

III.

Die

Entstehung und Bildungsfolge

der

Bleiberger Erze und ihrer Begleiter.

Von August Brunnlechner.

A. Allgemeines.

Der im Liegenden der Raibler Schichten auftretende mächtige Kalksteincomplex ist in Bleiberg das für die Erzführung wichtigste Formationsglied; in den erstgenannten und den darüber lagernden Schichten des bituminösen Dolomites sind nur einzelne, wenn auch zum Theile nicht unbedeutende Erzvorkommen bekannt geworden. Der in SW bis SSW einfallende erzführende Kalk wird von einer äquatorial verlaufenden und mit der Thalrichtung zusammenfallenden Bruchspalte durchsetzt, nach welcher die Schichten um die ganze Formationsmächtigkeit verworfen erscheinen, so dass die Gebilde der oberen Trias mit Dyassandstein, ja sogar mit azoischen Phylliten in Contact kommen. Südlich von dieser Bruchlinie, wie auf der West- und Südseite des Dobratsch, findet man die letztgenannten Gesteine, nördlich davon nur Triasgebilde.*) So wie diese Bruchspalte äusserlich durch den Verlauf des Bleiberger Thales gekennzeichnet ist, so ist auch ein zweiter, nordöstlich gerichteter Bruch durch einen Terraineinschnitt, die sogenannte Rauter-Riese, oberflächlich markiert. Auch nach dieser zweiten Bruchspalte fand eine Verschiebung der Gebirgsglieder von bedeutender Sprunghöhe statt. Ausser diesen kennt man noch mehrere Querbrüche, welche in der Kammlinie des Erzberges als

*) Pošepny, Entstehung der Blei- und Zinklagerstätten. Bericht d. A. Bergmannstag 1893, p. 87.

Depressionen deutlich zum Ausdrucke kommen. Diese grossen Störungen sind augenscheinlich nicht durch locale Factoren bedingt gewesen, sie stehen vielmehr wahrscheinlich im Zusammenhange mit den ausgedehnten Dislocationen der Dobratsch- und Wörthersee-, sowie beziehungsweise mit jenen der Saifnitz-Afritzer Bruchlinie.

Die in das Carbon fallenden Diorite bei Kreuth, sowie die bei Kaltwasser auftretenden Porphyre, deren Bildung mit den unteren Triasgliedern abschliesst, dürften somit als viel ältere Gebirgsglieder für die Entstehung der Bleiberger Hauptdislocationen nicht von Einfluss gewesen sein; hingegen ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die genannten Störungen im Gebiete von Bleiberg nichts anderes als Theilerscheinungen der spätertären grossartigen geodynamischen Wirkungen sind, als deren Resultat man den Aufbau der Alpen anzusehen gewöhnt ist.

Die ostwestlich streichende Bruchspalte schneidet das Erzrevier, wie bereits bemerkt, gegen Süden ab; man bezeichnet den nördlich vom Bleiberger Thale liegenden Höhenzug, in welchen im Laufe der Zeit viele hunderte von Einbaue getrieben worden sind, deren alte Halden den Gebirgshang bedecken, als Erzberg. Seine Längenausdehnung beträgt von Kreuth bis Kadutschen ungefähr zehn Kilometer.

Durch die der sogenannten Rauter-Riese entsprechende, nordöstlich verlaufende Verwerfung erscheint das Revier Bleiberg von jenem von Kreuth getrennt; östlich und westlich von dieser Dislocationsspalte herrschen sowohl bezüglich der Lagerung des erzführenden Kalkes, als auch in Bezug auf die Art seiner Erzführung abweichende Verhältnisse.

Im Bleiberger Reviere streichen die Kalkstraten im Mittel nach 9^h , mit südwestlichem Einfallen von durchschnittlich 14 bis 20 Grad; im östlichen Theile des Kreuther Revieres wendet sich das Schichtenstreichen nach 7^h mit südsüdwestlichem Einfallen von circa 50 Grad, um endlich im westlichen Theile wieder die Orientierung wie in Bleiberg, jedoch mit besonders der Teufe zu steilerem Einfallen zu zeigen.

Die Schichtung des Kalksteines ist im Allgemeinen eine deutlich ausgeprägte, einzelne Niveaus treten, gekennzeichnet durch differente Färbung, Einlagerung von thonigen Bestegen oder durch Führung von zahlreichen Megalodus-Steinkernen, besonders scharf individualisiert hervor und lassen infolge ihrer Beschaffenheit entweder auf vorbestandene, mehr oder weniger reiche Wasserführung schliessen oder sie sind noch derzeit vom Bergmanne als Wasserbringer gekannt. In Blei-

berg ist z. B. die als Romualdfläche bezeichnete Bank durch einen zwei bis fünf Centimeter mächtigen Lettenbesteg im Hangenden und durch eine Schichte eines dunkel gefärbten graublauen Kalkstreifens im Liegenden charakterisiert.

Ein wahrhaftes Gewirre von Spalten mit jedweder Richtung und Neigung der Kluftflächen durchzieht die Bänke des erzführenden Kalksteines; sie bilden mit den Schichtungsflächen ein äusserst compliciertes Netz von theils offenen, theils geschlossenen Canälen, in welche die atmosphärischen Niederschläge ihre der Tiefe zustrebenden Gewässer entsendet haben und noch entsenden.

Von diesen verschieden orientierten Klüften sind für die Erzführung jedoch nur einzelne Parallelsysteme von hervorragendem Einfluss. Im Reviere Bleiberg sind besonders die seigeren oder steil fallenden, ostwestlich verlaufenden Klüfte, in höheren Horizonten desselben auch die nach Stunde 2, 3 und 9 streichenden und stets sehr steil östlich fallenden Blätter und Klüfte für die Adelführung massgebend.

Sogenannte Fünferblätter mit steilem südsüdöstlichen Einfallen verwerfen die ostwestlich streichenden, in gewissen Schichtenniveaus edel werdenden Gangklüfte; ebenso treten Zweier- und Dreier-Kreuzklüfte als Verwerfer auf und übersetzen edle Flächen. Die Sprunghöhen schwanken gewöhnlich von wenigen Centimetern bis 20 Meter; sie können dieses Mass auch bedeutend überschreiten, in vielen Fällen kennt man dasselbe wegen mangelnder Ausrichtung noch nicht. Die bedeutungsvollste Kluft ist im Bleiberg Reviere der dort auftretende und dasselbe in zwei Theile trennende „Markuser Vierer“, der die gesammten Schichten des erzführenden Kalkes um 320 Meter verwirft.

Im Reviere Kreuth, östlich, sind steil gegen Morgen fallende Kreuzklüfte, sowie südöstlich steil verflächende Verwerfer charakteristisch; letztere übersetzen die Kalkbänke nach Nordost.

Im westlichen Theile des Revieres Kreuth werden die Kalkbänke von steilen, ostnordost fallenden Kreuzklüften durchsetzt, während die die Kalkschichten übersetzenden Verwerfer wie vorhin orientiert sind und ebenfalls die Kalkstraten nach Nordost verschieben.

Sowie einzelne Schichtungsflächen die Wirkungen des durchfliessenden Wassers oft deutlich erkennen lassen, so sieht man auch oft an Spalten Kluftweitungen, die zuweilen mit Zerreibungsproducten, eingeschwemmten Gesteinselementen thoniger oder schiefriger Natur ausgefüllt sind; abgerollte Erze finden sich zuweilen darin vor.

Die Gangmächtigkeit ist nahe den Scharungslinien mit edlen Flächen am grössten; im Gesteine erscheint sie oft nur durch ein kaum erkennbares Blatt angedeutet oder wohl auch stellenweise bis zur völligen Unkenntlichkeit verpresst. Verwerfungen wiederholen sich an Systemen paralleler Klüfte oftmals in geringen Entfernungen mit annähernd gleichen Sprunghöhen.

Der zumeist hell gefärbte, erzführende Kalk ist ein feinkörniges, splittrig brechendes, von feinen Rissen durchzogenes Gestein, es enthält einzelne bituminöse und auch Muschelreste führende Bänke; in den hangenderen Schichten, insbesondere im westlichen Reviere und nahe den Erzen wird der Kalkstein dolomitisch.

Die Schichten des Hangendschiefers lagern nur in den unter der Thalsohle befindlichen Horizonten von Kreuth concordant über dem Kalk, sonst discordant, und zwar im genannten Reviere zum Theile flacher, sogar widersinnisch, im Bleiberger Reviere aber steiler, so dass hier die mässig geneigten Kalkbänke von dem steiler einfallenden Hangendschiefer abgeschnitten erscheinen. Im Ostreviere reicht der Schiefer nicht oder nicht hoch über die Thalsohle, die fehlende Hangenddecke des Kalkes scheint hier durch Denudation abgetragen worden zu sein; von Ostwestklüften durchsetzt und stufenweise gegen Norden überschoben, war der leicht verwitterbare schiefrige und mergelige Complex der Zerstörung am meisten ausgesetzt.

Die verschiedene Art der Schichtenstellung des Schiefers zu jener des Kalksteines und zu dessen Klüftefugen, sowie das örtliche Fehlen der Hangenddecke nach deren Abtragung, schliesslich aber auch der Grad des Kalkverflächens, bedingen zweifelsohne eine differente Vertheilung der in das Gestein eindringenden Niederschläge.

Lagert die impermeable Schieferschichte wie in Bleiberg steil über die ihr flacher zufallenden Schichtungsfugen des Kalksteines, so können die direct in das Gestein eintretenden Gewässer über letztere fort, durch Klüfte auch stufenweise tiefer, bis endlich an den Schiefercontact gelangen, von wo sie durch an diesen Contact heranreichende Kreuzklüfte wieder in das Liegende zurückgeführt werden können; die flache Schichtenlage in Verbindung mit den ostwestlich gerichteten Spalten begünstigen das Absinken der Gewässer auf weiten Flächen bis in die tiefsten Liegendschichten.

In Kreuth, wo über der Thalsohle discordante, unter derselben aber concordante Schieferschichten den Kalk überlagern, sind zunächst die an den Schiefer reichenden Systeme

der Kreuzklüfte neben den steilen Schichtungsfugen zur Führung des aus den liegenden Schichten zuströmenden Wassers befähigt; die steile Lagerung des Kalkes begünstigt ein rasches Vordringen desselben und erschwert den Gewässern den Zutritt in die tieferen Liegendschichten infolge des schnellen Abflusses.

Auf den Schiefer durchsetzenden Verwerfungsklüften konnten dessen Elemente in beiden Erzrevieren in tiefere Schichtenniveaus gelangen und solcherart kann man sich die Bildung des Kreuzschiefers denken, dessen Vorkommen mit zunehmender Tiefe seltener wird. Bei der Aufrichtung der Kalkschichten mochten Erweiterungen seiner Lagerfugen eingetreten und damit der Raum für den Schieferabsatz geschaffen worden sein. Nimmt man eine solche als die Bildungsweise des Kreuzschiefers an, so erklärt sich von selbst seine meist scharfe Begrenzung von Kluft zu Kluft, sowie die von der Orientierung des Nebengesteines abweichende Schichtung, falls seine Structur nicht etwa als Schieferung infolge Druckwirkung aufzufassen ist; endlich erklärt sich darnach auch von selbst die Abnahme der Vorkommen von Kreuzschiefer mit zunehmender Teufe.

Die Erzführung ist im Reviere Bleiberg abweichend von jener in Kreuth. Im Reviere Bleiberg treten die Erze sowohl in und an Klüften, als auch auf Schichtungsflächen des Kalksteines auf; in beiden Fällen treten Veredelungen an Scharungen, nämlich da auf, wo gewisse Kalkschichten von Klüften durchsetzt werden. In höheren Horizonten sind es sehr steil fallende bis seiger stehende Klüfte, die nach 2^h oder 3^h gerichtet sind, in tieferen Horizonten aber ebenso geneigte, ostwestlich streichende, in einzelnen Fällen auf hunderte Meter im Streichen anhaltende Klüfte, welche die Veredelung am Durchschnitte mit einzelnen Kalkniveaus erfahren und den Kalkstein in letzteren ebenfalls adeln. Der Durchschnitt der flach südwestlich fallenden Kalkschichten mit den steilen Ostwestklüften ergibt südwestlich gerichtete Scharungslinien, nach welcher Hauptrichtung sich auch mit flachem Einfallen der Erzadeln in diesem Revier erstreckt. Die vorerwähnten Nordost streichenden und meist steil Südost fallenden Kreuzklüfte verwerfen die seigeren Ostwestgänge gegen Nordost, bei östlich fortschreitender Ausrichtung. Die Erzführung hält in das Liegende auf grosse, bisher noch unbekannte Tiefe an.

Im Reviere Kreuth ergeben die Durchschnitte der steil südlich fallenden Kalkschichten mit den ebenfalls steilen, aber östlich fallenden Kreuzklüften edle Scharungen, deren

Haupttrichtung auch die allgemeine Längsausdehnung der steil in Südost fallenden Adelsvorschübe entspricht.

Die Kalkschichten werden von südöstlich fallenden Verwerfungsklüften nach Nordost übersetzt, wenn die Aufschlussrichtung östlich ist.

Während im östlichen Reviere von Kreuth, z. B. in Maria Fürbitt, die nach 2^h bis 3^h streichenden Kreuzklüfte meist Veredlungen in erzführenden Schichtenniveaus im Gefolge haben, zeigen sich derart orientierte Klüfte westlich davon, bei Max und bei Antoni als Erzräuber, wo hingegen hier wieder wie in Bleiberg die sogenannten Sechser Veredlungen erzeugen; im westlichen Theile von Kreuth und Fuggerthal stimmt aber auch das Streichen der Kalkschichten mit jenen von Bleiberg überein. Im Reviere Kreuth entfernen sich die Erze auf höchstens 100 Meter vom Schiefer in das Liegende.

Im Vorstehenden wurde versucht, die Art der Adelführung in beiden Theilen des Erzrevieres im Allgemeinen darzustellen, man beobachtete aber auch Abweichungen von den angegebenen Regeln; freilich ist dann in solchen Fällen das Erzvorkommen gewöhnlich ein räumlich beschränktes und bezüglich der aufgeschlossenen Erzmenge von untergeordneter Bedeutung.

Ebenso wie die Erze zuweilen an Orten ausbleiben, wo sie nach den gegebenen Verhältnissen zu erwarten waren, können sich solche anderwärts unter abnormalen Umständen einfinden.

Nach der Art des Erscheinens der Erze im Gesteine müssen Hohlräume füllungen und metamorphische Imprägnationen unterschieden werden. Erstere stellen sich als Ausfüllung von Klüften, Lagerfugen oder Höhlungen dar. Hohlräume der ersteren Art zeigen häufig später eingetretene Erweiterungen durch Auflösung des Gesteines. Höhlungen sind stets sehr unregelmässig geformt; sie besitzen den Charakter jener Auswaschungsformen, wie solche bei Höhlenbildung im Kalkstein allgemein gefunden werden. Bei aller Unregelmässigkeit aber ergibt sich im Grossen und Ganzen eine einheitlich gerichtete Längserstreckung der Erzräume, und zwar im Bleiberger Reviere in Südwest, in Kreuth nach Südost. Demnach sind die Höhlungen schlauch-, säulen-, kamin- oder sackförmig gebildet. Benachbarte Erzräume stehen zuweilen durch Kreuzklüfte oder auch durch abziehende Erweiterungen mit einander in Verbindung.

Bei fast allen Hohlräume füllungen ist die Erzstruktur krustig oder schalig, mit übereinander folgenden Mineralabsätzen; nur an Rutschflächen sieht man ein breccieartiges Gefüge, so zwar, dass vieleckige Kalkfragmente von Bleiglanz

oder von Blende oder von beiden cementiert erscheinen. Die Structur an gang-, sowie auch an lagerartigen Vorkommen zeigt zumeist derartige Complicationen, dass eine sichere Gliederung der Elemente nach ihrer Altersfolge bei solchen mit Sicherheit nicht möglich ist. Bekannt sind die prächtigen Gebilde der Erze in noch zum Theile offenen Räumen, in Drusen, Kraken, Geoden; hier findet man alle die Lagerstättelemente einzeln, krystallinisch oder krystallisiert altersbestimmbar vor, und die herrlichen Schaustücke der Sammlungen zeugen von der Schönheit und Vielgestaltigkeit der auftretenden Mineralindividuen.

Erzimpregnationen finden sich in der Gänze meist nicht sehr entfernt von edlen Lagerfugen, im Liegenden derselben, oder neben edlen oder auch neben tauben Klüften, in Form körniger Einsprengungen oder aber als zarte Erzschnürchen, die das Gestein zum Theile in Systemen haarfeiner, kurzer Blattflächen durchziehen, ein; insbesondere bildet der Bleiglanz für sich allein derartige körperliche Erznetze, in deren Maschenräumen ganz isoliert Körner oder andersgestaltige krystalline Erzaggregate hervortreten. Der Kalk ist daselbst oft, aber nicht immer dolomitisiert.

Bei körnigen Einsprengungen von Bleiglanz tritt in den Zwischenräumen im Kalk auch Blende auf; der Kalkstein ist zonenweise molecular umgelagert, er nimmt ein mehr oder weniger grobkörniges Gefüge an.

Gehen Impragnationen von Hohlräumen aus, so nimmt die Menge der Blendekörner in der Gänze nach aussen mehr und mehr bis zur völligen Vererbung ab. Auch neben Hohlraumfüllungen erscheinen in der Gänze zuweilen scheinbar ganz isolierte Erzknoten, mit solchen finden sich aber dann jene Begleitminerale ein, welche für echte Hohlraumbildungen bezeichnend sind.

Pošepny schreibt in seinem am allgemeinen Bergmannstag in Klagenfurt 1893 gehaltenen Vortrage das Erzvorkommen als vorwaltend schlauchförmig; die Erzführung folgt theils dem lager-, theils dem gangförmigen Factor, entfernt sich streckenweise aber auch von beiden. Auch Pošepny erkennt neben der Erzfüllung der Schläuche in durch Dissolution erweiterten Gangräumen eine metamorphische Erzablagerung.*)

Die metamorphen Erzablagerungen sind naturgemäss vorherrschend mit dem lagerartigen Vorkommen verknüpft, während bei Ausfüllung von Dicissionsräumen das Erzvorkommen in Nestern, Putzen mit krusten- oder schalenförmiger Structur überwiegt

*) Bericht ü. d. A. Bergmannstag Klagenfurt 1893, Wien, p. 91.

Potiorek*) charakterisiert den Unterschied der Lagerstätten des östlichen und westlichen Bleiberg-Kreuther Reviers damit, dass im ersteren das Bleierz in der Regel in mit mehr oder weniger Letten angefüllten Gangspalten als derber Bleiglanz vorkommt und dass, als hätte man es mit echten Bleierzgängen zu thun, das Erz mehrere Klafter dem Streichen und dem Verfläichen nach anhält, schärfer vom Nebengestein ist und daher auch weniger, und wo dies der Fall ist, immer nur als reine Körner, Knollen oder Nester in das Nebengestein eingedrungen erscheint, obgleich es bei mancher Veredelung ähnlich dem Kreuther Vorkommen, jedoch mit schärferer Begrenzung, auch dem Nebengestein imprägniert angetroffen wird.

Seit der Zeit, als diese Publication veröffentlicht wurde, sind die Erfahrungen betreffs Erzführung erweitert worden und man kann, obigen Erörterungen Potioreks zustimmend, dieselben dahin ergänzen, dass bei der Veredelung gewisser Schichten, die von Scharungen ausgehend, auf die Schichtungen überetzt, die Erzimprägnationen von letzteren ausgingen und in metamorphischen Processen die Anreicherung des Nebengesteines bewirkt haben.

B. Die Erze und ihre Begleitminerale.

Nebst Bleiglanz und Zinkblende treten in den Lagerstätten auch Markasit, Baryt, Calcit, Fluorit, Dolomit, Anhydrit und Gyps auf; ferner finden sich ein: Anglesit, Cerussit, Plumbocalcit, Wulfenit, Galmei Hydrozinkit, Kieselzinkerz und Brauneisenstein; seltener Greenokit und Bitumen. Aragonit wurde nur zweimal, Ilsemanit nur einmal beobachtet.

Nachfolgend soll die Art des Vorkommens der Lagerstättenminerale, ohne Rücksicht auf ihre Bildungsfolge, kurz beschrieben werden.

Zinkblende, krystallisiert und derb. Die Kr. sind stets klein, braun, gelb, grünlichgrau gefärbt, selten glasglänzend und in höheren Graden pellucid, meist matt, Kanten durchscheinend, nicht ebenflächig, sondern wegen Hervortreten von Subindividuen polygonale Körner bildend; in einzelnen Fällen erkennt man Flächen von $\frac{1}{2}O$ und von $\frac{1}{2}mOm$.

Die Individuen häufen sich zu drusigen Ueberzügen, die Kalkstein, seltener Bleiglanz, inkrustieren. Kleine einzelne kugelige Grüppchen auf Bleiglanz, Baryt, auf Calcit, ja selbst auf den kleinen Würfeln des Fluorits bemerkt man oft.

*) Ueber die Erzlagerstätten des Bleiberger Erzberges. Oest. Bg. u. H. Ztg., XI. Jg., Nr. 47 u. Nr. 48.

Derbe B. ist grob- und feinkörnig bis fast dicht, von heller röthlichgelber bis dunkel grüngrauer Färbung, meist jedoch in verschiedenen braunen Tönen. In gebänderten Lagen, mit wechselnder Schattierung und zwischen eingesprengten Lagen von Galenitkörnern, als Imprägnation im Kalkstein, denselben in körniger Einsprengung durchschwärmend oder concentrirt zu Nestern. Von den Hohlräumen ausgehend, wo die Blende als tiefste Auskleidung derselben erscheint, tritt sie als Einsprengung in die Kalkunterlage, wo sie entweder scharf begrenzt abschliesst, oder sich verarmend allmählich in die Gänge verliert. In heller gefärbter B. wurde ein geringer Gehalt von Cd. gefunden.

Die **Schalenblende** ist feinfaserig bis fast dicht, dick- oder dünnschalig, halbkugelig, nierenförmig, braun bis dunkel grüngrau gefärbt und weist selten hellere braungelbe bis gelblichweisse Schalen; findet sich, zuweilen Bleiglanz einschliessend, zumeist über Calcit. Ueber Schalenblende folgen selten drusige Ueberzüge von Blendekr.; häufig wird sie von Calcitkr., Dolomit, Markasit, Baryt oder Anhydrit bedeckt.

Pseudomorphosen: Braungelbe Blende ps. nach Calcit und Baryt. Diese Ps. wurden nur einmal beobachtet. Ueber verwittert aussehenden Bleiglanzkr. häufen sich kugelige Barytformen, oberflächlich grauweiss, im Innern braungelb; die scharfen Grate der Barytindividuen sind weggelöst, aus diesen gerundeten Formen ragen einzelne stumpfeckige Gestalten, welche an Calcitindividuen erinnern, ohne jedoch deren Flächen bestimmt erkennen zu lassen, hervor. Bemerkenswert ist durch Austrocknung (?) geborstene Schalenblende; zahlreiche Klüftchen durchsetzen das Mineral und Calcitindividuen siedeln sich in den Klüftchen und über den Blendeschalen als jüngere Bildung an.

Bleiglanz. Die Kr. erreichen zuweilen eine ansehnliche Grösse, sind jedoch höchst selten ebenflächig, ihre Oberfläche ist durch Subindividuen rauh oder drusig, seltener uneben wegen mangelhafter Raumerfüllung. Fast immer ist O vorherrschend oder nur für sich entwickelt, man beobachtete jedoch auch Combinationen von O mit $\infty O \infty$, selten mit ∞O . Ebenflächig glatte B.-Individuen sieht man zuweilen, wenn Fluorit mit B. vergesellschaftet ist. Die Kr. treten einzeln, meist aber in Drusen oder Gruppen auf.

B. sitzt entweder auf Kalk oder auf Blende, oder wird als derbes Mineral von Schalenblende eingeschlossen. Bemerkenswert ist, dass zuweilen Calcitkr. B. in feinen Blättchen, Schuppen oder staubförmig einschliessen; zuweilen sieht man auch B.-Fragmente auf Calcitkr. oder von letzteren zum Theile umhüllt.

Bleiglanz auf Baryt sitzend könnte bei den oft überaus täuschenden Vorkommen vermuthet werden, allein die Beobachtung zeigt, dass die Barytaggregate über die B. Kr. aufwachsen oder in isolierten Grüppchen sich auf den B. Kr. ansiedeln, womit die Altersfolge unzweifelhaft sichergestellt erscheint. Ueber B. sieht man Blende, Baryt, Fluorit, Markasit, Calcit, Schalenblende, Anhydrit und die gesammten Elemente der Descendenz-Suite.

Von Interesse ist das Stängelerz, das sind zu Stängel gestreckte Individuen von B., eingewachsen in körnigem Calcit. Die sich nahezu parallel oder spitzwinkelig lagernden Individuen zeigen einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt und sind zuweilen von sehr dünnen Markasithüllen umschlossen, auch kurzsäulige Individuen treten auf; Blende findet sich zuweilen als Begleitmineral ein.

Derber B. in individualisierten Massen, blättrig, als Kluft- und Höhlenfüllung, in Bändern oder Krusten, in Putzen und Nestern. Als Imprägnation, eingesprengt in Körnern oder stockwerksartig im Kalkstein.

Eigenartig ist das Vorkommen von nierenförmigen Knollen, welche ganz isoliert in Klüften auftreten, oberflächlich sind sie von Calcit überkrustet und wasserhelle grössere Individuen desselben ragen aus diesem merkwürdigen Gebilde hervor, das den Eindruck erzeugt, als seien seine Rundformen durch mechanische Einwirkung gebildet worden.

Dichter Bleiglanz bildet sich an Rutschflächen als Bleiglanzspiegel; im Schiefer findet sich ebenfalls Bleischweif entweder in dünnen Lagen mit Schieferlamellen wechselnd oder derb in Muggeln.

Baryt. Gewöhnlich in halbkugeligen, fächerförmigen Aggregaten, die weissen Individuen zeigen selten krystallographisch bestimmbare Formen. Derb in blättrigen Krusten oder in Schnüren als Hohlräumeffüllung.

B. sitzt auf Kalk, Galenit oder Blende; seltener auf Fluorit oder Markasit. Auf Klüften, in welchen Bleiglanz in kleinen Nestern auftritt, füllt B. den übrigen Raum zuweilen völlig aus.

Ueber B. sitzt meist Markasit oder Calcit, seltener Blende oder Fluorit.

Markasit. Kleine Kr. von M. einzeln oder in kleinen Grüppchen, auch grössere rosettenförmige Gruppen oder Ueberzüge mit faseriger Structur; in zarten Lamellen, auch schalig. Derbe Partien nahe dem Schiefer.

Die M.-Kr. und Aggregate sitzen auf Bleiglanz, Blende, Baryt, Fluorit oder Calcit, auch auf Schalenblende. Ueber M. folgt häufig Calcit oder Fluorit. In gänzlich ausgefüllten

Hohlräumen im dunkelgrauen Kalk erscheint M. als Kruste über Bleiglanz und Blende und erfüllt die Zwischenräume, scheidet mit Blende den dunklen Kalk zu verdrängen.

Fluorit. Kleine, gewöhnlich farblose oder graue Würfelchen, kleine Gruppen oder drusige Ueberzüge bildend; die Kr. sind ebenflächig und glasglänzend und umschliessen oft winzige Schuppen von Markasit oder werden von solchen zum Theile bedeckt. Fluorit sitzt gewöhnlich auf Kalk oder mit Blende Kr. auf Bleiglanzoctaëdern, die dann glattflächig erscheinen, oder auf Calcitkr., diese drusig überziehend. Seltener beobachtet man F. auf Blende, Baryt oder Markasit. Bemerkenswert sind breiartige Krusten von F. und gelbbraune Blendekr., gebildet über Bleiglanzkr. Diese Krusten gestalten zellige Hohlräume, deren Wände zum Theile aus beiderseits mit F. Kr. bedeckten dünnen Blendeschichten bestehen. An anderen Handstücken sieht man jedoch unzweifelhaft kleine Blendekr. über F. Kr. sitzen, so dass man auf gleichzeitige Bildung schliessen könnte, worüber später Näheres erörtert werden soll.

Calcit. Die Kr. sind mitunter von sehr ansehnlicher Grösse, bis 12 Centimeter hoch und 5 Centimeter dick, mehr oder weniger ebenflächig und glasglänzend, farblos und durchsichtig oder weiss kantendurchscheinend. Die Kr. Flächen erscheinen oft rauh oder drusig oder zerfressen. Die Haupttypen sind das $\infty R.$ — $\frac{1}{2}R$ und das $R\beta$, zu welchen sich zahlreiche andere Combinationen mR und mRn gesellen. $R\beta$ zeigt häufig zarte Riefung oder Streifung. Sehr hohe R mit ∞R und $-\frac{1}{2}R$ ergeben Kr. mit fassförmigen, seitlichen Begrenzungsflächen. Zwillinge sind häufig.*) Auf $R\beta$ erscheinen Parallelverwachsungen von $\infty R.$ — $\frac{1}{2}R$, die den ganzen Grundkrystall bedecken. Zuweilen Kernkrystalle; über $R\beta$ gebauchte Flächen von $16R$ und $-17R$ mit $-\frac{1}{2}R$ an den Polecken. Mantelförmige Kr., mit nur theilweiser Umhüllung des Kernes, dieser ist trübe und wenig pellucid, mit hellerem, oft wasserklarem Mantel. Dieses Vorkommen lässt das Auftreten von mindestens zwei zeitlich getrennten C. Generationen erkennen. Dieselbe Folgerung ergibt die Beobachtung von geborstenen Calcitindividuen, deren Sprünge mit junger Calcitsubstanz erfüllt sind. Als Fremdeinschlüsse umfassen Calcitkr. oft Bleiglanzpartikel, erstere zeigen sich entweder durch und durch oder nur einseitig von Bleiglanzstaub imprägniert. Von Bitumen imprägnierter oder überzogener C. wird hier selten bemerkt.

Die C. Kr. vereinigen sich zu Drusen oder Gruppen; sie sitzen gewöhnlich auf Kalk oder auf Bleiglanz, Blende, Baryt, Markasit, Fluorit oder Schalenblende.

*) Die Minerale des Herzogthums Kärnten, 1884, p. 25, ferner Neuere Mineralfunde in Kärnten. Jahrb. d. nat.-hist. Museums XXII.

Auf C. Kr. siedeln sich an: Blende, Markasit, Fluorit, Schalenblende, selten Bleiglanz in feinen Schuppen. Dolomit, Anhydrit inkrustieren C., über dessen Drusen auch Kieselzinkerz, Zinkblüte, Wulfenit, Cerussit und Plumbocalcit beobachtet werden.

Derb findet sich C., körnig als Hohlräumeffüllung oft in Krusten und Schnüren als Begleiter der Erze, mit körniger oder stängeliger Structur und als metamorphische Bildung im Kalksteine, in der Nähe von Hohlräumen.

Aragonit. Dieses M. wurde erst zweimal beobachtet. Ein älteres Vorkommen weist A. auf Kalkbreccie, welche zeretzten Bleiglanz einschliesst. Ein anderes Vorkommen aus jüngster Zeit stammt vom Maschingange, 40 Meter unter dem Erbstollenhorizonte. Dünne Nadeln von A. sitzen zu einer Druse vereint auf Calcit; auch büschelförmige Gruppen der sehr kleinen weissen Kr. zu halbkugeligen Gruppen aggregiert treten auf. Einzelne Blendekörnchen sind als jüngste Bildung über den A. Kr. zu sehen.

Dolomit. Kr. sind selten; meist derb als metamorphische Bildung im erzführenden Kalkstein; theils grob-, theils feinkörnig bis dicht, zuweilen gelb oder bräunlich gefärbt, Blende einschliessend.

In Drusenräumen von D. wurden Kr. von Hemimorphit und Calcit, auf D. Kluftflächen, auch Greenokit bemerkt. v. Zepharovich beobachtete gelbe und braune D.-Kr. Theilchen von Cerussit und Bleiglanz umschliessend in Drusen von Bleiglanz, der von Baryt durchsetzt ist. Von demselben Beobachter wurde von Bleiberg ein grossindividualisiert, körnig bis dicht vorkommender D. von gelber bis bräunlichgelber Farbe, welcher gelblichbraune Blende einschliesst, beschrieben. Die Analyse ergab $4\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$; die gelbe Färbung ist durch etwas beigemengtes CdS bedingt.

Pseudomorphosen von D. nach Calcit, von dem Herrn Director E. Makuć beobachtet, zeigen körnigen zum Theile gelb gefärbten D. als Substanz der umgewandelten grösseren Individuen von Calcit Rn.

In Kreuth treten D. Kr. in Drusenräumen von dolomitischen Kalk in den höheren Horizonten auf; selten auf Schalenblende.

Anhydrit und Gyps. Ersteres M. oft mit Einschlüssen von schaliger Blende, Bleiglanz, Calcit oder Kalksteinfragmenten, in Knollen oder Putzen, zum Theile in Gyps übergehend.

Gyps findet sich im Hangendschiefer selten in Kr., meist derb körnig, röthlichweiss gefärbt.

Anglesit. In glänzenden Kr., einzeln oder in kleinen Gruppen auf Bleiglanz. Manche Kr. von A. schliessen Blei-

glanz ein, wodurch sie bleigrau gefärbt erscheinen; gewöhnlich finden sich A. Kr. in kleinen Drusen des Bleiglanzes ohne sonstige Begleiter.

Cerussit. Die oft vielfächigen Kr. sitzen gewöhnlich auf Bleiglanz, einzeln, in Gruppen oder drusigen Ueberzügen. Zw. sind häufig. Die Kr. zeigen zum Theile glänzende Flächen, zum Theile sind sie schwärzlichgrau und matt.

C. Kr. sitzen zuweilen auf Kieselzinkerz, auf Hydrozinkit, Galmei, selten auf Baryt. Ueber C. folgt zuweilen Zinkblüte, Kieselzink, Greenokit oder Wulfenit. Derbe Krusten von C. in Klüftchen von derben Bleiglanz.

Plumbocalcit. Krystallisiert in weissen oder hellgelblich gefärbten, seiden- bis perlmutterglänzenden R. einzeln oder gewöhnlich zu Drusen vereint. Die Kr. bestehen zuweilen aus übereinander lagernden zarten, leicht abspringenden Hüllen. Pseudomorphosen nach Calcit; hohe Rn. Zwillinge sind oberflächlich in P. umgewandelt; letzterer eine schneeweisse, schimmernde Decke bildend. P. wird auch stalaktitisch gefunden, dünne Häute von Limonit einschliessend.

Die Kr. sitzen auf Kalkstein, Bleiglanz, Calcit oder Kieselzinkerz; letzteres Mineral zuweilen auch über den Kr. von P. P. erscheint auch als hohle Kruste über Bleiglanz, indem ein zwischengelagertes Mineral weggelöst wurde. Derb mit stängeliger oder faseriger Structur in krystallinischen Aggregaten, farblos, fettglänzend, durchscheinend, über Kalk oder über Bleiglanz.

Wulfenit. Die theils tafelförmigen, theils pyramidalen Kr. zeigen oft Prismen III. Ordnung, insbesondere die pyramidalen Formen des kalkhaltigen W. von Kreuth. Die Färbung der Kr. ist zwischen hell schwefelgelb bis orangeroth; jedoch kommen auch grau, schmutzig weiss gefärbte Varietäten vor. Die analytische Untersuchung der grauen Kr. ergab nebst Kalk auch Kupfer, Eisen und Aluminium. Die Dunkelfärbung mancher Kr. scheint von Kupferoxyd herzurühren, denn es enthielten die dunkleren Kr. das Vierfache davon mehr, als die hellen (0·4 v. H.).

Der Gehalt an Calciumoxyd wurde mit 1·07 bis 1·24 v. H. gefunden.*)

Die Kr. treten einzeln oder in schönen Drusen oder kleinen Gruppen, meist begleitet von secundären Bildungen, auf zersetztem Bleiglanz in Hohlräumen auf.

W. Kr. sitzen aber auch direct auf mit zinkockerigem Anflug überzogenem Kalkstein, auf Calcit, Dolomit, Galmei, oder Kieselzinkerz. Ueber W. Kr. sitzen zuweilen zarte

*) Analysiert in Gintls Laboratorium, Prag, durch Fried. Reinitzer.

Kryställchen von Kieselzinkerz. Dichter Kalkstein, über dem Krusten von W. aufgewachsen sind, erscheint zuweilen in der Contactzone auf 1 bis 2 Centimeter tief von W. imprägniert. Es gibt mindestens zwei verschiedene Altersstufen von W., denn man kann an dunkelgelben, gut ausgebildeten Tafeln deren spätere Vergrösserung durch helle Zuwachsstreifen und orientiert zugewachsene Individuen heller Färbung ganz zuverlässig beobachten.

W. tritt mitunter auch derb, dicht oder blättrig, cavernös, oft Knollen von zersetztem Bleiglanz umschliessend, auf.

Derber W., mit Kalksinter mehrere Millimeter hoch überzogen, wurde im östlichen Reviere gefunden.

Galmei. Die sehr kleinen, stets linsenförmigen Kr. sind weiss, gelbbraun, bis braungelb, schimmernd, zu drusigen Aggregaten vereint, auf Bleiglanz, auf Krusten von derbem G. oder auf und neben Hemimorphit gebildet.

Pseudomorphosen von schaligem, derben G. nach Schalenblende; die äussersten Rinden mit G. Kr. bedeckt; ockerige Partien trennen die einzelnen Lagen von einander. Ueberzugs - Pseudomorphosen von G. in Form drusiger Ueberzüge auf Calcit.

G. tritt derb, nierenförmig, oft Bleiglanz einschliessend, fettglänzend, weiss, gelb- bis rothbraun, nesterförmig, im erzführenden Kalkstein auf. Ueber undurchsichtigen, zelligen, braunen G. folgen durchscheinende, fast farblose nierenförmige centimeterdicke Krusten von G. mit schaliger und feinstängeliger Structur, über welche dünne Rinden von Hydrozinkit folgen.

Hydrozinkit. Als weisser Galmei pseudomorph nach Galmei, oder letzteren inkrustierend; oder als oft blendendweisser auch hellgelblich gefärbter Anflug oder Ueberzug auf Bleiglanz, Galmei, Baryt, Hemimorphit, auf altem Hauwerk, auf Grubenholz, dieses mit dicken Rinden überziehend. Nierenförmige Krusten mit faseriger Structur. Ueber H. folgt zuweilen Hemimorphit oder auch Cerussit. In Hohlräumen der höheren Horizonte.

Mit Hydrozinkit oder auch zuweilen mit Plumbocalcit findet sich ein röthlichbraunes, schwärzlichbraunes bis stahlgraues Mineral, derb, schalig, muschelrig brechend, nierenförmig. Die chemische Voruntersuchung weist auf ein basisches Zinkmanganat, eventuell auf ein Gemenge von Zink- und Manganhydroxyd.

Hemimorphit. Die Kr. zeichnen sich durch ihren oft lebhaften Glanz aus; sie sind entweder tafelförmig oder prismatisch, farblos oder hell bräunlichgelb bis dunkel honiggelb gefärbt, durchsichtig bis undurchsichtig; einzeln, meist aber zu

kleinen oft halbkugeligen Gruppen oder zu prächtigen Drusen vereint.

Die H. Kr. sitzen auf Zellenwänden von derbem H.; auf Kalk, Bleiglanz, Baryt, Calcit, Cerussit, Zinkblüte, Galmei, selten auf Wulfenitkr.

Bemerkenswert ist der zuweilen zu beobachtende Abgang von Blende in den Inkrustationen der Hohlräume, wenn H. als jüngere Bildung auftritt; es ergeben sich dann hohle Zwischenräume zumeist unter oder über Bleiglanzzrinden, welche vormals von Blende erfüllt gewesen waren und auf deren Kosten die Bildung von H. erfolgte.

Zepharovich beschrieb ein Vorkommen von H. mit Calcitkr., das sich in Drusenräumen eines dichten Dolomites zeigte; letzterer erschien von körniger Blende durchsetzt. H. wird zuweilen auch in derben cavernösen Massen, oder als zelliges braun gefärbtes höchst dünnwandiges Gebilde gefunden; die Zellenwände sind mit sehr kleinen glänzenden H. Kr. drusig überkrustet.

Brauneisenstein. Findet sich als Umwandlungsproduct nach Markasit auf Bleiglanz; auch als ockerige Masse nach zersetzter eisenhaltiger Blende mit Galmei, Plumbocalcit und mit Hemimorphit; im letzteren Falle als brauner Ueberzug oder auch feinschalig nierenförmig. Ps. nach Markasit auf Bleiglanz.

Greenokit, als citronengelber Anflug auf Schiefer; auf von Blende imprägniertem Kalk; auf weißem Wulfenit, dessen Kr. neben Cerussit theils auf Dolomit, theils auf Bleiglanz sitzen. Die Analyse eines schwefel- bis bräunlichgelben Dolomites ergab einen Gehalt von 0.25 v. H. Cadmiumsulfid.

Issemanit. Dieses Mineral wurde von Höfer in Zwischenräumen von grauem Baryt als eine erdige blauschwarze bis schwarze Masse beobachtet.*)

Asphalt. Selten als Imprägnation des Calcits oder als Ueberzug desselben. Als Imprägnation in Stinkstein.

C. Die Bildungsfolge.

Um die Aufeinanderfolge der in und nächst den Erzlagerstätten vorkommenden Minerale zu bestimmen, wurde das Aufgewachsensein der krystallisierenden Elemente als Grundlage der Altersfestsetzung angenommen; in wenigen Fällen, wo Minerale nur derb, in krystallinen Aggregaten, als Anflüge, Ueberzüge u. dgl. beobachtet werden können, wurde die Ueberkrustung für die Succession als Bestimmungsgrund acceptiert.

*) Höfer, Die Mineralien Kärntens. p. 42.

Hingegen wurde es vermieden, nach der Reihenfolge der Elemente bei gang- und lagerartigen Structures die Altersfolge aufzustellen, weil bei solchen häufig Complicationen auftreten, die sehr leicht zu irrthümlicher Auffassung Veranlassung geben können; bei Band- und anderen scheinbar regelmässigen Structures haben nämlich spätere Einschübe, welche entweder durch eine Art Verdrängung oder durch nachträgliche Spaltenbildung und Füllung entstanden sind, stattfinden können. Bei Ueberkrustungen kann durch spätere Erweiterungen von Hohlräumen sich eine jüngere Bildung als Krustenbasis unterlegen, eine Erscheinung, die speciell bei Blende beobachtet wird; auch in diesem Falle kommt es leicht zu Missdeutungen des Vorkommens bezüglich der Altersfolge.*)

In der folgenden Tabelle ersieht man, dass sich als Resultat der Beobachtungen die Nothwendigkeit der Annahme zweier Erzgenerationen ergeben hat. Schon von anderen Autoren wurde darauf hingewiesen, dass die Schalenblende eine jüngere Bildung sei und Canaval erwähnt,**) dass in Kreuth die Zinkblende hauptsächlich den Mantel, die äussere Begrenzung der Erzsäulen bilde. In sogenannten lagerartigen Vorkommen sieht man aus der Farbenabstufung der aneinander liegenden Blendebänder, dass hier differente Varietäten vorliegen, und das häufige Vorkommen von Schalenblende über Calcit erweist sie als jüngere Bildung. Nachdem aber die Schalenblende mit gleichzeitig gebildetem Bleiglanz auftritt, so mussten auch für dieses Erz zwei Altersstufen angenommen werden und es lag demnach von vorneherein die Vermuthung nahe, dass einzelne Erzbegleiter gleichfalls in mindestens zwei verschiedenen Altersniveaus zu beobachten sein würden.

Diese Vermuthung hat durch die Vergleichung sehr zahlreicher Vorkommen später ihre volle Bestätigung gefunden. Schon bei der Charakterisierung der vorkommenden Begleitminerale wurden für Calcit und Wulfenit altersverschiedene Bildungen erwiesen. Die Untersuchung der verschiedensten Vorkommen des Revieres mit Bezug auf ihre Succession ergab schliesslich die in der folgenden Tabelle dargestellte Bildungsfolge. In der I. Generation herrscht der Bleiglanz, in der II. Generation die Blende quantitativ vor; in beiden Abtheilungen folgen die Minerale der Reihe nach von a, b, c bis r. In der III. Gruppe, welche die Folgebildungen umfasst, werden

*) Höfer, Entstehung der Blei-, Zink- und Eisenerzlagerstätten in Oberschlesien. 1893, p. 28.

**) Die Blei- und Zinkerzlagerstätte des Bergbaues Radnig. Carinth. II., Nr. 2. 1898, p. 13.

naturgemäss in den Gliedern s, t, w . . . bis z vielfache Verwerfungen zu beobachten sein, weil diese Abkömmlinge sich im Ganzen nebeneinander zum Theile gleichzeitig gebildet haben; um demnach ein vollkommenes Bild des Auftretens dieser Minerale zu geben, folgt im Anschlusse an die Tabelle eine Zusammenstellung noch weiterer beobachteter Successionen derselben. In die Gruppe III gehören ausser dem in der Tabelle enthaltenen Minerale auch Ilsemanit, Schwefel, Zinkvitriol; über die beiden letzteren liegen verlässliche Nachweise ihres Vorkommens in Bleiberg nicht vor.

In die Tabelle konnten aber auch bezüglich der I. und II. Generation nur einzelne typische Vorkommen von der sehr grossen Zahl der beobachteten Successionen Aufnahme finden, allein es war bei sämtlichen beobachteten krustenförmigen Bildungen, welche bei Aufstellung der Tabelle untersucht wurden, dieselbe Reihenfolge, wie sie letztere darstellt, mehr oder minder deutlich ausgedrückt, gefunden worden.

Einzelne seltene Vorkommen wurden in die Altersfolgetafel nicht aufgenommen, auch diese aber sollen im Nachhange hierzu Erwähnung finden.

	Beobachtete Bildungsfolge																
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r
1	I		I														
2	I		I														
3	I	I															
4	I	I	I														
5	I	I	I														
6	I	I	I														
7	I	I	I														
8	I		I														
9	I		I														
10	I		I														
11	I		I														
12	I		I														
13	I		I														
14	I		I														
15																	
16	I	I															
17	I	I	I														
18	I	I	I														
19																	
20	I		I														
21	I		I														
22	I		I														
23																	
24	I	I	I														
25	I																
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31		I															
32																	
33	I																
34																	
35																	

I. Generation

II. Generation

Beobachtete Bildungs- folge	III. Folgebildungen								Anmerkung
	Anglesit	Cerussit	Plumbocalcit	Wulfenit	Galmei	Kieselzinkerz	Hydrozinkit	Limonit	
	s	t	u	v	w	x	y	z	
1									
2									c) Oelgrüne oder dunkelbraune Krystalle.
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									i) Hellbraune, röthlichgelbe, erbsengrüne Krystalle.
17									k) und l) Gleichzeitige Bildung.
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28		I				I	I		
29	I								
30		I						I	
31		I				I	I		
32				I		I			
33					I		I		v) und x) auf derbem Kieselzinkerz.
34		I		I					
35		I	I			I			Nr. 35 nach Zepharovich.

Succession der Folgebildungen.

1. a) Bleiglanz, b) Baryt, c) Cerussit, e) Kieselzinkerz, f) Hydrozinkit; auf Kalk.
2. a) Calcit, b) Kieselzinkerz, c) Hydrozinkit.
3. a) Bleiglanz, b) Markasit, c) Cerussit.
4. a) Calcit, b) Wulfenit.
5. a) Bleiglanz, b) Kieselzinkerz.
6. a) Bleiglanz, b) Cerussit, c) Hydrozinkit, e) Plumbocalcit.
7. a) Galmei, derb ockerig, Bleiglanz einschliessend, b) Galmei Kr., c) Wulfenit Kr. a. anscheinend ps. n. Schalenblende.
8. a) Bleiglanz, b) Zinkocker, c) Kieselzinkerz, d) Plumbocalcit.
9. a) Bleiglanz, b) Calcit, c) Plumbocalcit, d) Kieselzinkerz.
10. a) Bleiglanz, b) Hydrozinkit, c) Cerussit und Kieselzinkerz.
11. a) Galmei, b) Kieselzinkerz, c) weisse Kr. von Galmei.
12. a) Bleiglanz, b) Cerussit, d) graue Kr. von kalkhaltigem Wulfenit.

Seltenere Vorkommen.

13. a) Blende, b) Calcit, derb mit Bleiglanz, c) Blende, d) Markasit, e) Calcit, f) Aragonit, g) Blende reg. (II. G.).
14. a) Dolomit, b) Kieselzinkerz und Calcitkr.
15. a) Dolomit, b) Zinkblende und Greenokit.
16. a) Bleiglanz, b) Markasit, c) Calcit mit Bleiglanz. Letzteres M. bemerkt man öfters in staubförmigen Körnchen, umschlossen von Calcitkr., welche dadurch grau gefärbt und zonal oder durch die ganze Substanz trübe erscheinen.
17. Ilsemanit auf Baryt. (Nach Höfer.)

In den Successionen 14 und 15 ist Dolomit durch Metamorphose aus Kalk hervorgegangen; letztere kann gleichzeitig mit der Bildung der aufgewachsenen Mineralindividuen oder auch später erfolgt sein. Hieraus erklärt sich der scheinbare Widerspruch des Vorkommens entgegen der aufgestellten Bildungsreihe.

D. Die Entstehung der Erzlagerstätten.

Aus der Eigenart der verschiedenen Lagerstättentypen wurde schon vor ziemlich langer Zeit erkannt, dass das Bleiberger Erzvorkommen weder zu den Lagern, noch zu den Gängen oder Lagergängen gestellt werden könne, wenn-

gleich den Adelsvorschüben die Merkmale dieser Formen in vielen Fällen mehr oder minder deutlich ausgeprägt anhaften. Abweichend von diesen Typen ist die grosse Absätzigkeit im Allgemeinen, im Besonderen das Ausspringen der Erze aus den Gang- und Lagerräumen, ja es wird nicht selten beobachtet, dass beispielsweise die Kluft erzarm, gänzlich verstaubt oder auch bis auf eine kaum merkbare Gesteinsscheide verpresst ist, während die Erze daneben im Gesteine entweder als Höhlenfüllung oder in Form von Imprägnationen auftreten; ebenso finden sich bei lagerartigem Vorkommen die Erze auch oft neben der erzführenden Schichte, zumeist im Liegenden. Durch derartige Erscheinungen ergibt sich die unzweifelhafte Folgerung, dass die Erze nicht an Ort und Stelle gleichzeitig mit den Kalksedimenten abgesetzt worden sein können; sie sind vielmehr später erst in Form wässriger Lösungen an den Ort ihres Vorkommens geführt und hier präcipitirt worden.

Es entsteht nun zunächst die Frage nach der Herkunft der Metallsolutionen. Als erste Heimstätte aller Erze werden gewöhnlich die krystallinischen Schiefer angesehen; sie bilden in den Alpen theils die unmittelbare Unterlage der Triasformation, theils sind sie von letzterer durch zwischenlagerte palaeozoische Sedimente getrennt. Die krystallinen Schiefer können ihren Metallhalt an die Triaskalke abgegeben haben, und zwar entweder schon zur Zeit, da letztere sich bildeten, oder viel später durch aufsteigende Thermalwässer. Im ersteren Falle ist anzunehmen, dass der Metallhalt des Triasmeeres ein relativ nur sehr geringer gewesen sein konnte, demnach ergaben sich daraus nur sehr erzarme Sedimente; nachdem aber die in Frage kommenden marinen Absätze von bedeutender Mächtigkeit sind, so konnten gleichwohl durch später eingetretene concentrirende Umlagerungsprocesse metallreiche Erzlagerstätten daraus hervorgehen.

Die Erzzufuhr durch Thermalwässer setzt die Existenz tiefreichender Klüfte voraus, durch welche die Erzlösungen in die Triaskalke aufsteigen konnten; bei den auf ein grosses Areale zerstreuten Erzvorkommen müsste im vorliegenden Falle der Bestand mehrfacher tiefreichender Communicationen angenommen werden.

Sehr leicht kann das anerkannte Kriterium, dass die Erze sich stets nur mit den bituminösen schiefrigen und mergeligen Gesteinen einfinden, zu der Vermuthung führen, dass sie diesen selbst entstammen.

Die berührten Hypothesen sind derzeit die am häufigsten ventilirten und zum Theile am besten gestützten.

Ueber die Abstammung der Erze sprach sich Herr Director Makuć, der langjährige Leiter der Bleiberger Gruben, anlässlich der General- und Wanderversammlung des berg- und hüttenmännischen Vereines für Steiermark und Kärnten, im Hinblick auf die dort vorkommenden, in Bleiglanz eingebetteten, verkitteten und inkrustierten Megalodus-Steinkerne gegen die Congenerationstheorie und gegen die Ascensionstheorie aus; Herr Director Makuć acceptiert eine „erweiterte Lateralsecretionstheorie“, welche die circulierenden Minerallösungen nicht aus dem unmittelbarsten Nebengesteine kommen lässt, und sagt: „Ohne Schiefer oder bituminösen Kalk gibt es keine derartigen Lagerstätten; dem Schiefer und dem bituminösen Kalk exhaliert aber auch heute noch Schwefelwasserstoff das Fällungsmittel der in Lösung gewesenen Metallsulphate, welche sich als Schwefelmetalle niederschlugen.“*)

Pošepny führt die Lagerstättenbildung derartiger Typen auf die Thätigkeit metallführender Thermalwässer zurück, besprach jedoch in einem Vortrage auf dem allgemeinen Bergmannstage in Klagenfurt**) hauptsächlich nur die Bildung der Hohlräume und die Art der Erzablagerung. Es werden mit dem Gesteine gleichzeitig gebildete Mineralgruppen von den nachträglich eingedrungenen Mineralagerstätten unterschieden. Letztere haben sich in präexistenten Hohlräumen in Krusten abgesetzt oder sie haben sich den Raum durch Metamorphie und Metasomasis erst schaffen müssen, wobei keine Krustification beobachtet wird. Die durch geodynamische Wirkungen gebildeten Hohlräume werden von Pošepny Dicissionsräume, solche aber, die durch Gesteinsauflösung gebildet wurden, Dissolutionsräume genannt; letztere geht meistens von Dicissionsfactoren aus und weitet entweder den Spaltenraum oder die Auflösung geht nach gewissen Gesteinszonen oder einzelnen Schichten; bei gleicher Löslichkeit mehrerer solcher benachbarter Straten wird die Lösung den ganzen Complex derselben zu durchdringen suchen.

Pošepny unterscheidet dann die Region der seichten (vadosen) von jener der tiefen (profunden) Circulation, die durch den Grundwasserspiegel von einander getrennt sind, und kommt auf Grund der Existenz von aus der tiefen Region aufsteigenden Mineralquellen zur Vor-

*) Orientierender Vortrag über Bleiberg. Vereinsmittheilungen, Oest. Z. f. B. u. H. Nr. 9, 1883, pag. 87.

**) F. Pošepny: Ueber die Entstehung der Blei- und Zinkerzlagertstätten in auflösliehen Gesteinen. Bericht über den allgemeinen Bergmannstag 1893, pag. 77 u. f.

stellung, dass das Wasser unter dem Grundwasserspiegel capillar auf grossen Flächen niedergeht, in der Tiefe erwärmt, wieder aufzusteigen strebt und auch wirklich aufsteigt, wenn es auf offene Canäle trifft; wo aber ein solcher nicht getroffen wird, nagen sich die Gewässer den aufsteigenden Canal selbst aus. Zwischen dem mit gesättigten Lösungen erfüllten Gestein entsteht also eine Richtung der regsten Circulation, wodurch auch in der tiefen Region Canäle gebildet werden, wie dies in der seichten Region bei Auswaschung von Höhlen beobachtet wird.

Die Art der Hohlräume-füllung ist im Ganzen bei Dissolutionsräumen dieselbe wie bei Diccissionsräumen, jedoch ergeben sich bei der Füllung der Höhlen in der seichten Region wegen theilweisen Erfülltseins derselben mit Luft ganz andere Verhältnisse, als bei den mit Wasser erfüllten Hohlräumen der profunden Region. Im letzteren Falle findet der Mineralabsatz rund um die Wände des mit Solution gänzlich erfüllten Raumes gleichmässig statt, im ersteren Falle nur in den unteren Theilen, indessen an Firsten und Ulmen stalaktitische Absätze entstehen. (Röhrenerz, Galmei- und Plumbocalcitzapfen.)

Die Mineralabsätze in profunden Spalten ergeben dann symmetrische Füllung, in unregelmässigen Geodenräumen concentrische Krusten; in beiden hat man sich nicht etwa stagnierendes, sondern sich stets erneuerndes, in Circulation befindliches Wasser zu denken, denn nur unter dieser Voraussetzung kann man sich die relativ grosse Menge der abgesetzten Präcipitate und die endliche Füllung des ganzen Hohlraumes erklären.

Blei-, Zink- und Eisensulfide sind Gebilde der profunden Region und unter Ausschluss von Luft gebildet; wo diese Gebilde später der vadosen Region nahe kamen, wurden sie in Sauerstoffsalze und zum Theile in Oxyde umgewandelt.

Bei Beschreibung des „lagerartigen“ Vorkommens wird darauf hingewiesen, dass die Erze nicht gleichzeitig mit dem Gesteine abgelagert worden sind, sondern dass sie nachträglich in das Gestein gelangt sind.

Sehr eingehend behandelte Höfer die Frage der Entstehung der oberschlesischen Blei-, Zink- und Eisenerzlagertstätten.*) Nach kritischer Prüfung neuerer und neuester Hypothesen, besonders mit Berücksichtigung der Broschüren von Bernhardt und jener von Althans, nach Erörterung der Theorien von Dr. Kosmann, Carnal,

*) Die Entstehung der Blei-, Zink- und Eisenerzlagertstätten in Oberschlesien. Oest. Z. f. B. u. H., 1893. S. A., p. 26.

Web sky, Runge und Römer wendet Höfer die Ergebnisse seiner Untersuchung auch auf die Zink- und Bleierzlagerstätten in der oberen alpinen Trias an. Höfer weist zunächst die grosse Niveaubeständigkeit in mehreren Stufen der mitteleuropäischen Triasgebiete nach und fusst darauf die Behauptung, dass diese Niveaus schon bei ihrer ursprünglichen Bildung erzführend waren. Die nur 0.25 Meter mächtige Bleiglanz- oder Dentalienbank zwischen dem Schwarzwalde und Basel und die Steinbank im Gypskeuper werden als wahrscheinlich ursprüngliche Imprägnations-Flötze oder -Lager angesprochen. Solche Lagerstätten seien höchstwahrscheinlich auch andernorts als primäre Lagerstätten vorhanden gewesen; sie beweisen, dass zeitlich und örtlich begrenzt Bleiglanz aus dem Meerwasser abgeschieden wurde, denn diese Erzvorkommen gehören lediglich marinen Schichten an. Die Abscheidung erfolgte als Metallsulfide und nicht als Carbonate. Später fand eine Umlagerung der Erze statt, wobei sie in der Nähe ihres Ursprunges wieder abgesetzt worden sind, wodurch die Niveaubeständigkeit erhalten blieb. Das Vorkommen von Bleiglanz auf den Steinkernen und in Spurstainen im Wettersteinkalke beweist die Wanderung des Erzes in diesem Gestein und weiters, dass, nachdem der Raum zwischen Steinkern und Abdruck nur zum Theile mit Bleiglanz erfüllt ist, der Hohlraum bereits vorher bestand, oder dass neben der Gesteinsauflösung der Process der Bleiglanzabscheidung verlief, dass also keine Verdrängungs-Pseudomorphose vorliege. Welcher Art diese Prozesse waren, könne man nur vermuthen. Die Anreicherung gewisser Schichten oder in ihrer Scharung mit Klüften lasse sich oft von dem ursprünglichen Gehalt an Bitumen derselben ableiten.

Sehr zutreffend ist die von Höfer hingestellte Bemerkung betreffs späterer Erweiterung der Hohlräume durch das Freiwerden von Kohlensäure, wobei die Krustenbasis das jüngste Element der Absätze bilden kann. Solchen Erscheinungen begegnet man bei Successionsstudien in der That oft genug, speciell bei Blende, deren Aggregate die Kalkunterlage des Bleiglanzes imprägnieren und zum Theile, wo es der Raum gestattete, auch oberflächlich inkrustieren, während Krystalle derselben Blendevarietät auch aufsitzend auf den Bleiglanzkrystallen gefunden werden, wodurch deren späteres Entstehen unzweifelhaft erwiesen erscheint.

Die Darstellung eines interessanten über den Carditaschichten liegenden Bleierzvorkommens gibt C a n a v a l. *) Dieses

*) Die Blei- und Zinkerzlagerstätte des Bergbaues Radnig. S.-A. Carinthia II, Nr. 1898.

hat einen ausgesprochen lagerartigen Charakter; durchsetzende Klüfte sind jünger und nur einer erzführenden Kreuzkluft dieses Niveaus wird ein höheres Alter zugesprochen, als der Erzsedimentation selbst. Das säulenartige Auftreten der Erze und typhonischer Erscheinungen, ferner das Vorkommen von Fluorit und Baryt, sowie die beobachtete Krustenstructur geben Veranlassung, diese Lagerstätte mit den übrigen der ostalpinen Trias in Uebereinstimmung zu bringen. Als bemerkenswert in genetischer Beziehung wird das Auftreten von Bitumen mit den Erzen, mit welchen es vielleicht gleichzeitig abgesetzt wurde, angeführt und wegen des in dieser Lagerstätte beobachteten relativ grossen Baryt- und Fluoritgehaltes glaubt Canaval die Mitwirkung von Thermalwässern bei deren Bildung kaum ausschliessen zu können.

Es möge nur hier, nachdem die neueren Bildungshypothesen kurz wiedergegeben wurden, die Möglichkeit der Lagerstättenbildung durch Concentrationsprocesse eine eingehendere Erörterung finden, weil dieser Entstehungsart die einfachsten Voraussetzungen zugrunde gelegt sind und weil die Art und Weise der Vertheilung der Erze im weit ausgebreiteten und mächtigen Schichtencomplexe des Wettersteinkalkes speciell durch diese Hypothese eine befriedigende Erklärung zulässt.

Waren die Metallsulfide ursprünglich in der Kalksteinmasse in feiner Vertheilung enthalten, so konnten die Concentrationsprocesse erst nach eingetretener Zerklüftung des Gesteins wirksam werden. Ueber ausgedehnten Terrainflächen vermochte ein Theil des Grundwassers durch Klüfte und Schnitte, durch Lagerfugen und Blätter in den Kalk eindringen. Infolge dynamischer Wirkungen wurde das splittrig brechende Gestein durch Systeme feiner Ablösungen und Haarrisse den durchziehenden Gewässern selbst bis ins Kleine zugänglich gemacht. Die Lösungen konnten durch Spalten und durch Lagerfugen in grosse Tiefen niedergehen und durch hydrodynamischen Druck, der in der Tiefe wegen bedeutender Druckhöhe und geringer Geschwindigkeit der durchziehenden Gewässer ein grosser sein kann, in die feinsten Elemente der Kluftnetze gepresst werden. In die Zwischenräume der äussersten Zweige des Circulationsnetzes konnte das Wasser vielleicht durch Capillarwirkung eindringen und hier den Beginn von Typhonbildung einleiten.

Während einzelne Systeme der feinen Klüftchen durch sich absetzende mineralische Substanz wieder verschlossen wurden, konnten andere unter günstigen Verhältnissen offen bleiben, ja sogar eine Erweiterung erfahren.

Denkt man sich die ursprünglich vorhanden gewesenen Erze, Bleiglanz und Blende, als Sulfate mobil gemacht und diese Lösung bis auf ein bitumenführendes Schichtenglied niedergehend, so kann hier eine Reduction der Metallösungen; aber auch Kohlensäurebildung erfolgen, wodurch Dissoziationsräume erweitert und Dissolutionsräume geschaffen werden.

Dem Hangendschiefer kommt einerseits die Rolle des Isolators für den Lagerstätten-Bildungsraum zu, er schützt diesen vor Wasserandrang und Auslaugung, andererseits nimmt er an der Führung der Gewässer innerhalb der Bildungsstätte theil und vermag an der Contactzone vielleicht auch durch Diffusion gebildete und wanderfähige Stoffe in diese zu entsenden. Seine Kiese können durch luftpaltiges Wasser zersetzt werden, die gebildeten sauren Wässer zur Gypsbildung und Entwicklung von Kohlensäure Veranlassung geben. Versuche haben ferner auch gezeigt, dass saures vitriolisches Wasser auf Markasit unter Bildung von Schwefelwasserstoff zersetzend einwirkt.

Dieses Gas findet sich bekanntlich nicht selten in Gewässern, welche aus kiesigen und bituminösen Schichten ausfließen. In Kärnten kennt man in der Trias mehrere solche Localitäten, von welchen speciell die Schwefelquellen im ärarischen Tiefbaue in Raibl, ferner jene im Rankgraben bei Malborgeth und jene im Schwefelgraben bei Lussnitz erwähnt sein mögen.

Alle genannten Quellen liegen an einer ostwestlich gerichteten zur Gailthaler Bruchlinie parallelen Geraden. In Raibl tritt das schwefelwasserstoffhaltige Wasser nahe der Grenze von dolomitischem Kalkstein und dem Hangendschiefer, angeblich aus einer nordöstlich streichenden Kluft. Diese Quelle setzt nebst Schwefel auch Kalksinter ab. Die Quelle von Lussnitz, welche ebenfalls reichlich Schwefel abscheidet, kennt man analytisch durch die Untersuchung Prof. Dr. Mitteregg's näher.*) Die Wassertemperatur wurde mit 7.5° R gemessen. Nebst Schwefelwasserstoff wurde beträchtlich viel freie Kohlensäure, Sulfate der Alkalien, Magnesium- und Calciumsulfat in diesem Wasser nachgewiesen, auch geringe Mengen Eisenoxyd, Kieselsäure und Natriumchlorid wurden gefunden. Es ist bekannt, dass Sulfate der Alkalien und Erden von organischer Substanz reduciert zur Bildung von Schwefelwasserstoff Veranlassung geben können. Die Grubenwässer von Bleiberg (Thalsole 900 bis 940 Meter über dem Meere) sind bisher nicht analytisch untersucht worden; die Temperatur betrug im December

*) Analysen der Heilquellen in Kärnten, p. 17.

1898 nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn Directors Otto Neuburger am Erbstollenhorizont 6·8⁰, am IV. Antonilauf 7·2⁰, am V. Lauf 7·8⁰, am VI. Lauf 8·1⁰ und am VII. Lauf, der 340 Meter unter der Thalsohle und circa 260 Meter unter dem Erbstollen liegt, 8·2⁰ R.

Die Möglichkeit der Bildung von Schwefelwasserstoff in dem Bleiberger Erzreviere ist nach den gegebenen Factoren kaum zweifelhaft.

Es ist naheliegend, dass selbst bei sehr geringem Gehalt an diesem Gas die Wässer in Hohlräumen, wohin sie durch Klüfte geführt werden, in welchen Metallösungen circulieren, Metallsulfide präcipitieren konnten und dass nicht nur in Höhlungen, sondern auch auf Klüften, welche Schichtungs-fugen durchsetzen, somit an Scharungen, die beiden erzbildenden Factoren, Erzlösung und Präcipitator zusammentreffen können.

Nachdem der Hangendschiefer von Verwerfungs-klüften durchsetzt wird, so ist eine theilweise Zufuhr von Bitumen in den erzführenden Kalk auch wohl auf diesem Wege möglich. Man erhält sonach betreffend die Präcipitation der Metallsulfate als nächstliegende Bildungsarten:

a) Die im Gestein gebildeten und angereicherten Lösungen von Bleisulfat gelangen abwärts strömend auf eine bitumenreiche Kalkschichte, oder

b) Metallsalzlösungen treten aus Schichtungs-fugen in eine bitumen- oder schwefelwasserstoffführende Kluft.

c) Der gelöste Präcipitator wird durch Druck und Capillarität aus der Kluft in benachbarte Dissolutionsräume geführt, innerhalb welchen metallische Lösungen circulieren. Im ersten Falle würden sich lagerartige, im zweiten gangartige Vorkommen oder Erzkreuze und im letzten Falle eigentliche Höhlenfüllungen ergeben. Eine wenigstens partielle Umbildung der als Sulfate mobil gemachten Metallösungen in basische Carbonate unter Bildung von Gyps dürfte nicht auszuschliessen sein; ebensowenig die gelegentliche Reduction der in den Wässern vorhandenen Alkalisulfate beim Durchströmen bituminöser Kalkbänke zu Lebern, welche letztere dann auf die Metallcarbonate fällend wirken.

Bleiglanz kann zum Theile als Sulfat und zum Theile als Carbonat fortgeführt werden,*) wenn ersteres in der Bildung vorangeht, denn 22·816 Theile Wasser lösen 1 Theil Bleisulfat. Die Transportfähigkeit von Bleicarbonat beweist sein Vorkommen in Höhlungen von Brauneisenstein.

Nachdem man Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Calcit kennt, so ist die Möglichkeit einer Verdrängung von

*) Bischof (Geologie III. p. 739).

Kalk durch Bleiglanz, obzwar wahrscheinlich selten vorkommend, nicht unmöglich. Die Wanderungsfähigkeit des leicht löslichen Zinksulfates, sowie auch des Zinkcarbonates, beide kommen auch stalaktitisch vor, ist bekannt. 8 Theile Zinkcarbonat bedürfen 10.000 Theile Wasser, 1 Theil Bleicarbonat aber 50.816 Theile Wasser zur Auflösung.*)

Bezüglich der Fixierung von Blende durch Verdrängung von Kalkspat wird als wahrscheinlich angenommen, dass Zinksulfat in den Gewässern gelöst war, welches durch organische Substanzen reduciert wurde, während die gebildete Kohlensäure den Kalk entführt; es könnten aber auch Zinksulfat und Kalkspat in Säuretausch treten, der gebildete Gyps zu Schwefelcalcium reduciert und durch dieses Blende entstehen.**) Imprägnationen von Blende in festem Kalkstein, wie solche in Bleiberg beobachtet worden, sind wahrscheinlich als das Resultat derartiger Bildung anzusehen, somit nicht als Verdrängung im eigentlichen Wortsinne aufzufassen. Die Concentrationsprocesse fallen, wie oben bereits zu zeigen versucht wurde, in den den Hauptdislocationen nachfolgenden Zeitraum. Die Längsstreckung der Erzsclläuche in Bleiberg einerseits, sowie in Kreuth andererseits ist das Ergebnis der Schichtenlage zu den Dicissionsräumen; dies ist ein weiterer Beweis, dass die Erzconcentration erst nach den grossen Dislocationen erfolgt sein konnte. Ein Gleiches zeigen die von Erz cementierten Kalkbreccien an Rutschflächen. Verwerfungen der Lagerstätten kommen allerdings ebenfalls zur Geltung, sie beweisen eben nur, was ja auch manche erzige Rutschflächen zeigen, nämlich das Hinzutreten späterer Störungen. Oftmals aber ist die Verwerfung der Lagerstätte eine scheinbare. Die Erzsolutionen fanden die verworfenen Schichten bereits vor, und adelten diese von Stufe zu Stufe, sich durch die Verwerfungsspalten den Weg zu den verworfenen Trümmern bahnd, wobei die Verwerfer zum Theile nächst den präcipitationsfähigen Schichtencomplexen selbst erzführend wurden. Man sieht diesen Vorgang darin bestätigt, dass bei stufenförmigen Uebersetzungen die Anreicherungen meist einseitig -- nach dem Zug der Gewässer -- und gleichgerichtet bei allen benachbarten Verwerfern erfolgte und demgemäss ist auch die successive Abnahme der Erze mit der Entfernung von den Erzbringern bis zur gänzlichen Vertaubung der Kalkschichte zu constatieren.

*) Bischof, Geologie III, p. 794.

**) Ebenda, p. 723.

Das Auftreten von Erzen in Kreuzschiefern bedarf einer weiteren Erklärung nicht, denn sie verhielten sich zu den Erzsolutionen gerade so wie eine bituminöse Kalkstrate.

Bleiglanzvorkommen in den Hangendschichten aber oder in dem darüber lagernden Dolomit sind ein Ergebnis der eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse, indem die Gewässer, welche in den höchsten Horizonten in den Kalk übergehen, in den tiefer gelegenen Niveaus im Circulationswege je nach den Lagerungsverhältnissen entweder über Schichtungsflächen oder aber durch Kreuzklüfte zum Schiefer ja selbst in den Dolomit gelangen können, wo dann das auf dem Durchzuge durch den Kalk aufgenommene Metall fixiert wurde. Die Hangendschiefer schneiden nämlich, wie eingangs bemerkt wurde, den Kalk im Süden ab und halten in die Teufe an, woraus es ohne weiteres erklärlich ist, dass die Solutionen nach ihrer Sättigung im Kalkstein, local wenigstens, durch Dissectionsräume an oder auch in die Hangendschichten gelangen können.

Die atmosphärischen Gewässer bringen eine gewisse Menge von Luft in das Gestein, deren Sauerstoff nach der jeweilig vorhandenen Wassermenge und je nach der Beschaffenheit der passierten Gesteine früher oder später aufgezehrt wird. Die Zonen der Oxydationsprocesse werden innerhalb langer Zeiträume mehr und mehr gegen die Tiefe vorrücken, weil die oxydierbaren Substanzen an den Wassereintrittsstellen allmählich aufgebraucht werden; es ergibt sich nun daraus die Folge, dass sauerstoffhaltiges Wasser auf die obersten, seinerzeit präcipitirten Erze trifft, diese neuerlich zu mobilisieren und umzulagern sucht. Regenerations-Erscheinungen, welche durch derartige Vorgänge erklärt werden können, trifft man beim Studium der Successionen häufig, insbesondere ist die leicht vitriolisierbare Blende zu weiterer Wanderung geneigt. Die Grenzen der Oxidationszonen sind also nicht an den Grundwasserspiegel gebunden, sondern können sich unter günstigen Umständen in grosse Tiefe hinabziehen, wie dies das Vorkommen von regenerierten und zum Theile von jenen Mineralen in tiefen Horizonten beweist, welche in der Successionstabelle als Folgebildungen aufgezählt worden sind; dass aber letztere nahe den Ausbissen am häufigsten vorkommen, ergibt sich von selbst. Hier ist jedoch die oxydierende Wirkung überwiegend, es werden Sauerstoffsalze und Oxyde gebildet, während in der Tiefe solche nahe ihrem Ursprung wieder als Sulfide ausgeschieden werden, sobald der Sauerstoff der Gewässer aufgezehrt ist und sich ein Präcipitator einfindet. Die Grenzen der Oxidationszonen können, während sie unter normalen Verhältnissen nur langsam, fast unmerklich

fortschreiten, durch eintretende Dislocationen auch rasch an Ausdehnung gewinnen, sauerstoff- und kohlen säurereiche Ströme führen dann zum energischen Angriff der älteren Lagerstätte, zur Umlagerung älterer Erzdepots. Als das Resultat eines derartigen Vorganges mag die Entstehung jener Mineralgruppe anzusehen sein, die in der Successionstabelle als II. Generation ausgeschieden wurde. Ihr Bildungsraum kann nach dem Vorangegangenen nur ein localer sein; er kann mit jenem der I. Generation tieferer Horizonte zusammenfallen, die umgelagerten Erze können aber auch für sich allein auftreten. Das Vorherrschen der Blende in dieser Gruppe, die gleichzeitige Bildung von Bleiglanz mit Blende und die Wiederholung der Gruppenelemente in derselben Reihenfolge, wie sie in der I. Generation beobachtet wurden, sind Erscheinungen, welche den angenommenen Bildungsvorgang zu bestätigen scheinen. Das Auftreten von Gyps und Dolomit in dieser Gruppe deuten eben sowohl auf eine Erweiterung des Kluftnetzes in das Hangende, als auch auf die schliessliche Erschöpfung des Metallhaltes in der extrahierten Erzzone.

Es möge nun versucht werden, auch die Bildung der Erzbegleiter näher zu beleuchten.

Naturgemäss wird man den Stammsitz des Barytes dort suchen müssen, wo ihn die Metallsulfide gehabt hatten, nämlich im erzführenden Kalk. Barytführende Gesteine sind in Kärnten in der Triasformation auch andernorts und ohne Erze gefunden worden, z. B. am Magdalensberge und im Bartolograben. Das Vorkommen von Baryt in Hohlräumen, in Nestern, in Klüften zeigt seine Herkunft aus dem Nebengesteine an.*)

Baryt ist als eine der schwerlöslichsten und schwerzersetzbaren Verbindungen kaum als solcher transportiert, sondern erst durch Ueberführung in Baryumcarbonat wanderfähig gemacht worden; letzteres löst sich bereits in 4300 Theilen kalten Wassers auf.

Der Absatz von Baryt in Spalten lässt sich aus aufsteigenden warmen Quellen nicht erklären.**)

Die Präcipitation des Barytes konnte durch Alkaliensulfate erfolgen, wenn die Temperatur der Gewässer nicht über 20 bis 22° R. war, was nicht unwahrscheinlich ist.***)

Uebrigens wird Baryumcarbonat auch durch Calcium- und Magnesiumsulfat in Baryumsulfat übergeführt. Alle die genannten präcipitierenden Agentien können hier als vorhanden gewesen angenommen werden.

*) Tschermak, Mineralogie, p. 530.

***) Bischof Geol. II, p. 223.

***) Ebenda. II, p. 220.

Für die Wanderung des Barytes ist bemerkenswert, dass dieser von organischen Substanzen zu leicht löslichem Schwefelbaryum reducirt werden kann, wodurch sich ergibt, dass Baryt erst nach den Metallsulfiden ausscheiden konnte, wenn für diese organische Substanz als Präcipitator fungierte; es erklärt sich aber darnach auch die Umwandlung von Baryt in Blende, wie dies die oben beschriebene Pseudomorphose zeigt. Solcherart erfolgt zuerst die Reduction des Barytes, sodann die Fällung der Zinklösung als Blende, während Baryumcarbonat in Lösung fortgeführt wird.*) Aus Sulfat reducirtes Baryumsulfid unterliegt aber auch durch Einwirkung von Kohlensäure oder Alkaliencarbonat der Veränderung in leicht wanderfähiges Baryumcarbonat.

Die Succession: Bleiglanz, dann Baryt in der ersten Generation ist an fast allen derartigen krustenförmigen Bildungen unzweifelhaft zu erkennen; zuweilen erscheinen Bleiglanzkrystalle fast vollständig von Barytaggregaten eingehüllt.

Die leichte Vitriolisierung des Markasites, sowie die ebenso häufig beobachtete Reduction von Eisenvitriol durch organische Substanzen ist bekannt. Markasitbildung mag jedoch auch durch Fällung von Eisenoxydulcarbonat bei dessen Zusammentreffen mit Alkali- oder Erdsulfaten und organischer Substanz erfolgen. Die Zinkblende enthält normal auch Eisen, letzteres wahrscheinlich als Bisulfid beigemischt; die Gleichzeitigkeit der Entstehung beider Sulfide lässt auf eine gleiche Abstammung und auf analoge Umlagerungsprocesse in diesem Falle schliessen. In der zweiten Generation tritt Markasit häufig als Ueberzug oder Anflug auf Schalenblende auf, während Baryt darüber seltener zu sehen ist. Die Markasithüllen über Stängelerz weisen, sowie dessen Ueberzüge über Blende auf eine Analogie in der Bildungsart aller drei Metallsulfide. Regenerations-Erscheinungen sind viel häufiger bei Markasit und Blende als bei dem minder leicht mobil zu machenden Bleiglanz. Die Grenzen der Bildungsperioden sind daher auch bei ersteren beiden minder scharf ausgeprägt, das Ende ihrer Bildungszeit überragt oft den Entstehungsbeginn des nächstfolgenden Successionsgliedes.

Calcit ist eine der frequentesten Erscheinungen beider Generationen; seine grosse Wanderfähigkeit als Bicarbonat lässt ihn erst zum Absatz gelangen, wenn die Lösungsmittel versiegen. Mit dem Fortschreiten der Concentrationsprocesse erweitern sich die Gebiete der Decission und Dissolution und vermindern sich die lösenden Agentien, so dass schliesslich

*) Bischof Geol. II. p. 205.

auch die mobileren Elemente aus der Circulation der Stoffe zur Ausscheidung gelangen.

Ein sehr merkwürdiges Vorkommen ist das Auftreten von isolierten Bleiglanzindividuen in compactem körnigen Kalkspat; neben Bleiglanz sieht man untergeordnet etwas Blende, das Ganze macht den Eindruck einer Verdrängung von Calcit durch die beiden Metallsulfide und würde das Gebilde der II. Generation einzureihen sein. Die bei dieser Bildung zu denkenden chemischen Vorgänge wurden bereits früher erörtert.

Bezüglich des Aragonites, welches Mineral übrigens nicht als normaler Erzbegleiter angesehen werden kann, mag bemerkt werden, dass sich diese Substanz zwar oft aus warmen Lösungen abscheidet, dass sich aber dieselbe oft auch aus kalten Gewässern absetzt.*)

Fluorit ist kein allzu häufig auftretendes Begleitmineral und findet sich nur local ein. Im Allgemeinen ist Fluor eine in Mineralen und Gewässern sehr verbreitete Substanz, welche von diesen Stoff ursprünglich enthaltenden Gesteinen abstammt.

Nach Bischof**) wird Fluor besonders in Thermen, aber auch in gewöhnlichem Wasser gefunden. Nachdem der erzführende Kalk ein marines Sediment ist und an Conchilienresten reiche Bänke enthält, so konnten ihm als solchem Fluorverbindungen ursprünglich eigen sein; besonders ist in den Schalen der Mollusken Fluor nachweisbar enthalten. Dass die Fluorverbindungen wanderfähig sind, wird durch deren Erscheinen in Brunnen- und anderem Wasser festgestellt. Fluorcalcium bedarf 26.923 Theile gewöhnlichen Wassers zu seiner Auflösung, von kohlenensäurehaltigem Wasser aber oder von Alkalibicarbonaten wird Fluorit viel leichter gelöst.

Es sind im gegebenen Falle somit alle Prämissen zur Bildung von Fluorit aus den Lagerstättengesteinen gegeben. Der Absatz von Fluorit dürfte zum Theile durch Entziehung des Lösungsmittels erfolgt sein, worauf sein Vorkommen als Ueberkrustung von Calcit ziemlich oft unzweideutig hinweist. Waren Alkalibarbonate als Lösungsmittel vorhanden, so konnte Gypslösung, eine als vorhanden anzunehmende Verbindung, die ersteren in Sulfate umwandeln, womit die Ausscheidung von Fluorit aus der Lösung erfolgen musste. Dieser Vorgang erscheint ganz besonders von Interesse im Hinblick auf das öftere Zusammenvorkommen von regenerierter

*) Bischof, Geologie II, p. 109.

**) Ebenda. p. 86.

Blende mit Fluorit, beide von augenscheinlich gleichzeitiger Entstehung. Findet sich nämlich im letzterwähnten Falle neben Fluorit auch Zinksalz in Lösung und wird das eben gebildete Alkalisulfat durch organische Substanz reducirt, so wirkt das erzeugte Natriumsulfid fällend auf das Zinksalz, Blende wird somit gleichzeitig mit Fluorit ausgeschieden.

Fluorit wird durch Umbildung in Calciumcarbonat wieder aufgelöst und umgelagert; schon bei gewöhnlicher Temperatur wird dieses Mineral von Alkalicarbonat führenden Gewässern in die genannte Substanz übergeführt; ebenso kann kohlenensäurehaltiges oder auch reines Wasser Fluorit wegführen.*)

Nachdem der erzführende Kalk arm an Magnesia ist, so kommt es in der Lagerstätte im Ganzen selten zur Bildung von Dolomitspath. Der Stammsitz des Dolomites ist das Hangende des Schiefers; durch Verwerfungs- oder sonstige letzteren durchsetzende Spalten gelangt Magnesiicarbonat in die höheren Schichten des erzführenden Kalksteines, diesen local dolomitisierend oder Calcit in Krystallen verdrängend. Als gleichzeitige oder spätere Bildung mit Dolomit erscheinen zuweilen regenerierte Blende und Greenokit; von der Bildungsweise des ersteren Mineralen gilt wohl dasselbe, was vorher bereits über Blendeeinschlüsse in Calcit gesagt wurde. Ueber Greenokit wird später die Rede sein.

Anhydrit und der daraus hervorgegangene Gyps konnten erst nach relativ bedeutender Verminderung der in Circulation befindlichen Gewässer durch Abgang an Lösungsmittel zum Absatz gelangen. Die Heimat des Gypses sind die Hangendschichten des erzführenden Kalksteines, welchen er zum Theile wahrscheinlich ursprünglich angehört oder deren Kiese vitriolisiert im Contacte mit Kalk Calciumsulfat ergeben konnten. Auch durch Vitriolisierung der Blende konnte im Säuretausch mit Kalk Calciumsulfat gebildet werden.

Partien von schaliger Blende und Bleiglanz erscheinen zuweilen ganz isoliert, gleichsam schwimmend in der bläulichen körnigen Masse des Anhydrites. Kleine Höhlungen in Bleiglanz findet man zuweilen mit blättrigen Gypsaggregaten erfüllt.

In die Gruppe der Folgebildungen werden solche Minerale gestellt, welche aus den Metallsulfiden unter Einwirkung von lufthältigem Wasser und wesentlich auch unter Ausschluss von reducierenden, beziehungsweise Sulfide präci-

*) Bischof, Geologie I, p. 58.

pitierenden Substanzen entstanden sind; ihr Sitz ist demgemäss in den oberen Horizonten, obgleich sie sich local in zum Theile oder ganz luffterfüllten Räumen auch in tieferen Horizonten zeigen.

Anglesit bildet sich in geschlossenen kleinen Höhlungen durch Oxydation von Bleiglanz, wobei zuweilen eine Abscheidung von Schwefel, der sich in winzigen Krystallen ansiedelt, erfolgt. Ein derartiges Vorkommen von Schwefel ist von Miess in Kärnten bekannt.

Anderenorts beobachtete Pseudomorphosen von Anglesit nach Bleiglanz beweisen die angenommene Bildungsweise desselben.*)

Viel häufiger als letzterwähnte ist die Pseudomorphose von Cerussit nach Bleiglanz. In den meisten Fällen findet man das Weissbleierz parasitisch auf angeätztem oder zerfressenem Bleiglanz in Ueberzügen und Drusen. Cerussitkrystalle siedeln sich auch oft entfernt von der Bildungsstätte des Bleicarbonates an, man findet sie häufig über jungen Gebilden, wie Kieselzinkerz, und über Hydrozinkit; auch als derbe Kluftausfüllung in Bleiglanz wurde Weissbleierz beobachtet. Häufig sind es die Carbonate der Alkalien, welche mit lufthältigem Wasser unter Bildung von Alkalisulfat aus Bleiglanz Cerussit bilden.**)

Plumbocalcit ist eine jüngere Bildung, entstanden auf Kosten von Bleiglanz; die beiden Carbonate des Bleies und Calciums kamen gleichzeitig zur Krystallisation; der schwereren Löslichkeit des Bleicarbonates entsprechend, kommen zuerst bleireichere Absätze zustande, welchen ärmere folgen. Eine Untersuchung ergab, dass die Kernsubstanz nahe doppelt soviel Bleicarbonat enthält, als die weissen Hüllen der Krystalle.

Für die Erklärung des Auftretens von Wulfenit in der Erzlagerstätte ist die erfolgte Nachweisung von Calciummolybdat in einzelnen Wulfenitexemplaren des Fundortes von Bedeutung; sie zeigt auf den Ursprung der Molybdänsäure hin. Calciummolybdat und Bleicarbonat ergeben durch Wechselerzsetzung Bleimolybdat und Calciumcarbonat. Die Bildung von Bleicarbonat scheint jener von Wulfenit immer voranzugehen.***)

Reste von zerfressenem Bleiglanz, von Wulfenit umschlossen, lassen keinen Zweifel übrig, dass letzterer durch Zersetzung des ersteren entstand Zuverlässig hat man mindestens zwei Altersstufen von Wulfenit zu unterscheiden;

*) Bischof, Geologie III, p. 804.

**) Tschermak, Mineralogie, p. 296.

***) Bischof, Geologie III, p. 774.

es ist sonach auch in der Bildung der jüngeren Abkömmlinge eine zeitliche Unterbrechung zu bemerken.

Hydrozinkit und Galmei bezogen ihren Metallhalt von zersetzter Blende; beobachtete Pseudomorphosen bestätigen diese Annahme. Zuweilen finden sich Einschlüsse von Bleiglanz als Reste des primären Vorkommens im Galmei. Uebergänge von Galmei in Hydrozinkit sind als „Edelgalmei“ bekannt. Ueberzüge von Hydrozinkit auf Grubenholz zeigen, dass die Bildung dieser Substanz noch jetzt vor sich geht. Nach der Krustenfolge zu schliessen, entsteht Galmei vor Hydrozinkit. Beide Carbonate, insbesondere Hydrozinkit, sind von kohlensäurehaltigem Wasser leicht zu lösen, sind daher äusserst wanderfähig.

Es erscheint kaum zweifelhaft, dass auch Kieselzinkerz sich auf Kosten von Blende gebildet hat, denn bei krustenförmigem Vorkommen dieses Mineralen über Bleiglanz findet sich an Stelle der nach der Succession voraussetzenden Blendekruste ein kaum zu missdeutender Hohlraum.

Die Kieselsäure kann sowohl aus dem erzführenden Kalk selbst stammen, in welchem sie als mikroskopischer Einschluss nachgewiesen worden ist, sie kann aber auch aus mergeligen Hangendschichten zugeführt worden sein, indem kohlensaure Gewässer auf Silicate zersetzend einwirken. Eine Lösung von Kaliumsilicat wirkt im Säuretausch mit Zinksulfat Zinksilicat bildend. Ebenso kann aus einer kohlensauren Lösung von Zinkcarbonat durch Alkalisilicat eine Abscheidung von Zinksilicat erfolgen, woraus die Möglichkeit der Umbildung von Galmei und Hydrozinkit in Kieselgalmei resultiert. Das Nebeneinandervorkommen der letztgenannten ist eine häufig zu beobachtende Erscheinung. Kieselzinkerz ist in reinem Wasser sehr schwer, in kohlensäurehaltigem aber ziemlich leicht unzersetzt löslich, deshalb die Substanz auch sehr wanderfähig ist. Kieselzinkkryställchen können sich auf Calcit, ja sogar auf Cerussit- und Wulfenitkrystallen ansiedeln. Kieselzinkerz kann auch als Verdränger von Calcit auftreten.

Greenokit spaltet sich bei der Umlagerung cadmiumhaltiger Blenden zuweilen ab und erscheint dann in Gesellschaft meist jüngerer und jüngster Gebilde.

Fasst man die Ergebnisse vorstehender Erörterungen kurz zusammen, so findet man:

1. Mit Bezug auf die Entstehung der Lagerstätte, dass der Annahme, dieselbe sei durch Concentrationsprocesse aus solchen Elementen gebildet, welche schon ursprünglich im erzführenden Kalke, oder bezüglich einzelner Erz-

begleiter in den Hangendschichten, vorhanden waren, vom chemischen Standpunkte aus kein begründeter Einwand entgegengesetzt werden kann;

dass ferner die Lagerstätte sich erst nach erfolgten bedeutenden Dislocationen zu bilden begann und dass durch später eingetretene Störungen minderen Wirkungsgrades eine partielle Umlagerung der Erze und ihrer Begleiter begründet war; die Bildungszeit dürfte, nachdem die ausserordentlich grossartigen Dislocationen nur als Theilerscheinungen allgemeiner Bewegungen der Erdrinde im Gebiete der Alpen aufgefasst werden können, in das Spättertiär fallen.

2. Hinsichtlich der Form der Erzlagerstätten wird im Sinne älterer Bestimmungen erkannt, dass die Erze zum Theile in Hohlräumen abgesetzt worden sind und dass weiters durch metamorphische Prozesse Erzimprägnationen in der Gänze entstanden sind.

3. Mit Bezug auf die Bildungsfolge ergibt sich der Bestand zweier Erzgenerationen, von welchen die zweite als Folge einer partiellen Umlagerung der erstgebildeten nur local auftritt.

In der Bildungsreihe erscheint Bleiglanz als Zwischenglied in Blende, deren Ausscheidung die Präcipitation des Bleiglanzes zeitlich überragt. Aus diesem Grunde ist die Krystallisation des letzteren durch Unvollkommenheit der gebildeten Individuen charakterisiert, in Verbindung mit Schalenblende konnten sich nur krystallinische Aggregate von Bleiglanz ausscheiden.

In der ersten Generation überwiegt quantitativ Bleiglanz in der zweiten Blende.

Ueber die genannten Erze folgen in beiden Generationen: Baryt, Markasit, Calcit und Fluorit; in der zweiten schliessen Dolomit und Anhydrit die Reihe.

Die Folgebildungen: Anglesit, Cerussit, Plumbocalcit, Wulfenit, Galmei, Kieselsinkerz, Hydrozinkit und Limonit sind nebeneinander, im Ganzen gleichzeitig entstanden. Ihre Entstehung ist bedingt durch die Einwirkung von lufthältigem Wasser; Elemente dieser Gruppe bilden sich noch gegenwärtig, sowie auch Regenerationen von Gliedern der ersten und zweiten Generation in der Tiefe noch fortdauernd gedacht werden können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Brunnlechner August

Artikel/Article: [III. Die Entstehung und Bildungsfolge der Bleiberger Erze und ihrer Begleiter 61-96](#)