitrate bestimmte die BASF nach dem Verfahren von ALTEN, WEILAND und HILLE kolorimetrisch mit Xylenol.

Die Nitrit-Bestimmung erfolgte mit Hilfe eines kombinierten Sulfanilsäure-Naphthylamin-Reagens nach W.G. MOFFIT auf kolorimetrischem Wege. (s.B. durch beginnenden Eisenausfall) ausgeschaltet werden.

Chloride wurden nach der Vorschrift von MOHR mit n/10 Silbernitrat-Lösung massanalytisch bestimmt.

Gemäss der Gesamtalkalitätsbestimmung nach DIN 8104 wurde mit n/10 HCl die gebundene Kohlensäure gefunden. Aus dieser und der Phenolphthaleinacidität konnten Karbonate und Hydroxyde berechnet werden.

Sulfate wurden anfangs nach BLACHER mit Kaliumpalmitat (Differenz aus der Gesamthärte und der nach Zugabe von n/10 Bariumchlorid-Lösung gefundenen Härte), später, bzw. in Fällen, wo die Möglichkeit bestand, dass Alkali-Sulfate vorlagen, als Bariumsulfat auf gravimetrischem Weg bestimmt.

Nach SPLITTGERBER und MOHR wurde stichprobenweise auf Phosphate geprüft.

Die Härten und die Gesamt(=Methylorange-)Alkalität wurden nach DIN 8104 mit Seifenlösung bzw. n/10 HCl, die freie Kohlensäure nach DIN 8105 mit n/10 NaOH bestimmt.

Gemäss den Deutschen Einheitsverfahren (1954; H 7/8 und H 1) fand die Bestimmung der Acidität gegen den Indikator Phenolphthalein und die Bestimmung des Gesamt- und Abdampfrückstandes, sowie des Glühverlustes statt.

Sauerstoff wurde massanalytisch nach WINKLER; die Kieselsäure ohne Alkali-Vorbehandlung mit Ammoniummolybdat kolorimetrisch als monomolekulare H_2SiO_3 bestimmt.

Der p_H-Wert wurde mit Universalindikator Merck-flüssig bestimmt.

Nach den Tabellen von TILLMANS (LEHMANN und REUSS) wurde die aggressive Kohlensäure berechnet. Alle kolorimetrischen Bestimmungen wurden mit Hilfe von Vergleichslösungen des zu bestimmenden Ions ausgeführt. Ausgenommen die Kieselsäurebestimmung, bei der eine Kaliumchromat-Vergleichslösung mit Borax-Zusatz verwendet wurde.

Zum Kolorimetrieren dienten Schauhöhre von 50 Milliliter Inhalt und 25 cm Schichthöhe mit planem Boden, die in der Durchsicht mit Hilfe eines eigens dafür hergestellten Halteapparates betrachtet wurden. Mit dieser Haltevorrichtung konnten nach dem WALPOLE'schen Komparatorprinzip auftretende Eigenfärbung der Wässer (z.B. durch beginnenden Eisenausfall) ausgeschaltet werden.

c) Berechnung und Darstellung:

Die Berechnung der Analysenergebnisse erfolgte in Milligramm und Milligrammäquivalenten pro Liter (gemäss dem Deutschen Bäderbuch von 1907, Spalte III) und in Millival-Prozenten.

Da die "Val" die Anzahl der Grammäquivalente eines Salzes, einer Säure, einer Base, eines Ions oder Radikals in einem Liter, und die Millival entsprechend die Tausendstel Grammäquivalente angeben, wurden bei massanalytischen Bestimmungen, unter Berücksichtigung der gewählten Probemenge und Normallösung, die Millival als Anzahl der verbrauchten Milliliter Masslösung direkt gefunden. Durch einfache Multiplikation mit den Äquivalentgewichten erhielt man die Werte in Milligramm pro Liter. Bei den gravimetrischen und kolorimetrischen Bestimmungen musste umgekehrt verfahren, d.h. durch Division der gefundenen Milligramm durch die Äquivalentgewichte die Millival errechnet werden. Durch die Bestimmung aller wichtigen Ionen, die ein Wasser enthalten kann, also auch der Alkalien, war es möglich, die Richtigkeit der Analysenergebnisse rechnerisch zu überprüfen. Wo die Millival-Summen der Anionen und der Kationen wesentlich voneinander abwichen, wurde die Analyse wiederholt, bzw. nicht zur Auswertung herangezogen.

Die Umrechnung in Millival-Prozente erfolgte für die graphischen Darstellungen, die weiter unten beschrieben sind.

Zur Angabe und Berechnung in Härtegraden ist folgendes zu bemerken:
Definitionsgemäss ergibt die Summe der Erdalkalien die Gesamthärte, die der Karbonate die Karbonathärte und die Differenz aus beiden Härten die Nichtkarbonathärte, die im Normalfall den Sulfaten entsprechen soll.

NAUMANN schreibt in "Neue Wege der Wasseranalyse" (Fachbuchverlag G.m.b.H., Leipzig 1952) auf Seite 32: mit den entsprechenden Faktoren in die Ionenform umgerechnet werden (in mg/l, mval und mval %). Die Faktoren wurden den

"Da in einzelnen Gegenden (z.B. Schleswig-Holstein, Rheinland, Steiermark) entsprechend den örtlichen geologischen Verhältnissen in Brunnenwässern Natriumbikarbonat vorkommt, ist scharf darauf zu achten, ob die Gesamthärte unter dem Wert der gebundenen Kohlensäure, der den Wertmesser für die Karbonathärte im Normalfall bildet, liegt. Ist der ermittelte Wert der gebundenen Kohlensäure höher als die Gesamthärte, so ist in den natürlichen Wässern Natriumbikarbonat vorhanden. In diesem Falle ist die Gesamthärte gleich der Karbonathärte, und der Ueberschuss der titrierten Alkalität gegenüber der Härte entspricht dem Natriumbikarbonatgehalt.

Nichtkarbonathärte kann nicht vorhanden sein, weil Natriumbikarbonat aus Gipswasser den Kalk als Calciumkarbonat ausfällt".

Diese Behauptung möge für natürliche und im Gleichgewicht befindliche Wässer zutreffen; in den Grubenwässern des Siegerländer Erzbergbaus fand ich mitunter in Natriumhydrogenkarbonatwässern, deren Karbonathärte die Gesamthärte weit überschritt, auch Erdalkalien und Sulfate (vgl. Anal. 31 u. 32 von Grube Eupel - 540 m-Sohle). Bei solchen, noch nicht im Gleichgewicht befindlichen Wässern ist es daher angebracht, bei der Analyse die einzelnen Ionen für sich zu bestimmen. Ferner kann man durch die Aussage in Härtegraden ein völlig falsches Bild von der Grösse des Mineralgehaltes eines Wassers erhalten. So gilt z.B. ein Wasser, das eine sehr hohe Gesamtionenkonzentration besitzt, bei der aber die Erdalkalien wenig ins Gewicht fallen, ebenso als "weich", wie ein Wasser, das neben geringen Mengen an Erdalkalien fast keine Alkalien enthält und damit mineralarm ist. Für die Zwecke der Technik mag die Angabe in Härtegraden ausreichen; bei einer wissenschaftlichen Arbeit ist die Ionenübersicht vorzuziehen. Dasselbe gilt für die Berechnung der freien Kohlensäure in Form der "Acidität" und der gebundenen Kohlensäure als "Alkalität", mit welchen Bezeichnungen manche Unklarheit in Analysenbefunde gekommen ist.

In den vom Verfasser übernommenen Wasseranalysen waren die Ergebnisse zum Grossteil als Oxyde bei den Kationen und Säureanhydride bei den Anionen angegeben. Sie mussten erst mit den entsprechenden Faktoren in die Ionenform umgerechnet werden (in mg/l, mval und mval %). Die Faktoren wurden den

"Logarithmischen Rechentafeln" von KÜSTER-THIEL entnommen.

Für die graphische Darstellung und Auswertung der Wasseranalysen wurden folgende Methoden übernommen:

Die neue Darstellungsweise von Mineralwasseranalysen nach UDLUFT (1953).

Bei dieser kreisflächenhaften Darstellung entspricht der Flächeninhalt des Aussenkreises in mm^2 dem Gesamtlösungsinhalt in mg/l . Die nicht ionisierten Anteile (z.B. freie Kohlensäure und Kieselsäure) sind flächentreu als Innenkreise dargestellt. Die Kationen und Anionen verteilen sich als Kreissektorenteile, gemäss ihrem Anteil in mval %, zwischen dem Aussen- und den Innenkreisen, wobei die obere Ringhälfte für die Summe der Kationen, die untere entsprechend für die Anionen vorgesehen ist.

Die unter 0,5 mval % liegenden Anteile werden als radiale von aussen nach innen führende Striche gezeichnet, wobei der jeweilige Radius für 0,5 mval % gesetzt wird. Ein weiterer roter Aussenkreis bedeutet, dass die Temperatur des Wassers 20°C beträgt oder überschreitet.

Entsprechend den "Richtlinien und Begriffsbestimmungen für die Anerkennung von Bade- und Heilklimatischen Kurorten" vom Deutschen Bäderverband (1951) sind alle mit wenigstens 20 mval % an der Gesamtkonzentration beteiligten Ionen unterstrichen, woraus sich auch die Benennung (nach Kationen und Anionen in fallender Grössenordnung geordnet) ergibt.

Für die Darstellung der Wasseranalysergebnisse eines bestimmten Raumes (Grube Eupel und Gebiet des Siegerländer Erzbergbaues) wurden Dreiecksdiagramme (vergl. das in der Petrographie u.s.w. verwendete "Osannsche Dreieck") verwendet. In diesen sind Kationen und Anionen getrennt in gleichseitigen Dreiecken dargestellt, deren Höhen jeweils 100 mval % des an der zugehörigen Spitze angeführten Ions entsprechen.

Der Dreiecksdiagramm-Darstellung ähnlich ist diejenige in einem Quadrat. Es sind eigentlich zwei sich kreuzende Verhältnis-Darstellungen, von denen die eine das gegenseitige Verhältnis der Kationen die andere das der Anionen, ausgedrückt in mval %, wiedergibt. Um dadurch verursachte Fehl-

schlüsse auszuschalten, wurde bei der Verteilung der Ionen gewechselt, d.h. es wurden einmal die Sulfatanteile der Summe der Anteile aus Hydrogenkarbonaten, Chloriden und Nitraten, das andere Mal die Summe der Anteile aus Sulfaten, Chloriden und Nitraten den Hydrogenkarbonatanteilen gegenüber gestellt.

Die übrigen Darstellungen sind die üblichen und bekannt.

2. Leitfähigkeitsmessungen:

Die Bestimmung des elektrolytischen Leitvermögens wurde nach den Deutschen Einheitsverfahren (C 8) mit Hilfe eines Scheinwiderstandsprüfers der Fa. Siemens u. Halske (800 Hz; Rel. msc. 16a) an Ort und Stelle ausgeführt.

Das Gerät besass eine Eintauchzelle mit Platinelektroden, deren Kapazität mit Hilfe einer n/10 Kaliumchlorid-Eichlösung, unter Berücksichtigung der Temperatur, mit 0,511 ermittelt wurde. Gemessen wurde der (scheinbare) Widerstand des Wassers in Ohm; woraus dann nach der Gleichung

$$L = \frac{C \cdot f}{R} \quad \left(\frac{\text{Kapazität der Zelle} \times \text{Temperaturfaktor}}{\text{Widerstand}} \right)$$

das elektrolytische Leitvermögen in Siemens bei 20°C errechnet wurde. Die Angabe der Ergebnisse erfolgte nach Vervielfachen mit 10^6 in ganzen Zahlen.

Obwohl zur gleichen Zeit eine Bestimmung der Gesamtalkalität und damit der Hydrogenkarbonationen erfolgte, wurde auf ein Zerlegen des Gesamtleitvermögens in das Calciumhydrogenkarbonat- und das Restleitvermögen verzichtet und nur die Uebereinstimmung mit der Gesamtionenkonzentration der untersuchten Wässer geprüft.

3. Freie Gase.

a) Probenentnahme:

Die Gasproben wurden auf zweierlei Art in Gassammelrohre von 250 und 500 ml Inhalt, die z.T. Glashähne mit schrägem Hahnkanal besaßen, entnommen.

Die erste und allgemein angewandte Entnahmeweise, bei der das Gas in einem Trichter aufgefangen und in eine mit Wasser gefüllte Gassammelröhre weitergeleitet wird, war nur da möglich, wo das Gas durch eine Wasseroberfläche perlte.

In Grube Eupel, in der das Gas aus einer Kluft in halber Stosshöhe mit Wasser vermischt und unter Druck ausströmt, wurde folgendermassen entnommen:

An das zweite Ende eines in die Kluft eingeführten Gummischlauches wurde direkt ein beiderseits offenes Gassammelrohr angeschlossen und, mit dem Ausfluss nach unten, senkrecht aufgestellt. Die ursprünglich mit dem Wasser vermischten Gasmengen sammelten sich dann im oberen Teil der Röhre und verdängten damit das Wasser, dessen Spiegel sich laufend senkte, bis sich schliesslich ein Gleichgewichtszustand einstellte, bei dem weiter zuströmendes Gas mit dem Wasser aus der Röhre herausgerissen wurde. Nach Schliessen beider Hähne blieb dann stets ein Rest von Wasser im Rohr zurück.

b) Untersuchungsmethoden:

Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. ABRAHAMCZIK wurde die technische Gasanalyse von der BASF in folgender Weise ausgeführt:

Ein Teil der Gasprobe wurde in eine Gasbürette übergeführt und nach Einstellen einer konstanten Temperatur sein Volumen gemessen. Das Gas wurde dann in eine Kott-Pipette gedrückt, durch Schütteln der saure Anteil des Gases (CO_2) absorbiert und der Gasrest nach Rückführung in die Bürette zurückgemessen. Aus der Differenz ergab sich der Gehalt an Kohlensäure (CO_2) in Volumprozenten. In gleicher Weise wurde mit alkalischer Pyrogallollösung Sauerstoff bestimmt, und mit Kupfer(I)chlorid auf CO geprüft. Der Gasrest (Stickstoff, Wasserstoff, Edelgase und Kohlenwasserstoffe) wurde nach Zusatz einer gemessenen Menge Sauerstoff zur Verbrennung erhitzt. Aus der Volumensabnahme (durch Bildung von Wasser) und einer weiteren CO_2 -Bestimmung liess sich der Anteil an Kohlenwasserstoffen errechnen. Nach Absorption des Sauerstoffüberschusses blieben Stickstoff und Edelgase, die

durch Ueberleiten über metallisches, erhitztes Calcium oder Magnesium, bei dem der Stickstoff gebunden wird, getrennt wurden. Das Restvolumen (=Edelgase) wurde dann einer Dichte-Bestimmung unterzogen, wodurch sich bei Anwesenheit von höchstens zwei Komponenten ein Schluss auf die Art der Gase und ihr Mengenverhältnis ziehen lässt.

Die Edelgasbestimmung führte die Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG aus. Das angewandte Verfahren zum Nachweis von Edelgasen im Stickstoff beruht auf der Eigenschaft von Kohle, bei tiefen Temperaturen Gase zu adsorbieren und sie bei Erwärmung wieder abzugeben. Hierbei werden die Gase mit höher liegendem Siedepunkt stärker adsorbiert, bzw. später abgegeben, als die Gase mit tiefem Siedepunkt. Der Vorgang der Gastrennung wird spektroskopisch überwacht und die Anwesenheit der einzelnen Edelgase durch ihr Spektrum festgestellt ("Adsorptive Trennung"). Da die Trennung des Argons vom Stickstoff nach dieser Methode nur unvollkommen gelingt, wurde nach Abtrennung aller übrigen Bestandteile der Gasprobe eine Dichtebestimmung des Stickstoffs durchgeführt und annähernd das theoretische Molekulargewicht des Stickstoffs gefunden.

Die Genauigkeit dieser Bestimmung ist nach Angaben der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG $\pm 0,2$ % Argon im Stickstoff.

4. Feste Wasserausscheidungen:

Die vom Verfasser entnommenen festen Wasserausscheidungen (v.a. Calciumkarbonatkrusten) untersuchte die Badische Anilin- und Sodafabrik besonders im Hinblick auf die eine Verfärbung hervorrufenden Schwermetallgehalte. Zur Unterscheidung von Calcit und Aragonit wurde nach einer Vorschrift von FEIGL und LEITMEIER (Mikrochemie 13, 1933, S.136) gearbeitet. Die Untersuchungsmethode beruht auf der verschiedenen Löslichkeit der beiden Calciumkarbonatmodifikationen. Der leichter lösliche Aragonit liefert bei Aufschwemmung im Wasser mehr Hydroxylionen, die mit einer

silber- und manganionenhaltigen Reagenzlösung eine schnellere Reaktion (Schwarzfärbung) ergeben als die Hydroxylionen von Calcit.

5. Organismen:

Für die Entnahme von Mikroorganismen im Wasser benutzte der Verfasser trichterförmige Plankton-Netze, an deren unterem Ende ein Glasrohr mit Korkverschluss befestigt war. Durch Aufhängen der Netze im Wasserstrom eines Austritts sammelten sich die Organismen im unteren Teil des Glasrohres, dessen Inhalt nach zwei bis dreistündiger Durchflusszeit in eine Probeflasche übergeführt wurde. Makroorganismen wurden mit Pipette oder Pinzette entnommen. Vor dem Verschicken wurden die Gefäße mit einer 10 %igen Formalin-Lösung versetzt.

Die von BURKHARDT (1912) beobachteten Beziehungen zwischen den geologischen Wasser-Verhältnissen von Gattungen, in den Jahren um 1910 in bestimmten geologischen Gruben basieren sich in der Größenordnung von 1 bis 5, 3. Die Unterschiede in der Wasserverteilung auf den einzelnen Gruben beruhen seiner Meinung nach auf der wechselnden Gebirgsartikalität, die durch das Auftreten wasserabnehmender Klüfte bedingt ist und oft so weit gehen kann, dass sich Gruben eines Gangzuges in ihren Wasserverhältnissen wenig beeinflussen.

Durch einen weiteren Vergleich des Pumpwassers mit dem im Einzugsgebiet der Grube Eupel gefallenen Niederschlägen sollte eine Abhängigkeit der Zulaufungen von den Niederschlägen geprüft werden. Diese Gegenüberstellung ist nur sehr bedingt zulässig, da verschiedene Fehlermöglichkeiten nicht berücksichtigt werden konnten.

*) Für die von der Hauptstelle der Landwirtschaftsschule Wien/Sieg durch Herrn Landwirtschaftsrat Dr. LUTGENAU überlassenen Werte sei hier noch bestens gedankt.

D. Untersuchungsergebnisse und Beobachtungen

1. Allgemeine Untersuchungen.

a) Wassermengen:

Welche besondere Bedeutung, vor allem in kostenmässiger Hinsicht, dem Wasser im Bergbau beigemessen werden muss, geht augenfällig aus einem Vergleich von in gleichen Zeiträumen geförderten Erz- und gehobenen Wassermengen hervor. Bei einer solchen Gegenüberstellung für Grube Eupel ergab sich für einen Zeitraum von eineinhalb Jahren ein Durchschnittsverhältnis von rund 1 : 16; d.h. auf eine Tonne gefördertes Erz waren 16 Kubikmeter Wasser zu heben. Allerdings muss hinzugefügt werden, dass es sich hier um einen Ausnahmefall insofern handelt, als die Grube Eupel zu den beiden Gruben mit dem stärksten Wasserzulauf im Siegerländer Erzbergbau zählt. (Tabelle Nr.I und Tafel Nr.II). Die von BORNHARDT (1912) beschriebenen Verhältnisswerte zwischen den gehobenen Wasser- und Erzmengen von sätmlichen, in den Jahren um 1910 in Betrieb befindlichen Gruben bewegen sich in der Grössenordnung von 1 : 3,6 bis 1 : 5,9. Die Unterschiede in der Wasserzulaufmenge auf den einzelnen Gruben beruhen seiner Meinung nach auf der wechselnden Gebirgsdurchlässigkeit, die durch das Auftreten wasserabdämmender Klüfte bedingt ist und oft so weit gehen kann, dass sich Gruben eines Gangzuges in ihren Wasserverhältnissen wenig beeinflussen.

Durch einen weiteren Vergleich des Pumpwassers mit den im Einzugsgebiet der Grube Eupel gefallenen Niederschlägen⁺) sollte eine Abhängigkeit der Zulaufmengen von den Niederschlägen geprüft werden. Diese Gegenüberstellung ist nur sehr bedingt zulässig, da verschiedene Fehlermöglichkeiten nicht berücksichtigt werden konnten.

⁺) Für die von der Messtelle der Landwirtschaftsschule Wissen/Sieg durch Herrn Landwirtschaftsrat Dr. LÜTGNAU überlassenen Werte sei hier noch bestens gedankt.

1. Das anstehende Gestein ist als solches praktisch wasserundurchlässig. Die versickernden Niederschläge haben also nur die Möglichkeit auf Klüften, Spalten, Störungsflächen etc. des Gesteinskörpers in die Tiefe zu dringen. Somit kann eine wechselnde Tektonik sehr unterschiedliche Möglichkeiten für das Eindringen der Wasser in den Untergrund bewirken.
2. Relief, Boden und Vegetation beeinflussen sehr erheblich das Verhältnis von oberirdischem Abfluss und Versickerung und sind nicht berücksichtigt worden.
3. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden neue wasserführende Aufschlüsse im Grubengebäude, bzw. das "Verlaufen" mancher älterer Austritte.
4. Schliesslich bestehen keine Unterlagen für die Verdunstungsmengen im Einzugsgebiet.

Diesen Fehler versuchte der Verfasser durch Uebernahme von Verdunstungsmengen-Grössen aus dem Weser-Quellgebiet, das ungefähr der Höhenlage des Arbeitsgebietes entspricht, auszugleichen.

Trotz aller vorhandenen Fehlermöglichkeiten lässt sich in Tafel Nr. III eine gewisse Uebereinstimmung zwischen den beiden Ausgleichskurven der Darstellungen, mit einem zeitlichen Abstand von etwa vier bis fünf Monaten, und eine fallende Tendenz feststellen.

Dieser Zeitraum erscheint recht lange, zumal sich ein erhöhter Zufluss auf den oberen Sohlen bereits etwa zwei Wochen nach längeren Regenfällen bemerkbar macht; es ist aber zu berücksichtigen, dass das Wasser nicht nur von oben, sondern auch (trichterförmig) von den Seiten dem Grubengebäude zuströmt, besonders bei grosser Horizontalverbreitung des Streckennetzes, und dafür eine entsprechende lange Zeitdauer beansprucht.

BORNHARDT's (1912) Untersuchungen über die Schwankungen der Zuflussmengen im Bergbau ergaben bei den einzelnen Gruben sehr unterschiedliche Befunde, die selten mit der Jahreszeit in Beziehung zu bringen waren.

Vergleicht man die von BORNHARDT vor etwa 45 Jahren zusammengestellten Wasserzugänge im Tiefbau mit denjenigen, die der Verfasser auf den gleichen Gruben im Jahre 1953 vor-

fand, so überrascht deren verhältnismässig geringe Zunahme, obwohl der Bergbau heute meist in doppelter Teufe umgeht als zum damaligen Zeitpunkt (Tabelle Nr.II).

Damit findet BORNHARDTs Annahme, dass durch reines Niedergehen des Bergbaus, ohne wesentliche Horizontalerweiterung, keine grösseren Wassermengen zusitzen würden, ihre Bestätigung. Selbstverständlich muss das zwischen den beiden tiefsten Sohlen vorhandene Wasser jeweils abgezogen werden; auch ist durch die Vergrösserung des Absenkungstrichters eine gewisse Zunahme der Wasserzuflussmenge zu erwarten.

Zu den in der Uebersichtstabelle aus der Reihe fallenden Werten ist im einzelnen zu bemerken:

Der extrem hohe Wert von Grube Friedrich ist durch das Anfahren einer sehr stark wasserführenden Kluft auf der 13. Sohle (-580 m) bedingt. Grube Wolf wurde durch längere Zeit gestümpft, weshalb der Wert von 1953 in Klammern angegeben ist.

b) Tiefenverbreitung der Wässer:

Auf die von vielen Seiten aufgeworfene Frage, bis zu welchen Tiefen überhaupt noch Wasser angetroffen worden ist, bzw. erwartet werden kann, hat ebenfalls BORNHARDT (1912) für das Gebiet der Siegerländer Erzgruben eine Antwort gegeben. Nach seinen Erfahrungen ist damit zu rechnen, dass "bis in praktisch unermessliche Tiefen" Wasser in annähernd gleicher Menge wie in den oberen Teufen auf den Gängen des Rheinischen Schiefergebirges enthalten ist, wobei Irrtümer, die durch ein dem Bergbau folgendes Nachsickern von Wässern oberer Teufen herbeigeführt sein könnten, ausgeschlossen sind.

Der Verfasser schliesst sich dieser Auffassung auf Grund eigener Beobachtungen an. Als Beispiel möge ein Zu-
lauf von 1138 l/min auf der 1130 m-Sohle (-1368 m = - 899,68 N.N.) auf Grube Eisenzecher Zug angeführt sein.

PFALZ (1951) bedient sich bei Behandlung dieser Frage einiger Angaben von LINDGREN, wobei er Tiefen von 4600 Fuss (1401 m), in denen das Gestein 112°F ($44,5^{\circ}\text{C}$) und das Wasser 114°F und salzige Beschaffenheit hatte, erwähnt. PFALZENS Annahme: "Diese Tiefe scheint mit wenigen Ausnahmen allgemein eine untere Grenze zu bezeichnen", wird damit widerlegt, wenn man nicht die Verhältnisse des Siegerlandes als "Ausnahme" bezeichnen will.

c) Temperaturverhältnisse:

Die vom Verfasser an den auf Spalten und Klüften zutretenden Wässern vorgenommenen Temperaturmessungen sollten es ermöglichen, einen Rückschluss auf die geothermische Tiefenstufe zu ziehen. Der Verfasser war sich dabei bewusst, dass dies nur sehr bedingt möglich ist, da die Erwärmung der Wässer durch das Gestein von ihrer Menge und der Durchflussgeschwindigkeit abhängig ist. Letztere hängt wiederum von dem zur Verfügung stehenden Raum auf den Klüften, Spalten, Störflächen etc. ab. Einen gewissen Anhalt bietet allerdings eine Kombination des Gesamtlösungsinhalts mit der Temperatur, denn es ist anzunehmen, dass ein länger im Gebirge weilendes Wasser grössere Mengen fester Stoffe löst als ein das Gebirge schnell durchfliessendes. Aber auch diese Ueberlegung hilft nicht immer weiter, wie die Temperaturmessungen an den fast gleich temperierten, aber in ihrem Lösungsinhalt sich um das Vierfache unterscheidenden Proben 70 und 71 von Grube Eisenzecher Zug ergaben.

Eindeutig dagegen ist eine Temperaturerhöhung der Wässer gegenüber der "normalen" geothermischen Tiefenstufe (3°C auf 100 m) festzustellen, vor allem dann, wenn in einem Raum in unterschiedlichen Teufen mehrere Messungen vorgenommen wurden und ein (zumindest relativer) Ueberblick gewonnen worden ist.

Ausserdem weist BORNHARDT (1912) bei der Beschreibung der von ihm veranlassten Gesteinstemperaturmessungen darauf hin, dass die Temperaturen des in der Nähe der (Gesteins-) Temperaturmesspunkte aus dem Gebirge austretenden Wassers meist etwas niedriger als die Gebirgstemperatur gewesen ist.

Auch fand er bei den Temperaturen des Gang- und Nebengesteins derselben Sohle keine nennenswerten Unterschiede.

Somit würden die in Tafel Nr. IV in ein Tiefen-Temperatur-Diagramm eingetragenen Messwerte der Wässer, mit einer geringen Verschiebung nach oben, ungefähr den Verhältnissen des Gesteins entsprechen. Auf die Korrektur wurde verzichtet.

Die drei in der Darstellung eingezeichneten Linien geben einen Anhalt über die Verteilung der Koordinationspunkte bei einer angenommenen geothermischen Tiefenstufe von 30, 40 und 50 Metern. Ihr Ausgangspunkt wurde entsprechen der mittleren Jahrestemperatur bei $7,7^{\circ}\text{C}$ angesetzt.

In ungefährrer Uebereinstimmung mit BORNHARDTs Ergebnissen fand so der Verfasser auf den meisten der heute in Betrieb befindlichen Siegerländer Gruben eine geothermische Tiefenstufe von rund 50 Metern.

Lediglich die Gruben Eupel, Wingertshardt und Friedrich, die nahe zusammenliegen, fallen stärker durch ihre geringe geothermische Tiefenstufe auf. Diese Gruben finden eine weitere Gemeinsamkeit durch den abweichenden Chemismus mancher Wässer und das vom Verfasser beobachtete und im Abschnitt D 3 beschriebene Auftreten von freien heliumhaltigen Gasen. Vermutlich erfolgt die Temperaturerhöhung der Wässer in diesem Raum nicht durch die Gase, deren spez. Wärme sehr gering ist, sondern durch den von den Wässern durchflossenen Gesteinsverband. Dessen Erwärmung könnte mit den bei der Heliumbildung freiwerdenden Wärmemengen in Zusammenhang gebracht werden.

Während der Verfasser für eine Erklärung der vorgefundenen Unterschiede der geothermischen Tiefenstufe auf den einzelnen Gruben vor allem die verschiedene Durchflusgeschwindigkeit der Wässer durch das Gebirge ansah, nimmt BORNHARDT auf Grund der Gesteinstemperaturmessungen eine unterschiedliche spezifische Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Gebirgsarten an. Die allgemeine Erhöhung der geothermischen Tiefenstufe im Rheinischen Schiefergebirge führt er auf die wenig mächtige Decke jüngerer Schichten und die stark aufgerichteten Gebirgsschichten zurück, die eine Auskühlung begünstigen.

2. Ergebnisse der Wasseruntersuchungen und Auswertung übernommener Analysen.

a) Grube Eupel. (Tabelle Nr. IV; 1-14).

Gemäss der Themenstellung war durch die Untersuchungen auf Grube Eupel der Chemismus der Wässer einer Grube zu erfassen und seine Veränderung von Sohle zu Sohle zu verfolgen.

Im Folgenden sollen zuerst die Analysenergebnisse von den einzelnen Sohlen, danach die Aenderungen der einzelnen Ionen und molekularen Bestandteile etc. der Wässer nach der Teufe hin besprochen werden.

Analysenergebnisse von den einzelnen Sohlen:

54 m-Sohle (+ 104,80 N.N.): Das auf dieser Sohle im Füllortbereich aus der mit Eisenhydroxyd-Ausscheidungen stark gefüllten Rösche entnommene Wasser hatte mit 3,5-4 den niedersten p_H -Wert von allen auf Grube Eupel untersuchten Wässern. Seine Schüttung und sein Mineralgehalt schwanken in weiten Grenzen. Nach der im Februar 1953 ausgeführten Vollanalyse (Anal. 5) ist das Wasser als eisen- und manganhaltiges Magnesium-Calcium-Sulfat-Mineralwasser zu bezeichnen.

94 m-Sohle (+ 65,00 N.N.): Das Verhalten und der Mineralgehalt (Anal. 6) dieses, ebenfalls im Füllortbereich aus der Rösche entnommenen Wassers gleicht weitgehend dem der 54 m-Sohle; nur war der p_H -Wert etwas höher. Bei beiden Wässern lag die freie Säure in Form von Schwefelsäure vor, die die gebundene und freie Kohlensäure ausgetrieben hatte (Methylorange färbte sich rot!).

132 m-Sohle (+ 27,2 N.N.): Das Röschenwasser dieser Sohle (Anal. 7) wich durch einen etwas erhöhten Natriumgehalt und ein umgekehrtes (eigtl. normal zu erwartendes) Verhältnis von Calcium zu Magnesium gegenüber den Wässern der darüber liegenden Sohlen von diesen ab. Der p_H -Wert lag noch im sauren Bereich, doch wesentlich höher. Eisen war nur noch in Spuren, Mangan dagegen in grossen Mengen nachzuweisen.

172 m-Sohle (- 13,11 N.N.): Die Probenentnahme erfolgte im Schachtquerschlag nach Westen, etwa 20 m von der Richtstrecke nach Süden. Die beiden, in einem zeitlichen Abstand von zehn Monaten untersuchten Proben (Anal.8 u.81) unterschieden sich wesentlich in ihrem Gesamtlösungsinhalt und leicht im p_H -Wert. In einem Fall waren Mangangehalte zu bestimmen. Auch in diesen Wässern herrschten die Erdalkali- und Sulfatgehalte vor.

212 m-Sohle (- 53,31 N.N.): Hier wurde ebenfalls in grossem zeitlichen Abstand je eine Probe des vor allem aus der 1. Fahrung im Schachtquerschlag nach Westen, der mit Manganausscheidungen bedeckt war, zulaufenden Wassers entnommen (Anal. 9 u.82). Es ergaben sich abweichende Gesamtlösungsinhalte und Aenderungen im Calcium-Magnesium und im Sulfat-Hydrogenkarbonatverhältnis. Der p_H -Wert lag im alkalischen und neutralen Bereich. Bei letzteren Verhältnissen waren Mangangehalte zu bestimmen.

250 m-Sohle (- 91,41 N.N.): Im Wasser dieser Sohle, das ca. 100 m südlich Schacht Eupel der Rösche entnommen wurde, fiel erstmalig eine wesentliche Erhöhung des Natriumgehaltes auf (Anal.10). Es entspricht einem Calcium-Natrium-Sulfat-Hydrogenkarbonat-Mineralwasser.

300 m-Sohle (- 141,50 N.N.): Auf dieser Sohle wurden zwei Proben nördlich des Schachts Eupel entnommen: Anal.39 - Richtstrecke nach Norden, 21 m südlich PP 96, Austritt in der Streckenmitte als Firstentropfwasser. Anal.40 - Richtstrecke nach Norden, letzte Ost-West Strecke, unmittelbar bei PP 98 am nördlichen Stoss (durch Quarz ver-
rautes Gangtrümchen).

An den Austritten war kein Sphaerotilus, dafür sehr starke Mangan- und weniger Eisenausscheidungen zu bemerken.

Bei beiden Proben überwog der Natriumgehalt den der Erdalkalien und die Hydrogenkarbonate die Sulfate. In einem Fall waren geringe Mengen Mangan, im andern Spuren von Nickel nachzuweisen.

360 m-Sohle (- 201,16 N.N.): Hier erfolgte die Entnahme, gegeben durch die örtlichen Bedingungen, wiederum aus der Rösche nördlich und südlich vom Schacht im Füllortbereich (Anal.18 u.19).

Beide Wässer zeigten fast gleiche Mineralführung, bei der trotz stark erhöhtem Natriumgehalt die Erdalkalien mit Sulfaten überwogen. Auch diese Sohle wird, wie die über der 300 m-Sohle liegenden Sohlen praktisch nicht mehr befahren.

420 m-Sohle (- 261,08 N.N.): Die Proben wurden nördlich vom Schacht Eupel (auf dem noch befahrbaren Teil der Richtstrecke nach Süden wurden keine Wasseraustritte vorgefunden) an folgenden Stellen entnommen:

Anal.20 - Ende der Richtstrecke nach Norden, Bohrung E 38

Anal.21 - Richtstrecke nach Norden, letzter Querschlag nach Westen, Bohrung E 35

Anal.33 - Norden, westlichste Strecke, bei PP 90, im Bereich des verrauhten (Quarz) Hauptgangs

Anal.34 - Richtstrecke nach Norden, etwa 8 m südlich PP 74, aus einem Bohrloch.

Die Entnahmestellen der Analysen 20, 21 und 34 zeigten reiche Sphaerotilus-Massen, in deren Nähe Fliegen, Spinnen und Schnecken bemerkt wurden. Der Stoss des Austritts von Probe 33 dagegen war von der Firste bis zur Sohle mit eisen- und manganhaltigen Kalkkarbonatkrusten kaskadenförmig überzogen und frei von Sphaerotilus.

Bereits durch die unterschiedliche Beschaffenheit der Austritte konnte auf einen völlig verschiedenen Chemismus der Wässer geschlossen werden, was dann auch durch die Analyseergebnisse bestätigt wurde. Während es sich bei den Proben 20, 21 und 34 um fast reine alkalische Natriumhydrogenkarbonatwässer handelte, entsprach das Wasser von Probe 33 mit dem niederen p_H -Wert, dem hohen Gesamtlösungsinhalt und den vorherrschenden Erdalkalisulfaten einem Wasser der obersten Sohlen. Aber auch hier musste eine Vermischung mit alkalireichem Wasser, erkennbar am erhöhten Natriumgehalt, stattgefunden haben.

Vergleicht man die Analyseergebnisse der Proben 22, 28 und

480 m-Sohle (- 321,03 N.N.): Auf dieser Sohle wurden die umfangreichsten Untersuchungen ausgeführt, da diese Sohle den stärksten Zulauf im gesamten Grubengebäude, vor allem aus dem südlich Schacht Eupel gelegenen Revier Glückstern bringt. Wie bei allen Austritten alkalischer Wässer trat auf dieser Sohle besonders stark Sphaerotilus auf.

Nördlich vom Schacht wurde eine Probe (Anal.37) aus einer Bitterspat und Quarz führenden Kluft auf der Richtstrecke, ca. 50 m südlich PP 80, am östlichen Stoss entnommen. Das Wasser entsprach einer Natrium- Hydrogenkarbonat-Chlorid-Mineralwassertherme. Südlich vom Schacht, im Gangunterfahren des D-Gangs (Querschlag Nr.22 bei PP 62) trat am östlichen Stoss aus dem verrauhten Gang Wasser aus (Anal.38), das vorwiegend Natriumhydrogenkarbonate neben Chloriden und Sulfaten enthielt. Am gegenüberliegenden Stoss hatten Sickerwässer reiche Calciumkarbonatkrusten mit färbenden Kupfer- und stellenweise auch Kobaltgehalten abgesetzt (s.Abschnitt D 4)...

Bereits im Revier Glückstern, wurde 3 m nördlich PP 117 eine Probe vom westlichen Stoss untersucht (Anal.30). Es ergab sich eine Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat-Mineraltherme, die bis auf die Temperatur der Anal.22 weitgehend entsprach.

Zur Uebersicht der weiteren, aus dem Revier Glückstern auf der 480 m-Sohle untersuchten Wässer, sind auf dem beige-fügten Sohlenriss alle Mess- und Entnahmestellen eingezeichnet und nummeriert worden (Tafel Nr.V).

Von den Austritten an den Messtellen I, VIII und XII wurden Vollanalysen (Anal.22, 28 und 29) ausgeführt. An diesen und den anderen Messtellen konnten während einer längeren Zeitspanne Temperaturschwankungen festgestellt werden, die auf verschiedenen Mischungsverhältnissen zwischen Wässern unterschiedlicher Herkunft beruhen könnten .

Am 2.5.1953 wurde der Chlorid-Gehalt der Wässer an Ort und Stelle zum Vergleich bestimmt, wobei eine gewisse Uebereinstimmung zwischen der Temperaturgrösse und dem Chloridgehalt in der Weise zu erkennen war, dass die Wässer mit der höchsten Temperatur auch den grössten Chloridgehalt aufwiesen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle Nr.III zusammengefasst. Vergleicht man die Analysenergebnisse der Proben 22, 28 und

29, so findet man fast die gleichen Erdalkali-Alkali Verhältnissgrößen. (in mval %) bei den Kationen, während bei den Anionen das Verhältnis zwischen Chloriden und Hydrogenkarbonaten in einem Fall (Anal. 22) zu Gunsten der Ersteren, bei den beiden anderen aber umgekehrt ausfällt. Ausserdem weist Probe 22 den grössten Gesamtlösungsinhalt, die höchste Temperatur und die reichste Ergiebigkeit am Austritt auf. Sulfate fallen fast nicht ins Gewicht bzw. waren überhaupt nicht vorhanden. (S. Tafel Nr. IX, Abb. 3).

Die 480 m-Sohle ist die tiefste im Revier Glückstern; vom Schacht Eupel sind noch zwei weitere Sohlen aufgefahren worden.

540 m-Sohle (- 380,96 N.N.): Diese Sohle führt keine nennenswerten Mengen an Wasser. Lediglich im Süden, ca. 30 m vor dem Richtstreckenende (3 m nördl. PP 64) konnte aus einer der Strecke parallelen Kluft (Anal. 31) und nicht weit davon, am Ende des Gangunterfahrens, bei PP 65 (Anal. 32) je eine Tropfwasserprobe entnommen werden. Die an den Austritten vorhandenen Sphaerotilus-Massen waren durch Eisen- und Manganausscheidungen stark verfärbt. Die Alkalien und Hydrogenkarbonate überwogen bei beiden Proben. Der Sulfatgehalt kam dem der Chloride einmal fast gleich; das andere Mal überstieg er ihn sogar, was bei der geringen Wassermenge im unmittelbaren Gangbereich zu erwarten war.

600 m-Sohle (- 441,03 N.N.): Die auf dieser neu aufgefahrenen Sohle am Beginn der Richtstrecke nach Süden zulaufenden geringen Wassermengen führen vorwiegend Natrium, Chloride und Hydrogenkarbonate. Sulfate waren nicht nachzuweisen (Anal. 35 u. 36). Auch hier hatte sich Sphaerotilus sehr rasch angesiedelt.

An einem nördlich des Schachts (Gangunterfahren im 1. Querschlag nach Osten) angefahrenen Wasseraustritt wurde nur eine Leitfähigkeitsmessung ausgeführt, sowie der Hydrogenkarbonatgehalt geprüft. Erstere ergab einen gegenüber den anderen Austritten der Sohle leicht erhöhten Gesamtlösungsinhalt; der Hydrogenkarbonatgehalt war dagegen geringer. Es sind hier (Gang!) Sulfate zu erwarten.

Änderungen der einzelnen Ionen, molekularen Stoffe, Temperaturen, des p_H -Wertes, Leitvermögens u. Gesamtlösungsinhalts nach der Teufe.

Auf der zu diesem Abschnitt gehörenden Tafel Nr. VI sind die Analysenergebnisse in der Reihenfolge der Sohlen dargestellt. Es wird dabei durch manche, aus der Reihe fallenden Ergebnisse (z.B. Anal. 33) die Kontinuität der Veränderungen gestört. Die Verbindungslinien zwischen den punktförmig eingezeichneten Ergebnissen der p_H und Temperaturgrössen sind deshalb auch nur als visuelle Hilfe zu betrachten. In der untersten Reihe ist das Ergebnis einer (öfters ausgeführten) Gesamt-Grubenwasser-Analyse (Anal. 84) dargestellt, aus dem leicht zu erkennen ist, dass der grösste Anteil des Wassers von den untersten Sohlen (vor allem der 480 m-Sohle) stammt. Im übrigen sei noch darauf hingewiesen, dass für die zur Darstellung gebrachten Anteile (in mval %) von verschiedenen Ionen etc., unterschiedliche Masstäbe gewählt worden sind.

Kalium: Der Anteil dieses Ions liegt stets unter einem Millival-Prozent. Die Konzentrationsschwankungen gleichen denen des Natrium, sind aber weniger stark ausgeprägt.

Natrium ist bis zur 212 m-Sohle nur untergeordnet vorhanden, um dann plötzlich zu hohem und weit überwiegendem Anteil (bis über 90 mval %) anzusteigen und zu verweilen. Die nicht mehr befahrbare 360 m-Sohle und ein Austritt auf der 420 m-Sohle unterbrechen mit geringeren Gehalten diese Reihe.

Ammonium fällt seinem Millivalprozent-Anteil nach überhaupt nicht ins Gewicht.

Calcium und Magnesium herrschen, im gegensätzlichen Verhältnis zu den Alkalien, auf den oberen Sohlen vor. Ihr gegenseitiges Konzentrationsverhältnis wechselt stark.

Eisen und Mangan finden sich, dem p_H -Wert entsprechend, praktisch nur auf den oberen Sohlen, wobei Mangan noch in grösseren Teufen nachzuweisen war, als Eisen.

Nitrat, das wohl Verunreinigungen entstammt, schwankt sehr unterschiedlich im Auftreten, spielt aber mengenmässig fast keine Rolle. Der höchste Gehalt von der 480 m-Sohle ist insofern interessant, als mit diesem Wasser ein Gasgemisch austritt, das hauptsächlich Stickstoff enthält.

Nitrit ist stets nur in Spuren oder so geringen Mengen vorhanden, dass es nicht dargestellt wurde.

Chlorid: Der Chloridgehalt der Wässer ist ganz allgemein als erhöht zu bezeichnen. Er steigt fast regelmässig bis zur 480 m-Sohle an, um hier seinen Höchstwert zu finden. Auf der 540 m-Sohle tritt er zu Gunsten des Sulfats zurück und erreicht dann auf der 600 m-Sohle wieder der 480 m-Sohle entsprechende Konzentrationen.

Sulfat steht im gegensätzlichen Verhältnis zum Chlorid, d.h. seine höchsten Konzentrationen finden sich auf den oberen Sohlen, wo sie fast 100 mval % an Anionen ausmachen können. Allerdings waren in diesen Fällen freie und gebundene Kohlensäure durch freie Schwefelsäure ausgetrieben.

Hydrogenkarbonat: Die gebundene Kohlensäure lag, mit einer Ausnahme (Anal.34), in allen Fällen als Hydrogenkarbonat vor (Phenolphthalein ergab stets saure= farblose Reaktion). Auf den beiden obersten Sohlen, wo freie Schwefelsäure auftrat, fehlten Hydrogenkarbonate. Im übrigen sind stärker wechselnde Konzentrationen festzustellen.

Freie Kohlensäure: Für die beiden obersten Sohlen gilt das bereits oben Gesagte. Im Durchschnitt liegt ihr Gehalt zwischen 20 und 30 mg/l und übersteigt diese Werte auf der 132, 250, 300, 420 und 480 m-Sohle. Entsprechend der vorhandenen gebundenen Kohlensäure (Hydrogenkarbonat) wurde eine mässige Aggressivität auf der 132, 172, 212, 250 (und 420 - Anal.33) m-Sohle errechnet. Ansonsten reichen die Hydrogenkarbonate aus, um die freie als zugehörige Kohlensäure zu binden.

Kieselsäure: Die ohne Aufschluss als monomolekulare H_2SiO_3 erfasste Säure ist auf den beiden obersten (stark sauren) Sohlen und unterhalb der 420 m-Sohle in grösseren Mengen als auf den übrigen Sohlen vorhanden. Durchschnittlich ergibt sich ein Gehalt von etwa 15 mg/l.

p_H-Wert: Der negative Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration liegt, zusammenfassend vereinfacht, auf den oberen Sohlen im sauern, ab der 212 m-Sohle im neutralen und alkalischen Bereich. Extreme bilden die 54 und 94 m-Sohle (4 und 4,5), und ein Wasser von der 420 m-Sohle sowie das Gesamtgrubenwasser (Letztere beide 8,2). Beim Gesamtabwasser mag das Austreiben von freier Kohlensäure durch den Pumpvorgang zur Erhöhung des p_H-Wertes beigetragen haben.

Temperatur: Die an den Austritten gemessenen Temperaturen erhöhen sich kontinuierlich, entsprechend einer geothermischen Tiefenstufe von etwa 30 m, bis zur 480 m-Sohle. Am Austritt der Probe 22 wurde mit rund 31°C eine um etwa 7°C über das Normale erhöhte Temperatur festgestellt:

$$480 : 30 = 16 + 7,7 \text{ (mittl. Jahrestemp.)} = 23,7^{\circ}\text{C}$$

Auch die übrigen Austritte in diesem Raum der 480 m-Sohle (Glückstern) wiesen, wenn auch nicht so stark, erhöhte Temperaturen auf. Das Wasser von Probe 38 war wohl durch den in der Nähe des Austritts gelegenen Wetterquerschlag künstlich erniedrigt worden.

Auf den beiden unter der 480 m-Sohle gelegenen Sohlen, die allerdings etwa 1 km von Revier Glückstern entfernt sind, fielen die Wassertemperaturen wieder auf die zu erwartenden Werte zurück. Alle auf der 420 m-Sohle und den darunter liegenden Sohlen austretenden Wässer sind als "Thermen" zu bezeichnen.

Gesamtlösungsinhalt und elektrolytisches Leitvermögen zeigen im allgemeinen weitgehende Uebereinstimmung in ihren Schwankungen von Sohle zu Sohle. Dagegen stimmten die durch Vervielfachen mit 10^6 gefundenen Messwerte der Leitfähigkeit nicht genau mit den Grössen (mg/l) der Gesamtlösungsinhalte überein. Der Wert des Leitvermögens lag stets etwas über dem des Gesamtlösungsinhalts. Bei den beiden obersten Sohlen sind die Verhältnisse umgekehrt, was wahrscheinlich an einer Veränderung des Mineralgehalts dieser Wässer gelegen haben muss, die sich in den Monaten zwischen der Probenentnahme für die Analyse und dem Tag aller elektrischen Messungen vollzogen haben könnte.

b) Uebrige Siegerländer Gruben (Tabelle Nr.V; 1-38).

Die Wasserprobenentnahme von den übrigen Siegerländer Gruben konnte nur stichprobenweise erfolgen und wurde nach den in Abschnitt C1 beschriebenen Gesichtspunkten ausgeführt.

Die Sohlenbezeichnungen auf den Analysentabellen stimmen in den meisten Fällen (Ausnahmen: Gruben Anxbach und Eisenzecher Zug) mit der seigeren Entfernung zur Rasenhängebank überein. Die Höhen über und unter Normal Null (N.N.) sind ergänzend beigelegt.

In diesem Kapitel werden auch die von BORNHARDT mitgeteilten Analysen von Wässern der heute noch in Betrieb befindlichen Gruben besprochen, die für diesen Zweck in die in der Ionentabelle angeführten Werte umgerechnet worden sind,

BORNHARDTs Ausführungen nach wurden die Analysen in erster Linie zur Klärung der Frage beschafft, "ob in den Siegerländer Gängen irgendwo Reste von ehemals darin versunkenen Salzlaugen enthalten sind, die nach der HORNUNGschen Hypothese die Umwandlung des Spateisensteins in Eisenglanz und Rotspat bewirkt haben könnten".

Die Brauchbarkeit dieser Analysen wird von BORNHARDT selbst als "gering" bezeichnet, da er die Proben nicht selbst hatte nehmen können und seine Entnahmeanweisungen für die Grubenverwaltung nicht eng genug gefasst waren. Es ging ihm in erster Linie um den Chloridgehalt; bei vielen Proben wurden die restlichen Bestandteile erst später untersucht.

Trotz der manchmal fragwürdigen Brauchbarkeit der Analysenergebnisse erkannte bereits BORNHARDT, dass

1. einige, wenige Gruben Wässer mit erhöhtem Chloridgehalt führen,
2. in manchen Fällen die Alkaligehalte in den Wässern die Gehalte der Erdalkalien übersteigen können.

Auf eine gegenseitige Beziehung dieser Erscheinungen geht aber BORNHARDT nicht ein.

Ferner vermutete BORNHARDT, "dass Chlor und Schwefelsäure, da sie in der Grube in auffallend wechselnden Verhältnissen miteinander vorkommen, verschiedenen Ursprung haben". So schienen ihm die Tiefenwässer im wesentlichen sulfatfrei und damit die Sulfate "modernen Ursprungs", nämlich durch

Oxydation von Schwefelkiesen entstanden zu sein.

Der Verfasser kam unabhängig von BORNHARDTs Schlüssen zu den gleichen Ergebnissen, wobei ihm eine grössere Anzahl von selbst entnommenen und untersuchten Proben, die tiefer reichenden Aufschlüsse durch die Grubenbetriebe und nicht zuletzt die neuesten Berechnungsmethoden in der Wasseranalyse von Vorteil waren.

An Gruben, die nach den von BORNHARDT veranlassten Untersuchungen abweichend hohe Gehalte von Chloriden und bzw. oder Alkalien in ihren Wässern führten und aus denen, wegen Stilllegung, vom Verfasser keine Proben entnommen werden konnten, sind Grube Alte Dreibach, Grube Gilberg und Grube Wildermann zu nennen.

Im einzelnen ergaben sich von den alphabetisch geordneten Gruben folgende Wasseranalysen-Befunde:

Betriebsabteilung Ameise:

Zwei auf der 5a-Sohle (290 m = + 85,4 N.N.) entnommene Proben (Anal.76: Richtstr. nach Mathias, Mittel Hammel und Lamm, ca. 40 m nördl. PP 20; Anal.77: Strecke nach Prinz Friedrich, ca. 55 m vor PP 21) führten bei den Kationen überwiegend Erdalkalien; bei den Anionen unterschieden sie sich wesentlich durch einmal fast fehlenden, das andere Mal vorherrschenden Sulfatgehalt. Im sulfathaltigen neutralen Wasser waren Eisen- und Mangangehalte vorhanden. Eine weitere, auf der gleichen Sohle in der Richtstrecke nach Silberquelle, ca. 95 m vor PP 132 entnommene Probe (Anal.78), deren schwach saures Wasser beim Auffahren der Kluft unter Druck austrat, brachte einen leicht erhöhten Natriumgehalt. Sulfate fehlten ganz. Auf der 14.Sohle (890 m = -499,2 N.N.) wurde auf der Gangstrecke nach Norden, ca. 80 m vom Schacht, aus der Rolle eines seit Jahren aufgelassenen Abbaus ein Wasser mit überwiegendem Natriumgehalt gefunden (Anal.79), bei dem, trotz des Austritts in der Gangzone, keine Sulfate nachzuweisen waren. An der Temperatur wurde nichts Bemerkenswerthes festgestellt.

Grube Anxbach (bei Neustadt/Wied):

Die Grube ist auf der Uebersichtskarte nicht eingezeichnet, da sie ausserhalb und weit westlich des eigentlichen Arbeitsgebietes liegt. Auf ihren oberen Sohlen wurden und werden Bleiglanz- und Zinkblendevorkommen abgebaut, die nach der Teufe hin in stark gestörte Spateisensteinmittel übergehen. Aus einer abgedämmten Strecke auf der Stollensohle (- 228 m = + 132,7 N.N.), deren Wasser zur Kompressorkühlung dient, wurde Probe 57 entnommen und ein saures, eisenhaltiges Erdalkalihydrogenkarbonat-Wasser mit geringen Sulfatmengen gefunden. Auch die auf der 230 m-Sohle (- 458 m = - 96,6 N.N.) entnommenen Wässer (Anal. 58, 59 und 60) zeigten dieselbe Ionenverteilung, bei der allerdings Sulfate fast ganz, Eisen und Mangan entsprechend dem schwach alkalischen Befund, völlig fehlten.

Betriebsabteilung Brüderbund:

Auf der 14. Sohle (950 m = - 682,7 N.N.), Untersuchungsstrecke nach Südwest, 39 m nordöstlich PP 110, wurde aus einer stark wasserführenden Kluft, die reiche Eisenhydroxydausscheidungen aufwies, ein alkalisches, überwiegend Natriumhydrogenkarbonat enthaltendes Wasser entnommen (Anal. 74). Eine Probe von der 16. Sohle (1070 m = - 803,2 N.N.) aus dem 1. Querschlag des Gangunterfahrens ergab eine alkalische Magnesium-Natrium-Sulfat-Hydrogenkarbonat-Mineraltherme (Anal. 75). In Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Analyse 74 zeigen die von BORNHARDT mitgeteilten Analysen (22, 23) einen hohen Alkaligehalt ohne jede Chloriderhöhung.

Grube Eisenzecher Zug (bei Eiserfeld):

Auf dieser Grube lag die tiefste Entnahmestelle von allen untersuchten Wässern. Die beiden von der 1130 m-Sohle (- 1368 m = - 899,68 N.N. und - 897,46 N.N.) entnommenen Proben (Gangmittel Kirschenbaum, am abgesetzten Hauptschacht, Richtstr. nach Norden, östl. Stoss- Anal. 70; 4. Mittel Eisenzeche

am Blindschacht 8 - Anal.71) unterscheiden sich in der Grösse ihres Gesamtlösungsinhalts um das Vierfache. Im Mineralgehalt, der in der Hauptmenge aus Erdalkalisulfaten bestand, herrschte grössere Uebereinstimmung. Die eine saure Probe enthielt Mangan und Spuren von gelöstem Eisen.

Eine vom Oeffentlichen Chemischen Untersuchungsamt in Siegen ausgeführte Analyse aus dem Kaltebornort im Reinhold Forster-Erbstollen (+ 223,731 N.N.) und eine von BORNHARDT zitierte Analyse von der 350 m-Sohle (- 120,24 N.N.) (21) zeigen keine wesentlichen Unterschiede im Mineralgehalt der Wässer.

Grube Eisernhardter Tiefbau (bei Eisern):

Hier wurde ein schwach saures manganhaltiges Erdalkali-hydrogenkarbonatwasser mit leicht erhöhtem Natrium- und Sulfatgehalt auf der 3.Sohle (200 m-Sohle = + 85,0 N.N.), Strecke nach Michelsberg vorgefunden (Anal.72). Von der 5.Sohle (290 m-Sohle = - 16,6 N.N.), Strecke nach Hohe Burg, etwa 20 m östlich PP 38, nördlicher Stoss, stammte ein alkalisches Erdalkalihydrogenkarbonatwasser mit grösserem Chlorid-Anteil (Anal.73).

Nach BORNHARDT (25) trat auf der 7.Sohle (390 m-Sohle = - 117,0 N.N.) ein Alkalisulfat-Mineralwasser aus.

Grube Friedrich (bei Steckenstein):

Das vom stärksten Wasseraustritt der Grube auf der 13.Sohle (580 m-Sohle = - 344,73 N.N.) Ende der Strecke Felsenberg-Concordia (nach Grube Vereinigung), entnommene Wasser (Anal.24) führte fast ausschliesslich Natriumhydrogenkarbonate und in stark erhöhtem Mass Chloride. Eine weitere von der gleichen Sohle (Querschlag zur nordwestl.Fortsetzung des Gangzugs Friedrich bei PP 70) stammende Probe (Anal.42) zeigte fast die gleiche Zusammensetzung, aber mit noch höherem Chloridgehalt. Im Gesamtwasser aller über der 11.Sohle (470 m-Sohle = - 236,7 N.N.) gelegenen Sohlen überwogen dagegen bei weitem die Erdalkalisulfate, zu deren Gunsten auch der Chloridgehalt entsprechend niedriger war (Anal.

41). Das Gesamtwasser der Grube (Anal.26), das im Erbstollen entnommen wurde, glich weitgehend dem Wasser des stärksten Austritts. BORNHARDTs Analyse von der 8.Sohle (320 m-Sohle = - 84,3 N.N.) (36) deutet auf ein Mischwasser aus vom Gang beeinflussten erdalkalisulfathaltigen und Natrium-Hydrogenkarbonat-Chlorid führenden Wässern hin.

Grube Füsseberg und Friedrich Wilhelm (bei Biersdorf):

Füsseberg: Das Wasser der Probe 56, dessen Austritt auf der 16. Sohle (- 505,71 N.N.) Richtstrecke nach Süden, 30 m südlich Querschlag 17 lag, enthielt weit überwiegende Natriummengen, an die hauptsächlich Hydrogenkarbonat und Sulfat gebunden waren. Von der 17. Sohle (- 558,39 N.N.) stammte ein Natrium-Magnesium-Sulfat-Hydrogenkarbonat Mineralwasser (Therme) - Analyse 55. In beiden alkalischen Wässern hatte sich Sphaerotilus am Austritt angesiedelt.

Eine leichte Erhöhung des Alkalianteils ist in der umgerechneten Analyse (31) von BORNHARDT im Wasser der 364 m-Sohle (= - 76,72 N.N.) von Friedrich Wilhelm festzustellen.

Grube Georg (bei Willrotherhöhe):

Aus denselben Gründen, die für Grube Anxbach angeführt wurden, ist auch diese Grube nicht auf der Uebersichtskarte aufzufinden. Das hauptsächlich auf der 640 m-Sohle (= - 305,69 N.N.) zulaufende Wasser wurde an mehreren Stellen entnommen: Untersuchungsstrecke nach Westen, Querschlag zur Bohrung G 28 (Anal.62); an der gleichen Stelle aus dem Bohrloch G 30 (Anal.90) und aus dem Bohrloch G 28 (Anal.63). Der Chemismus aller drei Wässer stimmte weitgehend überein. Es handelte sich um schwach alkalische eisen-, mangan- und sulfatfreie Erdalkalihydrogenkarbonatwässer mit leicht erhöhtem Natriumgehalt. Ein Magnesium-Calcium-Sulfat-Hydrogenkarbonat-Mineralwasser (Therme) wurde auf der 680 m-Sohle (= -345,70 N.N.) aus dem Gangunterfahren des Liegenden Ganges, Girmscheider Strecke bei Querschlag Nr.180 angetroffen (Anal.64).

Die von BORNHARDT von der 305 m-Sohle (+ 29,34 N.N.) beschriebene Analyse (41), die nach der Umrechnung in die Ionentabelle vom Verfasser ergänzt wurde, weicht durch den überwiegenden Alkali- und erhöhten Chloridgehalt erheblich von den anderen Befunden ab. Der Lösungsinhalt ist dabei um das Eineinhalbfache des Abdampfrückstandes erhöht, was bei (errechneten) Alkalisalzen (Hydrogenkarbonate und Chloride) auf eine fehlerhafte Analyse hindeutet.

Grube Geyersecke :

Das von Herrn Inspektor Wurm im Gangbereich der 40 m-Sohle (+ 179,35 N.N.) entnommene saure Wasser enthielt neben grösseren Eisen- und Manganmengen vorherrschend Erdalkalisulfate; auch hier war ein leicht erhöhter Natriumgehalt festzustellen (Anal.68).

Grube Grosse Burg (bei Neunkirchen) und Grube Martinshardt (im Leimbachtal)

waren in der Untersuchungszeit noch nicht wieder befahrbar.

Grube Mocke:

Die auf der 1.Sohle (- 104,5 m = + 216 7,N.N.) zusitzenden Wassermengen werden in einer abgedämmten Strecke gestaut und nach einer "Mikrophos"-Aufbereitung für die Trinkwasserversorgung von Siegen-Lindenberg und Kaan-Marienborn verwendet. Eine Entnahme aus dem Stauraum war dem Verfasser nicht möglich. Von der tiefsten, der 3.Sohle (234 m S. = + 86,7 N.N.) waren nur sehr geringe, nicht für eine Entnahme geeignete Mengen bekannt. Eine vom Oeffentlichen Chemischen Untersuchungsamt (Siegen) entnommene und untersuchte Probe (18.6. 1953) von der 1.Sohle ergab ein saures, mangan- und eisenhaltiges Erdalkali-Hydrogenkarbonat-Chlorid-Wasser.

Grube Neue Haardt (bei Weidenau /Sieg):

In dieser, im allgemeinen trockenen Grube wurde auf der 975 m-Sohle (= - 704,0 N.N.) im Gangmittel Spandau beim Gangfirsten eine Tropfwasserprobe entnommen (Anal.65), die den grössten Gesamtlösungsinhalt (5531 mg/l) aller untersuchten Wässer aufwies (mit Ausnahme des Sonderfalls von Grube Wolf: 75280 mg/l). Trotz des verhältnismässig hohen Gehaltes an freier Kohlensäure reagierte das Wasser alkalisch. Seinem Mineralgehalt entsprechend ist es als Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat-Mineralwasser (Therme) zu bezeichnen (Tafel Nr. IX, Abb.2).

Für diese Grube hat BORNHARDT, seiner Fragestellung entsprechend, die meisten Wasseranalysen ausführen lassen. Von den fünf zitierten Analysen (6 bis 10) sind aber nach rechnerischer Ueberprüfung nur die Analysen 7 und 8 in vollem Umfang auszuwerten. Beide Analysenproben, die aus dem Eisenglanz und Rotspat führenden Gangbereich der 410 m-Sohle (= 141,2 N.N.) entnommen worden sind, weisen höhere Sulfat- als Chloridgehalte auf; auch ist ihr Alkaligehalt nicht so extrem erhöht wie in der Probe 65 des Verfassers. Auf Grund dieser Verhältnisse und der Analysenbefunde der übrigen Analysen von Grube Neue Haardt schloss BORNHARDT auf den bereits oben erwähnten verschiedenen Ursprung der Sulfat- und Chloridgehalte.

Grube Pfannenberger Einigkeit (bei Salchendorf):

Erdalkalisulfatreiche Wässer, die in beiden Fällen Mangan, in einem auch Eisen enthielten, fanden sich auf der 960 m-Sohle (= - 594,5 N.N.), Strecke nach Frauenberg, 5 m westlich PP 222 (Anal.66) und auf der 1070 m-Sohle (= - 705,63 N.N.), im Abbau 14 am Hangenden Gang (Anal.69). BORNHARDTs Analyse (26) weist ebenfalls überwiegend Erdalkalisulfate auf.

Borhloch V 7 (Anal.48) und auf der 1000 m-Sohle (- 720,2 N.N.) Querschlag nach Westen bei PP 364 entnommenen Proben stimmen in ihrem Mineralgehalt fast völlig überein. Die Wässer enthielten hauptsächlich Erdalkalihydrogenkarbonate mit

Grube San Fernando (bei Herdorf/Sieg):

Es wurden von mehreren Sohlen Wasserproben entnommen, deren Chemismus-Änderung nach der Teufe hin besprochen werden soll:

- Anal. 52 - 600 m-Sohle (= - 310,88 N.N.), Strecke nach Grosse Burg, 2. Mittel Garibaldi
- Anal. 87 - 600 m-Sohle (= - 310,88 N.N.), Strecke nach Grosse Burg, 3. Mittel Garibaldi (in der Nähe des Basalts)
- Anal. 54 - 710 m-Sohle (= - 420,99 N.N.), Strecke zum Hauptgang
- Anal. 50 - 770 m-Sohle (= - 481,07 N.N.), Umbruchstrecke nach Norden, Streckenende (Wasseraustritt erfolgt unter Druck)
- Anal. 51 - 830 m-Sohle, (= - 541,20 N.N.), Gangmittel Bernhard und Wolf, 40 m von PP 479
- Anal. 49 - 930 m-Sohle (= - 640,88 N.N.), Gangmittel Leopoldzeche II, etwa 70 m vom Blindschacht.

Die Gesamtlösungsinhalte stiegen mit zunehmender Teufe kontinuierlich an (mit Ausnahme von Probe 52, die vermutlich sehr rasch durch das Gebirge floss). Der p_H -Wert bewegte sich im schwach alkalischen bis schwach sauren Bereich und nahm nach der Teufe hin ab. Dementsprechend waren Mangangehalte erst auf den unteren Sohlen nachzuweisen. Bei Probe 51 kam der Natriumgehalt dem der Erdalkalien fast gleich, Sonst überwogen stets die Letzteren. Ausgenommen Probe 49 waren Hydrogenkarbonate in der Ueberzahl gegenüber Sulfaten und Chloriden vorhanden. An den Temperaturen war nichts Auffallendes festzustellen.

Grube Vereinigung (bei Katzwinkel):

Die beiden, auf der 660 m-Sohle (- 381,8 N.N.), Strecke nach Reutersbruch, etwa 1000 m östlich Blindschacht 4 am Borhloch V 7 (Anal. 48) und auf der 1000 m-Sohle (- 720,2 N.N.) Querschlag nach Westen bei PP 364 entnommenen Proben stimmten in ihrem Mineralgehalt fast völlig überein. Die Wässer enthielten hauptsächlich Erdalkalihydrogenkarbonate mit

schwach erhöhtem Natriumanteil. Der p_H -Wert der Probe von der 1000 m-Sohle lag, einem grösserem freien Kohlensäurehalt entsprechend, tiefer als der der 660 m-Sohle; es traten Spuren von gelöstem Mangan auf.

Der von BORNHARDT wiedergegebenen Analyse von der 460 m-Sohle (- 183,8 N.N.) (38) kann nach erfolgter Umrechnung in die Ionentabelle aus den gleichen Gründen, die für die Analysen von Grube Georg angeführt wurden, nur bedingt Glauben geschenkt werden. Der Chloridgehalt der Analyse stimmt mit den Analysenbefunden der Analyse 47 und 48 gut überein.

Grube Wingertshardt (bei Vosswinkel):

Die im Raum von Grube Eupel und Friedrich gelegene Grube führte an den Austritten auf der 480 m-Sohle, (-305,7 N.N.), Hauptquerschlag der Untersuchungsstrecke zum Nordgang (Anal.45) und der 700 m-Sohle, (525,4 N.N.) im Gang Wingertshardt, etwa 120 m vom Füllort (Anal.46) Natrium-Hydrogenkarbonat-Chlorid-Thermalwasser, die durch eine über der nach der normalen geothermischen Tiefenstufe zu erwartenden Temperatur auffielen. Im neutralen Wasser des höher liegenden Austritts fanden sich Manganspuren. Das Wasser der tiefsten Sohle war alkalisch und schwermetallfrei. Sphaerotilus hatte sich nur im alkalischen Wasser angesiedelt.

Grube Wolf (bei Herdorf/Sieg)

wurde kurze Zeit nach dem Stümpfen der untersten Sohlen befahren. Auf der tiefsten Sohle (550 m-Sohle = 212,75 N.N.), Richtstrecke nach Süden, etwa 25 m vom Schacht am westlichen Stoss lief ein für diese Teufe mineralarmes und kühles Erdalkalihydrogenkarbonatsulfat-Wasser mit erhöhtem Natriumgehalt zu (Anal.89).

Ein in der Richtstrecke nach Süden, etwa 7 m vor dem Querschlag nach Bernhard auf der 500 m-Sohle (- 163,79 N.N.) an der Firste austretendes Wasser fiel durch Schäumen beim Auftreffen auf der Sohle und durch intensive Grünfärbung auf.

Das etwa 0,2 m neben der Auftropfstelle verlagte Goleise war am Schienenkopf halbkreisförmig zerstört (korrodiert). Der Geschmack des Wassers war gallig bitter. Das Untersuchungsergebnis, das als Beispiel für eine mögliche Veränderung der Wasser durch den Aufschluss eines Grubenbetriebes gelten soll, ist in Abschnitt E 4 besprochen (Anal.88 und Tafel IX, Abb.1).

Die Analysen wurden entsprechend der Herkunft der Wasser ausnahmsweise gestellt und durchgehend nummeriert (Tabelle Nr. VII, 1-27).

Es stammen die Proben (Nr.) aus:

- 1 bis 3 - Gruben verschiedener Lage
- 4 bis 15 - Stollen verschiedener Lage
- 16 bis 21 - Sammelbehältern, Quellsammern und Quellsamungen.
- 22 bis 25 - ungefassten Quellen und Sickerleitung
- 26 bis 27 - Bohrungen

im Raum von Siegen, Daden und Betzdorf.

Nur bei der graphischen Auswertung im "Vierecksdiagramm" (Tafel Nr.VII, Abb.2) konnten alle Analysen eingetragen werden; im "Dreiecksdiagramm" (Tafel Nr.VIII, Abb.3) fielen diejenigen Analyseergebnisse aus, deren Erdalkalibefunde als Summe von Calcium und Magnesium (in $^{\circ}\text{dH}$) angegeben waren.

Die untersuchten Wasser stammen, bis auf wenige Ausnahmen, aus oberflächennahen Austritten. Ihre Gewinnung hängt meist mit dem Bergbau zusammen, d.h. ihr Einzugsgebiet liegt in der Nähe von Erzvorkommen. Es überwiegt der Charakter von Erdalkali-Hydrogencarbonat-Chlorid-Wässern, wenn auch die

e) Oberflächennahe Wasser (Tabellen Nr.VI; 1-27)

Zur Ergänzung des Ueberblicks über den Chemismus der Wasser im Gebiet des Siegerländer Erbergbaus übernahm der Verfasser etwa dreissig Analysenergebnisse, die zum Gross-
teil aus dem Archiv des Oeffentlichen Chemischen Untersu-
chungsamtes in Siegen stammen. Wie schon im Abschnitt C 1
beschrieben, waren diese Befunde für eine Auswertung ent-
sprechend umzurechnen. Dabei wurden die, vom Oeffentlichen
Chemischen Untersuchungsamt aus der Differenz zwischen der
Summe der Sesquioxyde und der Summe der Schwermetalle gefun-
denen Aluminiumgehalte nicht berücksichtigt, da ansonsten
in vielen Fällen die Millival-Summe der Kationen (ohne Alka-
lien) die der Anionen überschritten hätte. Im übrigen war
bei eigenen, stichprobenweise ausgeführten Bestimmungen (mit
Hämatoxylin nach GAD und NAUMANN) Aluminium praktisch nicht
nachzuweisen.

Die Analysen wurden entsprechend der Herkunft der Wäs-
ser zusammengestellt und durchgehend nummeriert (Tabelle Nr.
VI, 1-27).

Es stammen die Proben (Nr.) aus:

- | | |
|--|------------------|
| 1 bis 3 - Gruben verschiedener Lage | } ausser Betrieb |
| 4 bis 15 - Stollen verschiedener Lage | |
| 16 bis 21 - Sammelbehältern, Quellkammern und Quellfassungen | |
| 22 bis 25 - ungefassten Quellen und Sickerleitung | |
| 26 bis 27 - Bohrungen | |
- im Raum von Siegen, Daaden und Betzdorf.

Nur bei der graphischen Auswertung im "Vierecksdiagramm"
(Tafel Nr.VII, Abb.2) konnten alle Analysen eingetragen wer-
den; im "Dreiecksdiagramm" (Tafel Nr.VIII, Abb.3) fielen die-
jenigen Analysenergebnisse aus, deren Erdalkalibefunde als
Summe von Calcium und Magnesium (in $^{\circ}\text{dH}$) angegeben waren.

Die untersuchten Wasser stammen, bis auf wenige Ausnah-
men, aus oberflächennahen Austritten. Ihre Gewinnung hängt
meist mit dem Bergbau zusammen, d.h. ihr Einzugsgebiet liegt
in der Nähe von Erzvorkommen. Es überwiegt der Charakter von
Erdalkali-Hydrogenkarbonat-Chlorid-Wässern, wenn auch die

KELLER-HAPPENNEGER (1951) beschriebenen hydrochemischen Ver-
hältnissen des südlichen Bergischen Landes, das im Norden und

Sulfatgehalte öfters an die 40 mval %-Grenze heranreichen. Ein fast völlig sulfatfreies Wasser war unter den vorhandenen Analysenergebnissen nur ein einziges Mal (Anl. 23-Quellbach) anzutreffen.

Der p_H -Wert der Wässer bewegte sich im Bereich zwischen 5,8 (Anal.23) und 7,9 (Anal.11), wobei schwach saure Wässer überwogen. Sämtliche Wässer führten Eisen in gelöster Form (bei Anal.18 wurde keine Schwermetalluntersuchung vorgenommen); Mangangehalte waren weniger häufig anzutreffen.

Das kälteste Wasser hatte eine Austritt-Temperatur von $6,7^{\circ}\text{C}$ (Anal.24), das wärmste von $16,0^{\circ}\text{C}$ (Anal.3).

Die durch die Umrechnung in die Ionentabelle erhaltenen Gesamtlösungsinhalte lagen meist zwischen 100 und 300 mg/l; Probe 3 (aus Grube Storch und Schöneberg) zeigte zur Untersuchungszeit ein Magnesium-Calcium-Sulfat-Mineralwasser.

Durch den vorherrschenden Gehalt von Alkali-Chloriden und Hydrogenkarbonaten fällt das Wasser aus der Pumpstation "In der Eisenhut" (Anal.25) auf.

Eine Berechnung der Analysenergebnisse in deutschen Härtegraden nach dem Schema:

Millival-Summe der Kationen . $2,8 = {}^{\circ}\text{dGH}$

- Millival der gebundenen Kohlensäure . $2,8 = {}^{\circ}\text{dKH}$

Differenz $= {}^{\circ}\text{dNKH}$

ergab folgenden Befund (Tabelle Nr.VII):

Von 27 ausgewerteten Analysen waren die Wässer nach ihrer Gesamthärte zu bezeichnen als

sehr weich	(0 - 4 ${}^{\circ}\text{dGH}$)	= 12 Wässer
weich	(4 - 8 ")	= 8 "
mittelhart	(8 - 12 ")	= 5 "
ziemlich hart	(12 - 18 ")	= 1 "
hart	(18 - 30 ")	= 0 "
sehr hart	(über 30 ")	= 1 "

Die Karbonathärte überstieg bei 17 von 27 Wässern die Hälfte der Gesamthärte.

Diese Ergebnisse decken sich weitgehend mit den von KELLER-HAFFENEGGER (1951) beschriebenen hydrochemischen Verhältnissen des südlichen Bergischen Landes, das im Norden und

Westen an das in dieser Schrift behandelte Gebiet grenzt. Hier wie dort sind es in der überwiegenden Mehrzahl sehr weiche und weiche Wässer, die in der Regel Eisen, seltener Mangan führen. Der Uebergang von oberen Siegener Schichten in unteres Mitteldevon bewirkt dabei, bedingt durch die verhältnismässig eintönige petrographische Beschaffenheit, praktisch keine Aenderung der hydrochemischen Verhältnisse. Der Bemerkung "Im allgemeinen kann aber mit einer Zunahme der Gesamthärte in grösserer Tiefe gerechnet werden" auf der Hydrochemischen Karte von KELLER-HAFFENNEGGER stimmt der Verfasser auf Grund der ausgeführten Untersuchungen gerne zu.

Kohlensäure (CO_2)	2,4 %
Sauerstoff (O_2)	0,4 %
Kohlenwasserstoffe ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$)	12,9 %
Stickstoff (Stickstoff)	84,3 %
	<hr/> 100,0 %

Qualitative Prüfung: sauer - CO_2

Zur näheren Untersuchung der Kohlenwasserstoffe (mittels Molekulargewichtsbestimmung) und des Stickstoffs auf Ed-3-gehalt, wurde am 25.2.53 an der gleichen Stelle eine weitere Probe entnommen und verschickt.

Das Untersuchungsergebnis dieser Untersuchung blieb, bis auf ca. 2 % Edelgase, die vom Stickstoff abzuscheiden waren, das gleiche. Bei den Kohlenwasserstoffen handelt es sich um Methan (CH_4).

Da es der BASF zum damaligen Zeitpunkt noch nicht möglich war, eine quantitative Edelgasanalyse auszuführen, wandte sich der Verfasser an die Gesellschaft für Linde's Eis-maschinen AG., die in einer am 17.12.53 entnommenen Probe einen Gehalt von 1,2 % Helium fand. Andere Edelgase waren nicht nachweisbar (Schreiben vom 2.2.54).

Esmit ergibt sich folgendes Gesamtbild des Gangemisches unter Berechnung in Luftfreiheit über den Sauerstoffgehalt:

3. Freie Gase

Bei der Wasserprobenentnahme für die Analyse 22 auf Grube Eupel 480 m-Sohle-Revier Glückstern (Messpunkt I auf dem Sohlenriss in Tafel Nr.V) fiel dem Verfasser auf, dass durch den in die Kluft eingeführten Schlauch nicht nur Wasser, sondern auch Gasbläschen und -blasen in die Entnahmeflasche gelangten, bei denen es sich, rein beobachtungsmässig, nicht um mitgerissene Luft handeln konnte. Um die Frage: Luft oder Gas zu klären, wurde erstmalig am 28.1.1953 nach der in Abschnitt C 3 beschriebenen Weise eine Probe entnommen, und zur Untersuchung an die BASF gesandt.

Die Untersuchung brachte folgendes Ergebnis:

freie Kohlensäure (CO_2)	2,4 %
Sauerstoff (O_2)	0,4 %
Kohlenwasserstoffe ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$)	12,9 %
Rest (Stickstoff)	84,3 %
	<hr/>
	100,0 %

qualitative Prüfung: sauer - CO_2

Zur näheren Untersuchung der Kohlenwasserstoffe (mittels Molekulargewichtsbestimmung) und des Stickstoffs auf Edelgasgehalt, wurde am 25.2.53 an der gleichen Stelle eine weitere Probe entnommen und verschickt.

Das Gesamtergebnis dieser Untersuchung blieb, bis auf ca. 2 % Edelgase, die vom Stickstoff abzuziehen waren, das gleiche. Bei den Kohlenwasserstoffen handelte es sich um Methan (CH_4).

Da es der BASF zum damaligen Zeitpunkt noch nicht möglich war, eine quantitative Edelgasanalyse auszuführen, wandte sich der Verfasser an die Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG., die in einer am 17.12.53 entnommenen Probe einen Gehalt von 1,2 % Helium fand. Andere Edelgase waren nicht nachweisen (Schreiben vom 2.2.54).

Somit ergibt sich folgendes Gesamtbild des Gasgemisches unter Umrechnung in Luftfreiheit über den Sauerstoffgehalt:

Analysenergebnisse:

luftfrei:

Stickstoff (N_2)	83,1 %	81,7 %	83,2 %
Mathan (CH_4)	12,9 %	12,9 %	13,1 %
Kohlensäure (CO_2)	2,4 %	2,4 %	2,5 %
Helium (He)	1,2 %	1,2 %	1,2 %
Sauerstoff (O_2)	0,4 %		
	100,0 %	98,2 %	100,0 %
			=====
	Luft	1,8 %	
		100,0 %	

Um einen ungefähren Anhalt über die an dieser Stelle mit dem Wasser austretenden Gasmengen zu gewinnen, mass der Verfasser die Wassermenge, die bei halber Gasfüllung durch das Sammelrohr strömte (0,688 l/min.). Aus dem Volumen (252 ml) und der Gesamtfüllzeit (20 min) des Rohres mit Gas ergab sich, dass in einem Liter Wasser ca. 18,7 ml Gas, d.s. rund 1,9 % mitgeführt worden sind.

Ein weiterer Gasaustritt wurde vom Verfasser am 10.2.54 im gleichen Revier der 480 m-Sohle, ca. 25 m südl. des Schachts Glückstern festgestellt, wo Gase aus der Sohle der überfluteten Richtstrecke nahe dem östl. Stoss durch das Wasser aufstiegen. Einen ähnlichen Gasaustritt auf der 390 m-Sohle Glückstern beobachtete Herr stud.ing. WEIGL im Oktober 53.

Herr Obersteiger GISCHLER berichtete, dass sich beim Auffahren der oberen Sohlen von Grube Eupel (besonders der 94m-Sohle) in weiträumigen Quarzklüften, die sehr starke "Anfressungen" zeigten, oft so wenig Sauerstoff befand, dass die Lampen verlöschten. Dieselbe Feststellung wurde 1953 beim Aufwältigen der Richtstrecke nach Süden auf der 300 m-Sohle Glückstern (Richtung Goldkaule) gemacht.

Bei einer Befahrung am 3.12.53 der damals vollkommen trocken gefallen 54 m-Sohle auf Grube Eupel fand der Verfasser beim 2. Querschlag nach Westen in der Rösche eine einzige nasse Stelle, durch die laufend Blasen aufstiegen. In diesem Falle wird es sich wahrscheinlich um von eindrin-

gendem Oberflächenwasser mitgerissenen Luft gehandelt haben, in allen anderen Fällen jedoch wohl um Gase, die in ihrer Zusammensetzung dem Gasgemisch der 480 m-Sohle glichen.

Auf Grund der Beobachtungen auf Grube Eupel suchte der Verfasser beim Befahren der übrigen Siegerländer Gruben das Auftreten von freien Gasen weiter zu verfolgen. Im Rahmen dieser Untersuchungen fand er am 5.5.53 auf der 7. Sohle der Grube Friedrich, in der Richtstrecke nach Osten, eine stark wasserführende Kluft, deren Eisenhydroxyd-Ausscheidungen sich kraterförmig um einen Gasaustritt abgesetzt hatten. Die Gasmengen waren zu gering, um eine Entnahme ausführen zu können. Am 17.8.53 befuhr der Verfasser wiederum Grube Friedrich und schloss eine Befahrung von Grube Wingertshardt an. Auf der Verbundstrecke der beiden Gruben (13. Sohle von Grube Friedrich, entspricht der 520 m-Sohle von Grube Wingertshardt), in der die Geleise aus der Strecke entfernt und diese leicht überflutet war, fiel ca. 15 m südlich PP 101 eine übermässig starke Sphaerotilusverbreitung, die die ganze Sohle teppichartig bedeckte, ins Auge. Bei näherem Hinsehen waren hier eine ganze Reihe von Gasaustritten festzustellen, die mit einer ungefähr der Strecke parallelen Kluft in Beziehung standen. Die Kluft führte Quarz und Bitterspat (von aussen nach innen betrachtet). Eine Probenentnahme erfolgte am 22.8.53. Die Untersuchung, ausgeführt von der BASF, brachte die gleichen Ergebnisse, wie sie von Grube Eupel bekannt waren. Die Entfernung zwischen den beiden Gruben beträgt etwa 2 km.

Von Herrn Dr. KLÖSS erfuhr der Verfasser vom Vorhandensein eines Gasaustritts auf Grube Füsseberg. Die zu dieser Grube gehörende Anlage Friedrich Wilhelm führte nach Aussagen von Herrn Obersteiger HELD im Florzer Gangmittel an einer mehrere Sohlen (404, 444, 494 und 544m-Sohle) zu verfolgenden Kluft Gase.

Ebenso waren auf Grube Wolf, hauptsächlich auf der 400 m-Sohle, im Querschlag 5 zum Haupt- (Wolfs-) Gang, grössere Gasmengen ausgetreten, die von Herrn Obersteiger HELD vor Jahren in drei Flaschen aufgefangen worden waren,

die "später nur mit Gewalt geschlossen gehalten werden konnten". Ueber die Untersuchungsergebnisse ist nichts mehr bekannt, doch deutet letztere Bemerkung auf freie Kohlensäure hin.

Auf der 15.Sohle der Betriebsabteilung Ameise wurde früher, nach Berichten eines Steigers, in der Rösche austretendes Gas beobachtet, das nach dem Auffahren der 16.Sohle verschwand.

Auf der während der Untersuchungszeit noch nicht wieder befahrbaren Grube Grosse Burg entnahm HENCKE (1934) Gasproben, in denen 90 % Stickstoff und 7,7 % Methan nachgewiesen wurden. BORNHARDT bemerkt 1912, "dass Ausströmungen freier Kohlensäure ebenso selten sind wie aufsteigende Wässer". Ausser dem Aufsteigen freier Gase an einer Wasserprobenentnahmestelle auf Grube Neue Haardt war ihm aus dem Siegerland nur ein Fall aus der Literatur bekannt (BISCHOF: Chem.Geologie, 2.Aufl.Bd.I, S.672). Es handelte sich um Ausströmen von vermutlich geringen Mengen freier Kohlensäure beim Durchfahren einer 2-3 Zoll weiten offenen Kluft in einem Eisensteingangmittel des Reinhold Forster Erbstollen bei Eisfeld, der heute zur Grube Eisenzecher Zug gehört.

4. Feste Wasserausscheidungen.

Auf den oberen Sohlen und in Strecken, die selten befahren werden, hat das Wasser Gelegenheit, ungestört grössere Mengen fester Stoffe in Form von krustenartigen Ueberzügen, oder als Stalagmiten und Stalaktiten auszuscheiden. Ebenso findet man in den Röschen der oberen Sohlen dezimeterdicke Eisenhydroxyd- und Mangandioxyd-Ablagerungen, die, bedingt durch stark wechselnde Wasserführung, Trockenrisse aufweisen, welche auch bei erneuter Ueberflutung erhalten bleiben.

Bei diesen festen Ausscheidungen kann man zwei verschiedene Gruppen unterscheiden. Einmal solche, die verhältnismässig wenig Calciumkarbonat, dafür hauptsächlich Eisenhydroxyd und Mangandioxyd enthalten, leicht zerbrechlich und meist feinschalig in stalagmitischer bzw. stalaktitischer Form aufgebaut sind. Zum anderen sind es kristallisierte flächige Calciumkarbonatausscheidungen, die durch Schwermetallgehalte verschiedene Verfärbungen aufweisen. Dabei handelt es sich bei Schwarzfärbung um Mangan-, bei Rotfärbung um Eisen-, bei Grün- und Blaufärbung um Kupfer- und bei Rosafärbung um Kobaltbeimengungen.

Die immerhin recht intensive Rosafärbung einer Probe von der 480 m-Sohle Grube Eupel, Richtstrecke nach Süden, im Querschlag 22, wurde nach einer Bestimmung der BASF durch 0,167 % Kobalt hervorgerufen.

Der Grossteil der an verschiedenen Stellen des Grubengebäudes Eupel entnommenen Proben war als Aragonit, nur wenig in der calcitischen Modifikation kristallisiert. Die Ursache dafür bilden wohl die Lösungsgenossen in den Wässern, die gewöhnlich einen gegenüber dem Calcium erhöhten Magnesiumgehalt besitzen.

Im Füllortbereich der 94 m-Sohle von Grube Eupel fand der Verfasser Stoss und Firste mit Gips- und Bittersalzkristallen überzogen, die sich aus dem stark calcium- und magnesiumsulfathaltigen Tropfwässern ausgeschieden haben.

5. Organismen

Bei allen Wasseraustritten auf Grube Eupel, deren Wasser einen p_H -Wert grösser als 7,5 hatten, fand der Verfasser schleimige, gelartige Massen vor, die sich flächenhaft oder strahlig entlang der Wasserriesel, oder von der Firste in Zapfenform hängend, mit schwarzer, roter und weisser Färbung oder auch farblos ausbreiteten. Waren alle Farben vorhanden, konnte stets die gleiche Schichtung in der Reihenfolge rot-weiss-schwarz von der Strecke zum Stoss beobachtet werden.

Die ursprüngliche Annahme, dass es sich dabei um rein anorganische Wasserausscheidungen, vor allem silikatischer Natur handle, wurde durch zwei Analysen (ausgeführt von der BASF im Februar 1953) widerlegt:

Entnahmeort: Grube Eupel, 480 m-Sohle, Revier Glückstern,
Richtstrecke nach Süden, etwa 50 m südlich
Schacht Glückstern.

1. Farbe: weisslich-gelb

Organische Substanz und Wasser (Wasser maximal ca. 10 %)	91,65 %
---	---------

Asche	8,35 %
-------	--------

bezogen auf die bei 105°C getrocknete Substanz.

Asche: viel	$CaCO_3$
weniger	Fe (und Al)- gemeinsame Fällung
etwas	PO_4
ger.Mengen	SiO_2
Spuren	Mn

2. Farbe: dunkel

Organische Substanz und Wasser (Wasser maximal ca. 10 %)	89,02 %
---	---------

Asche	10,98 %
-------	---------

Die Bestimmung dieser "organischen Substanz" übernahm freundlicherweise Herr Dr. KÜHLWEIN (Karlsruhe), die der weiter unten angeführten Organismen Herr Prof. STAMMER (Erlangen). Es handelte sich um Massen des "Abwasserpilzes" Sphaerotilus sp. (SCHMASSMANN: nicht "Pilz", sondern Abwasser-Bakterium). Ausser der p_H -Wert-Abhängigkeit, die als verlässlicher "Grobin-

dikator" benutzt wurde, war bei den Organismen ein intensiver Schwefelwasserstoffgeruch zu bemerken, der wohl auch die Ausfällung und damit verbundene Schwarzfärbung des Eisens als Eisensulfid bewirkt hatte.

Der Schwefelwasserstoff konnte entweder aus Sulfaten von Organismen gebildet worden sein und im Wasser gelöstes oder mitgeführtes Eisen als Sulfid ausgefällt haben (auf der innersten "Tapete", wo weitgehend Luftabschluss herrscht) oder, aus dem Wasser stammend, das vom Organismus festgehaltene Eisenhydroxyd umgefällt haben. Da sich nach der Entnahme von durch Eisenhydroxyd rot gefärbten Bakterienmassen nach einer gewissen Zeit, im verschlossenen Probeglas, ein Verschwinden der Rotfärbung zu Gunsten der Schwarzfärbung zeigte, nimmt der Verfasser die erstere Möglichkeit an, zumal sich im Probewasser, das nach Entfernen des "Pilzes" entnommen wurde, auf chemischem Weg (mit Cadmiumacetat) kein Schwefelwasserstoff nachweisen liess. Der "Pilz" ist wahrscheinlich farblos; die weisse Färbung kann vom Calciumkarbonatgehalt oder von Gaseinschlüssen (CO_2) hervorgerufen werden.

Die Verbreitung von *Sphaerotilus* konnte auf anderen, auch alkalische Wässer führenden Siegerländer Gruben nicht im gleichen Umfang wie auf Grube Eupel festgestellt werden.

Es ist hinreichend bekannt, dass sich in Gruben eine umfangreiche Fauna und Flora entwickeln kann, die vor allem mit dem zum Ausbau benötigten Holz unter Tage gelangt. So fanden sich an vielen Wasseraustritten Fliegen und Spinnen (darunter die in Höhlen häufig anzutreffende Porrhoma pygmaeum (SIMON) = forma proserpina (SIMON), manchmal auch Raupen und Würmer, die nicht näher bestimmt worden sind.

Beachtenswert dagegen war eine, nur auf Grube Eupel festgestellte Verbreitung der süd- und westeuropäischen Wasserlungenschnecke Physa acuta (DRAPARNAUD). Am häufigsten treten diese Tiere auf der 480 m-Sohle im Revier Glückstern an der gleichen Stelle auf, die durch den Austritt von Gasen (u.a. methanführend) und einer Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat Therme (Abschnitt D 2a u. D 3) bereits bekannt ist. Das Wasser, in dem die Tiere meist an der Unterseite von Berge-

stücken festsitzen, entspricht ungefähr einer 0,1 %igen NaCl-Lösung mit einer Temperatur von rund 30°C. Ihre Gesamtzahl ist mit vielen tausend Exemplaren nicht zu hoch geschätzt, und mit dem Fehlen eines natürlichen Feindes, bei sonstigen günstigen Lebensbedingungen, zu erklären.

Ebenfalls stark verbreitet fanden sich die Schnecken im März 1953 an einem Austritt auf der 420 m-Sohle, der etwa 2 km nördlich von der Entnahmestelle auf der 480 m-Sohle liegt (Abschnitt D 2a, Anal.21). Bei wiederholter Befahrung Ende April 1953 waren jedoch fast alle Exemplare eingegangen und die leeren Gehäuse auf der Sohle angeschwemmt. Die Temperatur hatte sich nur von 20,4 auf 20,6°C verändert und dürfte wohl nicht als Ursache des Absterbens betrachtet werden.

Auf der selten befahrenen 250 m-Sohle wurden in der Rösche, etwa 30 m südlich Schacht Eupel 20 bis 30 Exemplare des Grundwasserkrebsses Niphargus kochianus (BATE) beobachtet. Nach SCHELLENBERG (DAHL, 1942), handelt es sich um eine westliche Tierart, die am Niederrhein, in Belgien und England gefunden worden ist. Das Wasser hatte eine Temperatur von 15°C, einen p_H -Wert von 7,5 und war nach dem Analysenergebnis als Calcium-Natrium-Sulfat-Hydrogenkarbonat-Mineralwasser zu bezeichnen (Abschnitt D 2a, Anal.10).

In einem, auf der 480 m-Sohle etwa 100 m nördlich Schacht Glückstern aufgehängten Plankton-Netz wurden Exemplare von Grundwasser-Copepoden aufgefangen, die von Kluftwasser mitgeschwemmt worden waren.

Bei dem starken Wassereinbruch auf der 13. Sohle von Grube Friedrich (am Ende der Strecke Felsenberg-Concordia) durch das Auffahren einer vermutlich bis nach über Tage durchsetzenden Kluft wurden mit dem eindringenden Wasser (Abschnitt D 2b, Anal.24) tausende Exemplare des Collenbolens Sinella coeca (SCHOTT) in die Strecke geschwemmt. Dieselben Organismen waren regelmässig auf allen Sphaerotilus-Massen vorzufinden.

E · Besprechung und Stellungnahme
=====

zu den Ergebnissen der Wasser -
=====

und Gasuntersuchungen.
=====

1. Grube Eupel:

Trägt man die von allen Sohlen, bis zu einer Teufe von 600 Metern, gewonnenen Analysenergebnisse in ein "Vierecksdiagramm" ein (Tafel Nr.VII, Abb.1), so verteilen sich diese in einer diagonal liegenden Zone, die von extrem erdalkalisulfat- zu extrem alkalihydrogenkarbonatchloridhaltigen Wässern führt. Der dazwischen liegende Bereich ist verhältnismässig dünn besetzt.

Eine nach Kationen und Anionen getrennte Darstellung der Ergebnisse im Dreiecksdiagramm (Tafel Nr.VIII, Abb.1) ergänzt, durch unterschiedliche Bezeichnung der einzelnen Sohlen, die Vierecks-Darstellung dahingehend, dass der erstgenannte Chemismus den oberen, der zweite den unteren Sohlen zukommt.

Dass diese Ergebnisse nicht natürlichen Verhältnissen entsprechen, sondern im Fall der oberen Sohlen durch den Erzgang, bzw. den bergbaulichen Aufschluss beeinflusst worden sind, geht bereits aus den hohen Gesamtlösungsinhalten und dem z.T. schwefelsauren Charakter der Wässer hervor. Auch macht sich hier ein erhöhtes Verhältnis des Magnesiumanteils gegenüber dem des Calcium bemerkbar.

Als typische Erscheinung bei Wässern, die mit Erzvorkommen in Beziehung stehen, muss das Auftreten von Sulfaten, die im Extremfall fast den gesamten Anionenanteil einnehmen können, gewertet werden. Ihre Entstehung erklärt man sich bei Bergwerkswässern durch Oxydation von Schwefel, Sulfiden oder Schwefelwasserstoff bzw. durch Umsetzung von Eisensulfid mit Kohlensäure. Bei den Untersuchungen auf Grube Eupel wurde die dabei auftauchende Frage, ob die Oxydation auf rein anorganischem oder auf biologischem Wege vollzogen worden ist, nicht behandelt; doch wäre ihre Klärung von Interesse und mit Hilfe von serienmässigen p_H -Wert-, Sauerstoff-, Schwe-

felwasserstoff-, Sulfit-, Sulfat-, KMnO_4 -Verbrauch- und bakteriologisch-biologischen Bestimmungen auszuführen.

In diesem Zusammenhang ist das auffallende Verhalten der Wässer von der 360 m-Sohle zu erwähnen (es handelt sich um Röschenwässer), die in ihrem Chemismus mehr den obersten Sohlen als den darunter liegenden gleichen, obwohl bereits ab der 250 und 300 m-Sohle die Erdalkalien zu Gunsten der Alkalien zurücktreten und ein ähnliches Verhalten zwischen Sulfaten und Hydrogenkarbonaten herrscht. Die Uebereinstimmung der 360 m-Sohle mit den obersten Sohlen liegt ferner darin, dass diese Sohlen praktisch nicht mehr befahren werden, wodurch die Wässer ungestört und unbeeinflusst bleiben. Ausserdem sind auf diesen Sohlen bessere, d.h. sauerstoffreichere Wetter zu erwarten als auf den in Betrieb befindlichen.

An den Austritten der alkalischen, überwiegend Natrium-Hydrogenkarbonat-Chlorid führenden Wässern der 480 m-Sohle Glückstern war eine sprunghafte Erhöhung der Temperatur und das Auftreten von Quellgasen zu bemerken. All diese Erscheinungen deuten auf einen Einfluss von aufsteigenden Wässern hin. Als gemeinsamer Zufuhrweg diente hier den Wässern und Gasen der Erzgang, der ja eine tiefgreifende Störung in den Untergrund bildet (Tafel V, Messpunkt I).

2. Uebrige Siegerländer Gruben:

Mit den Untersuchungsergebnissen von Grube Eupel war zwar der Chemismus der Wässer dieser Grube geklärt, aber dabei angenommen worden, dass es sich hier fast ausschliesslich um "Sonderfälle" (Beeinflussung durch den Bergbau auf den oberen Sohlen und "ortsfremde" Wässer auf den unteren Sohlen) handelt, die noch keinen Rückschluss auf den allgemeinen Charakter der Wässer im Gebiet des Siegerländer Erzbergbaus und die Klärung einer Herkunftsfrage zuliessen. Es wurden deshalb die in Abschnitt D 2b näher beschriebenen Untersuchungen ausgeführt und die Ergebnisse nach der gleichen Darstellungsweise, wie sie für Grube Eupel angewandt

wurde, in Dreiecksdiagrammen ausgewertet (Tafel Nr.VIII,Abb.2). In diese sind die Ergebnisse von Grube Eupel nicht mehr aufgenommen, werden jedoch im Folgenden mitbesprochen werden:

Bei den Kationen überwiegen weitaus die calcium- und magnesiumhaltigen Wässer gegenüber den hauptsächlich Alkalien führenden, doch zeigen letztere mitunter extrem hohe Gehalte (in mg/l) oder Anteile (in mval %) bei folgenden Gruben: Eupel, Friedrich, Wingertshardt, Neue Haardt, Brüderbund, (Ameise, Füsseberg und San Fernando). Beachtenswert ist das fast gleiche gegenseitige Verhältnis der Calcium- und Magnesiumanteile untereinander, bei dem sogar öfters Magnesium überwiegt.

Im Anionen-Dreiecksdiagramm ist eine starke Häufung fast reiner Hydratogenkarbonatwässer festzustellen, die sich durch immer grösser werdende Sulfatanteile in jedem Mischungsverhältnis zu deren höchsten Werten hinziehen. Die Chloride weisen bei weitem nicht die hohen mval %-Anteile wie die Alkalien im Kationendiagramm auf.

3. Alkalien und Chloride:

Aus dem unter 1. und 2. Gesagtem ergibt sich somit die Frage, ob die nur auf einzelnen Gruben und hier wiederum nur an manchen Wasseraustritten vorgefundenen Alkalien und Chloride gemeinsamer Herkunft sind oder nicht, ferner wodurch ihr jeweiliges Auftreten zu erklären sei.

Die Klärung dieser Frage hat für den Bergbau insofern eine praktische Bedeutung, als man bei Wassereinbrüchen nie sagen kann, ob mit einem Verlaufen der Wässer zu rechnen sei oder ob sie mit unveränderter Ergiebigkeit weiterhin austreten werden, was beim Auftreten aszendenter Wässer erwartet werden muss.

BORNHARDT (1912) wandte sich der Frage, ob noch irgendwo in Eisenstein- oder Erzgängen Wässer in aufsteigender Bewegung begriffen sind, mit besonderer Aufmerksamkeit zu. Seine Ermittlungen ergeben, "dass eine solche Bewegung, abgesehen von einigen ganz vereinzelt Ausnahmefällen, fehlt oder,

wenn man es ganz vorsichtig ausdrücken will, mit den gewöhnlichen Mitteln nicht nachweisbar ist". Aus dem Siegerland führt BORNHARDT dann zwei ihm bekannt gewordene Fälle von aufsteigenden Gangwässern an:

1. Grube Alte Dreisbach bei Niederschelden, wo das Wasser auf der 13. Sohle (früher auch 11. und 12. Sohle) mit einigen Sekundenlitern aus der Sohle quoll, keine erhöhte Temperatur hatte, keine freie Kohlensäure enthielt und auch im Geschmack nichts Auffälliges zeigte.
2. Grube Neue Haardt, 410 m-Sohle, Glücksmasser Mittel, wo das Wasser von unten her in einen Tümpel stieg und aufsteigende Gasperlen beobachtet wurden.

Nur im zweiten Fall berücksichtigte BORNHARDT den Chemismus dieser aufsteigenden Wässer und schreibt: "Wasser von einer auch nur entfernt ähnlichen Beschaffenheit ist im Siegerland sonst bisher nirgends zu beobachten gewesen". Indessen führte auch das Wasser der 11. Sohle von Grube Alte Dreisbach, wenn auch in stärker verdünntem Mass wie auf Grube Neue Haardt, vorwiegend Alkalichloride (Abdampfrückstand = 452,5 mg/l, Chloride = 108,5 mg/l, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 250 \text{ mg/l}$), was auch HENCKE (1934) beobachtete.

Bemerkenswert sind die Untersuchungen und Beobachtungen, die BORNHARDT über die Möglichkeit des Aufstiegs von Wässern nach dem Prinzip kommunizierender Röhren machte. Nach seinen im Gangbergbau gemachten Erfahrungen spielen solche Wasserbewegungen eine verschwindend geringe Rolle und treten selten in Erscheinung. Als Erklärung führt BORNHARDT an, "dass eine Durchkreuzung verschiedener Gangsysteme im Einfallen des rheinischen Schiefergebirges kaum je beobachtet worden ist" und dass es sich in Fällen, wo ein Gang im Einfallen von einer Kluft abgeschnitten wird oder wo solche Kluft sich ihm anschart, nach den vorliegenden Erfahrungen regelmässig um wasserabdämmende und nicht um selbst wasserführende Klüfte handelt. Der Verfasser fand selbst nur einen solchen Fall und zwar auf Grube San Fernando vor, wo auf Grund des Analysenbefundes gesagt werden kann, dass es sich um aufsteigendes Wasser nach dem Prinzip kommunizierender Röhren handelte (Abschnitt D 2b, Anal. 50).

Nach BORNHARDT ist im übrigen nicht daran zu zweifeln, dass in vergangenen Zeiten zu wiederholten Malen mineralhaltige Wässer in den Gängen aufgestiegen sind, was wahrscheinlich vor dem Empordringen der tertiären Eruptivgesteine stattgefunden haben muss.

Für den Verfasser, der bestrebt ist, eine Herkunftsdeutung der Wässer auf Grund ihres Chemismus zu finden, ergibt sich, nochmals zusammengefasst, folgender Tatbestand:

Die überwiegende Mehrzahl der im Gebiet des Siegerländer Erzbergbaus untersuchten Wässer führte in der Untersuchungszeit als Hauptbestandteil Erdalkalihydrogenkarbonate. Als Beeinflussung durch den Bergbau wird der sehr wechselhafte Anteil von Sulfaten angesehen. Denselben Chemismus zeigten die durch übernommene Analysenergebnisse bekannt gewordenen Wässer oberflächennaher Herkunft (Abschnitt D 2c). Bei all diesen Wässern ist eine deszendente Herkunft ohne weiteres anzunehmen; sie entsprechen in ihrem Mineralgehalt vollkommen den Verhältnissen, die sie bei ihrem Eindringen in den Untergrund auf den mit calcium- und magnesiumkarbonathaltigen Mineralien "tapezierten" Störungsflächen vorfinden. Der geringe oder auch völlig fehlende Gehalt an Eisen, Mangan und anderen Schwermetallen zeigt die Abhängigkeit des Lösungsvermögens dieser Stoffe vom p_H -Wert, der sich hauptsächlich aus dem Verhältnis von gebundener zu freier Kohlensäure und der Anwesenheit von Sauerstoff ergibt (s.w.u. Abschnitt 4).

Die in manchen Wässern stark erhöhten bis extremen Natrium- und Chloridgehalte wurden nur lokal beschränkt festgestellt und bedürfen einer besonderen Herkunftsdeutung.

Vor der Betrachtung der dafür in Frage kommenden Möglichkeiten sei noch darauf hingewiesen, dass das öfters beobachtete Ueberwiegen des Natriumanteils gegenüber dem der Chloride nicht auf einem Ausfall der letzteren (wie z.B. beim Zusammentreffen von Barium mit Sulfaten) zurückgeführt werden kann, da einmal im Wasser gelöste Chloride praktisch keine natürlich auftretenden und wasserunlöslichen Verbindungen eingehen.

Einen Ueberblick über die Verhältnisse von Natrium zu Chloriden in den Grubenwässern gibt Tafel Nr.X. Im Gegensatz zu den Tafeln Nr.VII und VIII, in denen sich die Angaben auf den jeweiligen Anteil der Ionen, d.h. auf ihr gegenseitiges Verhältnis beziehen (ausgedrückt in mval %), werden in Tafel Nr.X durch die Angabe in mval die Konzentration und die sich entsprechenden Mengen (die Aequivalenz) von Natrium und Chloriden berücksichtigt.

Aus der Darstellung ist folgendes zu ersehen:

1. Bei 58 dargestellten Verhältnissen überwiegen nur vier zu Gunsten der Chlorid-Mengen. (Auf der gestrichelt eingezeichneten Diagonalen würden die Werte für äquivalente Natrium- und Chlorid-Mengen liegen).

In allen übrigen Fällen überwiegen weitgehend die Natrium-Mengen.

2. Die verhältnismässig grösste Näherung an äquivalente Natrium- und Chlorid-Mengen ist bei den höchsten Gehalten festzustellen. (Eingekreiste Werte sind im halben bzw. achteil Masstab eingetragen). Diese erhöhten bis extremen Konzentrationen sind nur auf Wasser aus den Gruben Eupel, Friedrich und Wingertshardt, die nahe beieinander im südwestlichsten Teil des Untersuchungsraumes liegen, und auf Grube Neue Haardt, im nördlichsten Teil des Untersuchungsraumes, beschränkt.
3. In einzelnen Proben aus den Gruben Brüderbund und Füsseberg (im südlichen und östlichen Teil des Untersuchungsraumes) sind nur die Natriummengen stark erhöht.
4. In den übrigen Grubenwässern ist Natrium im allgemeinen in geringeren Konzentrationen und sehr wechselhaftem Verhältnis zu den Chloriden vorhanden.

zu 1) Die kritische Beurteilung der vier Analysen mit überwiegendem Chloridgehalt lässt den Schluss auf fehlerhafte Untersuchungsergebnisse zu: bei Grube Mocke (Analyse vom Oeffentlichen Chemischen Untersuchungsamt in Siegen) wurden die Alkalien aus der Differenz der mval zwischen Anionen und den restlichen Kationen errechnet. Analyse 73 von Grube Eisernhardter Tiefbau zeigt ein Kationen-

defizit, das durch fehlerhafte Bestimmung der Alkalien verursacht sein könnte. Das gleiche gilt für die Analyse 57 von Grube Anxbach. Die geringen Abweichungen in der mval-Uebereinstimmung der Summe von Kationen und Anionen machen sich bei der niedrigen Gesamtkonzentration und der hier gewählten Darstellungsweise stark bemerkbar, was bei den übrigen Auswertungen nicht der Fall ist. Bei Grube Ameise (Anal.77) beträgt die Differenz zwischen Natrium und Chlorid 0,27 mval.

Es ist demnach nicht angebracht, weitere Folgerungen aus diesen Werten zu ziehen.

zu 2) Ausser der Betrachtung des Chemismus dieses Mineralwassertyps, der zur Annahme einer ortsfremden azendenten Herkunft führte, soll jetzt noch das lokal beschränkte Auftreten für eine nähere Klärung herangezogen werden.

Der Verfasser nimmt auf Grund dieser beiden Erscheinungen an, dass die Wässer keine grossen Zuwanderungswege in horizontaler Richtung zurückgelegt haben können; mit anderen Worten, dass sie ihren Mineralgehalt nicht entfernt liegenden Salzlagerstätten des Perms oder Tertiärs verdanken.

Ob sich nun ältere Salzanreicherungen im tieferen, noch wenig "ausgelaugten" Untergrund des Gebirges befinden, oder ob, im Zusammenhang mit den an den gleichen Stellen beobachteten Gasvorkommen, eine "juvenile" Herkunft anzunehmen sei, kann hier nicht entschieden werden. Dem Verfasser scheint die letzte Möglichkeit naheliegender (vergl. w.u.Abschn. 5).

zu 3) Für diese Wässer, die nur eine starke Erhöhung des Natriumgehaltes aufweisen, der hauptsächlich an Hydrogenkarbonate gebunden ist, kann man sowohl eine azendente als auch deszendente Herkunft erwägen. Die azendente Entstehung setzt ein mineralarmes, bzw. weiches Wasser voraus, in dem sich juvenile freie Kohlensäure angereichert und aus den Gesteinsmineralien Natrium gelöst hat (im Sinne einer Lateralsekretion). Eine weitere Möglichkeit, die auch für die Veränderung deszendenter Wässer in die vor-

gefundenen Verhältnisse in Frage käme, wäre der Austausch von Kationen aus den Wässern und den Gesteinsmineralien (Ionen- oder Basenaustausch).

Beide Möglichkeiten setzen voraus, dass das Gestein entsprechende Mengen wasserlöslicher oder austauschfähiger Mineral- Komponenten besitzt und dass die Berührungsfläche zwischen diesen und den Wässern genügend gross ist. Diese Bedingungen sind beispielsweise in den Ablagerungen des Mainzer Beckens (SCHWILLE - 1953) oder in Dänemark (ÖDUM u. CHRISTENSEN - 1936) erfüllt; in den stark verfestigten Gesteinen des Rheinischen Gebirges liegen die Verhältnisse für eine genügend grosse Berührungsfläche zwischen den Wässern und dem Gestein wesentlich ungünstiger.

zu 4) In den hier angeführten Wässern sind meist die Erdalkalien in der Ueberzahl, so dass man nicht mehr von Natriumchlorid oder -hydrogenkarbonat Wässern sprechen kann. Die Natrium- und Chloridgehalte entstammen dem normalen Stoffkreislauf der von der Vegetation aufgenommenen und nach ihrem Absterben wieder abgebauten Mineralien.

4. Beeinflussung der Wasser durch den Bergbau.

Die hauptsächlich den Bergmann interessierende Frage, ob und in welcher Form sich Veränderungen der Wasser durch den Erzgang bzw. durch seinen Aufschluss bemerkbar machen, kann auch folgendermassen formuliert werden:

Gibt es ein ausgesprochenes "Gangwasser"; wenn ja, wie unterscheidet sich dieses von den übrigen Wässern?

Der Frage liegt die Beobachtung zu Grunde, dass die stärksten Wasserzuläufe fast ausnahmslos im Gang oder in seiner unmittelbaren Nähe erfolgen, was nicht weiter befremdet, da der Gang, sehr vereinfacht ausgedrückt, die mehr oder weniger dichte Füllung von Spalten darstellt, die bei wenig durchlässigem Nebengestein dem Wasser ein Eindringen in den Untergrund ermöglichen.

Inwieweit dabei ein Vermischen und Weiterleiten von Wässern erfolgt, die sich auf Gang- und Nebengestein durchsetzenden Störungsflächen bewegen, lässt sich auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht entscheiden. Eine Aussage über den Charakter der Wässer, die sich auf Grund der günstigeren Durchlässigkeitsverhältnisse in der Gangzone bewegen, ist nur ganz allgemein zu geben und darf keinesfalls als typische Indikation betrachtet werden.

Es wurde bereits mehrmals darauf hingewiesen, dass ein erhöhter Sulfatgehalt auf Oxydation sulfidischer Mineralien beruht, die sich in grösserer Konzentration im Gang finden. Der bei den Umsetzungen entstehende Schwefelwasserstoff wird vom Bergmann am fauligen Geruch erkannt und gern als Hinweis auf "Gangnähe" angesprochen.

Die Analyse solcher Wässer ergab gewöhnlich hohe Gesamtrückstände, die auf der Löslichkeit der reichlich vorhandenen Karbonate mit Hilfe von freier Kohlensäure beruhen (Abschnitt D 3), und gegenüber dem Calcium stark erhöhte bis überwiegende Magnesium-Anteile.

Bei dem Versuch, mit Hilfe eines Nachweises von Schwermetallgehalten die Herkunft der Wässer (aus Gang oder Nebengestein) zu klären, wurde die Abhängigkeit ihres Vorhandenseins vom p_H -Wert erkannt, der wiederum je nach den im Wasser herrschenden Gleichgewichtsverhältnissen zwischen den gelösten Salzen und Gasen (Kohlensäure und Sauerstoff) völlig verschieden sein kann. Im allgemeinen haben die Wässer aus der Gangzone einen etwas kleineren p_H -Wert als die Wässer des Nebengesteins und führen dementsprechend Gehalte an Eisen, Mangan und anderen Schwermetallen, doch lässt sich gerade hier keine eindeutige Regel aufstellen.

Welche Veränderung der Chemismus der Wässer durch die Mineralführung des Gangs in Verbindung mit dem bergbaulichen Aufschluss, der eine reichliche Zufuhr von Luftsauerstoff bewirkt, erfahren kann, zeigt das extreme Beispiel der Analyse 88 von Grube Wolf bei Herdorf. Der Hauptgang dieser Grube, der ungef. N - S streicht und bei steilem Einfallen nach Süden einschiebt, weist eine mit Eisenhydroxyden er-

füllte Oxydationszone auf, die keilförmig bis zur 400 m-Sohle durchsetzt. Die Grenzfläche zum Spateisenstein wird von stark verquarzten Klüften gebildet, die im Süden stellenweise bis zu fünf Metern klaffen. Während sich in der Oxydationszone hauptsächlich Manganspat, Malachit, Kupferlasur, Weissbleierz, (gediegenes Kupfer) und andere für diesen Bereich typische Mineralien finden, führt der Spateisenstein sulfidische Begleitminerale: Pyrit, Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz u.a.

Die auf der 500 m-Sohle entnommene Probe der Analyse 88 setzt sich aus Wässern, die vermutlich eine sulfidreiche Gangpartie durchflossen haben, zusammen. Von den Untersuchungsergebnissen seien nur der Gesamtlösungsinhalt mit 75280 mg/l und der p_H -Wert mit 1,9 hervorgehoben. Es handelt sich um eine 7,5 %ige, schwefelsaure Eisensulfat-Lösung mit hohen Gehalten an Kupfer, Nickel und Aluminium, sowie Gehalten an Zink, Kobalt, Erdalkalien, Alkalien, Kieselsäure, Nitraten, Chloriden, Arsenaten und Phosphaten. (Tafel Nr. IX, Abb. 1.)

Auf die Korrosionswirkung dieses Wassers, wie auch der Wasser von den obersten Sohlen der Grube Eupel, deren p_H -Wert bei 4 - 4,5 lag, wurde schon im Abschnitt D 2 hingewiesen.

5. Freie Gase:

Versucht man eine Herkunftsdeutung der auf Grube Eupel auftretenden Gase rein nach ihrem Austritt zu geben, so kämen nach den Definitionen von KREJCI-GRAF (1934) die unter den freien Gasen aufgeführten Quell- und Erzgase in Frage. Berücksichtigt man zusätzlich den Mineralgehalt des mit dem Gas austretenden Wassers, bei dem Kochsalz und Natriumhydrogenkarbonate weitaus überwiegen, wenngleich in sehr grosser Verdünnung, so müsste man auch die Salzgase hinzuziehen.

KREJCI-GRAF definiert und charakterisiert diese Gase sinngemäss folgendermassen:

Quellgase sind in Quellen austretende Gase, die häufig die letzten Produkte vulkanischer Tätigkeit darstellen.



sind durch das Auftreten organogener Destillationsprodukte (CH_4 , CO_2) und kalter vulkanischer Aushauchungen (CO_2) charakterisiert. Stickstoff kann vulkanischer oder atmosphärischer Herkunft sein; Argon ist zum Stickstoff oft in grösserem, als dem aus der Atmosphäre bekannten Verhältnis vorhanden.

Erzgase sind Gase aus Erzlagerstätten und gehören wahrscheinlich zu den Vulkangasen. In ihnen können sich vor allem Methan und Wasserstoff befinden, wobei letzterer oft vulkanischen Ursprungs ist.

Salzgase entströmen hauptsächlich unreinen Partien in den Salzlagerstätten und enthalten im allgemeinen Methan und argonarmen Stickstoff. In deutschen Salzlagerstätten wurden wasserstoff- und kohlendioxidreiche Gase gefunden, die aus Vulkangasen stammen.

Nach diesen Definitionen ist wohl die Möglichkeit, dass es sich auf Grube Eupel um Salzgase handelt, fallen zu lassen. Auch weichen die für die Erzgase angeführten Beispiele zu sehr von der Zusammensetzung des vorgefundenen Gasgemisches ab. Somit bleibt nur noch der Vergleich des vorgefundenen Gasgemisches mit den "Quellgasen" übrig:

Stickstoff, der den Hauptanteil ausmacht, ist aus vulkanischen Gasen bekannt; völliges Fehlen von Argon begünstigt diese Annahme der Herkunft.

Methan ist ebenfalls aus Vulkangasen bekannt, wo es sich auf rein anorganischem Wege gebildet haben kann. Nach CLARKE (zitirt bei KREJCI-GRAF) enthielt die Fumarole des Mt. Pelée 5,46 % CH_4 .

Kohlensäure kommt neben Stickstoff als hauptsächlichster Gehalt von vulkanischen Gasen in Frage.

Sauerstoff könnte bei der Entnahme oder bereits vorher durch das Wasser in das Gasgemisch gelangt sein.

Helium verdankt seine Entstehung dem Zerfall radioaktiver Elemente und tritt in Gasgemischen ohne gesetzmässigen Zusammenhang zu Stickstoff oder einer anderen Komponente auf.

Auf Grund dieses Vergleichs ist das in Grube Eupel (Friedrich bzw. Wingertshardt) austretende Gasgemisch im

Sinne der Definitionen von KREJCI-GRAF als "Quellgas" anzusprechen, dessen Komponenten vorwiegend magmatischen Ursprungs sein mögen.

Diese Deutung steht in enger Beziehung zu dem Ergebnis der Herkunftsdeutung für die Wässer mit hohen Natriumchlorid- und Natriumhydrogenkarbonatgehalten. So erhält man auch bei einem Vergleich der Gruben, in denen freie Gase und aszendente Wässer vorgefunden oder beobachtet wurden, eine weitgehende Uebereinstimmung:

Gruben mit	freien Gasen:	Wässern mit erhöhten Alkaligehalten:
	Eupel	Eupel
	Friedrich	Friedrich
	Wingertshardt	Wingertshardt
	Füsseberg-Fr.Wilh.	Füsseberg
	Grosse Burg	
	Wolf	
	Ameise	Brüderbund
	Neue Haardt	Neue Haardt

Die zusammengefassten Gruben liegen im gleichen topographischen Raum und gehören teilweise gleichen Gangzügen an.

Aus dem Abschnitt über die Ergebnisse der Wasseruntersuchungen (D 2a,b) war zu ersehen, dass die gebundene Kohlensäure in den untersuchten Wässern fast ausnahmslos in Form von Hydrogenkarbonaten vorlag. Diese Tatsache gewinnt hier insofern besonderes Interesse, als Erdalkalihydrogenkarbonate eine einem bestimmten Gleichgewichtszustand entsprechende Menge freier Kohlensäure benötigen, die als sogenannte "freie-zugehörige" Kohlensäure die Umsetzung in Karbonate und damit ein Ausfallen dieser weit weniger löslichen Form der gebundenen Kohlensäure verhindert. Wenn auch die gesamte freie Kohlensäure keine hohen Konzentrationen erreichte, ebensowenig Sauerlinge vorhanden waren, so ist dies nicht als Beweis für mangelndes Vorhandensein von freier Kohlensäure, sondern für stets reichliche Mengen von Karbonaten zu werten, die die freie Kohlensäure als zugehörige in den Hydrogenkarbo-

naten gebunden halten. Es drängt sich die Frage auf, woher diese Mengen freier Kohlensäure, die sich in Teufen um 1000 m vorfinden bzw. nach obiger indirekter Beweisführung vorhanden sein müssen, stammen.

Die hier erstmalig zusammengefassten Beobachtungen und Untersuchungen von mehreren Gasvorkommen im Siegerland erscheinen dem Verfasser deshalb erwähnenswert, weil dieses Gebiet nach Untersuchungen von KNETSCH (1939) weder mit der Verbreitung des jungen Vulkanismus noch mit den Kohlensäurevorkommen im Rheinischen Schiefergebirge in näheren Zusammenhang gebracht wird.

Auch HUMMEL (1930), der nach den Angaben des Deutschen Bäderbuchs zwei Verbreitzungszonen von freien Kohlensäurevorkommen in Mitteleuropa in Form von "Kohlensäuregürteln" nachweist, stellt das Siegerland ausserhalb dieser Zonen, die sich nach seiner Auffassung mit Gebieten junger vulkanischer Tätigkeit decken.

Abschliessend sei hier noch auf die Arbeiten von PATTEISKY (1954) aus dem Ruhrkohlenbezirk hingewiesen, wo auf mineralisierten und vererzten Querstörungen hochkonzentrierte Thermalsolen mit "juvenilen Quellgasen" auftreten. Die Gase enthalten neben geringen, nach PATTEISKY dem Kohlengebirge entstammenden Methanmengen (etwa 5 - 15 %) rund 12 - 15 % Kohlensäure und, als Rest bis auf 100 %, Stickstoff mit Edelgasen (etwa 4 % Helium und 1 % Neon).

F. Zusammenfassung
=====

Der Untersuchungsraum liegt im mittleren Teil des Rheinischen Schiefergebirges und wird von einer gedachten Verbindungslinie der Orte Wissen - Daaden - Eisern - Weidenau - Wissen begrenzt. Die stark gefalteten, geschieferten und zerklüfteten Schichten des Nebengesteins bestehen aus den klastischen Sedimenten des mittleren Unterdevons (Siegener Stufe). Sie streichen ungefähr SW-NO, parallel dem beherrschenden Siegener Hauptsattel.

Im ersten hydrochemischen Untersuchungsabschnitt wurde mit Hilfe von über 30 selbst ausgeführten Wasseranalysen, Temperatur- und Leitfähigkeitsmessungen der Chemismus der Wasser im Raum der stark Wasser führenden Grube Eupel bei Niederhövels/Sieg erfasst und seine Änderungen mit zunehmender Teufe verfolgt. Auf den oberen Sohlen (Grenze etwa 360 m-Sohle) fanden sich Erdalkali-Sulfatwässer, wobei die beiden obersten Sohlen freie Schwefelsäure ($p_H = 4$) führten. In den Wässern bis zur tiefsten, der 600 m-Sohle, überwogen Alkali-Hydrogenkarbonate mit manchmal bis zu 60 mval % ansteigenden Chlorid-Anteilen. Der Gehalt an freier Kohlensäure lag gewöhnlich zwischen 20-30 mg/l; eine Aggressivität wurde nur oberhalb der 250 m-Sohle gefunden. Bis zur 212 m-Sohle lag der p_H im saueren, darunter im alkalischen Bereich. Dementsprechend waren Schwermetalle nur auf den oberen Sohlen vorhanden; Mangan liess sich in grösseren Teufen als Eisen nachweisen. Die Temperatur erhöhte sich kontinuierlich, einer geothermischen Tiefenstufe von 30 Metern entsprechend. An einem Austritt auf der 480 m-Sohle im Revier Glückstern überschritt sie mit 31°C um 7°C das Normale. Das Wasser dieses Austritts ist eine Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat Mineraltherme, die sich durch grosse Ergiebigkeit und Quellgasführung auszeichnet. Das Gas wurde noch an anderen Stellen des Grubengebäudes beobachtet und besitzt folgende Komponenten: 83,2 % Stickstoff, 13,1 % Methan, 2,5 % Kohlensäure und 1,2 % Helium, die magmatischen Ursprungs sein mögen. Mit diesen Ergebnissen war der Chemismus der Wasser einer Grube ge-

klärt, aber angenommen worden, dass es sich dabei fast ausschliesslich um "Sonderfälle" handelt: Beeinflussung durch den Bergbau auf den oberen Sohlen; ortsfremde, evtl. aufsteigende Wässer auf den unteren. Um den allgemeinen Charakter der Wässer im Gebiet des Siegerländer Bergbaus erkennen und eine Herkunftsdeutung der Alkali-Chlorid Wässer geben zu können, wurden in einem zweiten Untersuchungsabschnitt von allen in den Jahren 1952/53 befahrbaren Gruben stichprobenweise, vor allem von den tiefsten Sohlen, Wasserproben entnommen und dabei auch auf das Auftreten von freien Gasen geachtet, bzw. nach einem beobachteten gefragt. Die überwiegende Mehrzahl von über 40 untersuchten Wasserproben führte Erdalkali-Hydrogenkarbonate mit allgemein schwach erhöhtem Chlorid-Anteil. Bemerkenswert war hier, wie auch bei den w.u. erwähnten oberflächennahen Wässern, der meist gleiche, oft überwiegende Magnesium-Anteil gegenüber dem des Calziums. Stark erhöhte bis extreme Natrium- und Chloridanteile fielen nicht immer zusammen und wurden nur lokal beschränkt festgestellt. Ihre Herkunft wird mit aszendenten Wässern in Zusammenhang gebracht. Von Grube Wolf stammte ein durch den bergbaulichen Aufschluss stark beeinflusstes Wasser, das einer 7,5 %igen Eisensulfatlösung mit hohen Kupfer-, Nickel-, Arsengehalten und einem p_H von 1,9 entsprach. Im Gegensatz zu Grube Eupel und den ihr benachbarten Gruben Friedrich und Wingertshardt betrug die geothermische Tiefenstufe nach den Temperaturen der Wässer rund 50 Meter. Auf der Verbundstrecke der letztgenannten Gruben wurde eine Gasprobe entnommen, deren Untersuchungsergebnis mit dem von Grube Eupel genau übereinstimmte. Ueber das Auftreten von freien Gasen auf den Gruben Füsseberg-Friedrich Wilhelm, Wolf, Grosse Burg, Ameise und Neue Haardt wurde dem Verfasser berichtet. Analysenergebnisse lagen nicht vor. Zur Ergänzung des Ueberblicks über den Chemismus der Wässer im Untersuchungsgebiet übernahm der Verfasser etwa 30 Analysen der Trinkwasserversorgung. Die Auswertung ergab auch bei diesen, hauptsächlich oberflächennahen Wässern, Erdalkali-Hydrogenkarbonate mit stellenweise erhöhten Chlorid- und Sulfatanteilen, die sich übereinstimmend in ihrem Chemismus und der geringen Konzentration an die Be-

funde der Wässer des südlichen Bergischen Landes auf der Hydrochemischen Karte von KELLER-HAFFENNEGGER anschliessen lassen.

Die auf "alten Sohlen" abgesetzten Wasserausscheidungen bestanden aus durch Schwermetallgehalte verschieden gefärbten Calciumkarbonatkrusten, die in der Mehrzahl als Aragonit vorlagen. Ausserdem wurden Stalagmiten und Stalaktiten aus Eisenhydroxyd und Mangandioxyd, sowie Gips- und Bittersalzkristalle beobachtet.

Nur im Bereich der Grube Eupel fand sich eine reiche Verbreitung der süd- und westeuropäischen Wasserlungenschnecke *Physa acuta* (DRAPARNAUD). Neben zahlreichen anderen Organismen ist das Auftreten des Abwasserbakteriums *Sphaerotilus* sp. an den alkalischen Wasseraustritten erwähnenswert, das als "p_H-Grobindikator" benutzt wurde.

Im Rahmen der hydrochemischen Untersuchungen wurde in beschränktem Umfang auf die Tiefenverbreitung der Wässer und ihre Zulaufmengen eingegangen.

Eine Zusammenstellung der angewandten Untersuchungs-, Berechnungs- und Darstellungsmethoden für Wässer und Gase ist in der Schrift enthalten.

Geol. Karte Preussen u. berechn. deutsch. L., Kgl. B. Preußenberg, Berlin 1932.
Der Schwermetallgehalt der Mineralquellen. - Z. Erberg. u. Nat. Bittenw., VI, 2.7, Stuttgart 1953.

FUCHS, A., QUIRING, H., SCHMIDT, W.E.: Geol. Karte Preussen u. berechn. deutsch. L., Kgl. B. Preußenberg, Berlin 1932.

HARRASSOWITZ, H.: Wasseranalysen. - Z. prakt. Geol., 52, 3.45-52, Halle 1944.

Der gegenwärtige Stand der geologischen Erkundung des Siegerländer-Wieder-Spateisensteinschmelzes. - Z. deutsch. geol. Ges., 86, 1934-1936, Berlin 1934.

Beobachtungen der Mineralquellen Deutschlands am Jüngeren Vulkanismus. - Z. prakt. Geol., 52, 8.7-8, Halle 1944.

G. Schriftenverzeichnis
=====

- ABRAHAMCZIK, E.: Zur Bestimmung geringer Mengen von Schwermetallen in Wässern.- Mikrochemie, 25, S.228-241, 1938.
- BAUMERT, B.: Ueber Laugen- und Wasserzuflüsse im deutschen Kalibergbau.- Diss., Hildesheim (Gebr. Gerstenberg) 1928.
- BORNHARDT, W.: Ueber die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung.- Teil I: Arch.Lagerst.Forsch., 2, Berlin 1910. Teil II: Arch.Lagerst.Forsch., 8, Berlin 1912.
- DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile.- 40.Teil, Abt.IV, Jena (Fischer) 1942.
- FRICKE, K.: Herkunft des Salz- und Kohlensäuregehaltes der Mineralwässer im weiteren Ruhrgebiet.- Bergb.Rdsch., 4, H.3, S.147-152, Herne 1952.
- : Salzlager und Solquellen in Deutschland.- Heilbad und Kurort, 7, Gütersloh 1953.
- : Der Schwermetallgehalt der Mineralquellen.- Z.Erzbergb.u.Met.Hüttenw., VI, H.7, Stuttgart 1953.
- FUCHS, A., QUIRING, H., SCHMIDT, W.E.: Geol.Kte.Preussen u. benachb.deutsch.L., Erl.Bl.Freudenberg, Berlin 1932.
- HARRASSOWITZ, H.: Wasseranalysen.- Z.prakt.Geol., 52, S.45-52, Halle 1944.
- HENCKE, W.: Der gegenwärtige Stand der geologischen Erforschung des Siegerländer-Wieder-Spateisensteinbezirkes.- Z.deutsch.geol.Ges., 86, S.291-306, Berlin 1934.
- HUMMEL, K.: Beziehungen der Mineralquellen Deutschlands zum jungen Vulkanismus.- Z.prakt.Geol., 38, S.1-8, Halle 1930.

- KELLER-HAFFENNEGGER: Zur Hydrochemie des Grund- und Quellwassers in den nördlichen Rheinlanden.- Landshut 1951.
- KNETSCH, G.: Kohlensäure, Vulkane, Erzlagerstätten des Rheinischen Gebirges.- Geol.Rdsch., 30, S.777-789, Stuttgart 1939.
- KREJCI-GRAF, K.: Zur Geochemie der Naturgase.- Z.Kali, verw. Salze u.Erdöl, S.249, Halle 1934.
- KUKUK, P.: Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes.- Berlin 1938.
- KÜSTER-THIEL: Logarithmische Rechentafeln.-
- LANGE, G.: Kolorimetrische Analyse.- Weinheim/Bergstr. (Vlg.Chemie) 1952.
- LUNGE-BERL: Chemisch-technische Untersuchungsmethoden.- II.Bd., 1.Teil, Berlin (Springer) 1932.
- NAUMANN, C.W.: Neue Wege der Wasseranalyse.- Leipzig (Fachbuch-Vlg.) 1952.
- OLSZEWSKI, W.: Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle.- Berlin (Springer) 1945.
- ÖDUM, H. u.CHRISTENSEN, W.: Danske Grundvandstyper og deres geologiske Optraeden.- Kopenhagen (Reitzel) 1936.
- PATTEISKY, K.: Die thermalen Salzsolen des Ruhrkohlenbezirks und ihre juvenilen Quellgase.- Bergbau-Archiv Essen (Manuskript 1952).
- : Die Vererzung der Julia-Constantin Querstörung.- Glückauf, 90, S.590-600, Essen 1954.
- PFALZ, R.: Grundgewässerkunde.- Halle (Knapp) 1951.
- PILGER, A.: Derzeitiger Stand der geologischen Neukartierung des Siegerlandes.- Geol.Jb., 69, S.27-52, Hannover 1954.
- QUIRING, H.: Geol.Kte.Preussen u.benachb.deutsch.L., Erl.Bl.Siegen, Berlin 1931.
- : Geol.Kte.Preussen u.benachb.deutsch.L., Erl.Bl.Betzdorf, Berlin 1934.
- : Geol.Kte.Preussen u.benachb.deutsch.L., Erl.Bl.Wissen, Berlin 1934.

- SEMLER, W.: Die Grundwasserverhältnisse im Saarbergbau und ihr Einfluss auf den Grubenbetrieb.- Z.Berg-, Hütten- u.Salinenwesen, Berlin 1936.
- : Die Mineralquellen des Saarlandes.- Z. deutsch.geol.Ges., Jg.1951, 103, S.284-296, Hannover 1952.
- SCHMASSMANN, H.: Die theoretischen Grundlagen bei der Bestimmung und Berechnung von aggressiver Kohlensäure in natürlichen Wässern.- Schweiz. Arch.angew.Wissensch. u.Techn., 13, H.9, Solothurn 1947.
- SCHMASSMANN, W. u.SCHMASSMANN, H.: Hydrochemische Methoden bei der Erforschung von Grundwasservorkommen.- Eclogae geologicae helvetiae, Vol.39, Nr.2, 1947.
- SCHWARZENBACH, G.: Neue einfache Titrimethoden.- Schw.Ch. Ztg., 28, S.377, 1945.
- SCHWILLE, F.: Natriumhydrogenkarbonat- und Natriumchlorid-Wässer im tieferen Untergrund des Mainzer Beckens.- Notizbl.hess.L.-Amt.Bodenforsch., 81, S.314-335, Wiesbaden 1953.
- UDLUFT, H.: Ueber eine neue Darstellungsweise von Mineralwasseranalysen II.- Notizbl.hess.L.-Amt Bodenforsch., 81, S.308-313, Wiesbaden 1953.
- ZÖRKENDÖRFER: Neue Nomenklatur für Mineralwässer.- Heilbad u.Kurort, S.104, Gütersloh 1949.

Anweisungen, Richtlinien und Normen:

- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung.- Weinheim/Bergstr. (Vlg.Chemie) 1954.
- Deutsches Bäderbuch.- Leipzig (Weber) 1907.
- Die amerikanischen Einheitsverfahren zur Untersuchung von Wasser und Abwasser (Standard Methods for the Examination of Water and Sewage). München (Oldenburg) 1951.
- DIN 8104 Bestimmung von Härte (Boutron-Boudet) und Alkalität.- Juni 1948.
- DIN 8105 Bestimmung der freien Kohlensäure (CO₂).-November 1936.

A N H A N G ===== (Tabellen und Tafeln)

Januar	123,6	15	123,6
Februar	37,7	15	37,7
März	128,1	12	128,1
April	53,6	16	53,6
Mai	58,5	31	58,5
Juni	0	49	0
Juli	0	64	0
August	5,7	72	5,7
September	0	64	0
Oktober	43,6	58	43,6
November	54,6	37	54,6
Dezember	71,5	21	71,5
Januar	130,7	15	130,7
Februar	75,4	13	75,4
März	18,2	12	18,2
April	40,3	15	40,3
Mai	0	31	0
Juni	0	49	0
Juli	0	64	0
August	59,2	72	59,2
September	50,8	64	50,8
Oktober	20,9	58	20,9
November	0,4	37	0,4
Dezember	16,4	21	16,4



Tabelle Nr.I

(zu Tafel Nr.II)

Grube Eupel

(geförderte Erzmengen, Pumpwassermengen,
Niederschläge im Einzugsgebiet der Grube)

Monat 1951/52 und 1952/53	geförderte Erzmengen (Spat) t/Monat	Gesamt- pumpwas- ser m ³ /Monat	Nieder- schläge (Wissen/ Sieg) mm/Monat	Verdun- stung (Waser- Quellgebiet mm/Monat	Nieder- schläge minus Verdunstun mm/Monat
November	9009,9	154680	138,6	15	123,6
Dezember	8677,8	168390	50,7	13	37,7
Januar	10337,3	163965	140,1	12	128,1
Februar	10592,1	159525	79,6	16	63,6
März	10075,7	178395	89,5	31	58,5
April	9515,0	176415	26,3	49	0
Mai	10056,0	179085	30,2	64	0
Juni	9104,9	175380	75,7	72	3,7
Juli	10266,8	171675	48,9	64	0
August	10210,7	168525	101,6	58	43,6
September	10712,6	155000	91,6	37	54,6
Oktober	11126,0	176800	92,5	21	71,5
November	9969,5	148000	153,7	15	138,7
Dezember	11003,6	160000	88,4	13	75,4
Januar	11609,7	157000	30,2	12	18,2
Februar	10174,2	145200	56,3	16	40,3
März	12119,2	165000	15,9	31	0
April	11513,0	151200	54,4	49	0
Mai		161364	47,0	64	0
Juni		159600	131,2	72	59,2
Juli		156240	114,8	64	50,8
August		146692	78,9	58	20,9
September		152700	37,4	37	0,4
Oktober		157790	39,4	21	18,4

Monat 1953/54	geförderte Erzmengen (Spat) t/Monat	Gesamt- pumpwas- ser m ³ /Monat	Nieder- schläge (Wissen/ Sieg) mm/Monat	Verdun- stung (Weser- Quellgebiet) mm/Monat	Nieder- schläge minus Verdunstu- ng mm/Monat
November		162000	5,9	15	0
Dezember		137370	49,8	13	36,8
Januar		146250	91,6	12	79,6
Februar		146914	36,5	16	20,5
März					

Tabelle Nr.II

Wasserzuflussmengen von einigen
Siegerländer Grubenbetrieben, um 1910 und 1953

	tiefste Sohle um 1910 (in m)	nach Bornhard um 1910	nach Heyl 1953		tiefste Sohle 1953 (in m)
		mittlere	höchste	mittlere	
		Wasserzugänge in l/min			
Ameise	140	350	400	625	990
Brüderbund	530	300	450	200	1070
Eisenzecher Zug	450	1500	2700	1300	1130
Eisernh.Tief- bau	390	500	900	1500	780
Friedrich	370	600	1050	4000	780
Füsseberg u. Friedr.Wilhelm	160 494	1000	2100	1600	825 845
Georg	305	70	140	200	720
Neue Haardt	460	175	1000	750	975
Pfannenberg	400	350	660	1000	1070
San Fernando	480	600	750	1300	930
Vereinigung	460	1200	2000	1800	1000
Wolf	200	-	100	(1500)	550

Tabelle Nr. III

(zu Tafel Nr.V)

Grube E u p e l : Temperaturmessungen (in °C) : 480 m S. Glückstern

Meß- stelle Datum	I (22)K	II K	III K	IV K	V R	VI K	VII B	VIII (28)K	IX K	X K	XI K	XII (29)K	Wetter- temp.
23.9.52	30,0		29,3		29,3		22,1	24,3					27,4-28,7
18.10.52	30,7							25,2					
22.10.52	30,7	26,1	28,3	30,2	29,3	29,6	22,2	24,3					28,0
3.12.52	30,7	25,4- 25,6	29,3- 29,5	30,1	29,3	28,2- 29,2	22,1	24,4- 25,2					26,0-27,0
12.1.53	31,0	25,8- 26,4	29,3		29,3	30,1	22,2	24,8- 25,7					
28.1.53	31,0	25,7- 26,2	29,7	30,6	29,3	30,1	22,2	24,7- 25,7					
24.3.53	30,55												26,2
2.5.53	31,1	25,7	29,6	30,5	29,4	30,3	22,3	24,8	24,2	25,2	24,1		
8.(13.)5.53								25,1				(24,1)	20,5-25,2

Bestimmung des Chlorid - Gehaltes (in mg/l)

24.3.53	538,9							112,0					
2.(13.)5.53	610,6	492,0	475,7	539,6		532,5	120,7	120,7	149,1	447,3	489,9	(259,0)	

Tabelle Nr. 1v

(1 - 14)

Wasseranalysenergebnisse

von

Grube Eupel

(ausgeführt vom Verfasser)

Abkürzungen bei den Analysennummern:

B = Wasser aus Kernbohrloch
K = Kluftwasser
R = Röschenwasser
G = Gesamtwasser

Sohle u. Anal.Nr.	54S; 5(R)			94S; 6(R)		
Befund ⁱⁿ	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺	4,58	0,11	0,42	2,96	0,07	0,22
Na ⁺	43,01	1,86	7,24	63,59	2,76	8,83
NH ₄ ⁺	0,4	0,02	0,06	0,50	0,03	0,09
Ca ⁺⁺	139,7	6,98	27,17	187,4	8,85	28,32
Mg ⁺⁺	144,1	11,99	46,67	197,4	16,23	51,92
Fe ⁺⁺	26,0	0,93	3,62	30,1	1,07	3,42
Mn ⁺⁺	104,6	3,80	14,79	61,8	2,25	7,19
Summe d. Kationen	462,39	<u>25,69</u>	99,97	543,75	<u>31,26</u>	99,99
NO ₃ ⁻	Sp.	0	0	Sp.	0	0
NO ₂ ⁻	0,08	0	0	0,08	0	0
Cl ⁻	42,5	1,19	3,91	42,5	1,19	3,29
SO ₄ ⁻⁻	1401,6	29,20	96,08	1680,0	35,0	96,71
HCO ₃ ⁻	0	0	0	0	0	0
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen	1444,18	<u>30,39</u>	99,99	1722,58	<u>36,19</u>	100,00
H ₂ SiO ₃	20,8			18,9		
CO ₂ -frei	0			0		
H ₂ S	0			0		
O ₂						
Lösungs- inhalt	1927,37			2285,2		
Ges.Rück- stand	1627,0			1799,0		
Leitver- mögen	1061			1263		
pH:	3,5-4,0			4,0		
Temp.:	10,8°C			10,1°C		
Datum:	3.-9.2.53			3.-9.2.53		

Sohle u.
Anal.Nr.

132S; 7(R)

172S; 8(R)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		2,27	0,05	0,34	3,46	0,08	0,36
Na ⁺		71,90	3,12	21,51	78,61	3,41	15,36
NH ₄ ⁺		0,20	0,01	0,07	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		128,30	6,41	44,20	240,5	12,00	54,07
Mg ⁺⁺		96,90	4,48	30,89	81,1	6,70	30,19
Fe ⁺⁺		Sp.	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		12,0	0,43	2,97	Sp.	0	0
Summe d. Kationen		311,57	<u>14,50</u>	99,98	403,67	<u>22,19</u>	99,98
NO ₃ ⁻		Sp.	0	0	Sp.	0	0
NO ₂ ⁻		0,16	0	0	0,08	0	0
Cl ⁻		14,2	0,40	2,93	35,4	1,0	4,64
SO ₄ ⁻⁻		624,0	13,00	95,23	883,2	18,40	85,42
HCO ₃ ⁻		15,25	0,25	1,83	130,5	2,14	9,93
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		653,61	<u>13,65</u>	99,99	1049,18	<u>21,54</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		7,6			16,38		
CO ₂ -frei		44,0			25,5		
H ₂ S		0			0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		999,18			1494,73		
Ges.Rück- stand					1297,0		
Leitver- mögen		1591					
pH:		5,5			7,0		
Temp.:		12,1°C			12,1°C		
Datum:		31.7.53			3.-9.2.53		

Sohle u. Anal.Nr.		172S; 8 (R)			212S; 9(R)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		0,78	0,02	0,43	0,95	0,02	0,18
Na ⁺		8,52	0,37	8,02	17,41	0,75	7,05
NH ₄ ⁺		Sp.	0	0	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		28,06	1,40	30,37	192,4	9,62	90,41
Mg ⁺⁺		31,49	2,58	55,96	3,1	0,25	2,35
Fe ⁺⁺		Sp.	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		6,60	0,24	5,20	0	0	0
Summe d. Kationen		75,45	<u>4,61</u>	99,98	213,86	<u>10,64</u>	99,99
NO ₃ ⁻		1,20	0,01	0,23	Sp.	0	0
NO ₂ ⁻		Sp.	0	0	0,16	0	0
Cl ⁻		9,23	0,26	6,03	17,7	0,49	5,56
SO ₄ ⁻⁻		129,21	2,69	62,41	297,6	6,20	70,37
HCO ₃ ⁻		82,35	1,35	31,32	129,3	2,12	24,06
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		221,99	<u>4,31</u>	99,99	444,76	<u>8,81</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		10,92			7,9		
CO ₂ -frei		11,0			13,2		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		297,44			679,72		
Ges.Rück- stand		335,0			593,0		
Leitver- mögen		365					
pH:		6,5			7,5		
Temp.:		12,1°C			13,8°C		
Datum:		4.-5.12.53			3.-9.2.53		

Datum:

Sohle u. Anal.Nr.		212S; 82(R)			250S; 10(R)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,32	0,03	0,14	3,95	0,10	0,50
Na ⁺		23,70	1,03	4,93	208,75	9,07	45,53
NH ₄ ⁺		Sp.	0	0	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		68,14	6,80	32,56	212,4	10,62	53,31
Mg ⁺⁺		155,00	12,74	61,01	1,6	0,13	0,65
Fe ⁺⁺		Sp.	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		7,81	0,28	1,34	0	0	0
Summe d. Kationen		255,97	<u>20,88</u>	99,98	426,70	<u>19,92</u>	99,99
NO ₃ ⁻		Sp.	0	0	Sp.	0	0
NO ₂ ⁻		0	0	0	0,16	0	0
Cl ⁻		15,97	0,45	2,21	39,0	1,09	4,59
SO ₄ ⁻⁻		868,26	18,07	89,10	840,0	17,50	73,69
HCO ₃ ⁻		107,36	1,76	8,67	314,8	5,16	21,72
CO ₃ ⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		991,59	<u>20,38</u>	99,98	1193,96	<u>23,75</u>	100,00
H ₂ SiO ₃		8,32			6,9		
CO ₂ -frei		9,68			40,48		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		1265,56			1668,04		
Ges.Rück- stand		1490,0			1708,0		
Leitver- mögen		2246			1771		
pH:		7,0			7,5		
Temp.:		15,7°C			15,0°C		
Datum:		4.-5.12.53			3.-9.2.53		

Sohle u. Anal.Nr.		300N; 39(K)			300N; 40(K)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,87	0,04	0,34	0,99	0,02	0,27
Na ⁺		208,75	9,07	77,65	91,81	3,99	55,18
NH ₄ ⁺	Sp.	0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		26,7	1,33	11,38	35,30	1,76	24,34
Mg ⁺⁺		14,9	1,23	10,53	17,70	1,46	20,19
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0,3	0,01	0,08	0	0	0
Ni ⁺⁺					Sp.	0	0
Summe d. Kationen		252,52	<u>11,68</u>	99,98	145,80	<u>7,23</u>	99,98
NO ₃ ⁻		0,93	0,01	0,09	0,74	0,01	0,14
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		10,6	0,30	2,79	9,90	0,28	4,14
SO ₄ ⁻⁻		108,0	2,25	20,95	98,40	2,05	30,32
HCO ₃ ⁻		498,9	8,18	76,16	269,60	4,42	65,39
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		618,43	<u>10,74</u>	99,99	378,64	<u>6,76</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		8,8			10,0		
CO ₂ -frei		42,2			28,6		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		921,95			563,04		
Ges.Rück- stand		680,00			413,0		
Leitver- mögen					742		
pH:		7,0			7,0		
Temp.:		16,8°C			16,3°C		
Datum:		30.6.-1.7.53			30.6.-1.7.53		

Sohle u. Anal.Nr.		360S; 18(R)			360N; 19(R)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		3,95	0,10	0,57	3,75	0,09	0,53
Na ⁺		136,25	5,92	34,08	130,15	5,65	33,25
NH ₄ ⁺	Sp.	0	0	0	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		132,3	6,61	38,05	120,2	6,01	35,37
Mg ⁺⁺		56,9	4,74	27,28	62,9	5,24	30,84
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		329,40	<u>17,37</u>	99,98	317,00	<u>16,99</u>	99,99
NO ₃ ⁻		2,0	0,03	0,19	2,0	0,03	0,18
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		39,0	1,09	6,89	42,5	1,19	7,43
SO ₄ ⁻⁻		480,0	10,0	63,29	480,0	10,0	62,50
HCO ₃ ⁻		285,4	4,68	29,62	291,6	4,78	29,87
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		806,4	<u>15,80</u>	99,99	816,1	<u>16,00</u>	99,98
H ₂ SiO ₃		7,5			7,5		
CO ₂ -frei		15,8			18,9		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		1159,1			1159,5		
Ges.Rück- stand		1141,0			1144,0		
Leitver- mögen		1385			1312		
pH:		7,7			7,8		
Temp.:		17,8°C			17,0°C		
Datum:		5.-6.3.53			5.-6.3.53		

Sohle u.
Anal.Nr.

420N; 20(B)

420N; 21(B)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,21	0,03	0,45	0,94	0,02	0,31
Na ⁺		146,1	6,30	94,59	131,0	5,7	91,05
NH ₄ ⁺		0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		2,6	0,13	1,95	4,8	0,24	3,83
Mg ⁺⁺		2,4	0,20	3,00	4,65	0,3	4,79
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0

Summe d. Kationen	152,31	<u>6,66</u>	99,99	141,39	<u>6,26</u>	99,98
----------------------	--------	-------------	-------	--------	-------------	-------

NO ₃ ⁻	0	0	0	Sp.	0	0
NO ₂ ⁻	0	0	0	0	0	0
Cl ⁻	19,1	0,53	9,41	14,2	0,40	7,56
SO ₄ ⁻⁻	Sp.	0	0	4,3	0,09	1,70
HCO ₃ ⁻	313,5	5,1	90,58	292,8	4,8	90,73
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0	0	0	0

Summe d. Anionen	332,6	<u>5,63</u>	99,99	311,3	<u>5,29</u>	99,99
---------------------	-------	-------------	-------	-------	-------------	-------

H ₂ SiO ₃	18,9			18,2		
CO ₂ -frei	8,8			9,24		
H ₂ S	0			0		
O ₂	0			0		

Lösungs- inhalt	512,61		480,13
Ges.Rück- stand	402,0		392,0
Leitver- mögen	2800,0		423,0

pH:	7,8		7,8
Temp.:	20,5°C.		20,4°C.

Datum:	17.-19.3.53		17.-19.3.53
--------	-------------	--	-------------

Sohle u. Anal.Nr.		420N; 33(K)			420N; 34(E)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		8,0	0,20	0,42	1,39	0,03	0,48
Na ⁺		159,0	6,91	14,77	134,0	5,82	94,48
NH ₄ ⁺		0,8	0,04	0,08	0	0	0
Ca ⁺⁺		20,0	1,00	2,13	4,2	0,21	3,41
Mg ⁺⁺		460,1	38,02	81,29	1,3	0,10	1,62
Fe ⁺⁺		6,5	0,23	0,49	0	0	0
Mn ⁺⁺		9,9	0,35	0,74	0	0	0
Ni ⁺⁺		0,6	0,02	0,04			
Summe d. Kationen		664,9	<u>46,77</u>	99,96	140,89	<u>6,16</u>	99,99
NO ₃ ⁻	Sp.	0	0		0	0	0
NO ₂ ⁻	0,15	0	0		0	0	0
Cl ⁻	21,0	0,59	1,49		14,0	0,39	6,27
SO ₄ ⁻⁻	1640,0	34,16	86,70		28,8	0,60	9,64
HCO ₃ ⁻	283,6	4,65	11,80		302,3	4,93	79,26
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0		9,0	0,30	4,82
Summe d. Anionen		1944,15	<u>39,40</u>	99,99	353,1	<u>6,22</u>	99,99
H ₂ SiO ₃	15,1				12,6		
CO ₂ -frei	41,8				0		
H ₂ S	0				0		
Lösungs- inhalt	2665,95				506,59		
Ges.Rück- stand	2800,0				423,0		
Leitver- mögen	2376						
pH:	6,5				8,2		
Temp.:	19,8°C				20,1°C		
Datum:	16.-20.6.53				16.-20.6.53		

Sohle u. Anal.Nr.		480S; 22(K)			480S; 28(K)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		6,6	0,17	0,65	4,12	0,10	0,81
Na ⁺		552,7	24,03	91,89	264,9	11,51	93,12
NH ₄ ⁺		0	0	0	0,5	0,03	0,24
Ca ⁺⁺		22,4	1,12	4,28	8,8	0,44	3,56
Mg ⁺⁺		10,0	0,83	3,18	3,5	0,28	2,26
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		591,7	<u>26,15</u>	100,00	281,8	<u>12,36</u>	99,99
NO ₃ ⁻		4,8	0,08	0,31	Sp.	0	0
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		538,9	15,18	60,46	112,0	3,15	25,50
SO ₄ ⁻⁻		0	0	0	24,0	0,50	4,04
HCO ₃ ⁻		600,8	9,85	39,23	530,7	8,70	70,45
CO ₃ ⁻⁻		0		0	0	0	0
Summe d. Anionen		1144,5	<u>25,11</u>	100,00	888,67	<u>12,35</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		18,9			16,3		
CO ₂ -frei		52,8			26,4		
H ₂ S		0			0		
O ₂		0			5,9		
Lösungs- inhalt		1807,9			991,2		
Ges.Rück- stand		1647,0			777,0		
Leitver- mögen		2430			1375		
pH:		7,3			7,5		
Temp.:		30,5-31,0°C			25,1°C		
Datum:		25.-30.3.53			8.-11.5.53		

Sohle u. Anal.Nr.		480S; 29(K)			480S; 30(K)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		5,47	0,14	0,78	6,87	0,17	0,73
Na ⁺		383,0	16,72	93,56	497,3	21,71	94,02
NH ₄ ⁺		0,9	0,04	0,22	1,4	0,07	0,30
Ca ⁺⁺		13,6	0,68	3,80	15,6	0,78	3,37
Mg ⁺⁺		3,7	0,29	1,62	4,45	0,36	1,55
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		406,67	<u>17,87</u>	99,98	525,62	<u>23,09</u>	99,97
NO ₃ ⁻	Sp.	0	0		Sp.	0	0
NO ₂ ⁻	0	0	0		0	0	0
Cl ⁻	259,0	7,29	42,78		462,0	13,01	57,16
SO ₄ ⁻⁻	31,2	0,65	3,81		4,8	0,10	0,44
HCO ₃ ⁻	555,1	9,10	53,40		588,6	9,65	42,39
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0		0	0	0
Summe d. Anionen		845,3	<u>17,04</u>	99,99	1055,4	<u>22,76</u>	99,99
H ₂ SiO ₃	23,9				25,2		
CO ₂ -frei	26,4				26,4		
H ₂ S	0				0		
Lösungs- inhalt	1302,27				1632,62		
Ges.Rück- stand	1100,0				1494,0		
Leitver- mögen	1592				2161		
pH:	7,5				7,0		
Temp.:	24,1°C				25,1°C		
Datum:	13.-14.5.53				13.-14.5.53		

Sohle u.
Anal.Nr.

480S; 38 (K)

480N; 37(K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		2,31	0,05	0,59	2,52	0,06	0,48
Na ⁺		184,0	8,00	94,56	265,0	11,51	93,42
NH ₄ ⁺		0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		5,2	0,26	3,07	8,8	0,44	3,57
Mg ⁺⁺		1,9	0,15	1,77	3,8	0,31	2,51
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		193,41	<u>8,46</u>	99,99	280,12	<u>12,32</u>	99,98
NO ₃ ⁻		0	0	0	0	0	0
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		77,9	1,10	13,15	272,9	3,85	31,17
SO ₄ ⁻⁻		48,0	1,00	11,96	40,8	0,85	6,88
HCO ₃ ⁻		381,8	6,26	74,88	466,6	7,65	61,94
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		507,7	<u>8,36</u>	99,99	780,3	<u>12,35</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		15,7			21,4		
CO ₂ -frei		13,2			17,6		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		730,01			1099,42		
Ges.Rück- stand		549,0			807,0		
Leitver- mögen		884			1321		
pH:		7,5			7,3		
Temp.:		19,4°C			22,5°C		
Datum:		25.-26.6.53			25.-26.6.53		

Sohle u. Anal.Nr.	540S; 31(K)			540S; 32(K)		
Befund	in mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺	4,13	0,10	0,70	3,44	0,08	0,67
Na ⁺	318,0	13,88	98,16	230,0	10,00	84,38
NH ₄ ⁺	0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺	1,9	0,09	0,63	20,8	1,04	8,77
Mg ⁺⁺	0,86	0,07	0,49	8,9	0,73	6,16
Fe ⁺⁺	0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺	0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen	324,89	<u>14,14</u>	99,98	263,14	<u>11,85</u>	99,98
NO ₃ ⁻	2,2	0,03	0,20	1,9	0,03	0,26
NO ₂ ⁻	0	0	0	0	0	0
Cl ⁻	106,4	2,99	20,31	49,6	1,39	12,12
SO ₄ ⁻⁻	110,4	2,30	15,62	100,8	2,10	18,30
HCO ₃ ⁻	573,4	9,40	63,85	484,9	7,95	69,31
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen	792,4	<u>14,72</u>	99,98	637,2	<u>11,47</u>	99,99
H ₂ SiO ₃	11,3			8,8		
CO ₂ -frei	22,0			24,2		
H ₂ S	0			0		
Lösungs- inhalt	1150,59			933,34		
Ges. Rück- stand	856,0			682,0		
Leitver- mögen	1342					
pH:	7,5			7,5		
Temp.:	21,4°C			21,6°C		
Datum:	10.-12.6.53			10.-12.6.53		

Sohle u.
Anal.Nr.

600S; 35(K)

600S; 36(K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		4,51	0,12	0,56	4,30	0,11	0,55
Na ⁺		442,0	19,21	89,76	410,0	17,82	89,82
NH ₄ ⁺		0,3	0,17	0,79	0,3	0,17	0,85
Ca ⁺⁺		22,7	1,13	5,28	21,9	1,10	5,54
Mg ⁺⁺		9,4	0,77	3,59	7,8	0,64	3,22
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		478,91	<u>21,40</u>	99,98	444,30	<u>19,84</u>	99,98
NO ₃ ⁻		0	0	0	0	0	0
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		436,0	12,28	57,06	386,4	10,88	54,62
SO ₄ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻		563,6	9,24	42,93	551,4	9,04	45,38
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		999,6	<u>21,52</u>	99,99	937,8	<u>19,92</u>	100,00
H ₂ SiO ₃		17,6			15,7		
CO ₂ -frei		26,4			24,2		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		1522,51			1422,0		
Ges. Rück- stand		1427,0			1283,0		
Leitver- mögen		1185,0			1829		
pH:		7,2			7,5		
Temp.:		24,6°C			24,8°C		
Datum:		23.-24.6.53			23.-24.6.53		

Sohle u.
Anal.Nr. 84(G)

Befund	in mg/l	mval	mval %
K ⁺	6,43	0,16	0,81
Na ⁺	404,10	17,56	89,45
NH ₄ ⁺	0,50	0,02	0,10
Ca ⁺⁺	24,05	1,20	6,11
Mg ⁺⁺	8,48	0,69	3,51
Fe ⁺⁺	0	0	0
Mn ⁺⁺	0	0	0

Summe d. Kationen	443,56	<u>19,63</u>	99,98
----------------------	--------	--------------	-------

NO ₃ ⁻	1,70	0,02	0,10
NO ₂ ⁻	0,04	0	0
Cl ⁻	331,92	9,35	49,52
SO ₄ ⁻⁻	54,93	1,14	6,03
HCO ₃ ⁻	510,57	8,37	44,33
CO ₃	0	0	0

Summe d. Anionen	899,16	<u>18,88</u>	99,98
---------------------	--------	--------------	-------

H ₂ SiO ₃	29,9
CO ₂ -frei	13,20
H ₂ S	0
Lösungs- inhalt	1342,72
ungel. Stoff	22,6
Ges. Rück- stand	1185,0

pH:	8,5
Temp.:	24,9°C
Datum:	8.-10.12.53

Tabellen Nr.V

(1 - 38)

Wasseranalysenergebnisse von

Siegerländer Erzgruben,

ausgeführt vom Verfasser.

(ergänzt mit Analysen von Bornhardt)

Alphabetisch nach Gruben
geordnet

Abkürzungen bei den Analysennummern:

B = Wasser aus Kernbohrloch
G = Gesamtwasser
K = Kluftwasser
R = Röschenwasser
St = Stauwasser

Sohle u. Betr.Abtlg.Ameise
Anal.Nr. 5aS.(290mS); 76 (K) 5aS.(290mS); 77 (K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		0,67	0,01	0,30	0,95	0,02	0,33
Na ⁺		5,14	0,22	6,62	9,53	0,41	6,84
NH ₄ ⁺		0	0	0	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		28,06	1,40	42,16	64,13	3,20	53,42
Mg ⁺⁺		20,58	1,69	50,90	27,85	2,29	38,23
Fe ⁺⁺		0	0	0	1,50	0,05	0,83
Mn ⁺⁺		0	0	0	0,60	0,02	0,33
Summe d. Kationen		54,45	<u>3,32</u>	99,98	104,56	<u>5,99</u>	99,98
NO ₃ ⁻		1,6	0,02	0,60	0,5	0,00	0
NO ₂ ⁻		0	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻		5,68	0,16	4,82	24,14	0,68	11,86
SO ₄ ⁻⁻		Sp.	0	0	139,28	2,90	50,61
HCO ₃ ⁻		191,54	3,14	94,57	131,15	2,15	37,52
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		198,82	<u>3,32</u>	99,99	295,07	<u>5,73</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		14,30			11,70		
CO ₂ -frei		6,60			15,40		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		274,17			426,73		
Ges.Rück- stand		310,0			527,0		
pH:		7,4			7,0		
Temp.:		12,4°C			12,2°C		
Datum:		19.-20.11.53			19.-20.11.53		

Sohle u. Anal.Nr.		Betr.Abtlg.Ameise			290 ; 78(K)			890 ; 79 (K)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %			
K ⁺		1,07	0,02	0,48	1,47	0,03	0,65			
Na ⁺		14,23	0,61	14,77	56,65	2,46	53,71			
NH ₄ ⁺		0	0	0	0	0	0			
Ca ⁺⁺		34,07	1,70	41,16	20,04	1,00	21,83			
Mg ⁺⁺		21,79	1,79	43,34	13,32	1,09	23,79			
Fe ⁺⁺		0,40	0,01	0,24	0	0	0			
Mn ⁺⁺		Sp.	0	0	0	0	0			
Summe d. Kationen		71,56	<u>4,13</u>	99,99	91,48	<u>4,58</u>	99,98			
NO ₃ ⁻		2,6	0,04	1,00	1,3	0,02	0,44			
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0			
Cl ⁻		5,32	0,15	3,76	12,78	0,36	7,89			
SO ₄ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0			
HCO ₃ ⁻		231,80	3,80	95,23	254,98	4,18	91,66			
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0			
Summe d. Anionen		239,72	<u>3,99</u>	99,99	269,06	<u>4,56</u>	99,99			
H ₂ SiO ₃		13,0			14,30					
CO ₂ -frei		26,4			7,92					
H ₂ S		0			0					
Lösungs- inhalt		350,68			382,76					
Ges.Rück- stand		195,0			228,0					
pH:		6,8			7,8					
Temp.:		13,3°C			21,3°C					
Datum:		23.-24.11.53			23.-24.11.53					

Sohle u. Gr. Anxbach
Anal.Nr. Stollensohle; 57(St)(-228m) 230 ; 58(K) (-458m)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,05	0,02	0,54	1,88	0,04	0,70
Na ⁺		16,30	0,07	1,81	13,80	0,60	10,48
NH ⁺ ₄	Sp.		0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		32,06	1,60	41,56	28,05	1,40	24,47
Mg ⁺⁺		24,22	1,99	51,68	44,80	3,68	64,34
Fe ⁺⁺		5,00	0,17	4,41	0	0	0
Mn ⁺⁺		0,08	0	0	0,035	0	0
Summe d. Kationen		73,71	<u>3,85</u>	100,00	88,565	<u>5,72</u>	99,99
NO ₃ ⁻		2,6	0,04	1,01	3,9	0,06	1,10
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		10,65	0,30	7,61	10,65	0,30	5,51
SO ₄ ⁻⁻		4,80	0,10	2,53	Sp.	0	0
HCO ₃ ⁻		213,50	3,50	88,83	309,88	5,08	93,38
CO ₃ ⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		231,55	<u>3,94</u>	99,98	324,43	<u>5,44</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		28,6			10,4		
CO ₂ -frei		61,6			28,6		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		395,46			451,99		
Ges. Rück- stand		413,0			460,0		
pH:		6,4			7,5		
Temp.:		8,8°C					
Datum:		7.-8.10.53			7.-8.10.53		

Sohle u.		Gr.Anxbach					
Anal.Nr.		230 ; 59(B) (-458m)			230 ; 60(B) (-458m)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,93	0,05	0,82	1,80	0,04	0,77
Na ⁺		24,60	1,06	17,40	31,30	1,36	26,25
NH ₄ ⁺		0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		36,07	1,80	29,55	24,04	1,30	25,09
Mg ⁺⁺		38,75	3,18	52,22	30,18	2,48	47,87
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		101,35	<u>6,09</u>	99,99	87,32	<u>5,18</u>	99,98
NO ₃ ⁻		6,70	0,10	1,67	4,9	0,07	1,18
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		8,87	0,25	4,17	8,87	0,25	4,23
SO ₄ ⁻⁻		0	0	0	Sp.	0	0
HCO ₃ ⁻		344,04	5,64	94,15	340,99	5,59	94,59
CO ₃ ⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		359,61	<u>5,99</u>	99,99	354,76	<u>5,91</u>	100,00
H ₂ SiO ₃		16,9			13,0		
CO ₂ -frei		26,4			24,2		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		504,26			479,28		
Ges. Rück- stand		490,0			400,0		
pH:		7,5			7,5		
Temp.:		12,3°C			15,6°C		
Datum:		7.-8.10,53			7.8.10.53		

Sohle u. Anal.Nr.		Betr.Abtlg.Brüderbund					
		14.S.(950m); 74 (K)			16.S.(1070m); 75 (K)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,66	0,04	0,85	13,15	0,33	0,75
Na ⁺		85,98	3,73	80,04	390,50	16,97	38,70
NH ₄ ⁺		0	0	0	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		8,01	0,40	8,58	53,00	2,64	6,02
Mg ⁺⁺		6,05	0,49	10,51	290,64	23,90	54,51
Fe ⁺⁺		Sp.	0	0	Sp.	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	Sp.	0	0
Summe d. Kationen		101,70	<u>4,66</u>	99,98	747,29	<u>43,84</u>	99,98
NO ₃ ⁻		2,6	0,04	0,90	2,0	0,03	0,06
NO ₂ ⁻		0	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻		5,32	0,15	3,39	39,40	1,11	2,58
SO ₄ ⁻⁻		0	0	0	1328,50	27,65	64,47
HCO ₃ ⁻		258,03	4,23	95,70	860,10	14,10	32,87
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		265,95	<u>4,42</u>	99,99	2230,0	<u>42,89</u>	99,98
H ₂ SiO ₃		12,35			9,75		
CO ₂ -frei		17,6			22,0		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		397,60			3009,04		
Ges.Rück- stand		369,0			2965,0		
pH:		7,5			7,2		
Temp.:		25,5°C			26,6°C		
Datum:		17.-18.11.53			17.-18.11.53		

Entnahmeort: Brüderbund, 7. Sohle Kreuzbach (530 m Sohle)
(Bornhardt, Anal. 22)

untersucht von: Heuseler / Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	211,14	9,18	65,80
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	74,0	Ca ⁺⁺	52,84	2,63	18,85
MgO	43,2	Mg ⁺⁺	26,02	2,14	15,34
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	290,00	<u>13,95</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	8,5	Cl ⁻	8,50	0,24	1,72
SO ₃	349,4	SO ₄ ⁻⁻	419,28	8,72	62,50
CO ₂ -geb. 109,9		HCO ₃ ⁻	304,42	4,99	35,77
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	732,20	<u>13,95</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
Abdampf- rückstand	854,5	Lösungs- inhalt	1022,20		
Ges. Rück- stand		Ges. Rück- stand			
pH:	alk.	pH:			
Temp.:		Temp.:			
Datum:		Datum:			

Entnahmeort: Brüderbund, 7. Sohle Kohlenbach (530 mSohle)
(Bornhardt, Anal. 23)

untersucht von: Heuseler / Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	406,64	17,68	80,80
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	9,0	Ca ⁺⁺	6,42	0,32	1,46
MgO	78,3	Mg ⁺⁺	47,21	3,88	17,73
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	460,27	<u>21,88</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	13,5	Cl ⁻	13,50	0,38	1,74
SO ₃	152,0	SO ₄ ⁻⁻	182,40	3,80	17,36
CO ₂ -geb.	389,9	HCO ₃ ⁻	1080,02	17,70	80,89
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	1275,92	<u>21,88</u>	99,99
SiO ₂	460,48	H ₂ SiO ₃	1892,52		
CO ₂ -frei	119,0	CO ₂ -frei	1235,0		
CO ₂ -aggr.	7,5	CO ₂ -aggr.	6,5		
Abdampf- rückstand	964,5	Lösungs- inhalt	1736,19		
Ges. Rück- stand	11. - 12. 11	Ges. Rück- stand	11. - 12. 11. 53		
pH:	alk.	pH:			
Temp.:		Temp:			
Datum:		Datum:			

Sohle u. Gr. Eisenzecher Zug
 Anal.Nr. 1368 m; 70 (H) 1368 m; 71 (K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		0,90	0,02	0,32	2,47	0,06	0,21
Na ⁺		59,30	1,71	27,49	87,20	3,79	13,12
NH ₄ ⁺		0	0	0	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		52,10	2,60	41,80	244,48	12,20	42,26
Mg ⁺⁺		23,00	1,89	30,38	155,00	12,74	44,12
Fe ⁺⁺		0	0	0	Sp.	0	0
Mn ⁺⁺		Sp.	0	0	2,31	0,08	0,27
Summe d. Kationen		115,36	<u>6,22</u>	99,99	491,46	<u>28,87</u>	99,98
NO ₃ ⁻		1,4	0,02	0,33	0,9	0,01	0,03
NO ₂ ⁻		Sp.	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻		8,87	0,25	4,15	23,07	0,65	2,42
SO ₄ ⁻⁻		153,60	3,20	53,15	1032,00	21,50	80,20
HCO ₃ ⁻		155,55	2,55	42,36	283,65	4,65	17,34
CO ₃ ⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		319,42	<u>6,02</u>	99,99	1339,62	<u>26,81</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		16,9			17,5		
CO ₂ -frei		8,8			44,0		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		460,48			1892,58		
Ges. Rück- stand		419,0			1939,0		
pH:		7,5			6,5		
Temp.:		30,3°C.			29,6°C.		
Datum:		11.-12.11.53			11.-12.11.53		

Entnahmeort: Eisenzecher Zug, 350 m S., Eisenzecher Mittel
(Bornhardt, Anal. 21)

untersucht von: Hufschmidt /Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O	2,3	K ⁺	1,90	0,04	0,79
Na ₂ O	13,0	Na ⁺	9,63	0,41	8,15
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	55,5	Ca ⁺⁺	39,62	1,97	39,16
MgO	52,8	Mg ⁺⁺	31,83	2,61	51,88
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	82,98	<u>5,03</u>	99,98
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	3,5	Cl ⁻	3,50	0,10	3,03
SO ₃	85,8	SO ₄ ⁻⁻	102,96	2,14	65,04
CO ₂ -geb.	23,3	HCO ₃ ⁻	64,54	1,05	31,91
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	171,00	<u>3,29</u>	99,98
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	326,9	Lösungs- inhalt	253,98		
Ges. Rück- stand		Ges. Rück- stand			
pH:		pH:			
Temp.:		Temp.:			
Datum:		Datum:			

Anionendefizit!

Entnahmeort: Eisenzecher Zug; Eiserfeld
Kalteborn-Ort im Reinhold Forster Erbstollen
(+223,731 N.N.)

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt /Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	10,6	0,46	19,24
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	19,0	Ca ⁺⁺	13,5	0,67	28,03
MgO	25,0	Mg ⁺⁺	15,0	1,23	51,46
Fe	0,1	Fe ⁺⁺	0,1	0	0
Mn	0,4	Mn ⁺⁺	0,4	0,01	0,42
Al ₂ O ₃	2,4	Al ⁺⁺⁺			
Pb	0	Pb ⁺⁺	0	0	0
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn	0,8	Zn ⁺⁺	0,8	0,02	0,83
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	40,4	<u>2,39</u>	99,98
N ₂ O ₅	0,2	NO ₃ ⁻	0,23	0,03	1,25
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	10,0	Cl ⁻	10,0	0,28	11,71
SO ₃	29,0	SO ₄ ⁻⁻	34,8	0,72	30,12
CO ₂ -geb.	30,0	HCO ₃ ⁻	82,96	1,36	56,90
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	127,99	<u>2,39</u>	99,98
SiO ₂	2,0	H ₂ SiO ₃	2,6		
CO ₂ -frei	46,0	CO ₂ -frei	46,0		
CO ₂ -aggr.	42,0	CO ₂ -aggr.	42,0		
O ₂		O ₂			
Abdampf-rückstand	123,0	Lösungs-inhalt	216,9		
Ges. Rück-stand		Ges. Rück-stand			
pH:	6,4				
Temp.:	9,0°C				
Datum:	7.5.53				

Sohle u. Gr.Eisernhardter Tiefbau
Anal.Nr. 3.S.(200 m); 72 (K) 5.S. (290 m); 73 (K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		0,87	0,02	0,58	0,71	0,01	0,24
Na ⁺		22,41	0,97	28,44	9,23	0,40	9,70
NH ₄ ⁺	Sp.		0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		16,03	0,80	23,46	44,08	2,20	53,39
Mg ⁺⁺		19,37	1,59	46,62	18,42	1,51	36,65
Fe ⁺⁺	Sp.		0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		1,01	0,03	0,87	Sp.	0	0
Summe d. Kationen		59,69	<u>3,41</u>	99,97	72,44	<u>4,12</u>	99,98
NO ₃ ⁻		1,1	0,01	0,38	1,6	0,02	0,42
NO ₂ ⁻	Sp.		0	0	0	0	0
Cl ⁻		7,10	0,20	7,66	40,82	1,15	24,41
SO ₄ ⁻⁻		19,20	0,40	15,32	Sp.	0	0
HCO ₃ ⁻		122,00	2,00	76,62	215,94	3,54	75,16
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		149,4	<u>2,61</u>	99,98	258,36	<u>4,71</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		10,0			13,78		
CO ₂ -frei		33,0			8,8		
H ₂ S		0			0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		252,09			353,38		
Ges.Rück- stand		240,0			425,0		
pH:		6,5			7,2		
Temp.:		10,8°C			13,5°C		
Datum:		14.-15.11.53			14.-15.11.53		

Entnahmeort: Eisernhardter Tiefbau, 7. Sohle (390 m S. = -117, ON.N.
Alte Birke (Bornhardt, Anal. 25)

untersucht von: Heuseler / Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	471,96	20,52	80,47
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	85,0	Ca ⁺⁺	60,69	3,02	11,84
MgO	39,6	Mg ⁺⁺	23,88	1,96	7,68
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	556,53	<u>25,50</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	16,3	Cl ⁻	16,30	0,46	1,80
SO ₃	956,0	SO ₄ ⁻⁻	1147,20	23,90	93,72
CO ₂ -geb.	25,1	HCO ₃ ⁻	69,52	1,14	4,47
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	1233,02	<u>25,50</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	1848,0	Lösungs- inhalt	1789,55		
Ges. Rück- stand		Ges.-Rück- stand			
pH:	neutral				
Temp.:					
Datum:					

Sohle u. Gr.Friedrich
Anal.Nr. 580 ; 24 (K) Ges.Wasser; 26 (G)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval
K ⁺		2,2	0,05	0,62	2,1	0,05	0,65
Na ⁺		171,8	7,50	93,63	149,6	6,52	85,56
NH ₄ ⁺		4,0	0,22	2,74	5,0	0,27	3,54
Ca ⁺⁺		3,5	0,17	2,12	9,1	0,45	5,90
Mg ⁺⁺		0,96	0,07	0,87	4,1	0,33	4,33
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	Sp.	0	0
Zn ⁺⁺		0,04	0	0	0,03	0	0

Summe d. Kationen	182,50	<u>8,01</u>	99,98	169,93	<u>7,62</u>	99,98
-------------------	--------	-------------	-------	--------	-------------	-------

NO ₃ ⁻	0,80	0,01	0,12	1,0	0,01	0,13
NO ₂ ⁻	0	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻	42,5	1,20	15,26	46,0	1,3	17,31
SO ₄ ⁻⁻⁻	9,6	0,20	2,54	33,6	0,7	9,32
HCO ₃ ⁻	393,4	6,45	82,06	335,5	5,5	73,23
CO ₃ ⁻	0	0	0	0	0	0

Summe d. Anionen	446,3	<u>7,86</u>	99,98	416,1	<u>7,51</u>	99,99
------------------	-------	-------------	-------	-------	-------------	-------

H ₂ SiO ₃	18,9	20,2
CO ₂ -frei	8,8	5,3
H ₂ S	0	0

Lösungs- inhalt	656,50	611,83
Ges.Rück- stand	460,0	659,0
pH:	7,7	7,5
Temp.:	22,2°C	21,9°C
Datum:	22.-24.4.53	22.-24.4.53

Sohle u. Gr.Friedrich
Anal.Nr. alle ob.Sohlen; 41(G) 580 ; 42(K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		2,07	0,05	0,35	2,47	0,06	0,65
Na ⁺		26,49	1,15	8,12	200,95	8,73	95,20
NH ₄ ⁺		0	0	0	0,30	0,01	0,11
Ca ⁺⁺		118,2	5,90	41,66	6,80	0,34	3,71
Mg ⁺⁺		79,9	6,60	46,61	0,36	0,03	0,32
Fe ⁺⁺	Sp.	0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		8,7	0,31	2,19	0	0	0
Zn ⁺⁺		1,10	0,03	0,21	0,06	0	0
Ni ⁺⁺		1,5	0,05	0,35	0,10	0	0
Cu ⁺⁺		2,34	0,07	0,49	0,02	0	0
Pb ⁺⁺		0,02	0	0			

Summe d. Kationen	240,30	<u>14,16</u>	99,98	211,04	<u>9,17</u>	99,99
-------------------	--------	--------------	-------	--------	-------------	-------

NO ₃ ⁻	1,24	0,02	0,13	0,43	0	0
NO ₂ ⁻	Sp.	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻	26,6	0,75	5,08	81,65	2,3	25,13
SO ₄ ⁻⁻	566,4	11,8	79,88	33,6	0,7	7,65
HCO ₃ ⁻	134,2	2,2	14,89	375,1	6,15	67,21
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0	0	0	0

Summe d. Anionen	728,44	<u>14,77</u>	99,98	490,78	<u>9,15</u>	99,99
------------------	--------	--------------	-------	--------	-------------	-------

H ₂ SiO ₃	18,9	16,4
CO ₂ -frei	19,8	13,2
H ₂ S	0	0

Lösungs- inhalt	1007,44	731,42
Ges. Rück- stand	1155,0	528,0
pH:	6,9	7,9
Temp.:	20,9°C	22,2°C
Datum:	17.-19.8.53	17.-19.8.53

Entnahmeort: Friedrich, 8. Sohle (320 m S = -84,3 NN) 1. Mittel
(Bornhardt, Anal. 36)

untersucht von: Hewseler / Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	151,57	6,59	41,49
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	146,0	Ca ⁺⁺	104,24	5,20	32,74
MgO	82,5	Mg ⁺⁺	49,74	4,09	25,76
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	305,55	<u>15,88</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	109,5	Cl ⁻	109,50	3,08	19,39
SO ₃	225,0	SO ₄ ⁻⁻	270,0	5,62	35,39
CO ₂ -geb.	158,3	HCO ₃ ⁻	438,49	7,18	45,21
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	817,99	<u>15,88</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	785,0	Lösungs- inhalt	1123,54		
Ges. Rück- stand		Ges.-Rück- stand			
p _H :	alk.				
Temp.:					
Datum:					

Sohle u. Anal.Nr.		825 ; 55(K)		Gr.Füsseberg		775 ; 56(K)	
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		5,45	0,13	0,64	6,24	0,16	0,71
Na ⁺		263,00	11,43	56,78	484,00	21,04	93,30
NH ₄ ⁺		0	0	0	0,60	0,06	0,26
Ca ⁺⁺		72,14	3,30	16,39	10,02	0,50	2,21
Mg ⁺⁺		64,18	5,27	26,18	9,68	0,79	3,50
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		404,77	<u>20,13</u>	99,99	510,54	<u>22,55</u>	99,98
NO ₃ ⁻		5,4	0,08	0,40	7,4	0,11	0,51
NO ₂ ⁻	Sp.		0	0	0	0	0
Cl ⁻		37,27	1,05	5,37	31,95	0,90	4,15
SO ₄ ⁻⁻		480,80	9,60	49,16	393,60	8,20	37,85
HCO ₃ ⁻		536,80	8,80	45,06	759,45	12,45	57,48
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		1060,27	<u>19,53</u>	99,99	1192,40	<u>21,66</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		14,3			16,9		
CO ₂ -frei		26,4			35,2		
H ₂ S		0			0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		1505,67			1755,04		
Ges. Rück- stand		1306,0			1351,0		
pH:		7,5			7,8		
Temp.:		25,5°C			24,8°C		
Datum:		2.-3.10.53			2.-3.10.53		

Entnahmeort: Friedrich Wilhelm, 364 m Sohle (= -76,72 NN)
Hauptgang (Bornhardt, Anal.31)

untersucht von: Hartenstein / Essen

Befund	in	mg/l	Befund	in	mg/l	mval	mval %
K ₂ O			K ⁺		43,47	1,89	19,60
Na ₂ O			Na ⁺				
NH ₃			NH ₄ ⁺				
CaO	75,0		Ca ⁺⁺		53,55	2,67	27,69
MgO	101,0		Mg ⁺⁺		60,9	5,08	52,69
Fe			Fe ⁺⁺				
Mn			Mn ⁺⁺				
Al			Al ⁺⁺⁺				
Pb			Pb ⁺⁺				
Cu			Cu ⁺⁺				
Zn			Zn ⁺⁺				
Summe d. Kationen			Summe d. Kationen		157,92	<u>9,64</u>	99,98
N ₂ O ₅			NO ₃ ⁻				
N ₂ O ₃			NO ₂ ⁻				
Cl	12,8		Cl ⁻		12,80	0,36	3,73
SO ₃	222,5		SO ₄ ⁻⁻		267,0	5,56	57,67
CO ₂ -geb.	82,0		HCO ₃ ⁻		227,14	3,72	38,58
P ₂ O ₅			HPO ₄ ⁻⁻				
Summe d. Anionen			Summe d. Anionen		506,94	<u>9,64</u>	99,98
SiO ₂			H ₂ SiO ₃				
CO ₂ -frei			CO ₂ -frei				
CO ₂ -aggr.			CO ₂ -aggr.				
O ₂			O ₂				
Abdampf- rückstand	550,0		Lösungs- inhalt		664,86		
Ges. Rück- stand			Ges.-Rück- stand				
pH:	neutr.						
Temp.:							
Datum:							

Sohle u. Anal.Nr.		Gr. Georg			640 ; 63 (B)		
		640 ; 62(K)					
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
=====							
K ⁺		1,02	0,02	0,42	1,22	0,03	0,62
Na ⁺		37,60	1,63	34,38	36,34	1,58	32,91
NH ₄ ⁺		0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		28,05	1,40	29,53	32,06	1,60	33,33
Mg ⁺⁺		20,58	1,69	35,65	19,37	1,59	33,12
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		87,25	<u>4,74</u>	99,98	88,99	<u>4,80</u>	99,98
NO ₃ ⁻		2,4	0,03	0,68	2,60	0,04	0,89
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		2,84	0,08	1,83	5,32	0,15	3,37
SO ₄ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻		258,64	4,24	97,47	259,86	4,26	95,73
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		263,88	<u>4,35</u>	99,98	267,78	<u>4,45</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		20,80			26,00		
CO ₂ -frei		22,00			24,20		
H ₂ O		0					
O ₂							
Lösungs- inhalt		393,93			406,97		
Ges.Rück- stand		316,0			340,0		
pH:		7,5			7,5		
Temp.:		22,7°C			21,75°C		
Datum:		22.-24.10.53			22.-24.10.53		

Sohle u. Gr. Georg
Anal.Nr. 680 ; 64(K) 640 ; 90(B)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		3,49	0,08	0,57	1,13	0,02	0,49
Na ⁺		49,05	2,13	15,31	33,50	1,45	36,07
NH ₄ ⁺		0,02	0	0	Sp.	0	0
Ba ⁺⁺		116,23	5,80	41,69	24,03	1,20	29,85
Mg ⁺⁺		71,45	5,87	42,19	16,43	1,35	33,58
Fe ⁺⁺		Sp.	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0,93	0,03	0,21	0	0	0
Summe d. Kationen		241,17	<u>13,91</u>	99,97	75,09	<u>4,02</u>	99,99
NO ₃ ⁻		14,0	0,22	1,59	0,40	0,06	1,44
NO ₂ ⁻		Sp.	0	0	0	0	0
Cl ⁻		10,65	0,30	2,17	4,97	0,14	3,37
SO ₄ ⁻⁻		436,80	9,10	65,84	0	0	0
HCO ₃ ⁻		256,20	4,20	30,39	240,95	3,95	95,18
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		717,65	<u>13,82</u>	99,99	246,32	<u>4,15</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		14,3			20,8		
CO ₂ -frei		30,8			28,16		
H ₂ S					0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		1003,92			370,37		
Ges. Rück- stand		1010,0			350,0		
pH:		6,7			7,5		
Temp.:		22,9°C			22,2°C		
Datum:		22.-24.10,53			27.1.54		

Entnahmeort: Georg, 305 m Sohle
(Bornhardt, Anal.41)

untersucht von: Heuseler /Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	150,19	6,53	51,37
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	129,0	Ca ⁺⁺	92,10	4,59	36,11
MgO	32,2	Mg ⁺⁺	19,42	1,59	12,51
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	261,71	<u>12,71</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	114,2	Cl ⁻	114,20	3,21	25,25
SO ₃	55,3	SO ₄ ⁻⁻	66,36	1,38	10,85
CO ₂ -geb.	179,0	HCO ₃ ⁻	495,83	8,12	63,88
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	676,39	<u>12,71</u>	99,98
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	609,2	Lösungs- inhalt	938,10		
Ges. Rück- stand		Ges. Rück- stand			
pH:	schwach sauer				
Temp.:					
Datum:					

Sohle u. Gr.Geyersecke
Anal.Nr. 40 ; 68(K)

Befund	in mg/l	mval	mval %
--------	---------	------	--------

K ⁺	1,22	0,03	0,60
Na ⁺	36,54	1,58	31,72
NH ₄ ⁺	0	0	0
Ca ⁺⁺	32,02	1,60	32,12
Mg ⁺⁺	19,37	1,59	31,93
Fe ⁺⁺	4,0	0,14	2,81
Mn ⁺⁺	1,10	0,04	0,80

Summe d. Kationen	94,25	<u>4,98</u>	99,98
-------------------	-------	-------------	-------

NO ₃ ⁻	1,3	0,02	0,52
NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl ⁻	10,65	0,30	7,89
SO ₄ ⁻⁻	14,40	0,30	7,89
HCO ₃ ⁻	193,98	3,18	83,68
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0

Summe d. Anionen	220,33	<u>3,80</u>	99,98
------------------	--------	-------------	-------

H ₂ SiO ₃	13,0
CO ₂ -frei	30,8
H ₂ S	0
O ₂	53,0

Lösungs- inhalt	358,38
Ges.Rück- stand	378,0
pH:	6,5

Temp.:

Datum: 3.-4.11.53

Summe d. Anionen	238,54	<u>4,55</u>	99,99
H ₂ SiO ₃	1,3		
CO ₂ -frei	53,0		
CO ₂ -gesamt	99,0		
O ₂			
Lösungs- inhalt	370,1		
Ges.Rück- stand			

Entnahmeort: Grube Mocke, Zwischensohle, Strecke nach Norden
(104,5 m S) - 2 m hinter der Staumauer entnommen

untersucht von: Oeff.Chem.Unt.Amt /Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	19,5	0,85	18,68
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	37,0	Ca ⁺⁺	26,4	1,32	29,01
MgO	45,0	Mg ⁺⁺	27,1	2,23	49,01
Fe	1,4	Fe ⁺⁺	1,4	0,05	1,09
Mn	2,9	Mn ⁺⁺	2,9	0,10	2,19
Al ₂ O ₃	3,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	77,3	<u>4,55</u>	99,98
N ₂ O ₅	1,0	NO ₃ ⁻	1,14	0,01	0,22
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	44,0	Cl ⁻	44,0	1,24	27,25
SO ₃	25,0	SO ₄ ⁻⁻	30,0	0,62	13,62
CO ₂ -geb.	59,0	HCO ₃ ⁻	163,4	2,68	58,90
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	238,54	<u>4,55</u>	99,99
SiO ₂	1,0	H ₂ SiO ₃	1,3		
CO ₂ -frei	53,0	CO ₂ -frei	53,0		
CO ₂ -aggr.	29,0	CO ₂ -aggr.	29,0		
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	270,0	Lösungs- inhalt	370,1		
Ges.Rück- stand		Ges.Rück- stand			
pH:	6,5				
Temp.:	9,0°C				
Datum:	18.6.53				

Sohle u. Gr.Neue Haardt
Anal.Nr. 975 ; 65 (K)

Befund	in mg/l	mval	mval %
K ⁺	29,8	0,76	0,94
Na ⁺	1770,0	76,95	94,95
NH ₄ ⁺	0	0	0
Ca ⁺⁺	12,0	0,60	0,74
Mg ⁺⁺	33,30	2,73	3,37
Fe ⁺⁺	0	0	0
Mn ⁺⁺	0	0	0
Summe d. Kationen	1845,1	<u>81,04</u>	100,00
NO ₃ ⁻	13,6	0,21	0,28
NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl ⁻	1224,7	34,50	45,09
SO ₄ ⁻⁻	518,40	10,80	14,11
HCO ₃ ⁻	1891,00	31,00	40,52
CO ₃ ⁻⁻	0	0	0
HPO ₄ ⁻⁻	0	0	0
Summe d. Anionen	3647,7	<u>76,51</u>	100,00
H ₂ SiO ₃	7,8		
CO ₂ -frei	30,8		
H ₂ S	0		
O ₂			
Lösungs- inhalt	5531,4		
Ges.Rück- stand	4677,0		
pH:	8,4		
Temp.:	26,2°C		
Datum:	30.10.-4.11.53		

Entnahmeort: Neue Haardt, 360 m-Sohle, Hauptquerschlag
weit abseits vom Gang (Bornhardt, Anal.6)

untersucht von: Heuseler /Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	161,69	7,03	84,80
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	3,7	Ca ⁺⁺	2,64	0,13	1,56
MgO	22,8	Mg ⁺⁺	13,75	1,13	13,63
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	178,08	<u>8,29</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	18,4	Cl ⁻	18,40	0,51	6,15
SO ₃	3,1	SO ₄ ⁻⁻	3,72	0,07	0,84
CO ₂ -geb.	169,8	HCO ₃ ⁻	470,34	7,71	93,00
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	492,46	<u>8,29</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	233,0	Lösungs- inhalt	670,54		
Ges. Rück- stand		Ges. Rück- stand			
pH:	alk.				
Temp.:					
Datum:					

Entnahmeort: Grube Neue Haardt, 410 m-S., Neue Haardter Mittel
(Bornhardt, Anal.7)

untersucht von: Hufschmidt /Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O	19,4	K ⁺	16,1	0,41	1,49
Na ₂ O	670,3	Na ⁺	496,7	21,60	78,57
NH ₃	.	NH ₄ ⁺	.	.	.
CaO	45,1	Ca ⁺⁺	32,2	1,60	5,82
MgO	78,3	Mg ⁺⁺	47,2	3,88	14,11
Fe	.	Fe ⁺⁺	.	.	.
Mn	.	Mn ⁺⁺	.	.	.
Al	.	Al ⁺⁺⁺	.	.	.
Pb	.	Pb ⁺⁺	.	.	.
Cu	.	Cu ⁺⁺	.	.	.
Zn	.	Zn ⁺⁺	.	.	.
Summe d. Kationen	.	Summe d. Kationen	592,2	<u>27,49</u>	99,99
N ₂ O ₅	.	NO ₃ ⁻	.	.	.
N ₂ O ₃	.	NO ₂ ⁻	.	.	.
Cl	170,3	Cl ⁻	170,3	4,81	17,14
SO ₃	339,2	SO ₄ ⁻⁻	407,0	8,48	30,22
CO ₂ -geb.	325,1	HCO ₃ ⁻	900,9	14,77	52,63
P ₂ O ₅	.	HPO ₄ ⁻⁻	.	.	.
Summe d. Anionen	.	Summe d. Anionen	1478,2	<u>28,06</u>	99,99
SiO ₂	.	H ₂ SiO ₃	.	.	.
CO ₂ -frei	.	CO ₂ -frei	.	.	.
CO ₂ -aggr.	.	CO ₂ -aggr.	.	.	.
O ₂	.	O ₂	.	.	.
Abdampf- rückstand	1856,3	Lösungs- inhalt	2070,4	.	.
Ges. Rück- stand	.	Ges. Rück- stand	.	.	.

pH: stark alkalisch

Temp.:

Datum:

Entnahmeort: Grube Neue Haardt, 10 m über der 410 m-Sohle
(Bornhardt, Anal.8)

untersucht von: Heuseler /Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O	122,5	K ⁺	101,6	2,6	3,16
Na ₂ O	609,6	Na ⁺	451,7	19,64	23,94
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	463,0	Ca ⁺⁺	330,5	16,49	20,09
MgO	873,5	Mg ⁺⁺	526,7	43,31	52,79
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	1410,5	<u>82,04</u>	99,98
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	290,7	Cl ⁻	290,7	8,20	9,43
SO ₃	2239,0	SO ₄ ⁻⁻	2686,8	55,94	64,33
CO ₂ -geb.	502,0	HCO ₃ ⁻	1391,4	22,81	26,23
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	4368,9	<u>86,95</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	4725,0	Lösungs- inhalt	5779,4		
Ges. Rück- stand		Ges. Rück- stand			
PH:	alk.				
Temp.:					
Datum:					

Entnahmeort: Grube Neue Haardt; 460 m S., Neue Haardter Mittel
(Bornhardt, Anal.9)

untersucht von: Heuseler /Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	332,3	14,45	75,14
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	55,0	Ca ⁺⁺	39,2	1,95	10,14
MgO	57,2	Mg ⁺⁺	34,5	2,83	14,71
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	406,0	<u>19,23</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	196,8	Cl ⁻	196,8	5,55	28,86
SO ₃	70,3	SO ₄ ⁻⁻	84,3	1,75	9,10
CO ₂ -geb.	262,5	HCO ₃ ⁻	727,7	11,93	62,03
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	1008,8	<u>19,23</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	614,0	Lösungs- inhalt	1414,8		
Ges. Rück- stand		Ges. Rück- stand			
pH:	alk.				
Temp.:					
Datum:					

Entnahmeort: Grube Neue Haardt; 410 m S., Glückwasser Mittel
(Bornhardt, Anal.10)

untersucht von: Heuseler /Berlin

Befund	in	mg/l	Befund	in	mg/l	mval	mval %
K ₂ O		24,2	K ⁺		20,0	0,51	
Na ₂ O		1390,0	Na ⁺		1029,9	44,80	
NH ₃			NH ₄ ⁺				
CaO		8,0	Ca ⁺⁺		5,7	0,28	
MgO		18,5	Mg ⁺⁺		11,2	0,91	
Fe			Fe ⁺⁺				
Mn			Mn ⁺⁺				
Al			Al ⁺⁺⁺				
Pb			Pb ⁺⁺				
Cu			Cu ⁺⁺				
Zn			Zn ⁺⁺				
Summe d. Kationen			Summe d. Kationen		1066,8	<u>46,50</u>	
N ₂ O ₅			NO ₃ ⁻				
N ₂ O ₃			NO ₂ ⁻				
Cl		1985,2	Cl ⁻		1985,2	56,00	
SO ₃		5,2	SO ₄ ⁼⁼		6,2	0,12	
CO ₂ -geb.		571,3	HCO ₃ ⁻		1583,5	25,96	
P ₂ O ₅			HPO ₄ ⁼⁼				
Summe d. Anionen			Summe d. Anionen		3574,9	<u>82,08</u>	
SiO ₂			H ₂ SiO ₃				
CO ₂ -frei			CO ₂ -frei				
CO ₂ -aggr.			CO ₂ -aggr.				
O ₂			O ₂				
Abdampf- rückstand		3615,0	Lösungs- inhalt		4641,7		
Ges. Rück- stand			Ges. Rück- stand				
pH:							
Temp.:							
Datum:							

Sohle u. Gr. Pfannenberger Einigkeit
Anal.Nr. 960 ; 66(K) 1070 ; 69(K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,07	0,02	0,27	6,70	0,17	0,31
Na ⁺		18,17	0,79	10,69	67,72	2,94	5,40
NH ₄ ⁺		0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		64,12	3,20	43,30	389,10	19,41	35,68
Mg ⁺⁺		39,26	3,22	43,57	386,78	31,80	58,45
Fe ⁺⁺		4,00	0,14	1,89	0	0	0
Mn ⁺⁺		0,80	0,02	0,27	1,04	0,03	0,05
Cu ⁺⁺					0,04	0	0
Zn ⁺⁺					0,20	0,05	0,09
Pb ⁺⁺					0	0	0
Summe d. Kationen		127,42	<u>7,39</u>	99,99	851,58	<u>54,40</u>	99,98
NO ₃ ⁻		5,5	0,08	0,95	1,6	0,02	0,03
NO ₂ ⁻		0	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻		17,75	0,50	5,93	50,41	1,42	2,71
SO ₄ ⁻⁻		211,20	4,40	52,19	2102,35	43,77	83,67
HCO ₃ ⁻		210,45	3,45	40,92	433,10	7,10	13,57
CO ₃ ²⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		444,90	<u>8,43</u>	99,99	2587,46	<u>52,31</u>	99,98
H ₂ SiO ₃		9,75			18,85		
CO ₂ -frei		79,20			76,56		
H ₂ S		0			0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		661,27			3534,45		
Ges. Rück- stand		656,0			3958,0		
pH:		6,4			7,0		
Temp.:		23,5°C			23,6°C		
Datum:		30.10.-4.11.53			6.-9.11.53		

Entnahmeort: Pfannenberger Einigkeit, 6.Sohle (400 mS = -38,3NN)
(Bornhardt, Anal.26)

untersucht von: Heuseler /Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	102,35	4,45	33,33
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	202,0	Ca ⁺⁺	144,23	7,19	53,85
MgO	34,6	Mg ⁺⁺	20,86	1,71	12,81
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	267,44	<u>13,35</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	9,2	Cl ⁻	9,2	0,25	1,87
SO ₃	245,0	SO ₄ ⁻⁻	294,0	6,12	45,84
CO ₂ -geb.	153,9	HCO ₃ ⁻	426,30	6,98	52,28
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	729,50	<u>13,35</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	697,0	Lösungs- inhalt	996,94		
Ges.Rück- stand		Ges.Rück- stand			
pH:	alk.				
Temp.:					
Datum:					

Sohle u. Gr. San Fernando
Anal.Nr. 930 ; 49(K) 770 ; 50(K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		6,03	0,15	0,74	1,06	0,02	0,44
Na ⁺		68,08	2,96	14,56	17,35	0,75	16,48
NH ₄ ⁺		0,5	0,02	0,09	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺		120,24	6,00	29,52	72,14	3,59	78,90
Mg ⁺⁺		133,21	10,95	53,90	2,42	0,19	4,17
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		6,6	0,24	1,18	Sp.	0	0
Summe d. Kationen		334,66	<u>20,32</u>	99,99	92,97	<u>4,55</u>	99,99
NO ₃ ⁻		2,7	0,04	0,20	0,56	0	0
NO ₂ ⁻		0,1	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻		28,4	0,80	4,01	8,87	0,25	5,95
SO ₄ ⁻⁻		729,6	15,20	76,30	52,20	1,10	26,19
HCO ₃ ⁻		238,68	3,88	19,47	173,85	2,85	67,85
CO ₃ ⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		999,48	<u>19,92</u>	99,98	235,48	<u>4,20</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		13,0			24,7		
CO ₂ -frei		68,2			35,2		
H ₂ S		0			0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		1415,34			388,35		
Ges. Rück- stand		1468,0			388,0		
pH:		6,6			7,0		
Temp.:		26,7°C			22,1°C		
Datum:		14-15.9.53			14.-15.9.53		

Sohle u. Gr. San Fernando
Anal.Nr. 830 ; 51(K) 600 ; 52(K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,54	0,03	0,36	1,03	0,02	0,59
Na ⁺		87,10	3,78	46,43	11,13	0,48	14,20
NH ₄ ⁺	Sp.	0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		28,05	1,39	17,07	24,04	1,19	35,20
Mg ⁺⁺		31,48	2,75	33,79	20,58	1,69	50,00
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		5,5	0,19	2,33	0	0	0
Summe d. Kationen		154,87	<u>8,14</u>	99,98	56,78	<u>3,38</u>	99,99
NO ₃ ⁻		0,31	0	0	0,37	0	0
NO ₂ ⁻		0	0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻		49,7	1,40	19,17	5,32	0,15	4,65
SO ₄ ⁻⁻		144,0	3,00	41,09	14,4	0,30	9,31
HCO ₃ ⁻		176,9	2,90	39,72	168,97	2,77	86,02
CO ₃ ²⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		370,91	<u>7,30</u>	99,98	189,06	<u>3,22</u>	99,98
H ₂ SiO ₃		14,3			16,9		
CO ₂ -frei		66,0			24,2		
H ₂ S		0			0		
Lösungs- inhalt		606,08			286,94		
Ges. Rück- stand		506,0			195,0		
pH:		6,6			7,0		
Temp.:		22,8°C			20,3°C		
Datum:		16.-17.9.53			16.-17.9.53		

Sohle u. Gr. San Fernando
Anal.Nr. 710 ; 54(K) 600 ; 87(K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,06	0,02	0,50	1,23	0,03	0,86
Na ⁺		32,07	1,39	34,83	13,05	0,56	16,18
NH ₄ ⁺		0	0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		18,03	0,89	22,30	28,03	1,40	40,46
Mg ⁺⁺		20,58	1,69	42,35	17,90	1,47	42,48
Fe ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺		0	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		71,74	<u>3,99</u>	99,98	60,21	<u>3,46</u>	99,98
NO ₃ ⁻		0,59	0	0	0,20	0	0
NO ₂ ⁻		0	0	0	0	0	0
Cl ⁻		8,87	0,25	6,66	7,10	0,20	5,95
SO ₄ ⁻⁻		57,60	1,20	32,00	15,22	0,31	9,22
HCO ₃ ⁻		140,3	2,30	61,33	173,85	2,85	84,82
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		207,36	<u>3,75</u>	99,99	196,37	<u>3,36</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		22,1			22,1		
CO ₂ -frei		15,4			17,6		
H ₂ S		0			0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		316,60			296,28		
Ges. Rück- stand		330,0			322,0		
pH:		6,9			7,5		
Temp.:		21,0°C			20,0°C		
Datum:		18.-19.9.53			14.-15.1.54		

Sohle u. Anal.Nr.		Gr.Vereinigung					
		1000 ; 47(K)			660 ; 48(B)		
Befund	in	mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺		0,89	0,02	0,44	0,89	0,02	0,49
Na ⁺		27,50	1,19	26,56	26,20	1,13	27,97
NH ₄ ⁺	Sp.		0	0	0	0	0
Ca ⁺⁺		34,62	1,72	38,39	29,97	1,49	36,88
Mg ⁺⁺		18,89	1,55	34,60	17,05	1,40	34,65
Fe ⁺⁺	0		0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺	0,11		0	0	0	0	0
Summe d. Kationen		82,01	<u>4,48</u>	99,99	74,11	<u>4,04</u>	99,99
NO ₃ ⁻		0,74	0,01	0,25	0,93	0,01	0,26
NO ₂ ⁻	0		0	0	Sp.	0	0
Cl ⁻		6,03	0,17	4,30	7,01	0,20	5,39
SO ₄ ⁻⁻		2,4	0,05	1,26	2,40	0,05	1,34
HCO ₃ ⁻		226,9	3,72	94,18	210,45	3,45	92,99
CO ₃ ⁻⁻	0		0	0	0	0	0
Summe d. Anionen		236,07	<u>3,95</u>	99,99	220,79	<u>3,71</u>	99,98
H ₂ SiO ₃		28,2			28,2		
CO ₂ -frei		35,2			17,6		
H ₂ S	0				0		
O ₂							
Lösungs- inhalt		381,48			340,7		
Ges.Rück- stand		248,0			228,0		
pH:		6,8			7,7		
Temp.:		31,7°C			22,9°C		
Datum:		11.-12.9.53			11.-12.9.53		

Entnahmestrt: Vereinigung, 460 m Sohle (-183,8 NN)
(Bornhardt, Anal.38)

untersucht von: Heuseler /Berlin

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	74,06	3,22	46,93
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	64,0	Ca ⁺⁺	45,70	2,28	33,23
MgO	27,5	Mg ⁺⁺	16,58	1,36	19,82
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	136,34	<u>6,86</u>	99,98
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	6,4	Cl ⁻	6,4	0,18	2,62
SO ₃	8,2	SO ₄ ⁻⁻	9,84	0,20	2,91
CO ₂ -geb.	142,8	HCO ₃ ⁻	395,55	6,48	94,46
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	411,79	<u>6,86</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei		CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	184,0	Lösungs- inhalt	548,13		
Ges.Rück- stand		Ges.Rück- stand			
pH:	-				
Temp.:					
Datum:					

Sohle u. Gr.Wingertshardt
Anal.Nr. 480 ; 45(B) 700 ; 46(K)

Befund	in mg/l	mval	mval %	mg/l	mval	mval %
K ⁺	1,44	0,03	0,29	1,68	0,04	0,42
Na ⁺	161,00	7,00	67,89	180,70	7,86	83,79
NH ₄ ⁺	0	0	0	Sp.	0	0
Ca ⁺⁺	32,0	1,59	15,42	12,8	0,63	6,71
Mg ⁺⁺	20,6	1,69	16,39	10,4	0,85	9,06
Fe ⁺⁺	0	0	0	0	0	0
Mn ⁺⁺	Sp.	0	0	0	0	0
Summe d. Kationen	215,04	<u>10,31</u>	99,99	205,58	<u>9,38</u>	99,98
NO ₃ ⁻	0,74	0,01	0,10	0,81	0,01	0,12
NO ₂ ⁻	0	0	0	0	0	0
Cl ⁻	134,9	3,80	39,87	99,4	2,80	33,29
SO ₄ ⁻⁻	0	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻	348,9	5,72	60,02	341,6	5,60	66,58
CO ₃ ⁻	0	0	0	0	0	0
Summe d. Anionen	484,54	<u>9,53</u>	99,99	441,81	<u>8,41</u>	99,99
H ₂ SiO ₃	18,2			23,4		
CO ₂ -frei	44,0			22,0		
H ₂ S	0			0		
O ₂						
Lösungs- inhalt	761,78			692,79		
Ges. Rück- stand	700,0			592,0		
pH:	7,0			7,8		
Temp.:	25,1°C.			30,6°C		
Datum:	9.-10.9.53			9.10.9.53		

Grube Wolf
500 ; 88 (K)

Befund	in mg/l	mval	mval %
H ⁺	10,0	10,0	0,96
K ⁺	9,5	0,2	0,019
Na ⁺	24,6	1,0	0,096
Ca ⁺⁺	401,0	20,0	1,92
Mg ⁺⁺	2054,3	168,9	16,24
Al ⁺⁺⁺	1200	133,5	12,84
Fe ⁺⁺	9830,6	352,0	33,86
Fe ⁺⁺⁺	3000,8	161,2	15,50
Mn ⁺⁺	3934,2	143,2	13,77
Ni ⁺⁺	319,3	10,8	1,03
Co ⁺⁺	+		
Cu ⁺⁺	1153,5	36,0	3,46
Zn ⁺⁺	90,8	2,7	0,26
Summe d. Kationen	22028,6	<u>1039,5</u>	99,955
NO ₃ ⁻	4,4	0,07	0,006
Cl ⁻	14,3	0,4	0,03
SO ₄ ⁻⁻	52890	1101,2	99,78
HPO ₄ ⁻⁻	53,8	1,1	0,09
H ₂ AsO ₄ ⁻	112	0,79	0,07
Summe d. Anionen	53074,5	<u>1103,56</u>	99,976
H ₂ SiO ₃	176,7		
Lösungsinhalt	-75279,8		
Ges. Rückstand	-92641,0		
Glührückstand	-65970,0		
pH:	1,9	Dichte(20°):	
Temp.:	17,2°C		1,075 kg/l
Datum	16.-30.1.54		

Sohle u. Gr. Wolf
Anal.Nr. 550 ; 89 (K)

Befund	in	mg/l	mval	mval %
K ⁺		1,51	0,03	0,67
Na ⁺		40,40	1,75	39,50
NH ₄ ⁺		0	0	0
Ca ⁺⁺		16,82	0,84	18,96
Mg ⁺⁺		21,80	1,79	40,40
Fe ⁺⁺		0,50	0,01	0,23
Mn ⁺⁺		0,44	0,01	0,23
Summe d. Kationen		81,47	<u>4,43</u>	99,99
NO ₃ ⁻		0,74	0,01	0,22
NO ₂ ⁻		0	0	0
Cl ⁻		29,82	0,84	19,18
SO ₄ ⁻⁻		47,93	0,99	22,60
HCO ₃ ⁻		154,94	2,54	57,99
CO ₃ ⁻⁻		0	0	0
Summe d. Anionen		233,43	<u>4,38</u>	99,99
H ₂ SiO ₃		15,6		
CO ₂ -frei		35,2		
H ₂ S		0		
Lösungs- inhalt		365,70		
Ges. Rück- stand		248,0		
pH:		6,5		
Temp.:		16,2		
Datum:		16.-17.1.54		

Tabellen Nr. VI

(1 - 27)

Analysenergebnisse oberflächennaher Wässer

(vom Verfasser in die Ionentabelle
umgerechnet und Alkalien ergänzt)

Ca	37,0	CO ₃ ²⁻	69,6	1,45	36,36
Mg	73,0	HCO ₃ ⁻	68,9	1,13	30,11
		HPO ₄ ²⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	138,5	2,58	99,02
SiO ₂	3,0	H ₂ SiO ₃	3,9		
CO ₂ -frei	37,0	CO ₂ -frei	37,0		
CO ₂ -ges.	31,0	CO ₂ -ges.	31,0		
O ₂	2,0	O ₂	2,0		
Abdampf- rückstand	288,3	Abdampf- rückstand	288,3		
Fe	6,5				
Temper.	10,0°C				
Datum	18.6.1952				

Entnahmeort: Siegen; (Grube) Pützhorn-Wasserversorgung f.
Stadt Siegen

untersucht von: Oeff.Chem.Unt.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	13,11	0,57	15,16
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0,75
CaO	52,0	Ca ⁺⁺	37,1	1,85	49,20
MgO	24,0	Mg ⁺⁺	14,4	1,18	31,38
Fe	0,36	Fe ⁺⁺	0,36	0,01	0,26
Mn	0,61	Mn ⁺⁺	0,61	0,02	0,53
Al ₂ O ₃	4,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb	0	Pb ⁺⁺	0	0	0
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn	4,5	Zn ⁺⁺	4,5	0,13	3,45
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	70,08	<u>3,76</u>	99,98
N ₂ O ₅	6,0	NO ₃ ⁻	6,8	0,11	2,92
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	38,0	Cl ⁻	38,0	1,07	28,45
SO ₃	58,0	SO ₄ ⁻⁻⁻	69,6	1,45	38,56
CO ₂ -geb.	25,0	HCO ₃ ⁻	68,9	1,13	30,05
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	183,3	<u>3,76</u>	99,98
SiO ₂	3,0	H ₂ SiO ₃	3,9		
CO ₂ -frei	37,0	CO ₂ -frei	37,0		
CO ₂ -aggr.	31,0	CO ₂ -aggr.	31,0		
O ₂	2,0	O ₂	2,0		
Abdampf- rückstand	288,0	Lösungs- inhalt	296,28		
pH:	6,5				
Temp.:	10,0°C				
Datum:	19.6.1952				

Entnahmeort: Siegen - (Grube) Pützhorn

untersucht von: Oeff. Chem. Unters. Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	19,5	0,85	20,88
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	49,0	Ca ⁺⁺	34,9	1,74	42,75
MgO	29,0	Mg ⁺⁺	17,4	1,43	35,13
Fe	0,40	Fe ⁺⁺	0,40	0,01	0,24
Mn	1,13	Mn ⁺⁺	1,13	0,04	0,98
Al ₂ O ₃	4,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb	0	Pb ⁺⁺	0	0	0
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn	Sp.	Zn ⁺⁺	Sp.	0	0
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	73,33	<u>4,07</u>	99,98
N ₂ O ₅	3,0	NO ₃ ⁻	3,4	0,05	1,22
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	58,0	Cl ⁻	58,0	1,63	40,05
SO ₃	52,0	SO ₄ ⁻⁻	62,4	1,30	31,94
CO ₂ -geb.	24,0	HCO ₃ ⁻	66,5	1,09	26,78
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	190,3	<u>4,07</u>	99,99
SiO ₂	3,0	H ₂ SiO ₃	3,9		
CO ₂ -frei	39,0	CO ₂ -frei	39,0		
CO ₂ -aggr.	35,0	CO ₂ -aggr.	35,0		
O ₂	3,4	O ₂	3,4		
Abdampf- rückstand	317,0	Lösungs- inhalt	309,93		
pH:	6,3				
Temp.:	10,0°C				
Datum:	21.7.52				

Entnahmeort: "Tiefen Schöneberger Erbstollen" bei Gosenbach;
Rohrende d. Zufl. i. d. Gosenb. (bei Niederschelden)
aus Grube Storch u. Schöneberg.

untersucht von: Oeff. Chem. Unters. Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	85,1	3,70	17,89
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	303,2	Ca ⁺⁺	216,4	10,82	52,32
MgO	120,2	Mg ⁺⁺	72,4	5,96	28,82
Fe	0,06	Fe ⁺⁺	0,06	0	0
Mn	5,7	Mn ⁺⁺	5,7	0,20	0,96
Al ₂ O ₃	4,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb	0	Pb ⁺⁺	0	0	0
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn	Sp.	Zn ⁺⁺	Sp.	0	0
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	379,66	<u>20,68</u>	99,99
N ₂ O ₅	Sp.	NO ₃ ⁻	Sp.	0	0
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	20,6	Cl ⁻	20,6	0,58	2,80
SO ₃	719,0	SO ₄ ⁻⁻⁻	862,8	17,97	86,89
CO ₂ -geb.	46,9	HCO ₃ ⁻	129,9	2,13	10,30
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	1013,3	<u>20,68</u>	99,99
SiO ₂	29,2	H ₂ SiO ₃	37,9		
CO ₂ -frei	13,2	CO ₂ -frei	13,2		
CO ₂ -aggr.	0	CO ₂ -aggr.	0		
O ₂	2,4	O ₂	2,4		
Abdampf- rückstand	1392,0	Lösungs- inhalt	1446,4		
PH:	6,65				
Temp.:	16,0°C				
Datum:	21.7.1950				

Entnahmeort: Niedersteinebach (b. Flammersfeld)
Otto-Stollen

untersucht von: Medizinal Unters. Amt - Koblenz-Horchheim

Befund	in	mg/l	Befund	in	mg/l	mval	mval %
K ₂ O			K ⁺		8,9	0,39	10,86
Na ₂ O			Na ⁺				
NH ₃	0		NH ₄ ⁺		0	0	0
CaO	GH=8,96°dH		Ca ⁺⁺		64,0	3,20	89,13
MgO			Mg ⁺⁺				
Fe	Sp.		Fe ⁺⁺	Sp.		0	0
Mn	+		Mn ⁺⁺	+		0	0
Al ₂ O ₃			Al ⁺⁺⁺				
Pb			Pb ⁺⁺				
Cu			Cu ⁺⁺				
Zn			Zn ⁺⁺				
Summe d. Kationen			Summe d. Kationen		72,9	<u>3,59</u>	99,99
N ₂ O ₅	0		NO ₃ ⁻		0	0	0
N ₂ O ₃	0		NO ₂ ⁻		0	0	0
Cl	14,2		Cl ⁻		14,2	0,40	11,14
SO ₃	NKH=2,56°dH		SO ₄ ⁻⁻		43,7	0,91	25,34
CO ₂ -geb.	KH=6,4°dH		HCO ₃ ⁻		139,0	2,28	63,51
P ₂ O ₅			HPO ₄ ⁻⁻				
Summe d. Anionen			Summe d. Anionen		196,9	<u>3,59</u>	99,99
SiO ₂			H ₂ SiO ₃				
CO ₂ -frei			CO ₂ -frei				
CO ₂ -aggr.			CO ₂ -aggr.				
O ₂			O ₂				
Abdampfrückstand			Lösungsinhalt		269,8		
PH ³	6,7						
Temp.:							
Datum:	8.3.1949						

Entnahmeort: Gemeinde Niedersteinebach
Friedr. Wilhelm Stollen

untersucht von: Wasser-Chemie / Börner / Düsseldorf

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	9,4	0,41	9,67
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	GH=10,5°dH	Ca ⁺⁺	75,0	3,75	88,44
MgO		Mg ⁺⁺			
Fe	0,4	Fe ⁺⁺	0,4	0,01	0,23
Mn	2,1	Mn ⁺⁺	2,1	0,07	1,65
Al ₂ O ₃		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	86,9	<u>4,24</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻			
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	17,8	Cl ⁻	17,8	0,50	11,79
SO ₃	NKH=4,4°dH	SO ₄ ⁻⁻	75,3	1,57	37,02
CO ₂ -geb. KH=6,1°dH		HCO ₃ ⁻	132,4	2,17	51,18
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	225,5	<u>4,24</u>	99,99
SiO ₂	ungenau	H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei	20,0	CO ₂ -frei	20,0		
CO ₂ -aggr.	17,2	CO ₂ -aggr.	17,2		
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand		Lösungs- inhalt	332,4		
PH:					
Temp.:					
Datum:	28.2.50				

Entnahmeort: Grünebach; Stollen im Hohle-Grünebach-Tal

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	6,4	0,28	24,34
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	12,0	Ca ⁺⁺	8,5	0,42	36,52
MgO	9,0	Mg ⁺⁺	5,4	0,44	38,26
Fe	0,1	Fe ⁺⁺	0,1	0	0
Mn	0,4	Mn ⁺⁺	0,4	0,01	0,87
Al ₂ O ₃	4,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	20,8	<u>1,15</u>	99,99
N ₂ O ₅	1,5	NO ₃ ⁻	1,7	0,02	1,74
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	4,0	Cl ⁻	4,0	0,11	9,56
SO ₃	10,0	SO ₄ ⁻⁻	12,0	0,25	21,73
CO ₂ -geb.	17,0	HCO ₃ ⁻	46,9	0,77	66,95
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	64,6	<u>1,15</u>	99,98
SiO ₂	3,0	H ₂ SiO ₃	3,0		
CO ₂ -frei	18,0	CO ₂ -frei	18,0		
CO ₂ -aggr.	16,0	CO ₂ -aggr.	16,0		
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	68,0	Lösungs- inhalt	116,0		
pH:	6,8				
Temp.:	8,3°C				
Datum:	17.9.1952				

Entnahmeort: Brachbach, Stollen "Girnbach"

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt -Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	3,4	0,15	6,69
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	31,0	Ca ⁺⁺	22,1	1,10	49,10
MgO	20,0	Mg ⁺⁺	12,0	0,99	44,19
Fe	0,07	Fe ⁺⁺	0,07	0	0
Mn	0,2	Mn ⁺⁺	0,2	0	0
Al ₂ O ₃		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	37,77	<u>2,24</u>	99,98
N ₂ O ₅	0,6	NO ₃ ⁻	0,7	0,01	0,44
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	4,0	Cl ⁻	4,0	0,11	4,91
SO ₃ NKH =	0,9 ^o dH	SO ₄ ⁻⁻	15,5	0,32	14,28
CO ₂ -geb.	40,0	HCO ₃ ⁻	109,8	1,80	80,35
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	130,0	<u>2,24</u>	99,98
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei	15,0	CO ₂ -frei	15,0		
CO ₂ -aggr.	0	CO ₂ -aggr.	0		
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	132,0	Lösungs- inhalt	182,77		
pH:	7,24				
Temp.:	8,8 ^o C				
Datum:	20.9.51				

Entnahmeort: Freusburg/Sieg; Stollen "Untere Wachter"

untersucht von: Oeff.Uhem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	0,2	0,01	0,39
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	38,0	Ca ⁺⁺	27,1	1,35	53,15
MgO	23,9	Mg ⁺⁺	14,4	1,18	46,45
Fe	0,04	Fe ⁺⁺	0,04	0	0
Mn	0,16	Mn ⁺⁺	0,16	0	0
Al ₂ O ₃	2,9	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	41,90	<u>2,54</u>	99,99
N ₂ O ₅	0	NO ₃ ⁻	0	0	0
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	7,1	Cl ⁻	7,1	0,20	7,87
SO ₃	11,7	SO ₄ ⁻⁻	14,0	0,29	11,41
CO ₂ -geb.	45,3	HCO ₃ ⁻	125,0	2,05	80,70
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	146,1	<u>2,54</u>	99,98
SiO ₂	4,8	H ₂ SiO ₃	6,2		
CO ₂ -frei	6,6	CO ₂ -frei	6,6		
CO ₂ -aggr.	0	CO ₂ -aggr.	0		
O ₂	11,2	O ₂	11,2		
Abdampf- rückstand	134,4	Lösungs- inhalt	212,0		
pH:	7,5				
Temp.:	8,3°C				
Datum:	3.8.1950				

Entnahmeort: Birken/Sieg: Horststollen

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	1,6	0,07	7,36
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	15,6	Ca ⁺⁺	11,1	0,55	57,89
MgO	6,8	Mg ⁺⁺	4,1	0,33	34,73
Fe	0,10	Fe ⁺⁺	0,10	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	4,9	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	16,9	<u>0,95</u>	99,98
N ₂ O ₅	Sp.	NO ₃ ⁻	Sp.	0	0
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	4,3	Cl ⁻	4,3	0,12	12,63
SO ₃	13,7	SO ₄ ⁻⁻	16,4	0,34	35,79
CO ₂ -geb.	10,8	HCO ₃ ⁻	29,9	0,49	51,57
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	50,6	<u>0,95</u>	99,99
SiO ₂	6,0	H ₂ SiO ₃	7,8		
CO ₂ -frei	4,7	CO ₂ -frei	4,7		
CO ₂ -aggr.	3,1	CO ₂ -aggr.	3,1		
O ₂	9,0	O ₂	9,0		
Abdampf- rückstand	65,6	Lösungs- inhalt	89,0		
pH:	6,7				
Temp.:	6,9°C				
Datum:	16.5.1949				

Entnahmeort: Mudersbach; Stollen Hammerswiese

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	9,2	0,40	36,36
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	11,2	Ca ⁺⁺	8,0	0,40	36,36
MgO	6,2	Mg ⁺⁺	3,7	0,30	27,27
Fe	0,06	Fe ⁺⁺	0,06	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	3,1	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	20,96	<u>1,10</u>	99,99
N ₂ O ₅	4,0	NO ₃ ⁻	4,6	0,07	6,36
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	6,4	Cl ⁻	6,4	0,18	16,36
SO ₃	6,2	SO ₄ ⁻⁻	7,4	0,15	13,63
CO ₂ -geb.	15,4	HCO ₃ ⁻	42,7	0,70	63,63
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	61,1	<u>1,10</u>	99,98
SiO ₂	5,6	H ₂ SiO ₃	7,3		
CO ₂ -frei	4,9	CO ₂ -frei	4,9		
CO ₂ -aggr.	4,4	CO ₂ -aggr.	4,4		
O ₂	7,0	O ₂	7,0		
Abdampf- rückstand	60,8	Lösungs- inhalt	101,2		
pH:	6,4				
Temp.:	8,1°C				
Datum:	16.5.1949				

Entnahmeort: "Hans Erboranien-Stollen"; Mundloch ca 800 m
nördlich von Eisern

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt -- Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺⁺	1,4	0,06	4,19
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	19,0	Ca ⁺⁺	13,5	0,67	46,85
MgO	14,0	Mg ⁺⁺	8,4	0,69	48,25
Fe	0,06	Fe ⁺⁺	0,06	0	0
Mn	0,4	Mn ⁺⁺	0,40	0,01	0,70
Al ₂ O ₃	3,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb	0	Pb ⁺⁺	0	0	0
Cu		Cu ⁺⁺	36,42	2,11	99,99
Zn	Sp.	Zn ⁺⁺	Sp.	0	0
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	23,76	<u>1,43</u>	99,99
N ₂ O ₅	2,0	NO ₃ ⁻	2,3	0,03	2,09
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	4,0	Cl ⁻	4,0	0,11	7,69
SO ₃	3,0	SO ₄ ⁻⁻	3,6	0,07	4,89
CO ₂ -geb.	27,0	HCO ₃ ⁻	74,4	1,22	85,31
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	84,3	<u>1,43</u>	99,98
SiO ₂	2,0	H ₂ SiO ₃	2,6		
CO ₂ -frei	2,0	CO ₂ -frei	2,0		
CO ₂ -aggr.	1,0	CO ₂ -aggr.	1,0		
O ₂	11,9	O ₂	11,9		
Abdampf- rückstand	96,0	Lösungs- inhalt	124,5		
pH:	7,9				
Temp.:	8,0°C				
Datum:	11.6.1952				

Entnahmeort: Gosenbach; Stollen "Bergsegen" (Kontrollschacht)

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt -Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	6,44	0,28	13,27
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	26,0	Ca ⁺⁺	18,5	0,92	43,60
MgO	18,0	Mg ⁺⁺	10,8	0,89	42,18
Fe	0,13	Fe ⁺⁺	0,13	0	0
Mn	0,55	Mn ⁺⁺	0,55	0,02	0,94
Al ₂ O ₃	2,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	36,42	<u>2,11</u>	99,99
N ₂ O ₅	1,0	NO ₃ ⁻	1,1	0,01	0,47
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	7,0	Cl ⁻	7,0	0,20	9,47
SO ₃	9,0	SO ₄ ⁻⁻	10,8	0,22	10,42
CO ₂ -geb.	37,0	HCO ₃ ⁻	102,4	1,68	79,62
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	121,3	<u>2,11</u>	99,98
SiO ₂	4,0	H ₂ SiO ₃	5,2		
CO ₂ -frei	10,0	CO ₂ -frei	10,0		
CO ₂ -aggr.	7,0	CO ₂ -aggr.	7,0		
O ₂	10,0	O ₂	10,0		
Abdampf- rückstand	126,0	Lösungs- inhalt	182,92		
pH:	7,25				
Temp.:	7,1°C				
Datum:	16.6.1953				

5.12.1951

Entnahmeort: Gosenbach; Zulauf d. Stollens "Hohe Aussicht" i.d. neuen Sammelbrunnen "Kälberhardt"

untersucht von: Oeff. Chem. Unters. Amt - Siegen

in		in		mval	mval %
Befund	mg/l	Befund	mg/l		
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	11,9	0,52	16,05
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	29,0	Ca ⁺⁺	20,7	1,03	31,79
MgO	34,0	Mg ⁺⁺	20,5	1,68	51,85
Fe	0,30	Fe ⁺⁺	0,30	0,01	0,30
Mn	0,16	Mn ⁺⁺	0,16	0	0
Al ₂ O ₃	3,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	53,56	<u>3,24</u>	99,99
N ₂ O ₅	0,6	NO ₃ ⁻	0,68	0,01	0,30
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	4,0	Cl ⁻	4,0	0,11	3,39
SO ₃	25,0	SO ₄ ⁻⁻	30,0	0,62	19,13
CO ₂ -geb.	55,0	HCO ₃ ⁻	152,5	2,50	77,16
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	187,18	<u>3,24</u>	99,98
SiO ₂	3,0	H ₂ SiO ₃	3,9		
CO ₂ -frei	10,0	CO ₂ -frei	10,0		
CO ₂ -aggr.	3,0	CO ₂ -aggr.	3,0		
O ₂	8,9	O ₂	8,9		
Abdampf-rückstand	177,0	Lösungs-inhalt	263,54		
pH:	7,5				
Temp.:	8,3°C				
Datum:	5.12.1951				

Entnahmeort: Niederdreisbach (b.Daaden). Stollen: "Klinglerskopf"
Stollenmundloch ca 0,8 km südl.v.Ort

untersucht von: Oeff.Chem.Unts.Amt-Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	4,8	0,21	8,10
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	31,0	Ca ⁺⁺	22,1	1,10	42,47
MgO	26,0	Mg ⁺⁺	15,7	1,28	49,42
Fe	0,10	Fe ⁺⁺	0,1	0	0
Mn	0,20	Mn ⁺⁺	0,2	0	0
Al ₂ O ₃	1,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺	24,03	1,32	80,29
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	42,9	<u>2,59</u>	99,99
N ₂ O ₅	1,8	NO ₃ ⁻	2,0	0,03	1,15
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	6,0	Cl ⁻	6,0	0,16	6,18
SO ₃	11,0	SO ₄ ⁻⁻	13,2	0,27	10,42
CO ₂ -geb.	47,0	HCO ₃ ⁻	129,9	2,13	82,23
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	151,1	<u>2,59</u>	99,98
SiO ₂	7,0	H ₂ SiO ₃	9,1		
CO ₂ -frei	4,0	CO ₂ -frei	4,0		
CO ₂ -aggr.	0	CO ₂ -aggr.	0		
O ₂	14,5	O ₂	14,5		
Abdampf- rückstand	132,0	Lösungs- inhalt	221,6		
pH:	7,8				
Temp.:	7,8°C				
Datum:	21.5.1953				

Entnahmeort: Stollen (40-50 m) m.St. bei Gilberg (bei Eiserfeld)

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	3,7	0,16	11,85
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	19,2	Ca ⁺⁺	13,7	0,68	50,37
MgO	10,0	Mg ⁺⁺	6,0	0,49	36,29
Fe	0,65	Fe ⁺⁺	0,65	0,02	1,48
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	2,83	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	24,05	<u>1,35</u>	99,99
N ₂ O ₅	3,8	NO ₃ ⁻	4,3	0,07	5,18
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	7,1	Cl ⁻	7,1	0,20	14,81
SO ₃	20,9	SO ₄ ⁻⁻	23,0	0,48	35,55
CO ₂ -geb.	13,2	HCO ₃ ⁻	36,6	0,60	44,44
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	71,0	<u>1,35</u>	99,98
SiO ₂	4,4	H ₂ SiO ₃	5,7		
CO ₂ -frei	11,1	CO ₂ -frei	11,1		
CO ₂ -aggr.	0 ?	CO ₂ -aggr.			
O ₂	1,1	O ₂	1,1		
Abdampf- rückstand	96,0	Lösungs- inhalt	113,4		
PH:	7,3				
Temp.:					
Datum:	10.-15.12.1948				

Entnahmeort: Sammelbehälter d. Anlage Freudensiecke am Gosenbach
(b. Niederschelden)

untersucht von: Oeff. Chem. Unters. Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	6,9	0,30	14,92
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	20,8	Ca ⁺⁺	14,8	0,74	36,81
MgO	18,6	Mg ⁺⁺	11,2	0,92	45,77
Fe	0,1	Fe ⁺⁺	0,1	0	0
Mn	1,6	Mn ⁺⁺	1,6	0,05	2,48
Al ₂ O ₃	0,9	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	34,6	<u>2,01</u>	99,98
N ₂ O ₅	8,0	NO ₃ ⁻	9,2	0,14	6,96
N ₂ O ₃	Sp.	NO ₂ ⁻	Sp.	0	0
Cl	6,4	Cl ⁻	6,4	0,18	8,95
SO ₃	3,8	SO ₄ ⁻⁻	4,5	0,09	4,47
CO ₂ -geb.	35,2	HCO ₃ ⁻	97,6	1,60	79,60
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	117,7	<u>2,01</u>	99,98
SiO ₂	8,4	H ₂ SiO ₃	10,9		
CO ₂ -frei	15,0	CO ₂ -frei	15,0		
CO ₂ -aggr.	14,7	CO ₂ -aggr.	14,7		
O ₂	9,2	O ₂	9,2		
Abdampf- rückstand	111,2	Lösungs- inhalt	187,4		
PH:	6,5				
Temp.:	9,5°C				
Datum:	9.6.1949				

Entnahmeort: Gosenbach; Sammelbrunnen "Heidenbaum"
(Einzugsgebiet - Wald)

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	1,8	0,08	8,08
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	9,0	Ca ⁺⁺	6,4	0,32	32,32
MgO	12,0	Mg ⁺⁺	7,2	0,59	59,59
Fe	0,01	Fe ⁺⁺	0,01	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	1,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	15,41	<u>0,99</u>	99,99
N ₂ O ₅	2,0	NO ₃ ⁻	2,3	0,03	3,03
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	11,0	Cl ⁻	11,0	0,31	31,31
SO ₃	6,0	SO ₄ ⁻⁻⁻	7,2	0,15	15,15
CO ₂ -geb.	11,0	HCO ₃ ⁻	30,5	0,50	50,50
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	51,0	<u>0,99</u>	99,99
SiO ₂	3,0	H ₂ SiO ₃	3,9		
CO ₂ -frei	9,0	CO ₂ -frei	9,0		
CO ₂ -aggr.	9,0	CO ₂ -aggr.	9,0		
O ₂	11,5	O ₂	11,5		
Abdampf- rückstand	45,0	Lösungs- inhalt	90,8		
pH:	6,8				
Temp.:	7,2°C				
Datum:	21. 29. 6. 1953				

Entnahmeort: Hochbehälter Steinberg

untersucht von: H.Reisert /Köln

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	9,2	0,40	24,84
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃		NH ₄ ⁺			
CaO	GH=3,4 ^o dH	Ca ⁺⁺	24,2	1,21	75,15
MgO		Mg ⁺⁺			
Fe		Fe ⁺⁺			
Mn		Mn ⁺⁺			
Al ₂ O ₃		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	33,4	<u>1,61</u>	99,99
N ₂ O ₅		NO ₃ ⁻	12,02	0,52	99,99
N ₂ O ₃		NO ₂ ⁻			
Cl	14,2	Cl ⁻	14,2	0,40	24,84
SO ₃	NKH=0,9 ^o dH	SO ₄ ⁻⁻	15,4	0,32	19,87
CO ₂ -geb.	KH =2,5 ^o dH	HCO ₃ ⁻	54,3	0,89	55,28
P ₂ O ₅	2,0	HPO ₄ ⁻⁻	10,7	0,22	32,75
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	83,9	<u>1,61</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃	36,01	0,52	99,99
CO ₂ -frei	13,2	CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.	12,8	CO ₂ -aggr.	4,7		
O ₂		O ₂ -frei	6,6		
Abdampf- rückstand		Lösungs- inhalt	117,3		
PH:					
Temp.:					
Datum:	16.5.1950				

Entnahmeort: Eiserfeld, In der Tretenbach, oberes Tal, alter
Sammelbrunnen, offen, nicht angeschlossen

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

in	mg/l	in	mg/l	mval	mval %
Befund		Befund			
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	2,9	0,13	19,11
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	8,4	Ca ⁺⁺	5,9	0,29	42,64
MgO	5,4	Mg ⁺⁺	3,2	0,26	38,23
Fe	0,02	Fe ⁺⁺	0,02	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	2,8	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	12,02	<u>0,68</u>	99,98
N ₂ O ₅	1,0	NO ₃ ⁻	1,1	0,01	1,47
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	5,3	Cl ⁻	5,3	0,14	20,58
SO ₃	8,9	SO ₄ ⁻⁻	10,7	0,22	32,35
CO ₂ -geb.	6,9	HCO ₃ ⁻	18,91	0,31	45,59
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	36,01	<u>0,68</u>	99,99
SiO ₂	3,6	H ₂ SiO ₃	4,7		
CO ₂ -frei	6,6	CO ₂ -frei	6,6		
CO ₂ -aggr.	1,8	CO ₂ -aggr.	1,8		
O ₂	10,8	O ₂	10,8		
Abdampf- rückstand	45,6	Lösungs- inhalt	70,1		
pH:	6,48				
Temp.:	7,3°C				
Datum:	12.5.1949				

Entnahmeort: Freusburg /Sieg; Quellkammer "Kalterborn"

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	10,1	0,44	30,98
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	10,0	Ca ⁺⁺	7,1	0,35	24,64
MgO	12,8	Mg ⁺⁺	7,7	0,63	44,36
Fe	0,05	Fe ⁺⁺	0,05	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	1,9	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	24,95	<u>1,42</u>	99,98
N ₂ O ₅	0	NO ₃ ⁻	0	0	0
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	7,1	Cl ⁻	7,1	0,20	14,08
SO ₃	17,2	SO ₄ ⁻⁻	20,6	0,43	30,28
CO ₂ -geb.	17,4	HCO ₃ ⁻	48,2	0,79	55,63
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	75,9	<u>1,42</u>	99,99
SiO ₂	4,0	H ₂ SiO ₃	5,2		
CO ₂ -frei	7,0	CO ₂ -frei	7,0		
CO ₂ -aggr.	4,2	CO ₂ -aggr.	4,2		
O ₂	11,1	O ₂	11,1		
Abdampf- rückstand	90,0	Lösungs- inhalt	124,1		
PH:	7,2				
Temp.:	9,2°C				
Datum:	3.8.1950				

Entnahmeort: Elkenroth, Quellfassung "An der Hute"

untersucht von: Med.Unters.Amt - Koblenz

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	9,2	0,40	28,57
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺			
CaO	GH=2,8°dH	Ca ⁺⁺	20,0	1,00	71,42
MgO		Mg ⁺⁺			
Fe	0	Fe ⁺⁺	0	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	29,2	<u>1,40</u>	99,99
N ₂ O ₅	0	NO ₃ ⁻	0	0	0
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	14,16	Cl ⁻	14,2	0,40	28,57
SO ₃ NKH=1,68 Sp.		SO ₄ ⁻⁻	28,8	0,60	42,85
CO ₂ -geb. KH=1,12°dH		HCO ₃ ⁻	24,4	0,40	28,57
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	67,4	<u>1,40</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei	33,0	CO ₂ -frei			
CO ₂ -aggr.		CO ₂ -aggr.			
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand		Lösungs- inhalt	96,6		
pH:	6,2				
Temp.:					
Datum:	30.5.1947				

Entnahmeort: Betzdorf: 2 km südwestl. Schutzbach: "Kauser Steimel"
(Basaltbruchhalde)

untersucht von: Oeff. Chem. Unters. Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	10,6	0,46	23,11
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	26,2	Ca ⁺⁺	18,7	0,93	46,73
MgO	12,2	Mg ⁺⁺	7,3	0,60	30,15
Fe	0,14	Fe ⁺⁺	0,14	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	5,2	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	36,74	<u>1,99</u>	99,99
N ₂ O ₅	20,0	NO ₃ ⁻	22,9	0,36	18,09
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	6,4	Cl ⁻	6,4	0,18	9,04
SO ₃	4,1	SO ₄ ⁻⁻	4,9	0,10	5,02
CO ₂ -geb.	29,7	HCO ₃ ⁻	82,3	1,35	67,84
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	116,5	<u>1,99</u>	99,99
SiO ₂	3,4	H ₂ SiO ₃	4,4		
CO ₂ -frei	7,5	CO ₂ -frei	7,5		
CO ₂ -aggr.	0,4	CO ₂ -aggr.	0,4		
O ₂	10,5	O ₂	10,5		
Abdampf- rückstand	128,8	Lösungs- inhalt	175,6		
pH:	7,36				
Temp.:	10,3°C				
Datum:	24.10.1949				

Entnahmeort: Scheuerfeld, Elbbachtal - Seitenschlucht
(Dauersberger Schlunk), Quellbach, etwa 2 m unterh.
oberst.Austritt

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	0,7	0,03	5,66
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO GH	1,4 ^o dH	Ca ⁺⁺	10,0	0,50	94,33
MgO		Mg ⁺⁺			
Fe	0,03	Fe ⁺⁺	0,03	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃		Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu		Cu ⁺⁺			
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	10,73	<u>0,53</u>	99,99
N ₂ O ₅	10,0	NO ₃ ⁻	11,4	0,18	33,96
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	7,1	Cl ⁻	7,1	0,20	37,73
SO ₃	Sp.	SO ₄ ⁻⁻	Sp.	0	0
CO ₂ -geb.	3,5	HCO ₃ ⁻	9,1	0,15	28,30
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	27,6	<u>0,53</u>	99,99
SiO ₂		H ₂ SiO ₃			
CO ₂ -frei	8,6	CO ₂ -frei	8,6		
CO ₂ -aggr.	8,4	CO ₂ -aggr.	8,4		
O ₂	9,8	O ₂	9,8		
Abdampf- rückstand	70,4	Lösungs- inhalt	56,7		
pH:	5,8				
Temp.:	7,6 ^o C				
Datum:	25.1.1949				

Entnahmeort: Wasserwerk Weidenau; Sickerleitung mit uferfiltr.
Grundwasser

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

in	mg/l	in	mg/l	mval	mval %
Befund		Befund			
K ₂ O		K ⁺	5,98	0,26	20,80
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	14,0	Ca ⁺⁺	10,0	0,50	40,00
MgO	10,0	Mg ⁺⁺	6,0	0,49	39,20
Fe	0,04	Fe ⁺⁺	0,04	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	1,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	22,02	<u>1,25</u>	100,00
N ₂ O ₅	7,0	NO ₃ ⁻	8,03	0,12	9,6
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	10,0	Cl ⁻	10,0	0,28	22,40
SO ₃	14,0	SO ₄ ⁻⁻	16,8	0,35	28,00
CO ₂ -geb.	11,0	HCO ₃ ⁻	30,5	0,50	40,00
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	65,33	<u>1,25</u>	100,00
SiO ₂	2,0	H ₂ SiO ₃	2,6		
CO ₂ -frei	11,0	CO ₂ -frei	11,0		
CO ₂ -aggr.	10,0	CO ₂ -aggr.	10,0		
O ₂	10,2	O ₂	10,2		
Abdampf- rückstand	90,0	Lösungs- inhalt	111,15		
pH:	6,6				
Temp.:	6,7°C				
Datum:	9.12.1952				

Entnahmeort: Pumpstation "In der Eisenhut" bei Eiserfeld

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in	mg/l	Befund	in	mg/l	mval	mval %
K ₂ O			K ⁺				
Na ₂ O			Na ⁺		74,5	3,24	55,10
NH ₃	+		NH ₄ ⁺	+		0	0
CaO	GH	7,2°dH	Ca ⁺⁺		51,4	2,50	42,51
MgO			Mg ⁺⁺				
Fe		0,02	Fe ⁺⁺		0,02	0	0
Mn		3,9	Mn ⁺⁺		3,9	0,14	2,38
Al ₂ O ₃			Al ⁺⁺⁺				
Pb			Pb ⁺⁺				
Cu		0	Cu ⁺⁺		0	0	0
Zn		Sp.	Zn ⁺⁺		Sp.	0	0
Summe d. Kationen			Summe d. Kationen		129,8	<u>5,88</u>	99,99
N ₂ O ₅		3,0	NO ₃ ⁻		3,4	0,05	0,85
N ₂ O ₃		0	NO ₂ ⁻		0	0	0
Cl		85,0	Cl ⁻		85,0	2,40	40,81
SO ₃		63,0	SO ₄ ⁻⁻		75,6	1,57	26,70
CO ₂ -geb.		41,0	HCO ₃ ⁻		113,5	1,86	31,63
P ₂ O ₅			HPO ₃ ⁻⁻⁻				
Summe d. Anionen			Summe d. Anionen		277,5	<u>5,88</u>	99,99
SiO ₂			H ₂ SiO ₃				
CO ₂ -frei		51,0	CO ₂ -frei		51,0		
CO ₂ -aggr.		36,0	CO ₂ -aggr.		36,0		
O ₂		1,3	O ₂		1,3		
Abdampf- rückstand		388,0	Lösungs- inhalt		459,6		
PH:		6,5					
Temp.:		14,2°C					
Datum:		24.7.1952					

Entnahmeort: Eiserfeld: "Am Kleff", Bohrung Nr.1, (5,7 m)

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺	13,8	0,60	23,53
Na ₂ O		Na ⁺			
NH ₃	Sp.	NH ₄ ⁺	Sp.	0	0
CaO	30,0	Ca ⁺⁺	21,4	1,07	41,96
MgO	18,0	Mg ⁺⁺	10,8	0,88	34,50
Fe	0,03	Fe ⁺⁺	0,03	0	0
Mn	0	Mn ⁺⁺	0	0	0
Al ₂ O ₃	1,0	Al ⁺⁺⁺	0,3	0,21	0,36
Pb		Pb ⁺⁺	0,4	0,01	0,36
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	46,03	<u>2,55</u>	99,99
N ₂ O ₅	11,0	NO ₃ ⁻	12,6	0,20	7,84
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	17,0	Cl ⁻	17,0	0,48	18,82
SO ₃	39,0	SO ₄ ⁻⁻	46,8	0,97	38,04
CO ₂ -geb.	20,0	HCO ₃ ⁻	54,9	0,90	35,29
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	131,3	<u>2,55</u>	99,99
SiO ₂	2,0	H ₂ SiO ₃	2,6		
CO ₂ -frei	11,0	CO ₂ -frei	11,0		
CO ₂ -aggr.	9,0	CO ₂ -aggr.	9,0		
O ₂	6,5	O ₂	6,5		
Abdampf- rückstand	181,0	Lösungs- inhalt	197,43		
pH:	6,4				
Temp.:	9,2°C				
Datum:	7.8.1953				

Entnahmeort: Breitscheidt bei Hamm /Sieg, Bohrung westl.vom
Bahnhof (50 m Teufe)

untersucht von: Oeff.Chem.Unters.Amt - Siegen

Befund	in mg/l	Befund	in mg/l	mval	mval %
K ₂ O		K ⁺			
Na ₂ O		Na ⁺	2,0	0,09	3,25
NH ₃	0	NH ₄ ⁺	0	0	0
CaO	36,0	Ca ⁺⁺	25,7	1,28	46,20
MgO	28,0	Mg ⁺⁺	16,8	1,38	49,81
Fe	0,3	Fe ⁺⁺	0,3	0,01	0,36
Mn	0,4	Mn ⁺⁺	0,4	0,01	0,36
Al ₂ O ₃	1,0	Al ⁺⁺⁺			
Pb		Pb ⁺⁺			
Cu	0	Cu ⁺⁺	0	0	0
Zn		Zn ⁺⁺			
Summe d. Kationen		Summe d. Kationen	45,2	<u>2,77</u>	99,98
N ₂ O ₅	Sp.	NO ₃ ⁻	Sp.	0	0
N ₂ O ₃	0	NO ₂ ⁻	0	0	0
Cl	4,0	Cl ⁻	4,0	0,11	3,97
SO ₃	3,0	SO ₄ ⁻⁻	3,6	0,07	2,52
CO ₂ -geb.	57,0	HCO ₃ ⁻	157,9	2,59	93,50
P ₂ O ₅		HPO ₄ ⁻⁻			
Summe d. Anionen		Summe d. Anionen	165,5	<u>2,77</u>	99,99
SiO ₂	6,0	H ₂ SiO ₃	7,8		
CO ₂ -frei	16,0	CO ₂ -frei	16,0		
CO ₂ -aggr.	8,0	CO ₂ -aggr.	8,0		
O ₂		O ₂			
Abdampf- rückstand	163,0	Lösungs- inhalt	234,5		
pH:	7,4				
Temp.:					
Datum:	9.10.1951				

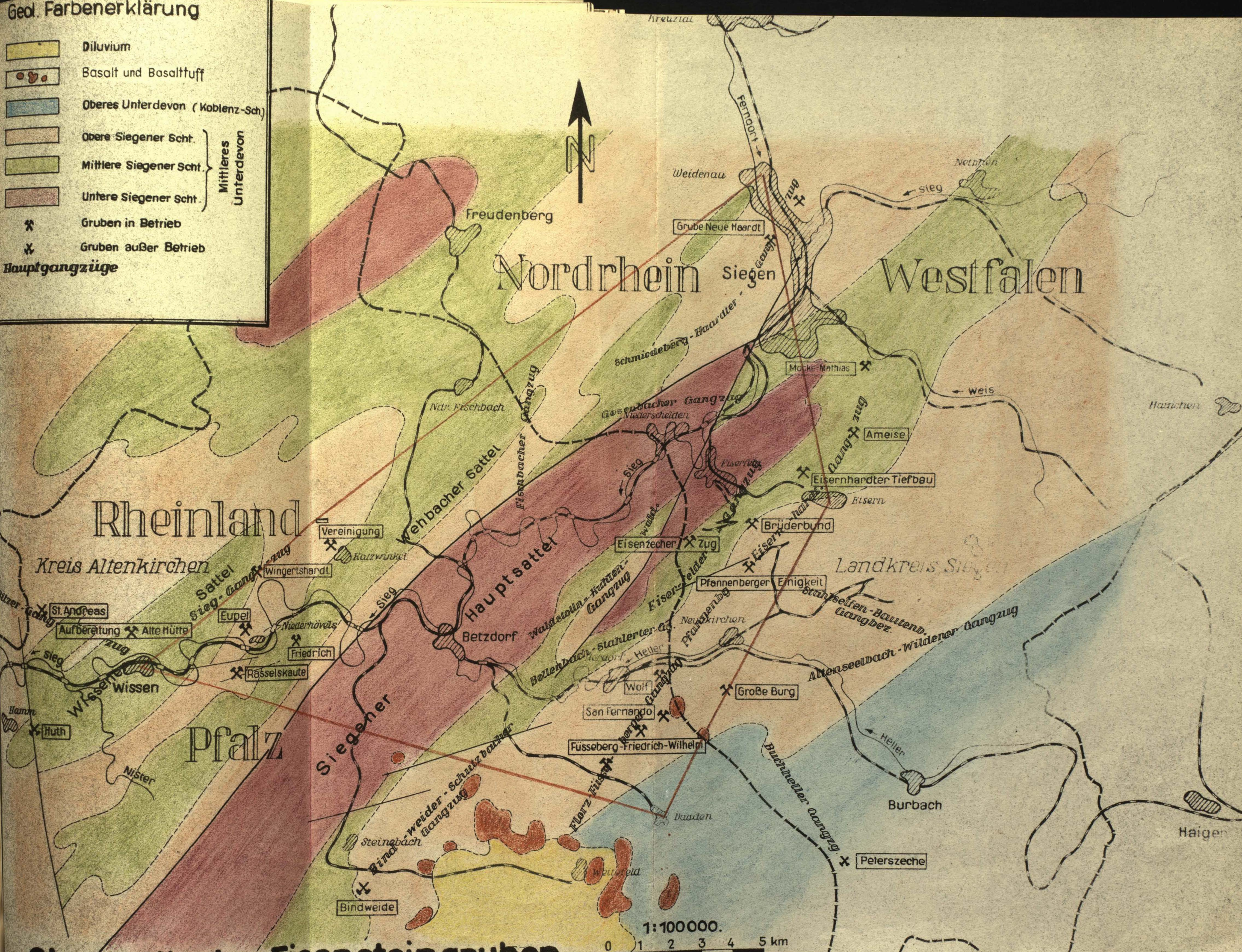
Tabelle Nr.VII

Berechnung von Analysenergebnissen oberflächen-
naher Wässer in Härtegraden.

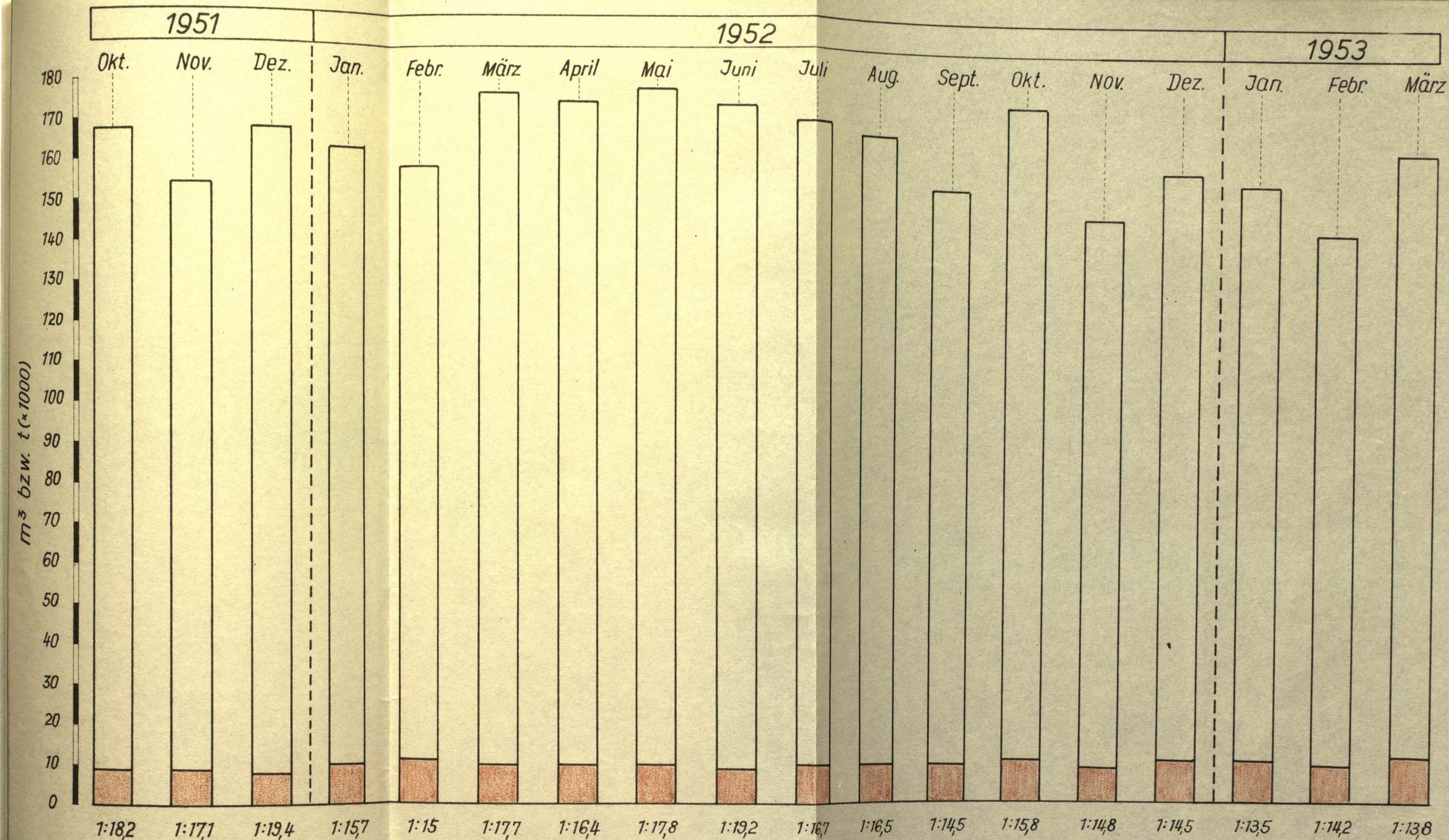
Lfd. Nr.:	$^{\circ}\text{dGH}$ ($^{\circ}\text{dKH} + ^{\circ}\text{dNKN}$)	$^{\circ}\text{dKH}$	$^{\circ}\text{dNKN}$	Fe^{++}	Mn^{++}
1	10,5	3,2	7,3	0,36	0,61
2	11,4	3,0	8,4	0,40	1,13
3	57,9	6,0	51,9	0,06	5,7
4	8,9	6,4	2,5	Sp.	+
5	10,5	6,1	4,4	0,4	2,1
6	3,2	2,2	1,0	0,1	0,4
7	5,9	5,0	0,9	0,07	0,2
8	7,1	5,7	1,4	0,04	0,16
9	2,7	1,4	1,3	0,10	0
10	3,1	2,0	1,1	0,06	0
11	4,0	3,4	0,6	0,06	0,4
12	5,9	4,7	1,2	0,13	0,55
13	9,0	7,0	2,0	0,30	0,16
14	7,3	6,0	1,3	0,10	0,20
15	3,8	1,7	2,1	0,65	0
16	5,6	4,5	1,1	0,1	1,6
17	2,8	1,4	1,4	0,01	0
18	3,4	2,5	0,9		
19	1,9	0,9	1,0	0,02	0
20	4,0	2,2	1,8	0,05	0
21	2,8	1,1	1,7	0	0
22	5,6	3,8	1,8	0,14	0
23	1,4	0,4	1,0	0,03	0
24	3,5	1,4	2,1	0,04	0
25	16,5	5,2	11,3	0,02	3,9
26	7,1	2,5	4,6	0,03	0
27	7,8	7,3	0,5	0,3	0,4

Ged. Farbenerklärung

- Diluvium
- Basalt und Basalttuff
- Oberes Unterdevon (Koblenz-Sch.)
- Obere Siegener Scht.
- Mittlere Siegener Scht.
- Untere Siegener Scht.
- Gruben in Betrieb
- Gruben außer Betrieb
- Hauptgangzüge**



Siegelerländer Eisensteingruben



Durchschnitt = 1:16,1

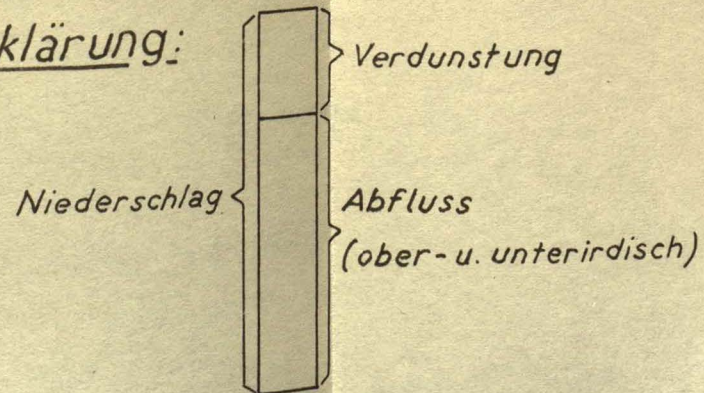
Tafel Nr. II.
 Grube Eupel:
 geförderte Erz- zur gehobenen
 Wassermenge.

1952

1953

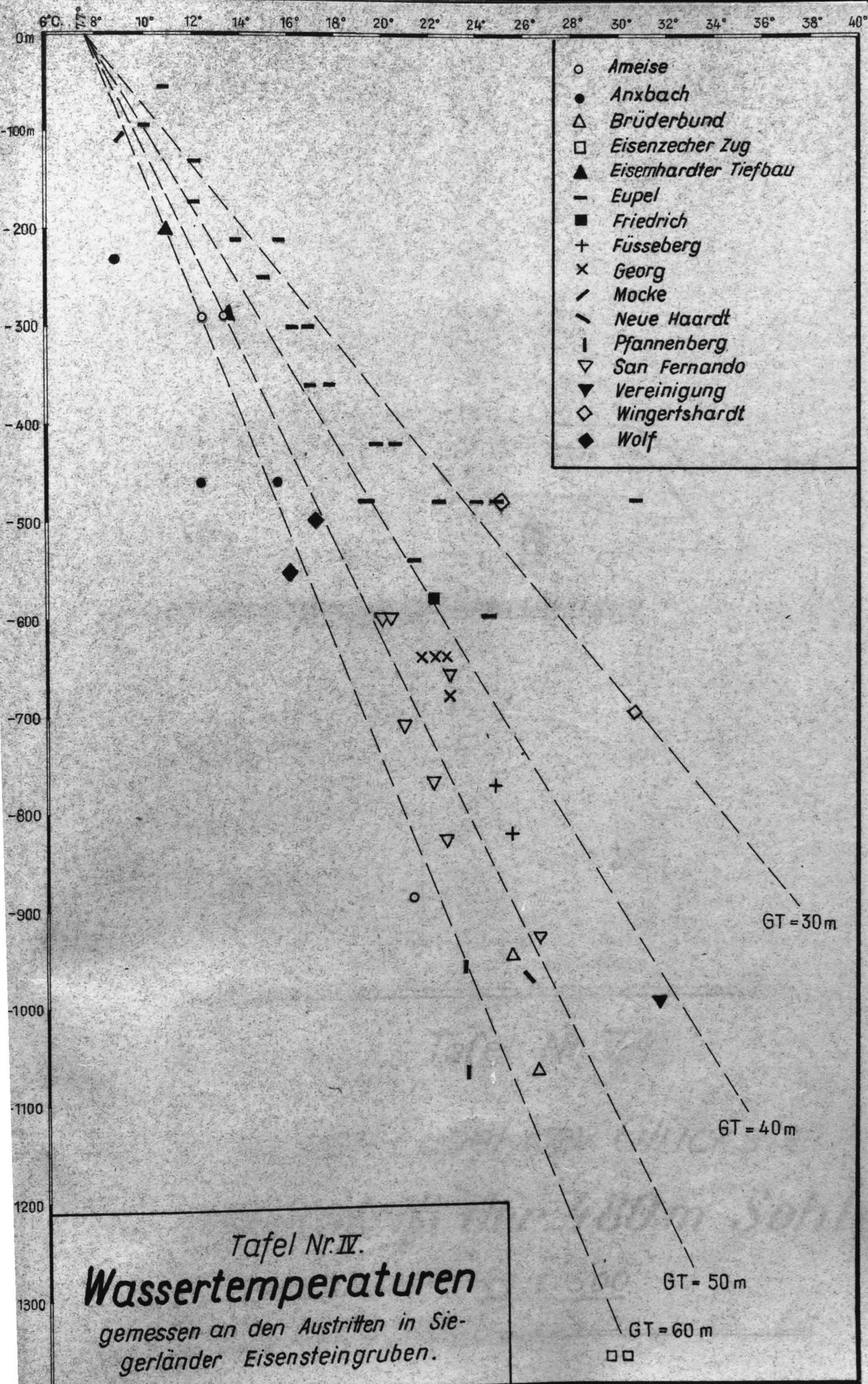


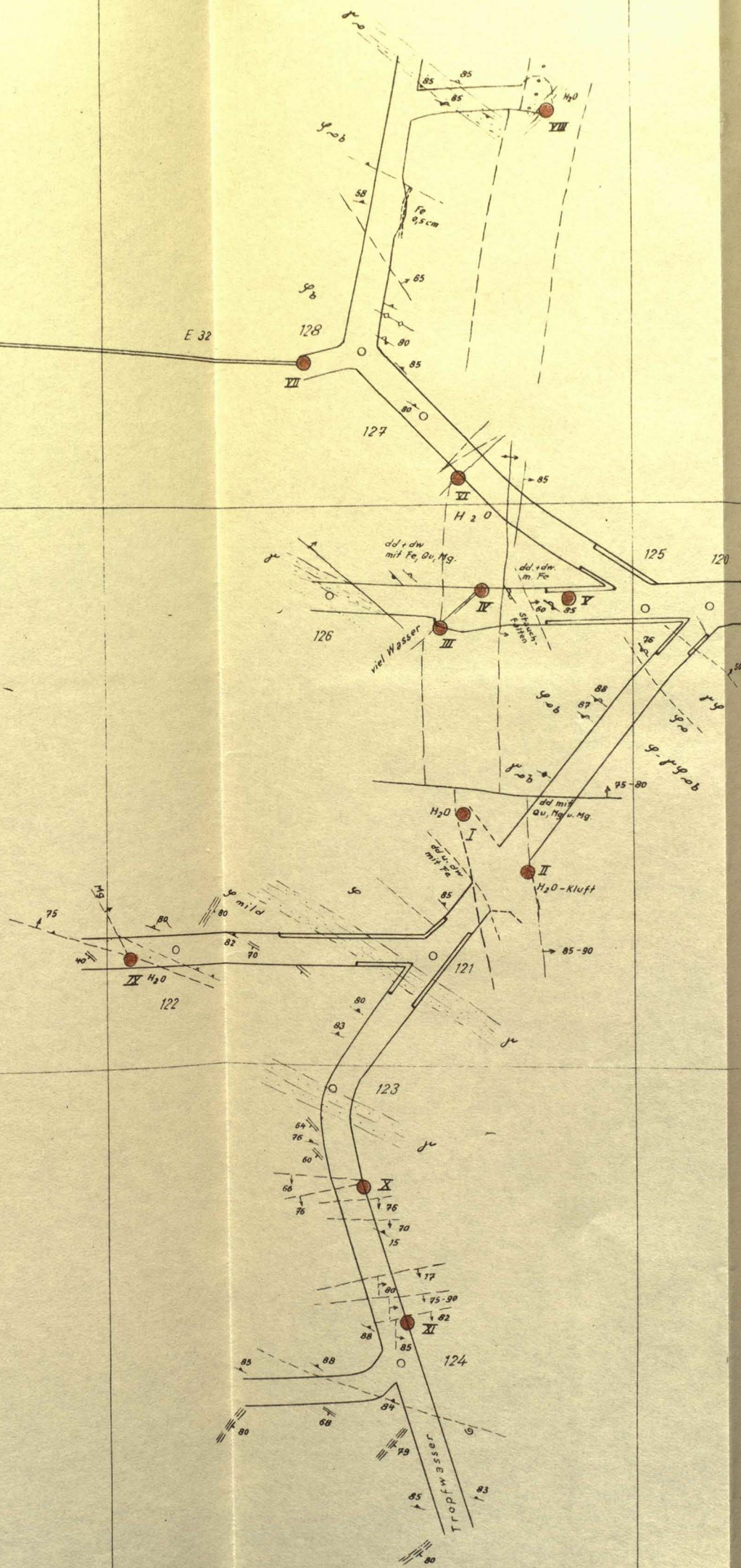
Zeichenerklärung:



Tafel Nr. III.

Vergleich der Niederschlagsmengen (minus Verdunstung) im Raum Wissen/S. mit den Pumpwassermengen der Grube Eupel, Niederhövels a. d. Sieg.



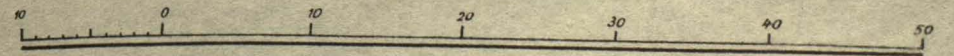


Tafel Nr. V.

Grube Eupel, Rev. Glückstern

Grundriß der 480m Sohle

M. 1:500



Art der Bestimmung		Kalium (K ⁺)	Natrium (Na ⁺)	Calcium (Ca ⁺⁺)	Magnesium (Mg ⁺⁺)	Eisen (Fe ⁺⁺)	Mangan (Mn ⁺⁺)	Nitrat (NO ₃ ⁻)	Chlorid (Cl ⁻)	Sulfat (SO ₄ ⁻⁻)	Hydrog.-Karb. (HCO ₃ ⁻)	Kieselsäure (H ₂ SiO ₃)	freie Kohlens. (CO ₂)	pH-Wert	Temperatur (°C)	Leitvermögen bei 20°C	Gesamt-Lösungsinhalt
Sohle m	Mst. Anal. Nr.	mval %	mval %	mval %	mval %	mval %	mval %	mval %	mval %	mval %	mval %	mg/l	mg/l			cm · 10 ⁻⁶	mg/l
54 S	5(R)												freie H ₂ SO ₄				
94 S	6(R)												freie H ₂ SO ₄				
132 S	7(R)																
172 S	8(R) 81(T,R)																
212 S	9(R) 82(T,R)																
250 S	10(R)																
300 N	39(K) 40(K)																
300 S																	
360 S	18(R)																
360 N	19(R)																
420 N	20(B) 21(B) 33(K) 34(B)																
480 S	22(K) 28(K) 29(K) 30(K) 38(K)																
480 N	37(K)																
540 S	31(K) 32(K)																
540 N																	
600 S	35(K) 36(K)																
600 N																	
Gesamt-abwasser	84(Ü)																

Zeichenerklärung:

bei der Analysen Nr.:

- (R) = Röschenwasser
- (B) = Bohrlochwasser
- (K) = Kluftwasser
- (T) = Tropfwasser
- (Ü) = Überlauf

bei der Sohlenteufe:

- S = südl. vom Schacht Eupel
- N = nördl. " " "

Hinweis: Die Maßstäbe für die einzelnen Darstellungen sind verschieden.

Tafel Nr. VI.

Grube Eupel - Ergebnisse
der Wasseruntersuchungen

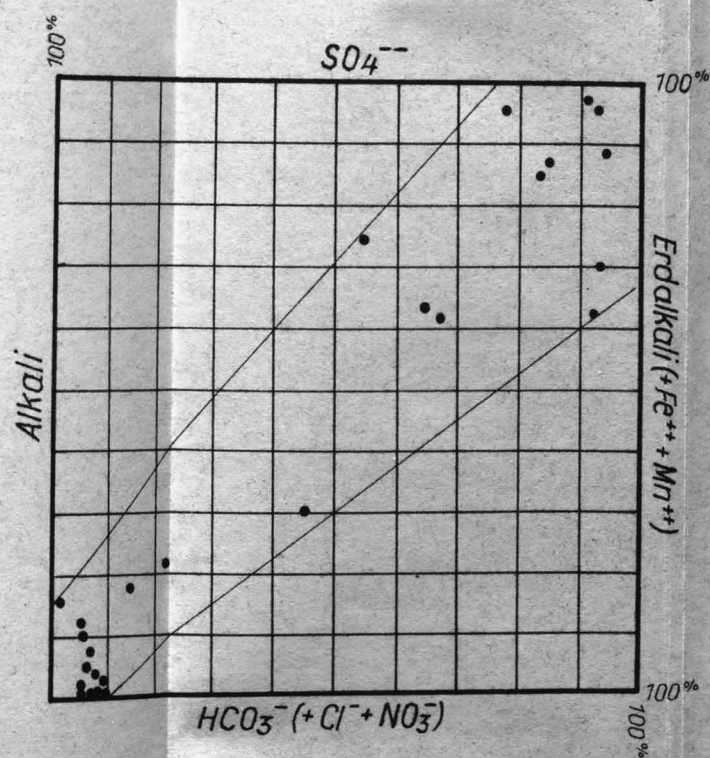
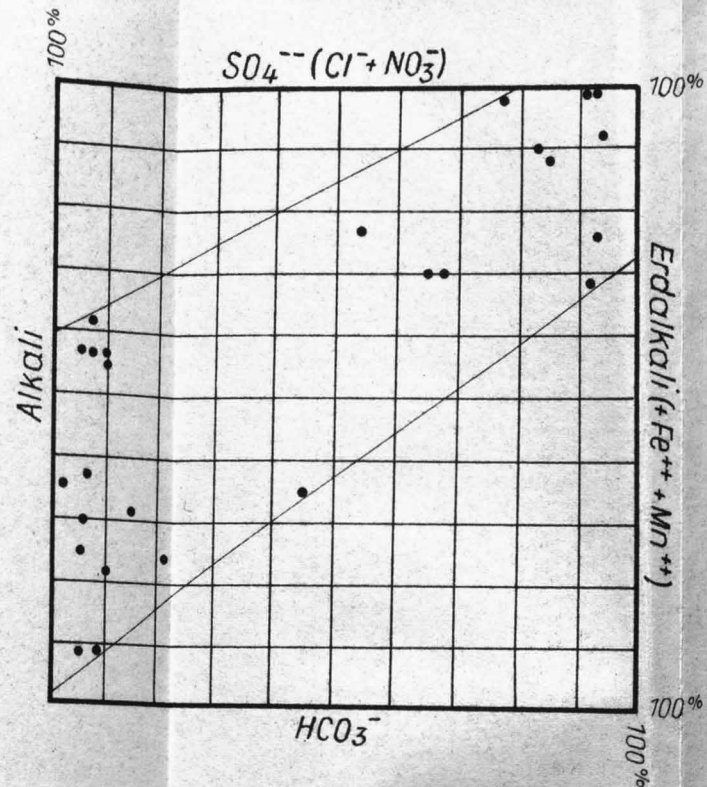


Abb.1. Grube Eupel
(alle Sohlen)

Die Prozentangaben beziehen
sich auf mval %

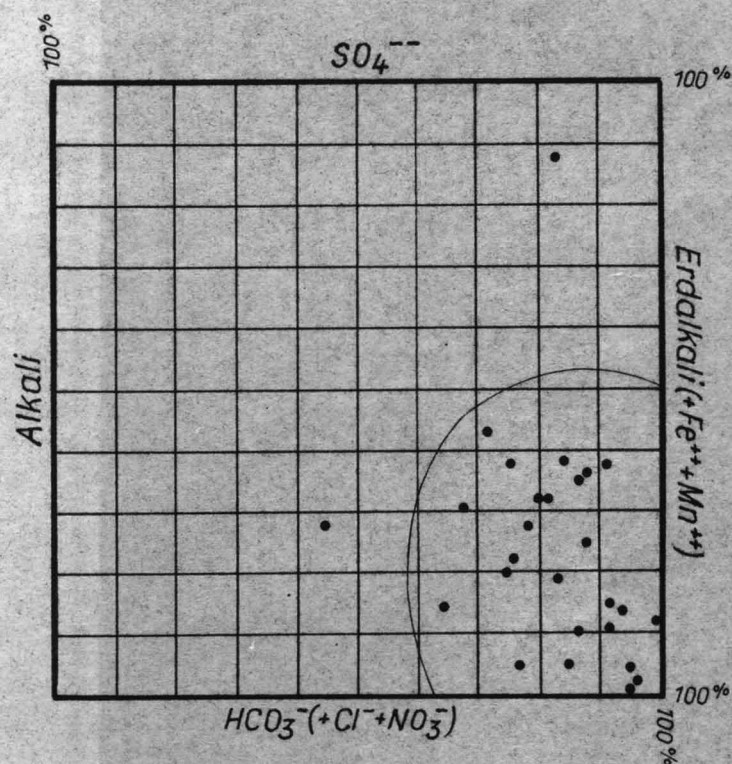
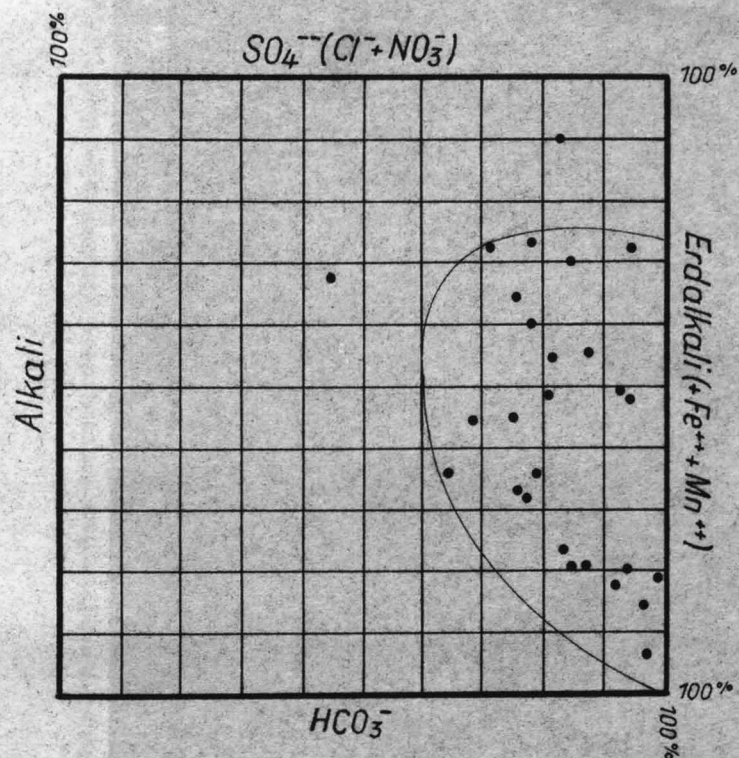


Abb.2. Oberflächennahe Wässer
(um Siegen, Betzdorf u. Daaden)

Tafel Nr. VII.

Darstellung von Wasseranalysen
in „Vierecksdiagrammen.“

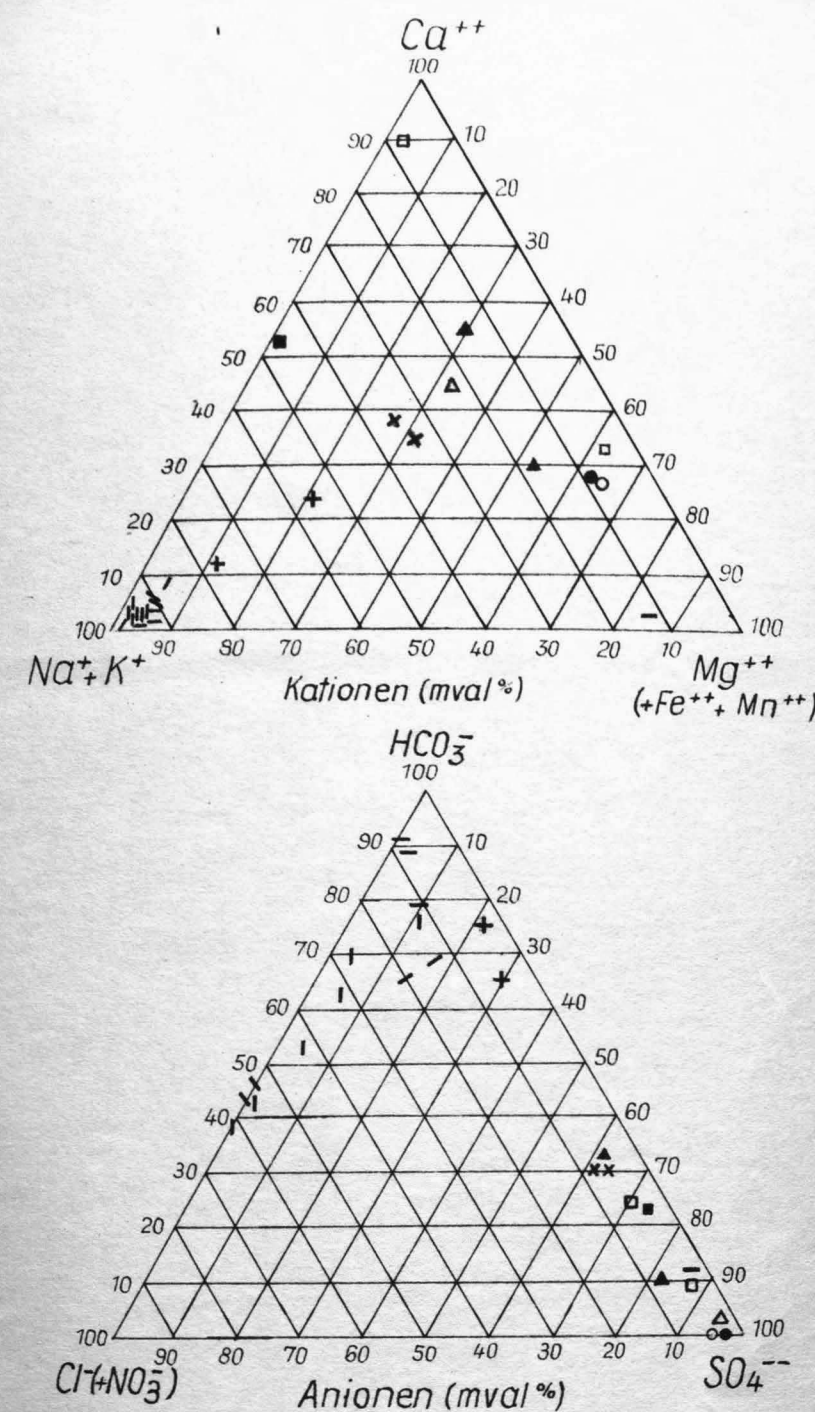


Abb.1. Grube Eupel
(alle Sohlen)

Zeichenerklärung:

○ 54 m Sohle	+ 300 m Sohle
• 94 -"-	× 360 -"-
△ 132 -"-	- 420 -"-
▲ 172 -"-	480 -"-
□ 212 -"-	/ 540 -"-
■ 250 -"-	\ 600 -"-

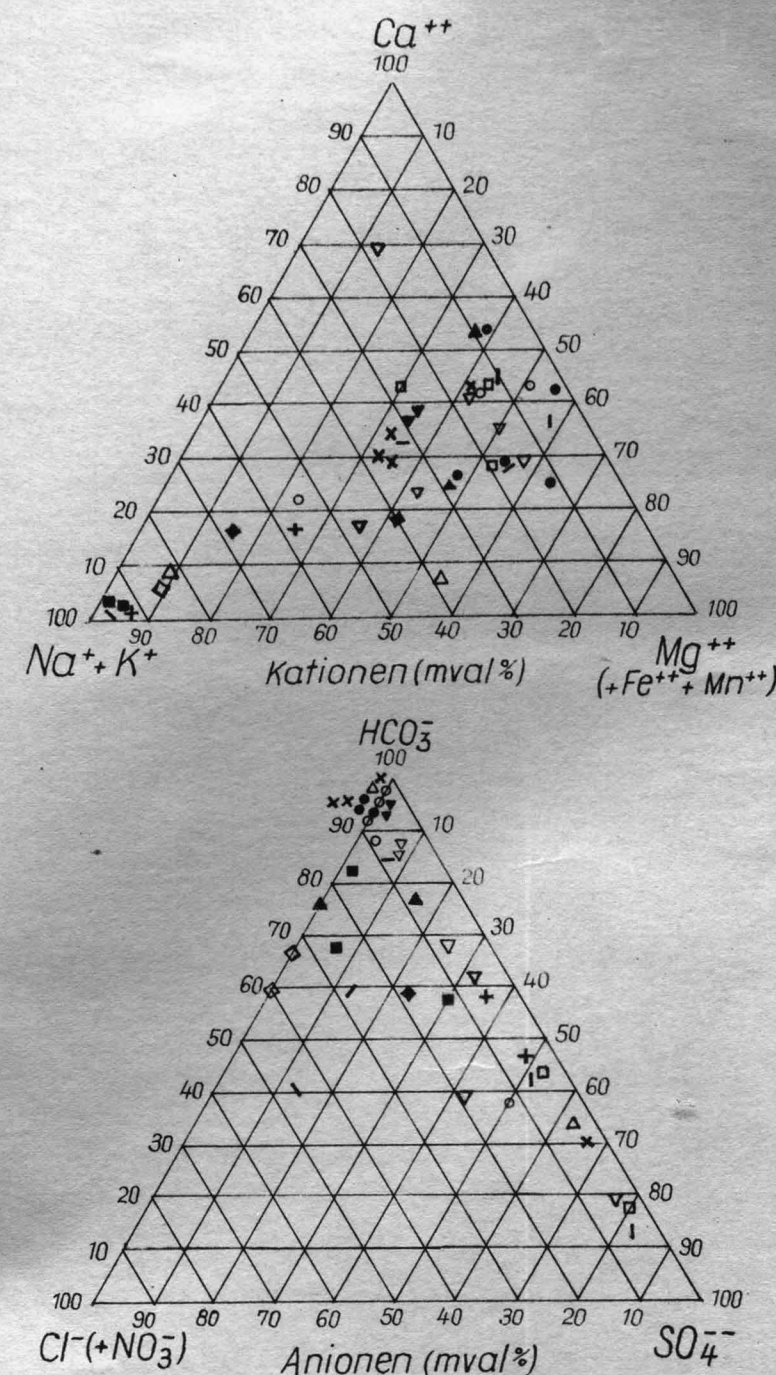


Abb.2. Siegerländer Erzgruben
(verschiedene, meist tiefste Sohlen)

Zeichenerklärung:

○ Ameise	- Geyersecke
• Anxbach	/ Mocke
△ Brüderbund	\ Neue Haardt
□ Eisenzecher Zug	Pfannenberger Einigt.
▲ Eisernhardter Tiefbau	▽ San Fernando
■ Friedrich	▼ Vereinigung
+ Füsseberg / Friedr. Wilh.	◇ Wingertshardt
× Georg	◆ Wolf

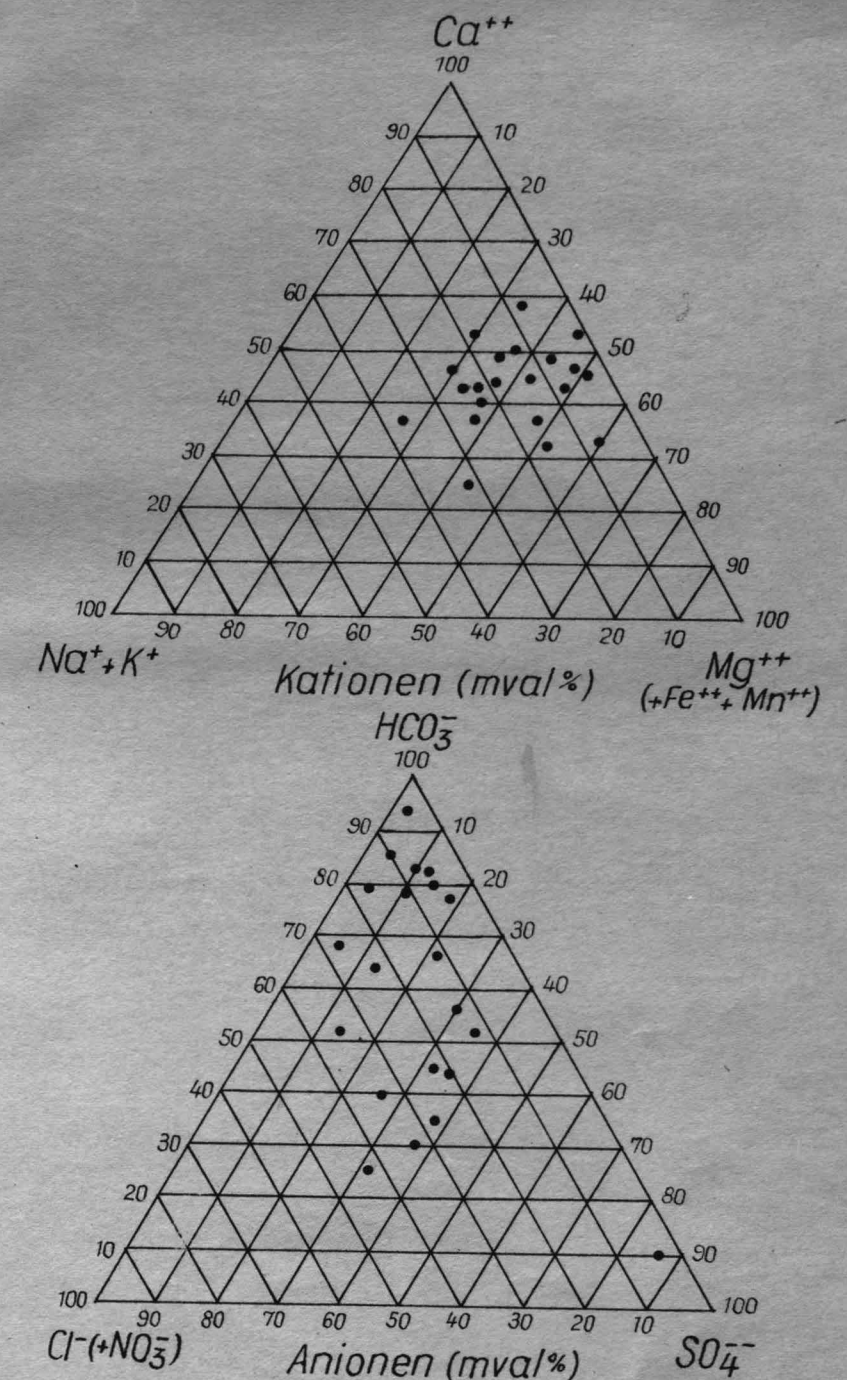


Abb.3. Oberflächennahe Wässer
d. Trinkwasserversorgung (um Siegen und Betzdorf.)

Tafel Nr. VIII.

Darstellung von Wasseranalysen
in Dreiecksdiagrammen.

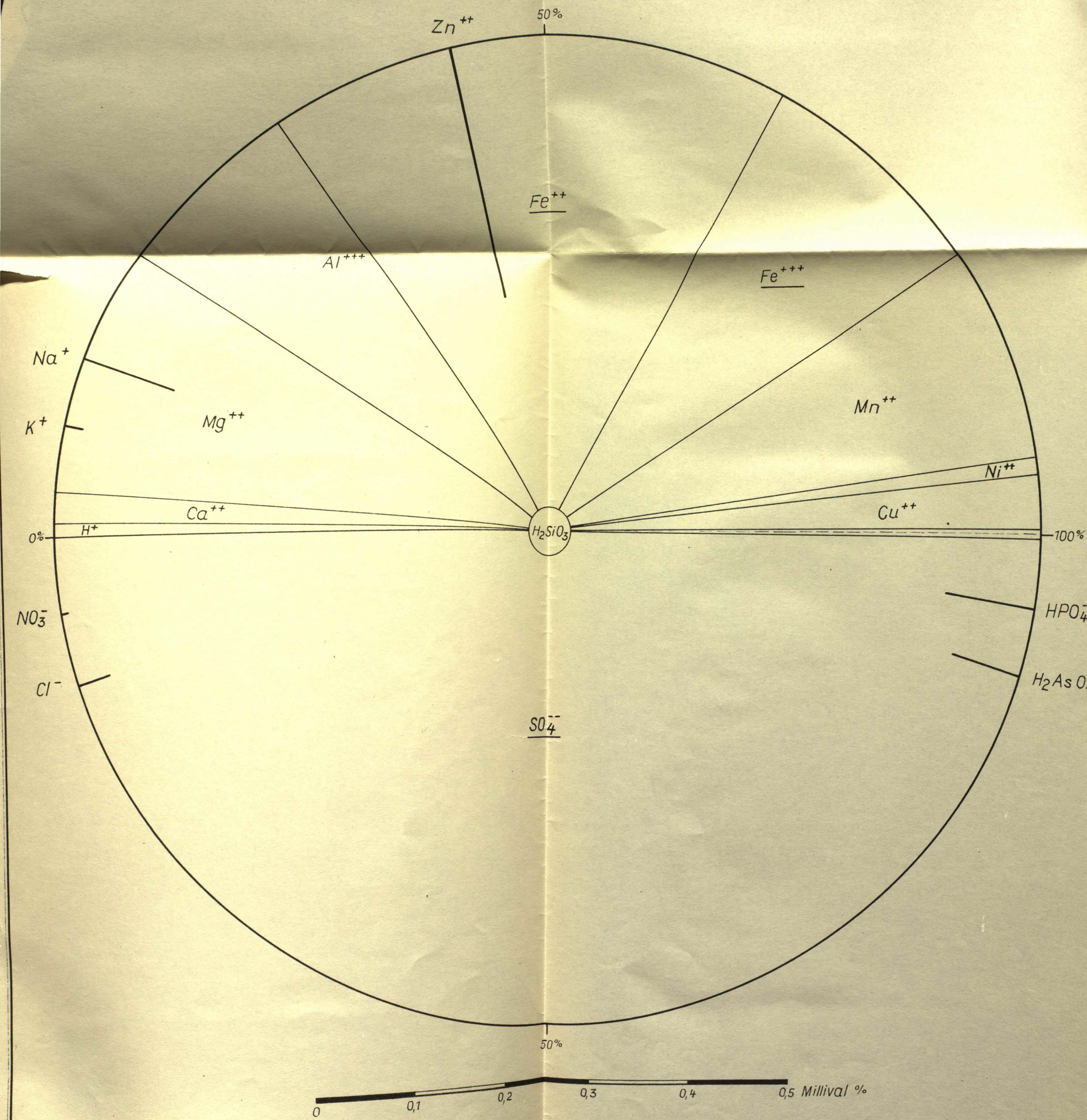


Abb. 1. Grube Wolf.
500m Sohle, Anal. Nr. 88.

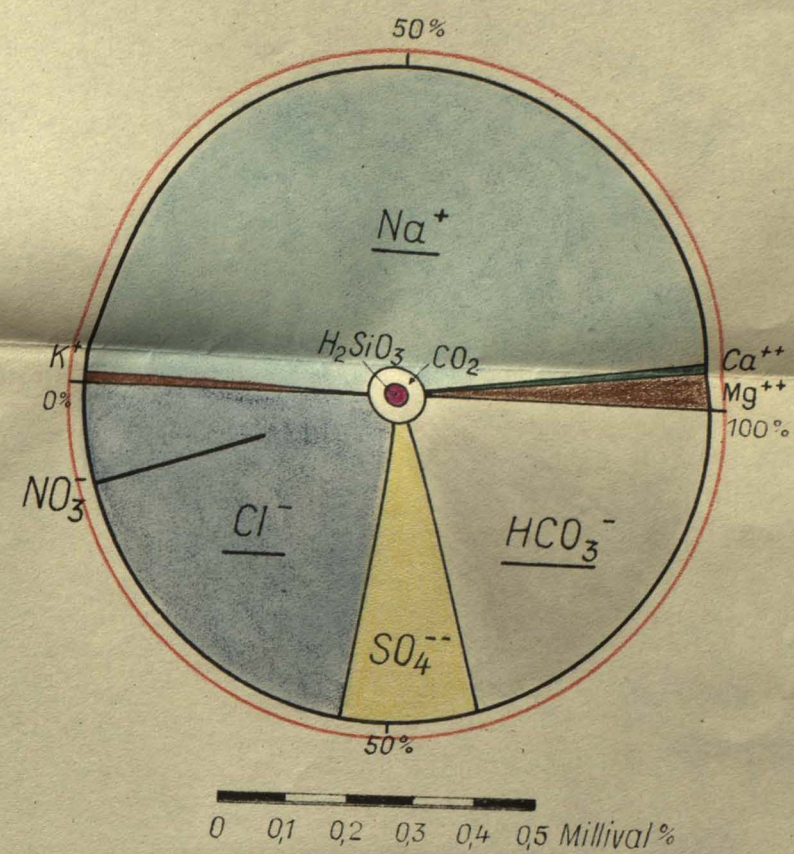


Abb. 2. Grube Neue Haardt.
975m Sohle, Anal. Nr. 65.

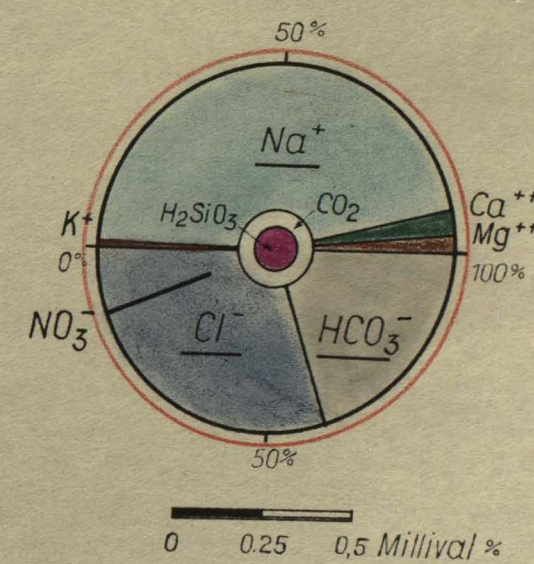
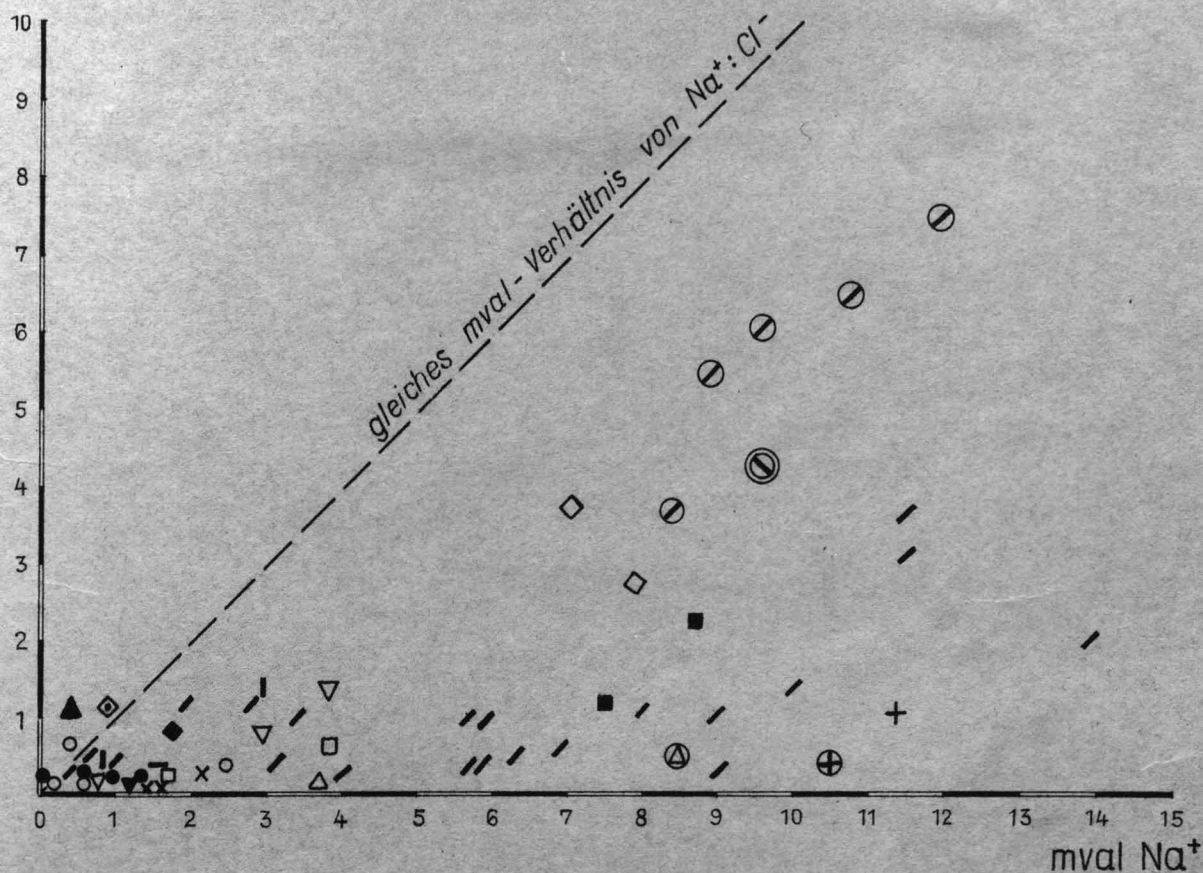


Abb. 3. Grube Eupel.
480m Sohle, Anal. Nr. 22.

Tafel Nr. IX

Darstellung von Wasseranalysen
nach Methode Udluft.

mval Cl^-



Anmerkung:

Die einfach eingekreisten Werte sind im halben Maßstab, der doppelt eingekreiste Wert in achteil Maßstab eingetragen.

- Ameise
- Anxbach
- △ Brüderbund
- Eisenzecher Zug
- ▲ Eisernhardter Tiefbau
- / Eupel
- Friedrich
- + Füsseberg
- x Georg
- Geyersecke
- ◇ Mocke
- \ Neue Haardt
- | Pfannenberg
- ▽ San Fernando
- ▼ Vereinigung
- ◇ Wingertshardt
- ◆ Wolf

Tafel Nr. X.

Verhältnis von Natrium zu Chlorid (in mval)

in Wässern aus Siegerländer Eisensteingruben.