

Sonder-Abdruck.

Nr. 40. — 4. Oktober 1916.

XXX. Jahrgang.

Mineralogisch-geologische Anstalt
der Universität Basel

J. 4245



Der Bergbau

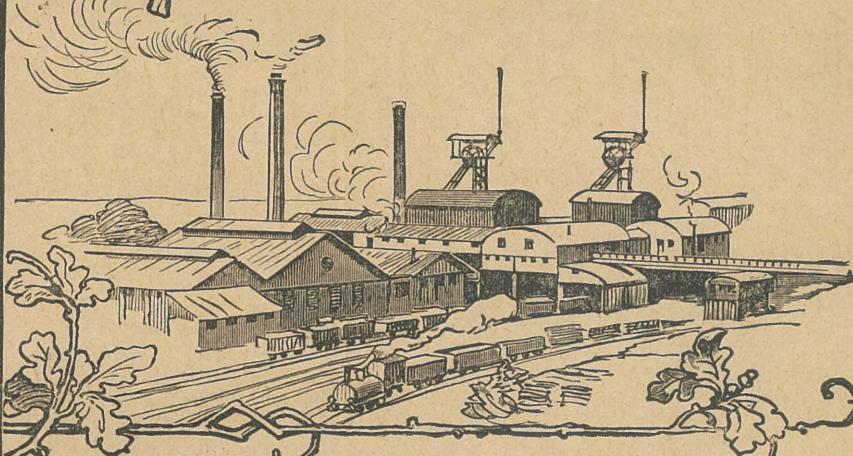
Bergtechnische Wochenschrift.

Central-Organ

des Verbandes der Vereine techn. Grubenbeamten im Oberberg-
amtsbezirk Dortmund,
des Vereins techn. Bergbeamten in Niederschlesien (Waldenburg),
des Vereins techn. Bergbeamten in Metz (Lothringen),
des Vereins techn. Werksbeamten der Staats- und Gemeinschafts-
werke des Harzes,
des Vereins techn. Grubenbeamten des Rümelinger Bassins
(Luxemburg),
des Beamtenvereins Glückau, E. V., Halle a. Saale,

Technische Redaktion:

In Vertretung: **H. Philipp**, Diplom-Bergingenieur
in Bochum.



P. BRENDAMOUR & C°
DÜSSELDORF.

Gelsenkirchen.
Druck und Verlag von Carl Bertenbür,
Bergbaulicher Verlag.

DER BERGBAU



Bergtechnische Wochenschrift.

CENTRAL-ORGAN

des Verbandes der Vereine techn. Grubenbeamten im Oberbergamtsbezirk Dortmund,
des Vereins techn. Bergbeamten in Niederschlesien (Waldenburg),
des Vereins techn. Bergbeamten in Metz (Lothringen),
des Vereins techn. Werksbeamten der Staats- und Gemeinschaftswerke des Harzes,
des Beamtenvereins Glückauf, E. V., Halle a. d. Saale,

Telegramm-Adresse:
Bertenburg, Gelsenkirchen.

Gelsenkirchen, den 4. Oktober 1916.

Fernsprech-Nr. 63
Amt Gelsenkirchen

Sonder-Abdruck.

Die Bleizinkerzvorkommen in den Mieminger-Wetterstein-Alpen.

Von Bergverwalter W. Landgraeber, konz. Markscheider.

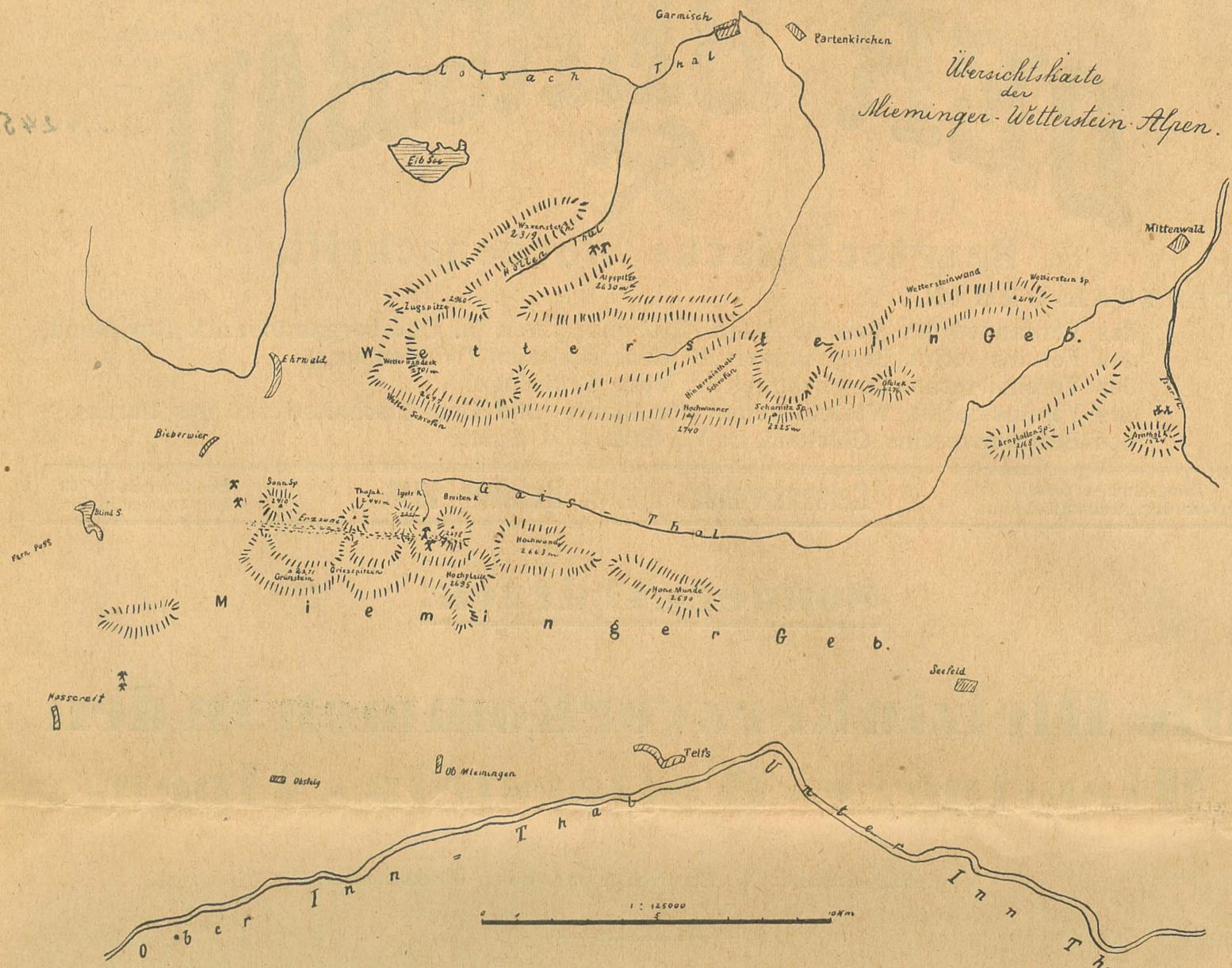
Einleitung.

Durch die abgeschnittene Rohstoffzufuhr und die dadurch bewirkte Kupfernot, hat Zink als Ersatzstoff für Kupfer große Bedeutung erlangt. Obgleich sich Zink wegen seines Gefüges auch nicht direkt für größere Fernleitungen eignet, so können doch durch eine Veredelung mittels Preßverfahren Drähte für andere Leitungen hergestellt werden, die als Ersatz für Kupfer dienen. So können z. B. Zinkleitungen recht gut zu Magnetwickelungen in elektrischen Motoren, in Transformatoren und Schaltanlagen Verwendung finden. Ferner kann dadurch eine erhebliche Ersparnis an Kupfer erzielt werden, daß die kupfernen Verbinder der Schienen für elektrische Bahngleise durch Zink (Anwendung des Zinkspritzverfahrens) ersetzt werden. So könnten noch eine ganze Reihe von Fällen genannt werden, in denen Zink anstelle von Kupfer verwandt werden könnte, ohne die Wirtschaftlichkeit wesentlich zu beeinträchtigen, zumal bei den heutigen hohen Kupferpreisen. Dadurch, daß Frankreich, welches einen großen Teil seiner Blende und seines Galmei, weil diese nicht an Ort und Stelle verhüttet werden konnten, nach Deutschland ausführte, ist ein Ausfall an diesen Metallen eingetreten. Ebenso ist das Ausbleiben der australischen Zinkkonzentrate recht fühlbar. Ob dieses jemals wieder nach Deutschland geliefert wird, ist fraglich, trotzdem sich der genannte Handel mit diesen Erzen vertragsmäßig in Händen deutscher Metallgesellschaften befand. Zur Aufrechterhaltung einer ausreichenden deutschen Zinkerzeugung dürften daher auch wohl diejenigen Lagerstätten in Betracht gezogen werden, die bisher wegen ihrer ungünstigen Lage zu Verkehrs wegen und Zinkhütten nicht abgebaut worden sind. Zu diesen gehören auch die zinkführenden

Mineralfundorte in den Mieminger Wetterstein-Alpen. Umsomehr, als sich ihre Lage durch die neuerdings in Betrieb genommene Eisenbahn von Garmisch über Ehrwald nach Reute (Mittenwaldbahn), die das in Rede stehende Gebiet zum Teil umschließt, sehr zu ihren Gunsten verschoben worden ist.

Orographischer Ueberblick.

Die Mieminger-Wetterstein-Alpen bilden einen Teil der Kalkalpen, der sich nördlich vom Inn-Knie, einem Punkt, in dem das Ober-Inntal vom Unter-Inntal geschieden wird, befindet. Das Gebiet dieser Alpen wird begrenzt von einer Linie, welche die dem Alpenwanderer wohl bekannten Orte Garmisch (in den Bayerischen Alpen), Paß Griesen (unterhalb des Eibsees), Ehrwald, Bieberwier, Fernstein (am Fernpaß), Nasereit, Telfs am Inn, Seefeld, Scharnitz und Mittenwald, verbindet. Die deutsch-österreichische bzw. die bayerisch-tirolische Grenze geht mitten durch dieses Gebiet. Die fast parallel laufenden Ketten beider Alpengruppen werden durch eine von Seefeld bis Ehrwald sich hinziehende Senke (Gaisthal) getrennt. Der höchste Gipfel ist die bekannte Zugspitze (2963 m) im Wettersteinmassiv. Daneben erreichen noch zahlreiche andere Berge Höhen von über 2000 m, so die Waxensteingruppe, der Wetterwandeck (2707 m) und Wetterschrofen (2697 m), der Hochmanner (2740), das Teufelsgrat (2400 m), die Dreithorspitzen (2617) und die Wettersteinwand (2478 m). Die höchsten Berge im Miemingergebirge sind die Hohe Munde (2590 m), die Hochwand (2663 m), die Hochplatte (2695 m), die Gries-Spitzen (2716 m), der Wannek (2494 m), die Sonn-Spitze (2410), der Taja-Kopf (2441 m), der Negels-Kopf (2221 m) und der Breitenkopf



(2298 m). Das Gipfelgestein besteht vorwiegend aus silbergrauem dolomitischen Wettersteinkalk. Tiefe einsame Käre, belebt von kleinen Seen, liegen zwischen den Berggipfeln versteckt. Riesige Schuttkäre bedecken stellenweise die Abhänge. Mancherorts finden sich Gletscher und ständige Schneedeckungen. Reißende Klammbäche und brausende Wasserfälle, die Reste ehemaliger Gletscher, sind allenthalben anzutreffen.

Geschichtlicher Ueberblick.

Im Gestein dieser Alpenzüge liegt reicher Bergsegen an Erzen mancherlei Art verborgen, im Höllenthal, bei Scharnitz, bei Nassereit, bei Bieberwier, sowie in dem ganzen Strich vom Schachtkopf bis zum Breitenkopf. (Siehe Uebersichtskarte.) Die Anfänge der bergbaulichen Tätigkeit verlieren sich meist im Nebel alter Zeiten. Allenthalben stößt man noch auf Ueberreste ehemaliger Gewinnungsstätten. Bieberwier ist Jahrhunderte lang der Schauplatz bergbaulicher Tätigkeit gewesen. Der Abbau war dort vorwiegend auf silberhaltige Bleierze gerichtet. An dieser Stelle ist die Ausbeutung bis ins 16. Jahrhundert und bei Grainau bis ins 17. Jahrhundert zurückzuverfolgen. Jedoch sind seit dieser Zeit fast alle in Angriff genommenen Gewinnungsarbeiten nach längerer oder kürzerer Betriebsdauer mit zeitweiligem Aufflackern der Ausbeute wieder teilweise eingestellt und auch ganz erloschen. Die Ursache, die zum Erliegen führte, lässt sich allerorts nicht mehr mit Bestimmtheit ermitteln, da die Berichte der alten Betriebsverwaltungen, sowie Aufzeichnungen und Grubenakten kaum oder nur noch in sehr bescheidenen Resten erhalten geblieben sind. Wenn auch die Gruben sicherlich nicht immer diejenigen waren, und aus später näher auszuführenden Gründen es auch nicht sein konnten, die die günstige

Ausbeute lieferten, so wird nicht immer mangelndes Erträgnis infolge geringer Fündigkeits des auf diesen Erzonen umgebenden Bergbaues der Grund zur Auflassung gewesen sein. Vielmehr werden wohl allerlei Schicksale und Ungemach in dieser Wildnis einerseits, und andererseits die Geldnot der vielfach nur mit schwachen Mitteln ausgestatteten Unternehmer, diese traurige Sachlage verursacht haben. Ein weiterer Grund für das Erliegen der Betriebe ist wohl in der Ermangelung von Sprengstoffen zu suchen, die naturgemäß die Arbeitsleistung pro Mann und Schicht erniedrigte. Ob und inwieweit unzweckmäßiger Organisation in der Verwaltung sowie mangelhafter, den Anforderungen der Zeit nicht folgender technischer Einrichtungen und unzweckmäßiger Verwendung der ohnedies dürftigen Geldmittel eine Schuld an der Stillegung der Betriebe zuzuschreiben ist, kann gegenwärtig meist nicht mehr beurteilt werden.*). Aus den letztangegebenen Gründen würde aber bekanntlich jeder noch so reich einbrechende Erzmittel beherbergende Bergbau zugrunde gehen müssen.

Vor mehreren Jahren ließen es sich wiederum einige Unternehmer angelegen sein, die alten Baue untersuchen zu lassen und sich Vorschläge machen bezüglich der Erzvorräte und der wirksamsten Art der Wiedereröffnung und Ausbeutungen. Verfasser war an diesen Unternehmungen beteiligt. Viele der befahrenen Baue waren noch mit Schlägel und behelmten Eisen, ohne An-

*) Interessante Angaben über die Wirtschaftsformen und bergbaulichen Verhältnisse auf den, dem in Rede stehenden Erzvorkommen, benachbarten aufgelassenen Silbergruben von Schwaz aus dem 15., 16. und 17. Jahrhundert macht P. Martell in der Zeitschrift „Glückauf“ 1907, 43. Jahrg., Nr. 34, S. 1079 ff.

wendung von Sprengarbeit in den Berg gehämmert. Die Stöße der Gänge und Schächte waren fast wie poliert. Es ist staunenswert, was die Alten bei manchen Bergwerken mit ihren gänzlich unzulänglichen Einrichtungen in diesem rauhen, unwirtlichen Gelände ohne Verkehrswege geleistet haben. Die Alten wußten auch recht wohl, daß, als sie die Bäue verließen, noch Mengen an Edelerzen anstanden. Sie mußten aber die Betriebe aufgeben, auch wohl deshalb, weil ihnen ihre technischen Mittel nicht gestatteten, eine gewisse, allerdings recht iräßige Teufe zu überschreiten. Wassernot scheint ihnen stellenweise auch Sorge gemacht zu haben. Ebenso fehlten ihnen die Mittel einer billigen und bequemen Abfuhr der gewonnenen Erze. Außerdem scheinen manche Erze für den damaligen Stand der Aufbereitungstechnik wenig geeignet gewesen zu sein. Wie dem auch sei, gegenwärtig gestalten sich die Betriebserfolge bedeutend günstiger, als zu jenen Zeiten, da die hoffnungsvollen Bäue zum Erliegen kamen, besonders wenn man mit den nötigen fachmännischen und geldlichen Kräften ausgerüstet, die zweckentsprechenden Hilfsmittel in zielbewußter Arbeit anwendet. Da nun fast die meisten Betriebe auf den in Rede stehenden Lagerstätten nicht ob Mangel an Erzen und Erzadel eingingen, dürfte hier durch die bereits vielerorts weit vorgeschrittenen Vorrichtungen, das Ziel, die Bäue wieder in Betrieb zu nehmen, meist ohne große Schwierigkeiten in kurzer Zeit und mit wenig Geldmitteln zu erreichen sein. Zweifellos werden auch in diesem vorgestaltigen Erzgebiet an manchen Stellen, die sich bisher der genaueren Untersuchung durch Lagerstättengeologen entzogen haben, noch weitere Erzmittel zum Aufschluß kommen. Es sei ausdrücklich erwähnt, daß bei der Wiedereröffnung nie außer Acht gelassen werden sollte, alte Grubenkarten, Aufzeichnungen und wichtige Nachrichten, soweit sie nicht der Vernichtung anheimgefallen sind, eingehend zu studieren. Dieses Aktenmaterial enthält häufig gewisse, wenn auch nicht immer erschöpfende Einzeldarstellungen, so doch wertvolle Fingerzeige bezüglich der Wiederaufnahme von erfolgversprechenden Schürfungen. Schon manches Mal hat Mißachtung oder Unkenntnis alter Erfahrungen unangenehme Überraschungen und Schaden gebracht. Infolge der gegenwärtigen Höhe der Produktion, ist der Aufbereitungstechnik in Gemeinschaft mit neueren chemischen Verfahren, sowie infolge des durch den Krieg hervorgerufenen größeren Bedarfs von Zink, dürfte die Wiederbelebung des Bergbaues in besagtem Gebiete, wo schon so mancher schöne Erzabruß erschlossen wurde, und wo mehrere Erzzeuge nebeneinander verlaufen, die eines ausgedehnten Betriebes würdig sind, auf eine erfreuliche Höhe gebracht werden. Die vor kurzem eröffnete Mittenwaldbahn wird das ihrige dazu beitragen. Diese Zustände haben denn auch zur Folge gehabt, daß bereits in einigen Gruben, wie im Höllentalbergwerk im bayerischen Zugspitzgebiet und oberhalb des Ortes Bieberwier die Arbeiten wieder aufgenommen wurden. Auch im Negelskar soll die Metallproduktion in dem der Firma J. H. Dudeck (Zinkhütten und Zinkweißfabriken) in Dresden gehörigen Bergbau, der zeitweilig gefristet war, in nächster Zeit wieder in Betrieb genommen werden.

Mancherorts scheint die Stilllegung der Gruben infolge ungenügender Berücksichtigung bzw. Verkennung der tektonischen und paragenetischen Verhältnisse in der Erzzone wie in deren Umgebung etwas voreilig vorgenommen zu sein. Es mag dabei nicht verkannt werden, daß es zu einer einwandfreien geologischen Beurteilung dieser alpinen Erzgebiete eines erheblichen Maßes von Sachkenntnis und einer nicht zu unterschätzenden Vertrautheit mit den Eigentümlichkeiten des geol. Gerüsts bedarf. Die dem älteren Montangeologen bzw. dem Erzbergmann geläufigen Regeln und Vorstellungen dürften kaum ausgereicht haben. Darum sei zuvörderst eine Betrachtung der Stratigraphie und der Tektonik des diese Lagerstätten führenden Schuppen- bzw. Schollengebirges vorausgeschickt. Bei der Beschreibung beschränke ich mich auf das Notwendigste.

Stratigraphischer Ueberblick.

Folgende Formationsglieder setzen die in Rede stehenden Gebirgsketten zusammen: Alluvium, Diluvium, Eruptivgesteine, Aptychenschichten, Kössener Schichten, Hauptdolomit, Raibler- und Partnachschichten, Wettersteinkalk und Muschelkalkschichten. Das letztgenannte Material des Gebirgskörpers, die gewaltigen Dolomit- und Kalkmassen, die mit Mergeln in bunter Reihe abwechseln, entstammt dem Triasmeere und gehört der ladini-

schen, karnischen, norischen und rhätischen Stufe der mittleren und oberen Trias an. Sie werden unterteuft von Jura-Kreideablagerungen. Für das Studium und die Erkenntnis der geol. Verhältnisse dieser Gegend sind die Arbeiten von O. Reis, O. Ampferer und neuerdings von K. C. v. Loesch wichtig. Die Muschelkalkschichten bestehen aus wulstigen, düngeschichteten dunkleren und dichten, helleren oft kristallinen, manchmal auch rauhwackig ausgebildeten Kalkgesteinen.

Die ungemein mächtigen dunkel- bis hellfarbigen Wettersteinkalke stehen in erheblicher Verbreitung an. Sie nehmen den größten Teil der Gipfelregionen ein. Der Wettersteinkalk ist die mächtigste der hier auftretenden Formationen. Seine Mächtigkeit beträgt bei ungestörter Lagerung etwa 1000 m. In den oberen Partien sind sie häufig dolomitisch. Mancherorts ist undeutliche Schichtung zu erkennen. Im allgemeinen sind sie stets ungeschichtet. Auffallend sind die stellenweise auftretenden brennbaren Stoffe (Bitumen).

Zwischen diese beiden Schichtverbände sind allenthalben dünne Lagen von mattschwarzen Partnachschichten vertreten. Sie sind unmächtig im Vergleich zu den übrigen hier vorkommenden Schichtserien. In der Zeit, in der die vorgenannten Gebilde zur Ablagerung gelangten, fand in der alpinen Trias ein außerordentlich häufiger und jäher Facieswechsel statt, der heute mancherorts die Orientierung außerordentlich erschwert. Gut aufgeschlossen sind in diesem Gebirgsrelief die nach dem berühmten Bergbau bei dem Dorf Raibl im südlichen Seitental des Gailtals in Kärnten benannten Oberen und Unteren Raiblerschichten der Karnischen Stufe. Ihre reichgeschichtete Folge ist zu sammengesetzt aus Rauhwacken, Kalken, Dolomiten, Sandsteinen, Oolithen und Schiefern mit Zwischenlagen von Mergeln. Sie sind sehr versteinerungsreich. Eine genaue Gliederung steht noch aus. Wegen des starken Wechsels in der Beschaffenheit, ist diese auch nicht so einfach durchzuführen. Trotzdem gilt dieser Schichtenstand in seiner Gesamtheit wegen seiner Beständigkeit und seiner großen Verbreitung als wichtiger Leithorizont bei der stratigraphischen Vergleichung. Bei regelmäßiger Lagerung befinden sich über den Raiblern die Gebilde des hellgrauen bis weißgrauen, massigen Hauptdolomits mit energischer Bankung und kristallinem Habitus. Er ist im allgemeinen versteinerungsarm. Einzelne Korallenreste, sowie Einlagerungen, die einem Fischschiefer gleichen, und wohl auch Ganoïdschuppen sind stellenweise zu finden. Wegen des stark bituminösen Geruchs beim Anschlagen wird dieser Dolomit auch wohl Stinkdolomit genannt. Stellenweise ist die Bitumenanreicherung so stark, daß diese Schichten die Grundlage für Ichtyolbereitung bilden (Seefelder Schiefer). Der Uebergang von den Raiblern zum Hauptdolomit ist meist ein sehr allmäßiger. Der Kartierung der Grenze zwischen beiden ist daher etwas schwierig. Ebenso ist der Uebergang zu den ihn bedeckenden Kössener Schichten ein undeutlicher, da sich die Plattenkalke nur sehr ungenau vom Hauptdolomit und den rhätischen Kalken unterscheiden lassen. Meist werden daher die Plattenkalke nicht als eigenes Formationsglied angesehen, sondern zum Hauptdolomit gerechnet. Die Kössener sind gleichaltrig mit den oberen Keuperbildungen der deutschen Trias. Sie bestehen aus Kalken, Tonen u. tonreichen schwärzlichen Mergeln. Ihre Farbe wechselt von braun bis dunkelgrau. Sie verwittern sehr leicht. Ihr Fossilreichtum ist groß. Die darin enthaltenen Reste sind Schalen kleiner Meerestiere. Ganze Bänke sind davon gefüllt. Infolge der ungemein schmiegbaren Beschaffenheit fanden in diesen Schichten die alpenbauenden tektonischen Kräfte wenig Widerstand. Naturgemäß kamen diese hier bei der späteren tektonischen Inanspruchnahme sehr lebhaft zum Ausdruck und zerbrachen dieselben in viele große Stücke.

In ganz kleinen Resten wurden neuerdings noch Aptychen enthaltende uferferne Gesteinsarten sog. Aptychenschichten festgestellt.

Eruptivgesteine sind bisher nur im Wettersteinmassiv gefunden worden. Hier weist das Vorkommen von Ehrwalditen darauf hin. Zu Deckenergüssen ist es bei dem Aufbrechen der Eruptivmassen nicht gekommen. Meist werden die Erstarrungsgesteine in Hornsteinen gefunden, die den unteren Schichten des Oberen Jura zuzurechnen sind. Kontaktmetamorphe Veränderungen hat das Gesteinsmaterial offenbar nicht erlitten.

Außer diesen Schichten sind noch die nach der Gosanzeit, seit der das in Rede stehende Gebiet ununterbrochen für die Erosion frei lag, geschaffenen Schuttbildungen zu nennen, sowie die Schotter, Sande und das Blockwerk der Moränenbildung, die ein

Vermächtnis der diluvischen Vergletscherung darstellen. Hierher gehört auch der diluviale Eis- und Firnschutt, der nicht mit dem Moräenschutt, der häufig die Täler wallförmig erfüllt, verwechselt werden darf. Grundmoränen finden sich vorwiegend dort, wo sich die Täler erweitern, wo also die Bewegung der Gletscher sich verlangsamt. Ein sehr gewaltiger Gletscher folgte dem Tallauf der Senke „Seefeld Leutasch“, ein anderer namhafter Strom floß durch die breite moränenschutterfüllte Senke des Fernpasses zwischen den Mieminger- und den Lech-Alpen, ein dritter folgte dem Loisachtal über Griesen-Garmisch. Erratische Blöcke, gescheuerte Felsbuckel, gekritzte Rundhöcker in Karen, Gletscherschliffe und fiele kleine, flache z. T. schon verlandete Seen sind als Zeugen und lebende Ueberreste der einstigen Gletscher übrig geblieben. Im Maximum der Vergletscherung erreichte die Vereisung ganz beträchtliche Höhen. Ihre Spuren sind stellenweise bis über 1500 m hoch zu verfolgen, so daß diese Alpengebirge weitgehend von ihrer Wirkung beeinflußt wurden.

Schneefelderartig liegt der Gehängeschutt des Alluviums an den Abhängen der Berge, und verdeckt einen großen Teil der anstehenden Gesteine. Durch diese Schutthalde wird die Beobachtung und Kartierung unsicher beeinträchtigt.

Das Gipfelgestein der hohen Zinnen wird vorwiegend von den beschriebenen trianischen Gebilden beherrscht. Gewisse Unregelmäßigkeiten sind hinwieder zu beobachten, so fehlen z. B. die Partnachschichten in einem großen Teil des Wettersteins, während sie in den Miemingen häufiger anzutreffen sind. Es steht noch nicht genau fest, ob die die Trias unterteufenden Jura-Kreideschichten in den beiden Gebirgszügen auf größere Entfernung hin anstehen. Ihre hauptsächlichste obertägige Verbreitung finden sie im Eibsee-Gebiet, bei Erwald und gewissermaßen als „geologisches Fenster“ in der Senke, die sich von Ehrwald bis Seefeld erstreckt.

Tektonischer Ueberblick.

Schon auf den ersten Blick ist in der Ueberlagerung jüngerer weicherer Sockelgesteine der Jura-Kreidezeit von härteren älteren Trias-Schichten eine erhebliche Unregelmäßigkeit im tektonischen Aufbau zu ersehen. Hier liegt demnach alles verkehrt, das unterste zuoberst. Sobald man aber die Besonderheiten etwas aufmerksamer studiert, erkennt man, je sorgfältiger man untersucht umso mehr, daß hier ganz erstaunliche Verwickelungen zutage treten. Mit scheinbar ausgesuchter Gesetzmäßigkeit sind die Schichtfolgen an ihren nachgiebigen Stellen zerrissen und in ganze Anzahl gegeneinander verschobener Schollen zerlegt worden, die sich, nachdem sie gründlich durcheinander geworfen waren, zu neuen Gruppierungen wieder ineinander geschachtelt und zusammengefügt haben. Es ist hier nicht der Ort, auf die interessanten einzeln-tektonischen Probleme der Entstehung dieses eigentlich verwickelt gebauten Alpenkörpers, wie ihn die zusammengehörigen Mieminger-Wetterstein-Alpen darstellen, näher einzugehen.*). Nur soviel mag gesagt werden, daß das geol. Gerüst dieser scheinbar normal gebauten Kalk- und Dolomitenklötzte ungleich manigfältiger und verwickelter ist, als der Bau unserer deutschen erzführenden Mittelgebirge. Sie reichen nicht im entferntesten an das chaotische Gefüge dieser Alpen heran. Daher auch die außerordentlichen Schwierigkeiten bei der Aufsuchung u. Verfolgung von Erzgängen. Von einem symetrischen Bau der behandelten Gebirgsmassen kann daher keine Rede sein. Schuppen bzw. Schollen stellen auch hier den Grundtypus des Gebirgsbaues dar,

*) Durch die Ausgestaltung der Geosynkinaltheorie und der Deckenlehre sind wir in der Erkenntnis der Bedingungen von Lageveränderungen einzelner Erdrindenteile und der Entstehung von Faltengebirgen, wie die circummediterranen Alpen u. a. m., erheblich weiter gekommen und manches bisher schwer verständliche hat dadurch eine Erklärung gefunden. Nach dieser erst in neuerer Zeit aufgestellten und fast allgemein anerkannten Hypothese sollen durch Kräfte von innen heraus im periodischen Wechsel epirogenetischer und orogenetischer Vorgänge die jetzt aufgetürmten fertigen Faltengebirge emporgehoben und gefaltet bzw. Festländer versenkt worden sein, wobei endogenen Kräften die Hauptrolle zufiel. Im Verlauf der Erdgeschichte sind fortwährend Geosynklinen für die Anhäufung von Material von Hochgebirgszügen geschaffen. Sie trugen schon von Anfang an den Keim zu späteren Faltengebirgen in sich. Faltenbildender Druck in der schrumpfenden Erdfeste, der auf Verschiebungen irgendwelcher

welche durch Druckkräfte vornehmlich in horizontaler Richtung übereinander und nebeneinander verschoben sind. Nicht ein einmaliger Auffaltungsvorgang fand hier statt, sondern mehrere Phasen von Schollenverschiebungen mit komplizierten Schichtverschlingungen können voneinander unterschieden werden, in dessen jedesmal neue Ketten angegliedert wurden. Unser Schollengebiet scheint im Bereich der rhätischen Schubmasse zu liegen, für deren Gesamtheit ein weittragender Ost-West-Schub angenommen wird. In älteren Zeiten der Faltung, bei der primären, bis zum Eintritt der eigentlichen Schubphasen müssen beide Gebirgsketten einem mehr oder weniger heftigen, fast flachen, einheitlichen Faltungswurf unterworfen gewesen sein. Später bei der sekundären nachneokomischen Faltung erfolgten nach einem größeren Zeitraum der Ruhe neue Zusammenschübe, der die Decken samt dem Untergrunde in Bewegung brachte bzw. faltete und dabei die einzelnen Schollen (nach v. Loesch sollen neun verschiedene zu erkennen sein) in sonderbarer Weise miteinander verquicke. In tertiärer Zeit wurde das Gebiet nochmals durch bedeutende Spannungen, deren Ergebnisse größtentheils in Ueberschiebungen ausklangen, in Unruhe gebracht. Wie viele Bewegungen unsere Gebiete betroffen haben, kann man aus dem Vorhandensein und dem Bau der Meeresablagerungen der jüngeren Kreidezeit erkennen, die infolge der Ueberschiebung von älteren Gesteinsmassen erhalten geblieben sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß noch eine höhere Decke über der großen östlichen Schubmasse gelegen hat. Verschiedene Anzeichen deuten darauf hin. Die Schub- und Faltungsvorgänge chronologisch einzuordnen ist schwer; da jede Scholle ihr eigenes Schicksal hat. Das Schollenmaterial ist nicht autochthon, aus dem gefalteten Untergrund hervorgegangen, sondern es sind wurzellose ortsfremde Faltenschollen, deren Wurzelregion noch nicht feststeht. Fassen wir die tektonischen Vorgänge noch einmal kurz zusammen. Bei der ersten Phase der Gebirgsbildung wurden die ursprünglich in wagerechter Lage kilometertief unter dem Meere geborenen Schichtgesteine aus ihren Ursprungsgebieten durch einen ersten Faltungsvorgang in liegende Falten nach Norden zu herausgepreßt. Dann wurden sie gegenseitig nochmals verschoben. Nach einem größeren Zeitraum, in welchem starke Längs- und Quererosionen stattfanden, erfolgte durch ungeheuren seitlichen Druck ein neuer Zusammenschub, eine Ueberschiebungsphase, der die Decken bzw. die Schollen voneinander abriß und sie nebeneinander schuppenförmig, doppelt und mehrfach übereinander verschob und überstürzte. Einzelheiten sind hier und da noch unsicher. Es ist ganz natürlich, daß es infolge derartiger Beanspruchung, wobei die Gesteinschollen teils aktiv, teils passiv beteiligt waren, zu ganz heftiger Bruchbildung kommen mußte. Unzählige Risse und Störungen, lokale wie weittragende, durchschwärmen dieses Gebirge, insbesondere den erzführenden Wettersteinkalk. Sie spielen, wie später gezeigt wird, für die Metallzone eine erhebliche Rolle. Diese tektonischen Linien aufzufinden ist leicht, ihre weitere Verfolgung jedoch schwer und unsicher, da das Einfallen undeutlich ist, und Spalten von untergeordneter Bedeutung nie fehlen. An Stellen höchster Faltungsintensität hat scheinbar der Erguß der eruptiven Ehrwaldite stattgefunden. Durch die fehlende Wirkung atmosphärischer Einflüsse ist das heutige Angesicht dieser wurzellosen Ueberschiebungsklippen modelliert. Von dem Relief und dem tektonischen Gerippe der die Trias unterteufenden Jura-Kreidemassen, die sich nur selten dem

Art im Erdkörper beruht, hob die in den Sammelbecken zur Ablagerung gekommenen Massen gelegentlich aus den Fluten des Ozeans empor und schob die aufgestauten Schichten meilenweit über andere hinweg. Also nicht vertikale Hebung bereits gefalteter Erdstreifen allein, sondern gewaltige Horizontalbewegungen auf Grund einseitiger Schübe aus Süden werden neuerdings als motorische Ursache der Heraushebung und der tektonischen Vorgänge derartiger Emporragungen und ihrer unendlichen Mannigfaltigkeit in der Ausgestaltung des Bodenreliefs angenommen. Die früher für einheitlich gehaltenen Faltungsvorgänge versucht man jetzt in einzelne bis ins kleinste gehende verschiedenartige Phasen (Schubphasen) zu zerlegen. Mit den vorstehenden Angaben soll angedeutet werden, daß zu einer richtigen Vorstellung vom geol. Bau eines alpinen Erzgebietes ein recht erhebliches Maß von Vorkenntnissen gehört.

Auge enthüllen, ein anschauliches Bild zu entwerfen, ist unmöglich, da die Triasdecke die vorbestehenden Züge durch die schürfende Wirkung der vorrückenden Masse stark verdeckt hat.

Die Erzführung.

Aus dem Inhalt der letzten Seiten geht hervor, daß die Erkenntnis der Rätsel des Gebirgsbaues für den Lagerstättensucher, wie für den Bergmann, der in diesem Alpenkörper Bergbau treiben will, von Bedeutung sein kann. Ob die Alten über hinreichende Detailkenntnisse verfügten, darf wohl bezweifelt werden. Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß derartige Verhältnisse zur Vorsicht mahnen und daß bei der Aufsuchung, sowie beim Abbau die örtlichen geognostischen Eigentümlichkeiten gründlich und ständig beobachtet werden müssen.

Die in den behandelten Alpiden auftretenden Mineralien sind Bleiglanz, Zinkblende und nächst diesen molybdänsaures Bleioxyd (Bleimobydat), Rädelerz, schwefelsaures Bleioxyd, kohlensaures Bleioxyd. Außerdem nehmen an dem Mineralgemenge in hervorragender Weise die neueren Erzeugnisse: kohlensaures Zinkoxyd (Galmei), basisches Zinkkarbonat (Zinkblüte), kieselsaures Zinkoxyd (Zinkglas) u. a. m. teil. Ferner beherbergen die Erzonen Silber, Pyrit und Markasit. Neben diesen ist noch erschürft: Brauneisen, Eisenocker, Antimonit und Cölestin. Zu den großen Seltenheiten gehören Kupfererze. Arsen fehlt. Die geringe Menge von Kupfer und das Fehlen von Arsen, kann, da diese Beimischungen als schädlich gelten, als ein Vorzug betrachtet werden. Ausgeschlossen wäre es jedoch nicht, daß hier gelegentlich in Verbindung mit Blei und Antimon reichlichere kupferhaltige Erze gefunden werden könnten. Neben den Metallen kommen noch im Bereich der Erzonen vor: Kalk, Dolomit, Calcit, Baryt, Flußpat, Gips und Quarz. In verschwindenden Mengen sind Mineralsplitter von Rutil und kleine Turmalinkristalle hier und da beobachtet worden, die nur mehr mineralogisches Interesse beanspruchen. Cadmium konnte nicht nachgewiesen werden.

Der Träger der erzführenden Zone ist der Wettersteinkalk. Die Mächtigkeit der Lager ist eine ganz ansehnliche. Stellenweise sind mehrere vorhanden. Die Mächtigkeit wie die Metallimprägnation ist Schwankungen unterworfen. Ob die verschiedenen Vorkommen durchweg das gleiche geol. Niveau beibehalten, kann noch nicht entschieden werden. Die Paragenesis der angetroffenen Mineralien bietet das charakteristische Bild naetasomatischer Umwandlung geschwefelter Erze dar. Nach Alter, Lagerungsform, Zusammensetzung und Entstehungsart gehören die Lagerstätten einem bestimmten Bleiglanz-Zinkblendetypus an. Da bei allen der in diesen Gebirgszügen vorkommenden Erzarten, dieselben Ursachen, dieselben Wirkungen und fast überall ähnliche Mineralgesellschaften festgestellt wurden, können im allgemeinen für alle ähnliche geochemische Prozesse bei ihrer Bildung angenommen werden. Die Erze lassen deutlich sekundäre Metallverschiebungen erkennen. Es scheinen hier sowohl Verdrängungen wie auch Spalt- und Hohlräumausfüllungen vorzuliegen. Der Konzentrationsprozeß, der bekanntlich von dem Grade der Umwandlung und der Wirksamkeit verschiedener chemisch-physikalischer Faktoren abhängig ist, ist in den verschiedenen Vorkommen verschieden weit gediehen. Die petrographische Natur der Bauelemente, aus denen die Erzmittel bestehen, ist von wechselnder Kombination. Bald ist die Umwandlung des Kalkes vollständig, bald unvollständig. Sie wird beeinflußt von der Art der Einwirkung der jeweiligen klimatischen und topographischen Verhältnisse. Durch eine nachträgliche Umwandlung haben die Erzonen ein vollständig anderes Gepräge bekommen. Leider konnten, da die Erzführung der Tiefe noch nicht bekannt ist, nur spärliche Beobachtung über sekundäre Teufun unterschiede gemacht werden. Aus der Art des Auftretens der Mineralien ist jedoch zu schließen, daß sich auch hier die üblichen Unterschiede in Oxydations- und Zementationszone machen lassen.

Für die Entstehung der Erzonen kommt nur eine Möglichkeit in Betracht. In dem schwach dolomitischen Wettersteinkalk von verhältnismäßig großer Reinheit sind bei der Sedimentation reichliche Mengen geschwefelte Blei- und Blendemetalle als primäre Erzbringer abgesetzt worden, die auch jetzt noch stets unberührt darin gefunden werden. Der Schuttbestand ist an den Stellen der Erzonen durch die vielen tektonischen Einwirkungen, die

sie betroffen haben, vollständig zerstört und in zahllose Klüfte kreuz und quer zerhakt worden. An diese Spalten sind die Erzvorkommen verknüpft und darin angesiedelt. Auf dem Netzwerk von Spalten drangen kohlensaure Wässer von oben herein. Die natürliche Folge war, daß sich bei ihrem Hindurchgang durch diesen Kalk in ihrem Bereich hydrochemische Umbildungen abspielen mußten. Auf den Grenzflächen des Kalkes wurden Lösungerscheinungen und Auslaugungen hervorgerufen und die Karbonate des Kalkes und der Magnesia aufgenommen und weggeführt. Dieses führte allmählich zu einem Verfall des Gesteins. Die Magnesium haltigen kohlensauren Lösungen aus den oberen Schichten setzten im Kalk anstelle des aufgelösten Calcium-Carbonates das Magnesium-Carbonat ab. Der Magnesiumgehalt aus den oberen Abschnitten verdrängte metasomatisch in den unteren Zonen als Bikarbonatlösung den Kalk. Es fand eine Mg-Anreicherung statt durch das Doppelsalz Dolomit. Bei der Dolomitierung ging die ursprüngliche Härte des Gesteins verloren. Der im Kalk enthaltene Dolomit zerfiel bei der Auflösung durch Kohlensäure in Magnesit und Calcit, welche als eine weiterhin unteilbare Mischung anzusehen sind. Mit dem eigentlichen Wettersteinkalk haben die so entstandenen Kalk-Dolomit-Breccien wenig Ähnlichkeit. Allgemein zeigt die Grundmasse z. T. feinkristallines Gefüge, z. T. besteht sie aus hellbraunen, feinsandigen und feinspäten Gesteinen von seidigem Glanz mit Einsprenglingen von Kalk. In der weißen Masse sind stellenweise Bruchstücke von rauhgrauem feinkörnigen Dolomit enthalten. Stellenweise enthalten diese breccienartig umgewandelten Zonen mächtige Blöcke von reizlosem erzfreiem Wettersteinkalk. Ihr Vorhandensein scheint mehr auf tektonische Zerkleinerung zurückzuführen zu sein, durch welche Gesteinsstücke in offen stehende Kalkhöhlen gestürzt sind. Die Farbe des Gesteins wechselt sehr. Da die umlaufenden Lösungen außer Kohlensäure auch noch Sauerstoff und andere organische Bestandteile mitführten, die den Kalk und die mineralischen Stoffe beeinflussen können, so verließen je nach ihrer Menge die Zersetzung und Umwandlungen verschieden. Neuerdings hat sich sogar herausgestellt, daß neben säurehaltigem Wasser auch reines Naturwasser ein ebenso wirksamer Erreger von Gesteins- und Mineralneubildung sein kann. Die scheinbar unlöslichsten Stoffe können von ihm im Laufe der Zeit angegriffen und umgewandelt werden. Durch neuere Untersuchungen kann es selbst auf Calcit eine Zersetzung ausüben, was bis vor kurzem für unmöglich galt.

Mit der Dolomitierung fand eine mehr oder weniger reiche Verquarzung durch Kieselsäure statt. Die Kieselsäure kann primär im Kalkstein, in Lebewesen mit kieseligen Skelett, enthalten gewesen sein, außerdem kann ein Teil aus dem Pyrit hervorgegangen sein. Schließlich werden noch die sulfidischen Mineralien von Kieselsäure begleitet, wodurch ebenfalls die Herkunft eines Teiles abgeleitet werden kann. Zweifellos stehen die Verkieselungsvorgänge mit der Dolomitierung in genetischer Beziehung, Infiltration von Kieselsäure von unten her wird kaum anzunehmen sein. Der spärliche Gehalt an Quarz ist hierfür ein wichtiger Anhaltspunkt. Es bestehen aber noch einige andere Anzeichen, die ein Eindringen von Kieselsäure von untenher als ausgeschlossen erscheinen lassen. Einmal die gleichmäßige Verteilung des Quarzes in geringer Menge und dann der Umstand, daß stellenweise (wie im Bergwerk Negelseekar) anstelle von Kieselgalmei nach unten hin mehr Kohlengalmei auftritt, also eine Abnahme des Kieselsäuregehaltes von oben nach unten stattfindet. Eine andere Erklärung für die Herkunft der Kieselsäure, z. B. von unten als hydrothermale Entstehung des Quarzes, würde erstens eine reichere Menge überhaupt verlangen und dann noch eine erheblichere Anreicherung mit zunehmender Tiefe. Aus diesen Verkieselungerscheinungen kann schon auf eine Herkunft des Metallgehaltes geschlossen werden.

Mit der Metasomatose des Kalkes zu Dolomit steht die Erz- bzw. Gallebildung in ursächlichem Zusammenhang. Durch den zersetzenen Einfluß von kohlensaure- und sauerstoffhaltigen Wässern auf die Sulfide entstanden Erzlösungen. Der Kalk diente als Mittel zur Fällung der Erze aus mineralhaltigen Wässern. Der Vorgang ging genau in derselben Weise vor sich, wie bei der angegebenen Dolomitierung des Kalkgestein. Die Erzlösungen drangen auf Kluftflächen entlang vor, lösten Teilchen für Teilchen des Kalkes auf und setzten an dessen Stelle die Karbonate usw. des Zinks und des Bleies ab. Es handelt sich hier demnach um Veränderungen von einfachen Verbindungen

aus komplizierten. Bei genauerer Untersuchung stellen sich eine ganze Reihe metasomatischer Vorgänge (primäre und sekundäre Metasomatose) heraus. Die Ausscheidungsfolge ist infolgedessen noch unsicher. Metasomatose und ebenfalls Metamorphose müssen bei der Entstehung der Lagerstätten zusammengewirkt haben, und zwar nicht getrennt voneinander, sondern mehrere stets gleichzeitig. Diese Vorgänge waren von außerordentlicher Tragweite. Ganze Schichtenkomplexe unterlagen durch die Verdrängung älterer Stoffe durch neue einer gründlichen Umformung. Die Zirkulationswege der Lösungen sind zu Erzschläuchen umgewandelt. Es entstanden so Brauneisen, Galmei, Schwerspat und Gips. Letztere bildeten sich dadurch, daß Sulfatlösungen aus den geschwefelten Metallen mit Barium bzw. Kalk in Berührung kommen. Infolge dieser Verdichtung der Metalle entstanden aus den primären Erzonen von geringerer Hältigkeit neue erzangereicherte Erzeugnisse, die erst einen lohnenden Bergbau gestatten.

Aehnlich wie den bekannten Lagerstätten vom Eisenmanganotypus sind auch stellenweise aus Mangel an Lösungen ungleichmäßige und unvollständige Umwandlungen anzutreffen. In der Nähe der Tagesoberfläche ist die Umwandlung meist sehr intensiv erfolgt. Dort sind fast sämtliche Schwermetalle ausgelaugt und in die Tiefe in die Oxydations- bzw. Sedimentationszone fortgeführt. Wie tief diese reichen, richtet sich nach den topographischen Verhältnissen, nach der Menge der einsinkenden Niederschläge und wie tief dieselben infolge der tektonischen Verhältnisse eindringen konnten; ferner nach der Dauer des beständigen Vorgangs von Auflösung, Verdrängung und Ausfällung; sowie endlich noch nach dem Grade der bereits erfolgten Abtragung. Dort wo sich die Minerallösungen an schwer durchlässigen Punkten stauten, und eine längere Berührung entstand, wurden naturgemäß Metallmengen angehäuft. So können oxydische Erze schon ziemlich nahe an der Oberfläche in außerordentlicher Menge anstehen, obgleich das primäre Vorkommen unbauwürdig war. Ebenso können sie aber auch zum weitaus größeren Teile abgetragen oder in größere Teufen verschoben sein. Deutliche Anzeichen für eine Verschiebung der Metalle in die Tiefe zeigen die Aufschlüsse des z. Z. gefristeten Bergbaues Negelseekar im Miemingergebirge. Soweit diese erkennen lassen, gehen die Bäume im Eisernen Hut um. Nahe der Oberfläche geht der Zinkgehalt im sandig-tonigen Bindemittel bis auf 10—15 pCt. Zn herunter; etwas tiefer im derben Galmei steigt er auf durchschnittlich 50 pCt. Zn, woraus sich deutlich eine Verarmung nach oben und eine Anreicherung nach unten ergibt. Für die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme spricht übrigens auch noch der Umstand, daß in diesen typischen Hutbildungen die den silberhaltigen Bleiglanz begleitenden edleren Geschicke, wie gediegen Silber, Spiegelganzbleierz, Boulangerit u. a. kaum oder fast gar nicht angetroffen sind. Der Silbergehalt des zersetzen Bleiglanzes ist zweifellos mit in die Tiefe in die Zementationszone eingedrungen. Während es am primären Erz etwa 100 g in der Tonne ausmachte, wird er tiefer vielleicht 500—1000 g betragen. Im allgemeinen ist bei diesen Lagerstätten auch die Oxydationszone arm an gediegen Silber. Deutliche Zementationszonen sind bisher noch nicht erschlossen. Auch die Edelgalmeiführung weist darauf hin, daß es sich in den bisher erschlossenen Bauen lediglich um ausgelaugte Hutbildungen handelt.

Ein erheblicher Unterschied zwischen den in der Grube gewonnenen Erzen und denen, die aus dem zutage ausstreichenden Gestein stammen, ist nicht zu bemerken; ob zwar bei der Verwitterung der erzhaltigen Massen leicht und schnell eine Veränderung von Gestein und Erz eintritt. Infolge der leichteren Verwitterung sind übrigens am Ausgehenden die Erzonen leicht an den Geländestreifen zu erkennen. Der Ausßß ist meist klüftig, porös und mit eisenschüssigen Adern durchzogen. Hier und da ist auch wohl weiches, kreideartiges, dolomitisches Gestein in dünnen Lagern zu beobachten. Meist ist aber das Galmei durch Eisenhydroxydul braun gefärbt. Die Braunfärbung hält gewöhnlich weit in die Erzonen hinein an. Der Eisengehalt gehört ähnlich wie in den bei Aachen auftretenden Bleizinkerzlagern zu den ursprünglich abgesetzten Sulfiden. Durch die Einwirkung der Atmosphärieren wird der Eisengehalt der verwitterten Schwermetalle in das Hydroxydul übergeführt. In früheren Zeiten ist hier an einigen Stellen in angereicherten eisenschüssigen Erden auf dem Ausgehenden Eisengewinnung umgegangen. Weit in die Tiefe reicht dieser Eisengehalt jedoch nicht, da er infolge seiner schweren Transportfähigkeit bald aus den Lösungen aus-

geschieden wurde. Allenthalben sind unter geeigneten Umständen auch wohl geringere Mengen mit hinabgestiegen und haben eine leichte Braun- oder Rötfärbung verursacht. Neben den Erzbestandteilen sind auch vom Wasser mitgeführte Tonteilchen zur Ablagerung gekommen, wodurch die in den Erzonen eingelagerten Tonbildungen zu erklären sind. Der Ton kann ein Verwitterungsrückstand des Dolomits sein, oder er kann mit Sand vermengt von oben her auf die Lagerstätten heruntergespült worden sein.

Die Füllung der aus Nestern, Schläuchen, Adern, Erzstöcken und Erzsäcken zusammengefügten Erzonen besteht vorwiegend aus Blei, Zink und ihren umgewandelten neueren Erzeugnissen. Es liegt hier also eine gemischte Erzführung vor, wobei mit Ausnahme des Bergwerks bei Obergrainau, wo vorwiegend Bergbau auf molybdänsaures Bleioxyd umgeht, den Zinkerzen in Gestalt von Galmei das Uebergewicht zukommt. Mit größerer Teufe dürfen infolge der tektonischen Verhältnisse die metasomatischen Vorgänge abnehmen. Die Teufe kann nicht bezeichnet werden. Eine alte Erfahrungstatsache lehrt überdies, daß bei derlei metasomatischen Vorkommen von Edelgalmei diese Erzart bis zum Grundwasserspiegel anhält. Da dieser aber bei den tief unter den bisherigen Aufschlüssen im Gipfelgestein befindlichen Talsohlen liegt, dürfte ein Anhalten der Erzführung auf beträchtliche Höhe erwartet werden. Selbstverständlich kommen auch in größeren Teufen noch primäre Schwefelerze vor. Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von quer zur Erzzone aufsetzenden Gangtrümmern, die keineswegs erzfrei sind. Die Erzimprägnation ist ebenfalls dort eingewandert.

Aus den obigen Erörterungen erhellt, daß das ganze Vorkommen als eine erzführende Zersetzungszone zu bezeichnen ist, die in mancher Beziehung, besonders was die metasomatischen Vorgänge anbetrifft, an die Lagerstätten der Lahngegend erinnert. Eine andere Entstehungsweise als die angegebene ist kaum anzunehmen, da alle Tatsachen als einzige zwanglose Erklärung der Gesamterscheinung nur den Schluß zulassen, daß es sich hier um metasomatische Vorgänge handelt. Gegen die Annahme, daß die den dolomitischen Wettersteinkalk durchschwärzenden Spalten von unten her mit Metalllösungen ausgefüllt wurden, sprechen eine ganze Anzahl von Anzeichen. Nur das Auftreten von primärem Geblebleierz im Höllentalbergwerk könnte andeuten, daß eine Verbindung mit der Tiefe bestanden habe. Es wäre jedoch voreilig, daraus auf einen tieferen Herd, aus dem Erzlösungen aufgestiegen wären, schließen zu wollen. Eine engere Beziehung der Erzonen zu Eruptivgesteinen bzw. einer Berührung mit einem Eruptivschlot, konnte bisher nirgendwo nachgewiesen werden.

Die Grenze der erzimprägnierten Zone ist meist wenig scharf, vielfach verschwommen. Stellenweise enthält die auf Spalten an Bergabhängen austretende Flüssigkeit Minerale in Lösung.

Der Wettersteinkalk enthält etwa 95—98 pCt. Ca CO_3 und 2—4 pCt. Mg CO_3 . Die übrigen Bestandteile sind $\text{Al}_2 \text{O}_3$, SiO_3 und $\text{Fe}_2 \text{O}_3$.

Die Zinkblende hat verschiedenes Aussehen. Es wechselt zwischen schwarz, gelb und weiß, wobei die gelbe, braune und graue Farbe am meisten vorkommt. Ihre Verbreitung ist ziemlich groß. Sie kommt in den breccianartigen umgewandelten Zonen, auf den sog. galmeischen Blättern, wie im unveränderten kalkigen Gestein in allen Teufenabschnitten vor. Mancherorts stellt die Zinkblende das vorwaltende Erz dar. Mit ihr zusammen treten krummschaliger Baryt, Quarz, Flußpat und seltener auch wohl Antimonitnädelchen auf. Stellenweise wird sie von Baryt durchwachsen. Von ihr eingeschlossene Quarzstücke enthalten im Innern wiederum kleine Blendeknollen. In der Zementationszone wird die Zinkblende voraussichtlich mit erheblich höherem Silbergehalt vorkommen. Der Oxydationszone gehören vornehmlich die Zersetzungspunkte des Zinks an, wie kohlensaures Zinkoxyd (Zinkspat) und dessen gelegentliche Begleiter: die schneeweiße erdige Zinkblüte und das Kieselzinkerz. Zinkspat ist kry stallinisch-körnig bis dicht. Er tritt in derben Massen auf, die durch Beimischung von Ton erdig werden. Seine Farbe ist verschieden, (grau, gelblich, braun, bläulich, grünlich oder weiß). Er enthält meist kohlensaures Eisenoxydul, Eisenoxyhydrat, Kiesel- und Tonerde in veränderlicher Menge. Kadmiumkarbonat, wie er im schlesischen Galmei vorkommt, ist bisher nicht gefunden. Kieselgalmei und Kohlengalmei ist das Hauptzinkerz. Der Kohlengalmei hat eine weiße bis lichtgelbe Färbung und ein schalig-zelliges Gefüge. Sie sind verknüpft an tief hinabsetzende

Verschiebungsklüfte, Kluftzonen, Rutschharnischen, spaltenartigen Hohlräumen, linsenförmigen Erweiterungen, parallel und spitzwinklig verlaufenden Seitentrümmern und Reibungsbreccien. Die unregelmäßige Verbreitung hängt mit der Wasserführung in diesen zerrissenen Bergmassen und Karen zusammen. Stellenweise ist dadurch der Wasserzutritt auf geringere Mengen beschränkt, wenn nicht gar die Zufuhrwege ganz versperrt waren.

Der Bleiglanz bricht in verschiedenen reichen Partien im erzführenden Kalk an, in großen Würfeln, sowie derb, zuweilen auch blätterig. Die Farbe ist bleigrau, wohl auch schwarz angelaufen. Meist besteht er aus einer Mischung von Bleiglanz und Schwarzbleierz. Es gibt auch zink- und antimonhaltige Bleiglanze. Seine Verteilung ist verhältnismäßig gleichmäßig. Er kommt im vollständig unveränderten Kalk und in den sekundär umgewandelten Erzonen vor. Mit dem Bleiglanz zusammen finden sich Bouronit, Boulangerit und Gelbbleierz. Jedoch trifft man letzteres nicht überall so reichlich wie im Höllentalbergwerk an, wo es als Haupterz gefördert wird. Gelbblei tritt fast nur in brecciosem Kalk auf, und zwar derb in feinen, gelblichen Aederchen und Haarrissen eingesprengt. Es ist ein sehr seltenes Mineral. Gelbbleireiche Erzlinsen enthalten bis 90 pCt. Gelbbleierz, erzarme sinken bis auf 20 pCt. herunter. Untertags sind diese Zonen schwer zu erkennen. Es muß daher auf ihre Verfolgung ganz besonders sorgfältig geachtet werden. Häufige Entnahme von Erzproben und mit aller Sorgfalt vorgenommene örtliche Beobachtung sind unbedingt erforderlich.

An manchen Stellen findet sich Gelbblei vergesellschaftet mit Schwarzblei. Dieses ist ein durch Kohle oder Bleiglanz schwarz gefärbter Cerusit. Die zernagten und geätzten Knollen von Schwarzblei deuten in bezeichnender Weise auf Oxydationsvorgänge hin. Schwarzblei tritt auf in kleinen Knollen. Sein Vorkommen ist sehr spärlich; nach den bisherigen Funden allein würde es niemals als ein den Bergbau lohnendes Erzeugnis anzusehen sein. Auf seiner runzeligen Oberfläche sitzt vielfach als feiner Anflug feinerdiger, citronengelber Molybdänoker.

Durch Verunreinigung des Bleispates mit Ton und Kalk entsteht Bleierde. Gelegentlicher Begleiter ist Zinkblüte.

Der Silbergehalt des Bleiglanzes schwankt zwischen erheblichen Grenzen von Spuren bis zu einigen Prozent. Die silberhaltigen Bleiglanze sind nur selten krystallisiert. Meist sind sie kleinkörnig. An vielen Punkten fehlt Silber gänzlich. Der wichtigste von allen Bergbauen auf silberhaltigen Bleiglanz in diesem Gebiet ging wohl auf den Gruben bei Bieberwier um, dessen Gehalt an Silber zwischen 400—500 g auf die Tonne schwankte. Die aus dem Bergbau Dirstenritt, Feigenstein und am Geierskopf bei Nassereit gewonnenen Erze ergaben etwa 300 bis 450 g Silber auf die Tonne Blei.

In dem in vorliegender Arbeit besprochenen Gebiete sind neuerdings durch Gewältigungsarbeiten die alten Bergbaue im

Höllental und bei Bieberwier wieder in Betrieb genommen worden, und zwar im Höllental bereits mit bestem Erfolg. Das dort gewonnene Molybdän hat ganz besonderen Wert. Es wird für außerordentlich harte Stahlsorten verwandt. Es war mir infolge des Krieges leider noch nicht vergönnt, die neuerlichen Aufschlüsse bei Bieberwier zu besichtigen. Der Bergbau im Negelseekar wird einstweilen nicht betrieben, weil der Besitzer (J. H. Dudek, Zinkhütten und Zinkweißfabriken) vorderhand für seine Hütten und Fabriken günstiger gelegene Lagerstätten abbauen läßt.

Nach Besagtem dürften hier nach Umfang und Gehalt reiche und eines lohnenden Bergbaues würdige Erzanzüge noch zu erwarten sein, worauf manches nachhaltige und gewinnbringende Bergwerksunternehmen gegründet werden könnte. Die Beförderung der Erze verursachte früher große Schwierigkeiten, da sie mit Maultieren und Wagen auf weiten Wegen zur Bahn geschafft werden mußten. Jetzt, nachdem die Mittenwaldbahn fertiggestellt und in Betrieb genommen ist, werden sich die Transportverhältnisse recht günstig gestalten und wesentlich zur Entwicklung der Gruben beitragen.

Da sich die Mineralfundstellen in Gebieten mit Wasserkräften befinden, wodurch billige elektrische Kraft zu bekommen ist, wird zweckmäßig das Zink aus den Mineralien nicht durch Rösten oder durch Kalzination, sondern durch elektrometallurgische Zinkgewinnungsverfahren herausgezogen. Anstatt der Muffelöfenanlagen, wie in Schlesien, würde man den Ofen von Cote und Pierron, wie er in Savoyen bereits in fabrikmäßiger Ausführung im größeren Betriebe erprobt ist, verwenden. Mit diesem neuen Verfahren, bei welchem eine Umsetzung mit Eisen stattfindet, ist man imstande, die Tonne Zink, die nach den beiden erstgenannten Methoden infolge der hohen Aufwendung für Beheizung und Unternaltung der Muffeln, die eigentlich nur an Orte der Kohleverzeugung gebunden ist, weil sich sonst die Kosten für deren Beschaffung verhältnismäßig hoch anlaufen würden, auf 50 bis 60 Mark stellen würde, für 40 Mark herzustellen. Da sich hierbei außerdem noch die Nebenprodukte wie Eisen und Schwefel verwenden lassen, dürfte sich die Tonne Zink um 25—30 pCt. billiger erzeugen lassen. Vorhergehendes Rösten sowie die Bildung von Oxydgasen fällt fort. Ebenso werden die teuren Wäscherien, die Zinköfen und die Muffelfabriken, die immer in der Nähe befindliche Tonlager voraussetzen, vermieden. Die Zerstörung der Muffeln infolge der mechanischen und chemischen Einflüsse, die diese zu ertragen haben, ist sehr erheblich, und daher sind die Kosten für ihre Herstellung recht bedeutend. Die Leistungsfähigkeit der vorgenannten Ofen ist eine gute, die verbrauchte Energie und die Kosten für die Erhaltung gering. Die Zinkverluste (10 pCt.) sind nicht größer als bei den anderen Methoden.