



Nachdruck, auch auszugsweise, ist mit Erlaubnis der Schriftleitung und nur unter vollständiger Quellenangabe gestattet.

T 1939

Ueber kolloidale Vorgänge bei der Entstehung der oberschlesischen Zink-Bleierzlagerstätten.

Von Geh. Bergrat Prof. Dr. **Krusch**
Präsident der Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin.



Sonderabdruck
aus der Zeitschrift des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins Z. z. in Katowitz
Jahrgang 1929, Heft 6 u. 7.

Ueber kolloidale Vorgänge bei der Entstehung der oberschlesischen Zink-Bleierzlagerstätten.

Von Geh. Bergrat Prof. Dr. **Krusch**,
Präsident der Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin.

Allgemeines über die mit metasomatischen Zink-Bleierzlagerstätten verbundenen Höhlenfüllungen in Kalken und Dolomiten. Alle Anzeichen für niedrige Gesteinshöhen-Temperatur. — Allgemeine Eigenschaften der oberschlesischen Erzvorkommen. Im Liegenden der Erzformation größere Anzahl von Bleiglanz führenden Gängen als Erzbringer. — Eingehendere Besprechung der Arbeiten von K. Seidl, F. Duwensee und R. Stappenbeck. — Ansicht des Verfassers über die kolloidale Entstehung der oberschlesischen Zink-Bleierzlager; horizontale Schwundschlächte und Gekrösestruktur der Schalenblende. Zinksulfid zuerst amorph erdig, ziemlich niedrige Temperatur, sehr lange Zeiträume. Liesegang'sche Schichtung und rhythmische Fällung. — Primäre und sekundäre Lagerstätten-Bildungsprozesse streng zu trennen. — Zwei Dolomitierungen. — Markasit ebenfalls ursprünglich Gel und gleichaltrig mit Zinksulfid; auch horizontale Schwundschlächte. — Bleiglanz in mehreren Generationen; ob auch kolloidal nicht nachweisbar. Sulfidische Erzbildung vorzugsweise durch ascendente Lösungen. Oberes und Unteres Lager entsprechen zwei charakteristischen Grundwasserhorizonten. Erklärung der oberschlesischen Erzbildung durch Ausflockung aus kolloidalen Lösungen bei keiner Bildungsetappe schwierig.

Der Streit um die Entstehung der oberschlesischen Blei-Zinkerzlagerstätten ist so alt wie die Erzlagerstättenlehre überhaupt.

Bei den folgenden Ausführungen will ich zunächst kurz und ganz allgemein die charakteristischen Eigenschaften der mit metasomatischen Blei-Zinkerzlagerstätten verbundenen Höhlenfüllungen zusammenfassen (A), dann die Ergebnisse der drei letzten wichtigen Arbeiten über die oberschlesischen Vorkommen skizzieren (B) und schließlich meine Auffassung über die kolloidalen Vorgänge bei der Entstehung der oberschlesischen Zink-Bleierzlagerstätten entwickeln.

A. Allgemeines über die mit metasomatischen Blei-Zinkerzlagerstätten verbundenen Höhlenfüllungen.

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß sie an Kalke oder Dolomite gebunden sind, und in jeder, massige Kalke führenden geologischen Formation vorkommen können. Die vererzten Dolomite sind in der Regel sekundärer Entstehung, sie können aber auch primäre Meeresabsätze darstellen und noch nachträglich verändert, d. h. chemisch umgelagert sein.

Der Form nach handelt es sich, abgesehen von den Höhlenfüllungen, um Imprägnationen von Höhlen und — wenn auch nur feinsten — Spalten aus. Man darf aber nicht vergessen, daß auch in den Fällen, wo keine Spalten mikroskopisch festgestellt werden können, eine Durchtränkung des Kalkes durch Minerallösungen Platz gegriffen haben kann, die Erzabscheidungen bedingte; umfangreichere Verdrängungen des Kalkes oder Dolomites werden häufig beobachtet. Die letzteren sind nicht mit Hohlraumfüllungen zu verwechseln, die sich in der Regel durch echte Lagenstruktur auszeichnen, sondern stellen die bekannten metasomatischen Substanzeretzungen dar, die, wenn nur einzelne durch widerstandsfähigere Schichten getrennte Kalklagen für die Verdrängung geeignet waren, Pseudolagenstruktur (also mit durchweg gleichaltrigen Erzschiehten) zeigen können. Der von Herrn Duwensee (siehe unten) nach amerika-

nischem Vorbild angewandte Ausdruck „*selective Metasomatose*“ ist für den geschilderten Prozeß recht treffend.

Als Zuführungskanäle für die Erzlösungen kommen nicht nur Spalten, sondern auch durch wässrige Auslaugungen entstandene Hohlräume und Schichtflächen in Frage und besonders häufig findet eine Stauung der Minerallösungen über oder an wasserundurchlässigen Schichten statt. Sie bevorzugen deshalb unter anderem die Grenze von Kalk oder Dolomit gegen liegende Letten und tonige Schichten (Oberschlesien) oder durch Verwerfungen bedingte Gesteinswechsel von Kalk oder Dolomit gegen wasserundurchlässige Schichten. Die Vorbedingungen für günstigen Mineralabsatz sind also die gleichen wie diejenigen für Grundwasseransammlungen.

Eine bedeutende Rolle spielen die Oxydationsprozesse. Bei der Auflösung oder Verdrängung des Kalks und Dolomits bleiben die tonigen Bestandteile dieser Gesteine zurück, sie bilden Suspensionen und schließlich Lettenanhäufungen in Form von mehr oder weniger horizontalen Schichten, von Höhlenlehm oder Kluffletten.

Bei der Oxydation der primären sulfidischen Erze entstehen Minerallösungen, deren Erzgehalt bei der Durchtränkung der Letten durch Adsorption zur Ausscheidung gelangt. Solche Adsorptions-Erz führende Letten fehlen nie bei dieser Lagerstättengruppe, sie sind aber nicht, wie häufiger die Bergleute und Geologen annehmen, ursprüngliche Erzträger, denen die Erzvorkommen ihre Entstehung verdanken, sondern Bildungen sekundärer Vererzung.

Den gleichen Vorgang beobachtet man auch bei tonigen Dolomiten, die bei der Auflösung eine Anreicherung der tonigen Bestandteile erfahren und gleichsam das Anfangsstadium der Vertonung darstellen; auch sie können durch Adsorption vererzt sein.

Lagen solche Lettenanhäufungen oder mehr oder weniger vertonte Dolomite und Kalke schon bei der primären Erzbildung vor, so wurden sie durch Ad-

sorptionsvorgänge bereits damals mit sulfidischen Erzen imprägniert. Sie stellen aber nicht etwa das Muttergestein der Lagererze dar, wie in Oberschlesien noch häufig genug angenommen wird.

Die oxydischen Erze sind natürlich Oxydationsprodukte der sulfidischen, und zwar wird Zinksulfid bedeutend leichter zersetzt als Bleisulfid; der Bleiglanz ist häufig noch nicht angegriffen, wenn die Zinkblende schon völlig oxydiert ist. Bei dem Oxydationsprozeß wird der geringe Cadmiumgehalt, welcher dem Zinksulfid isomorph beigemischt ist, von Zink getrennt und häufig in der Form von zeisiggrünen Greenockitanflügen abgesetzt.

Auf die bekannten Oxydationserze von Blei und Zink gehe ich hier nicht ein.

Die Oxydationsprodukte treten vorzugsweise über dem Grundwasserspiegel auf. Bis hier verläuft der Prozeß besonders energisch, weil die große Masse des bis zum Grundwasserspiegel niedersinkenden Oberflächenwassers sehr bedeutende Mengen Sauerstoff in die Tiefe führt. In dem verhältnismäßig langsam fließenden Grundwasser, welches häufig nur 1 m in 24 Stunden zurücklegt, ist zwar ebenfalls Sauerstoff vorhanden und damit die Gelegenheit zur Oxydation gegeben, aber bei der verhältnismäßig geringen Sauerstoffmenge und der langsamen Bewegung des Grundwassers sind die Oxydationsvorgänge sehr viel weniger energisch als oberhalb des Grundwasserspiegels. Hierzu kommt noch, daß ein guter Teil der entstandenen Oxydationsprodukte vom Grundwasser vorzugsweise als Suspension und kolloidale Lösung fortgeführt wird, während die Oxyde oberhalb des Grundwasserspiegels viel weniger der feinen Verteilung und dem Abtransporte als kolloidale Lösung usw. unterliegen. So erklären sich die großen Massen von Oxydationsprodukten oberhalb des Grundwasserspiegels gegenüber den kümmerlichen Mengen im Grundwasser und die verhältnismäßig scharfe Grenze, welche der Grundwasserspiegel bildet, und welche die weitverbreitete, aber irrige Ansicht verursacht, daß die Oxydationszone nach unten durch den Grundwasserspiegel begrenzt wird.

Von den sulfidischen Erzen bietet der Bleiglanz weniger Interesse, sein Altersverhältnis zur Zinkblende wechselt auf derselben Lagerstätte; mehrere Generationen sind häufig. Man hat oft den Eindruck einer rhythmischen Fällung aus einer S-haltigen, sehr verdünnten Blei-Zinklösung, aus welcher je nach der Konzentration sich bald Zinksulfid, bald Bleisulfid ausschied, je nachdem sie relativ gesättigter in bezug auf Zink oder in bezug auf Blei war.

Das Schwefelzink tritt vorzugsweise in der hexagonalen Form des Wurtzits als Schalenblende, untergeordneter als Zinkblende auf. Von großem Interesse ist die vom Eisengehalt abhängige Farbe, welche namentlich bei der Schalenblende häufig wechselt. Die primären Lösungen müssen entweder relativ eisenarm gewesen sein oder die Ausfällungsprozesse waren derartige, daß nur ein kleiner Teil des Eisengehaltes als Zink-Eisenmischung zur Abscheidung kam; so ist ein sehr erheblicher Teil der Schalenblende hellgelb oder sogar weiß und wird dann häufig genug für Dolomit gehalten; wie ja überhaupt die rein weißen Mineralien mit dem bloßen Auge am schwersten zu bestimmen sind. Die lediglich auf dem Eisengehalt be-

ruhende feine Schichtung der Schalenblende dürfte Liesegangsche Schichtung darstellen.

Auf die Genesis der Schalenblende gehe ich weiter unten ein.

Ganz auffallend ist die außerordentlich häufige traubige Oberfläche der Schalenblende in Hohlräumen, in welche sie warzenförmig von allen Seiten ähnlich wie Silikatgewächse hineinragt. Durch Zufall kommt es dabei auch zur Bildung von echten, senkrecht übereinander stehenden, Stalaktiten und Stalagmiten.

Sehr häufig bildet sie natürlich außerdem schalige Krusten an den Wänden von Hohlräumen und Spalten.

Die Zinkblende bietet wenig Bemerkenswertes, auf vielen Vorkommen ist sie wegen des geringen Eisengehaltes als Honigblende ausgebildet. Das Verhältnis Pb : Zn schwankt sehr, die Weltproduktion der Gruppe der Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten ergibt 5 : 7.

Sehr interessant ist das häufig massenhafte Auftreten von Markasit auf diesen Vorkommen; die Form des Schwefelkieses findet sich zwar auch, erweist sich aber in der Regel als wesentlich jüngere Bildung, während der Markasit engstens mit der Schalenblende verknüpft ist. Fast immer zeigt er sowohl konzentrisch schalige als radial fasrige Struktur. Mit seiner meist traubigen Form, bei welcher die Lagen parallel zur Gesteinsunterlage oder Oberfläche verlaufen, macht er den Eindruck gleicher Entstehung wie Silikatgewächse, aber mit nachträglicher Kristallisation.

Das Auftreten des Markasits in größeren Mengen ist immer auffallend, bisweilen ist aber sogar mehr Eisen als Zn + Pb vorhanden.

Nur selten finden sich, wie z. B. bei Meggen, bedeutende Lagerstätten, die fast ausschließlich aus Markasit bestehen. Bei allen ist eine befriedigende Erklärung der genetischen Verhältnisse schwierig und nach meiner Erfahrung unmöglich, wenn sich der betreffende Forscher nicht in die Kolloidchemie hineinbeißt. Selten ist ein Mineral so verdächtig kolloider Entstehung wie der Markasit der Gruppe der mit metasomatischen Blei-Zinkerzen verbundenen Höhlenfüllungen.

Nirgends hat man auf diesen Vorkommen Magnetkies gefunden, dessen Entstehung eine höhere Temperatur voraussetzt.

Der Silbergehalt der Erze ist meist gering und häufig so niedrig, daß sich eine Entsilberung des Bleies nicht lohnt. Das Jungferblei verdankt dem Fehlen des Silbers seine berühmte Reinheit. Der bereits erwähnte Cadmiumgehalt des Schwefelzinks ist bei der Schalenblende der mit metasomatischen Lagerstätten verbundenen Höhlenfüllungen etwas höher, als bei der auf Gängen auftretenden Zinkblende.

Das häufigere Vorkommen von Manganerzen überrascht nicht, wenn man bedenkt, daß alle Kalke und Dolomite, die der Vererzung unterworfen waren, einen, wenn auch geringen Manganengehalt aufweisen, dazu kommt noch ein winziger Manganengehalt des Wurtzits.

Als Gangarten finden sich in der Hauptsache Kalkspat, Dolomit, Aragonit, Schwerspat und Quarz. Der Kalkspat ist sehr häufig und bildet

sich durch die Umkristallisation von Kalkstein und Dolomit. Er entsteht sowohl bei niedrigen als bei hohen Temperaturen. Unsere Blei-Zinkerzlagernstätten haben aber in bezug auf die Verknüpfung mit Gängen und Höhlen sehr häufig in der Form und im Auftreten des Kalkspats viel Ähnlichkeit mit den Höhlenbildungen (Tropfsteinhöhlen) in Kalkgebirgen. Da in diesen Höhlen der Kalkspat zweifellos bei niedriger Temperatur gebildet wurde, kann man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch der Kalkspat der mit metasomatischen Blei-Zinkerzlagernstätten verbundenen Höhlenbildungen bei niedriger Temperatur entstand.

Der Dolomit ist bei unserem Vorkommen in bei weitem den meisten Fällen sekundär aus Kalk hervorgegangen. Das schließt natürlich nicht aus, daß auch primäre versteinigungsführende Dolomite vererzt werden, sie erfahren aber dann dabei ebenfalls eine Umkristallisation, bei welcher übrigens in der Regel die Fossilien zerstört werden.

Auf einzelnen Lagerstätten tritt Aragonit — mitunter in recht erheblichen Mengen — auf. Auch dieses Mineral ist nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis nur bei niedriger Temperatur gebildet worden.

Sehr häufig ist Schwerspat in z. T. ausgezeichneten Kristallplatten. Sein Auftreten ist nicht weiter auffallend. Von seinen beiden Komponenten tritt das Barium als winziger akzessorischer Bestandteil in allen Kalken und Dolomiten auf und Schwefelsäure ist sehr häufig im Grundwasser. Bei der schweren Löslichkeit des Schwerspats findet seine Ausfällung schon beim Zusammentreffen geringster Mengen beider Komponenten statt. Auch der Absatz des Schwerspats setzt keine höhere Temperatur voraus.

Quarz ist auf unseren Lagerstätten nicht selten, wenn er auch meist nur in geringen Mengen auftritt. Immer findet er sich in langsäuliger Form, ist also bei niedrigerer Temperatur entstanden.

In der Form des metasomatischen Teils der Blei-Zinkerzlagernstätten kommt die enge Beziehung zu Spalten- und Höhlensystemen in Kalken und Dolomiten deutlich zum Ausdruck. Außerordentlich häufig handelt es sich um schlauch- und kanalförmige Erzkörper, die derart in Beziehung zu Querklüften und Schichtflächen stehen, daß ihre Längsachse mit dem Verlauf der Querklüfte und Schichtflächen übereinstimmt. Auch wenn umfangreiche Verdrängungen von Kalk und Dolomit stattgefunden haben, also das Stadium der Hohlraumfüllung weit überschritten und nur noch an der Struktur zu erkennen ist, macht sich häufig die Nachformung der ursprünglich im Kalk und Dolomit vorhanden gewesen Schläuche und Kanäle unverkennbar geltend.

Natürlich werden bei den Verdrängungsprozessen die ursprünglich vorhandenen Kanäle schließlich geschlossen, und die bei der Genesis der Erze eine so große Rolle spielenden Klüfte und Verwerfungen verschwinden mehr oder weniger und in selteneren Fällen fast vollständig. Aber in Gebieten, die infolge einer komplizierteren Tektonik nicht lediglich aus unwandelbarem Kalk bestehen, wie im Aachener Blei-Zinkerzbezirk, tritt die Beziehung zu Ergänzungen und Verwerfungen so unverkennbar hervor, daß jeder Zweifel in der Deutung ausgeschlossen ist. Die Erzkonzentrationen finden sich hier ausschließlich an den

Kreuzungsstellen der Verwerfungen mit Kalksteinen, ohne Rücksicht auf deren geologisches Alter, und die Verwerfungen sind hier in den nicht auflösbaren Schiefern, Grauwacken usw. einwandfrei zu verfolgen. Die metasomatische Blei-Zinkerzlagernstätte ist gleichsam nur eine durch die Ausfüllung unregelmäßiger Hohlräume und durch Verdrängung bedingte abnorme Erzanhäufung im Kalk und an dem infolge der Faltung steilstehenden Gesteinswechsel Kalk/Schiefer.

Bei Aachen sind diese Verhältnisse aus den angegebenen Gründen besonders gut erkennbar; in den meisten andern Fällen bedarf es eingehenderer Untersuchungen, um die Beziehung zwischen Gang und metasomatischer Lagerstätte festzustellen; und sehr große Schwierigkeiten liegen dann vor, wenn, wie in Oberschlesien, z. T. außerordentlich bedeutende Erzmächtigkeiten durch weitgehendste Verdrängung von Kalkstein und Dolomit entstanden sind und niemand das Interesse hat, das Liegende der Erzformation auf erzführende Spalten und Gänge zu untersuchen. Das „Nochnichtkennen“ der Mutterspalten ist nicht identisch mit dem „Ueberhaupt Nichtvorhandensein“!

In dieser Beziehung ist die Imprägnations- und Verdrängungslagerstätte Kommern-Mechernich ein sehr lehrreiches Beispiel. Die dortigen, häufig kristallisierten Bleierzknotten sind durch Minerallösungen entstanden, welche den Sandstein durchtränkten und in ihm sehr energisch chemisch wirksam waren, derart, daß sogar der Quarz z. T. durch Erz ersetzt wurde; das ist also derselbe Vorgang wie bei den metasomatischen Kalk- usw. Verdrängungslagerstätten. Der Umfang der Knottenerzlagern setzt einen langandauernden intensiven Nachschub von Minerallösungen voraus. Lange währte der Streit um die Genesis des Bleierzlagers, ob Syngeneese oder Epigeneese, bis man auf der Grube Kaller-Stollen zufällig den Schlüssel fand. Hier erschloß man einen Bleierzgang und fand den anstoßenden Buntsandstein zu typischem Knottenerz umgewandelt, dessen Bleigehalt ganz allmählich von der Spalte aus nach beiden Seiten abnahm und bald ganz aufhörte. Das Knottenerz war völlig identisch mit demjenigen von Kommern-Mechernich. Das Suchen nach den Mutter-Erzgängen im Liegenden des Knottenerzes von Kommern, ist zwar bis jetzt vergeblich gewesen, der geschilderte Zufallsfund hat aber die Frage nach der Genesis durchaus befriedigend beantwortet.

Die oben skizzierte nachträgliche Dolomitierung des Kalksteins ist eine der großartigsten chemisch geologischen Prozesse, die wir in der Geschichte der Erdkruste kennen. Er setzt, wenn auch ganz allmählichen, so doch ungeheuren Materialtransport voraus, der durch CO₂ haltige Lösungen bewirkt wurde und muß in vielen Fällen als Vorstufe der Vererzung angesehen werden. Zweifellos ist die Verbreitung der Dolomite eine weit größere als diejenige der Erze, aber andererseits treten metasomatische Erze nur selten ohne Dolomitierung auf. Dieser Dolomit entstand nach der herrschenden Ansicht durch ganz ähnliche Lösungen, wie die die Erze absetzenden; die Dolomitierung war die Einleitung der Vererzung. Es müssen also zwei genetisch nahe verwandte Prozesse unterschieden werden, von denen der erste freilich viel häufiger als der zweite ist.

Von dieser oft mit Vererzung verknüpften Dolomitierung muß die noch heute andauernde, durch die

Oberflächenwasser bewirkte unterschieden werden, welche vermutlich schon sehr frühzeitig einsetzte und mit den oben genannten Oxydationsprozessen engstens verknüpft ist. Beide begannen in dem Moment, wo Oberflächenwasser bis zu den Kalken eindringen konnte. Sie wirken flächenhaft, während die Vererzung vorangehende Dolomitisierung von Spalten und Klüften aus verhältnismäßig langsam seitlich fortschreitet, auch wenn geeignete Schichtflächen die Zirkulation der Minerallösungen relativ beschleunigen.

Was die Genesis der mit metasomatischen Blei-Zinkerzlagernstätten verknüpften Höhlenfüllungen anbetrifft, so ist der früher so lebhaft streit, ob die Erze gleichaltrig mit dem Nebengestein (syngenetisch) oder jünger (epigenetisch) sind, längst zu Gunsten der Epigenese entschieden. Wenn auch zweifellos in vielen Kalksteinen und Dolomiten winzige syngenetische Metallgehalte — auch Pb und Zn — angetroffen werden, so ist doch nach allen jüngeren Untersuchungen die Hauptmenge der metasomatischen Erze jünger als das Nebengestein, also epigenetisch.

Ein gutes Stück vorwärts ist die Wissenschaft auch in bezug auf die Entstehungstemperatur der Erzkonzentrationen gekommen. Man weiß, daß amorphes ZnS, welches bei den metasomatischen Lagerstätten so häufig ist, nur bei Temperaturen unter 200° gebildet wird, und daß die Zinkblende in der Regel bei Temperaturen zwischen 250 und 400° entsteht. In vielen Fällen läßt sich der Nachweis führen, daß der Wurtzit allmählich aus dem amorphen ZnS durch Umkristallisieren hervorgeht, und da das amorphe ZnS fraglos ein Gel, also eine Ausfällung aus kolloidaler Lösung darstellt, ergibt sich, daß auch die großen Mengen von Wurtzit schließlich ihre Entstehung kolloidalen Vorgängen verdanken.

Welche große Rolle die Verdrängungsprozesse bei den sogen. metasomatischen Lagerstätten spielen, ist längst bekannt, darauf wurde bereits oben hingewiesen. Solche Verdrängungen werden aber nicht nur durch kristalline, sondern auch durch kolloidale Lösungen¹⁾ bewirkt, freilich mit dem Unterschiede, daß die feste Phase dieser Lösungen infolge der gröberen Struktur beim Substanzersatz die verdrängte Struktur weniger gut nachahmt, als das aus kristalliner Lösung ausgefällte Mineral. Eine scharfe Trennung der kristallinen Verdrängung durch die kolloidale dürfte es in der Natur überhaupt nicht geben, denn nach allen Erfahrungen der chemischen Geologie muß man annehmen, daß die Natur stets kristalline neben kolloidaler Lösung bildet, derart, daß bald die kristalline und bald die kolloidale Menge überwiegt. Man darf also, streng genommen, nur von vorzugsweise kristallinen und vorzugsweise kolloidalen Lösungen sprechen.

Spielen aber bei den mit metasomatischen Verdrängungen verbundenen Höhlenfüllungen die kolloidalen Prozesse eine große Rolle, so ergibt sich ohne weiteres eine niedrige Gesteinstemperatur. Sie ist relativ um so höher, je mehr Zinkblende auf der Lagerstätte

auftritt, es muß außerdem dabei berücksichtigt werden, daß die Zeit die Temperatur bis zu einem gewissen Grade ersetzen kann.

Der Markasit entsteht ebenfalls bei niedrigen Temperaturen und ist unter 450° stabil, bei höherer Temperatur geht er in Schwefelkies über. Da bei der behandelten Lagerstättengruppe in der Regel nur wenig Schwefelkies vorkommt, kann man auch hieraus schließen, daß niedrige Temperaturen bei der Bildung dieser Blei-Zinkerze geherrscht haben.

Berücksichtigt man alle vorkommenden Mineralien, so darf man bei den Sulfiden von Zink und Eisen auf eine Gesteinstemperatur von höchstens 100° schließen. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist auch anzunehmen, daß es sich um nur schwach saure Lösungen handelte.

Einiger Erläuterungen bedarf noch die Herkunft der Minerallösungen. Es herrscht noch keine Uebereinstimmung darüber, ob es sich bei der Sulfidbildung um ascendente oder deszendente Lösungen handelt. Voraussetzung der richtigen Beantwortung dieser Frage ist natürlich die sorgfältige Trennung der nachträglichen Oxydationsprozesse von den primären. Selbstverständlich sind die ersten durch die in jeder geologischen Epoche nach der Sulfidbildung niedersinkenden Tagewässer gebildet worden; bei den oxydischen Erzen handelt es sich also um Deszendenz.

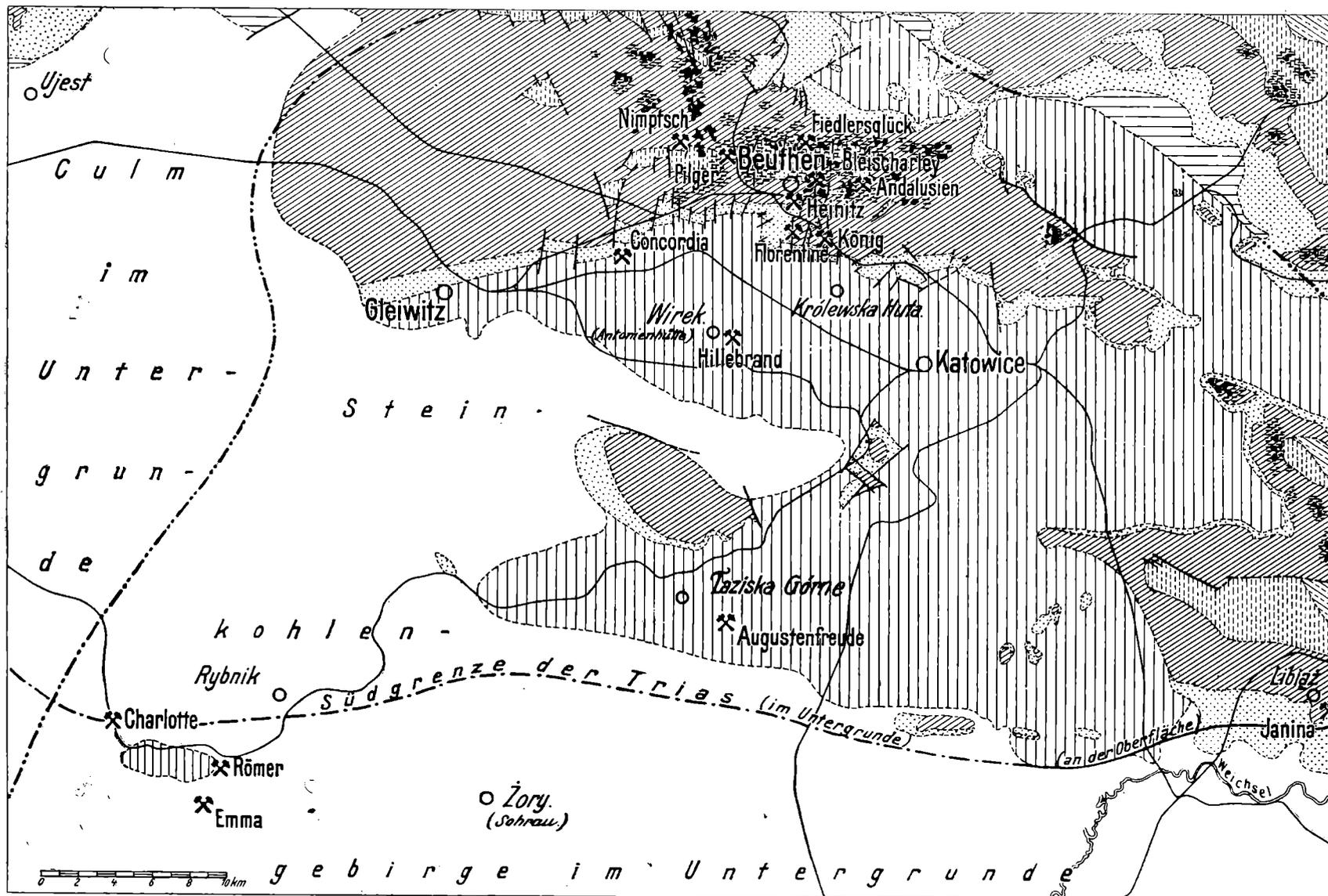
Anders liegen aber die Verhältnisse bei der Sulfidbildung. Das oben behandelte Beispiel Aachen hat gezeigt, daß die metasomatischen Blei-Zinkerze engstens mit z. T. gangförmig ausgebildeten Spalten verknüpft sind. Die Erfahrung lehrt allgemein, daß derartige Gänge, da wo sie Kalk durchqueren, mit größeren Erzanhäufungen, die durch Verdrängung des Kalkes entstanden, verknüpft sind, d. i. also das Anfangsstadium der Bildung einer metasomatischen Blei-Zinkerzlagernstätte. Ganz allgemein ist die Verknüpfung von Blei-Zinkerzergängen und Höhlenfüllungen mit derartigen metasomatischen Vorkommen eine innige. Da aber die Gänge zweifellos durch ascendente Lösungen gefüllt wurden, muß auch für die metasomatischen Verdrängungen Ascendenz angenommen werden.

Interessant ist, daß auch bei den durch deszendente Lösungen entstandenen Oxydationsvorgängen eine Trennung von Blei, Zink und Cadmium derart Platz greift, daß der Wurtzit und die Zinkblende viel schneller als der Bleiglanz angegriffen werden. Mitunter ist das Schwefelzink schon vollkommen in oxydische Erze umgewandelt, wenn der Bleiglanz noch so gut wie nicht angegriffen erscheint. Bei der Oxydation wird auch, wie oben gezeigt wurde, Cadmium von Zink getrennt. Da man aber immer nur dünne Ueberzüge findet, kam es bei diesem Prozeß nicht zu irgendwie größeren Anhäufungen von Cadmiumsulfid, sondern die Verbindung wurde nach kurzer Zeit wieder von den Oxydationslösungen weggeführt. Schwefelcadmium bleibt also in seiner Löslichkeit nur etwas gegenüber dem Schwefelzink zurück.

B. Allgemeines über die oberschlesischen Vorkommen und die wichtigsten Ergebnisse der letzten Veröffentlichungen. (Fig. 1).

Die Vorkommen sind in der sogen. Tarnowitzer und Beuthener Mulde gehäuft; da es sich

¹⁾ P. K r u s c h: Ueber primäre und sekundäre metasomatische Prozesse auf Erzlagernstätten. Ztschr. f. prakt. Geol. 1910, S. 165.



aber nicht um die übliche Form einsinkender bzw. heraushebender Muldenflügel handelt, sondern bei der Begrenzung Verwerfungen eine erhebliche Rolle spielen, ist es richtiger von Muldengräben zu sprechen.

Die Erze treten lagerförmig auf und bevorzugen vor allem den Unteren Muschelkalk, man kann in der Regel zwei „Lager“ unterscheiden. Das untere liegt wenig über dem Sohlenstein und wird durch eine dünne Lage von Vitriolletten von diesem getrennt; Letten stellen einen markasitreichen Ton mit Bleiglanzkristallen und verkohlten Holzstücken (Glanzkohle) dar. Diese Vererzung der Vitriolletten ist, wie oben gezeigt wurde, nicht gleichaltrig mit dem Gestein (syngenetisch), sondern jünger; die Imprägnation mit Markasit und Bleiglanz beruht auf der vollständigen Durchtränkung der Letten mit Lösung. Es handelt sich also hier um ein weiteres Beispiel der Einsprengungen erzeugenden Durchtränkungs-Kristallisation, welche nicht durch irgendwie hervortretende Spalten bedingt ist.

Nicht selten findet man in Oberschlesien in rd. 20 m Entfernung ein etwas Bleiglanz reicheres oberes Lager über einem unteren Zinkblende führenden mit sehr zurücktretendem Bleiglanz; diese Anordnung deutet einen primären Teufenunterschied an, wie er ja bei den sulfidischen Blei-Zinkerzergängen fast die Regel ist. Auch bei Oberschlesien ist heute der Streit, ob bei den großen sulfidischen Konzentrationen Syngeneese oder Epigeneese vorliegt, zu Gunsten der letzteren entschieden.

Die Verbindung der Lager mit Erzgängen als Kanäle der aufsteigenden Metallösungen ist freilich, wie oben gezeigt wurde, nicht leicht nachzuweisen, da Erzgänge in den liegenden Schichten der Erzlager sehr selten sind und der Steinkohlenbergmann im allgemeinen kein besonderes Interesse für sie hat. Wie in Westfalen sind auch in Oberschlesien wenig mächtige und deshalb unbauwürdige sulfidische Erzgänge lediglich ein Betriebshindernis, welches man um so schneller zu vergessen geneigt ist, als Verleihungen von Blei-Zinkerzfeldern im Steinkohlenbergbau sich gegebenenfalls unangenehm fühlbar machen können. Trotzdem werden ab und zu solche Fälle bekannt. Ich habe mich, um diese viel umstrittene Frage erschöpfend beantworten zu können, an sämtliche Steinkohlen- und Erzgruben Deutsch- und Polnisch-Oberschlesiens gewandt und um Auskunft gebeten. Für das liebenswürdige Eingehen auf meine Wünsche sage ich an dieser Stelle den Direktoren meinen verbindlichsten Dank. Das Ergebnis dieser Erhebung und der älteren Beobachtungen von Kosmann²⁾ ist folgendes (Fig. 1):

a) Auf der Berginspektion in Königshütte beobachtete man Sprungklüfte im Steinkohlengebirge im Nordfelde des Steinkohlenbergwerks König (Król) mit Kalkspat und Bleiglanzkristallen (Fig. 2). (Nach Bergwerksdirektion Hindenburg).

²⁾ B. Kosmann, Ueber Erzgänge und Gangmineralien in dem Steinkohlengebirge Oberschlesiens. Oesterr. Ztschr. f. d. B.- u. H. Verein, 1883, S. 289.

b) In früheren Jahren wurde auch auf der Heintzgrube kristallisierter Bleiglanz in zwei Verwerfungsclüften im Steinkohlengebirge gefunden, und zwar im diagonalen Verwurf südöstlich der Förderschächte in der 350 m-Sohle und in einer Kluft im Querschlag gegen Norden aus den Förderschächten in der 540 m-Sohle. (Nach von Giesches Erben, Bergverwaltung Beuthen.)

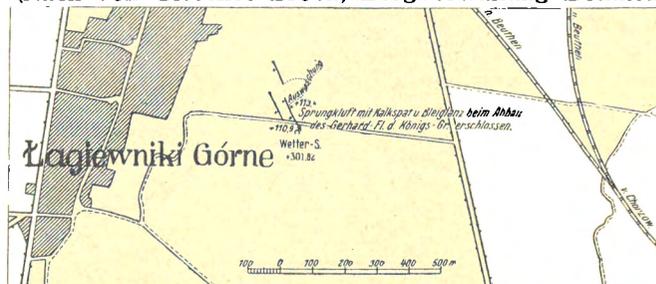


Fig. 2. Klüfte mit Kalkspat und Bleiglanz im Abbau des Gerhard-Flözes der Königsgrube (Kop. Król).

c) Im Flöz II des Steinkohlenbergwerks Andalusien (Andaluzja) wurde beim Auffahren eines Querschlages eine bis $\frac{1}{2}$ m breite Spalte mit viel Bleiglanz in gut ausgebildeten größeren Kristallen angefahren. (Nach Verwaltung des Steinkohlenbergwerks Andalusja, Kamień. Post Szarlej).

d) Vor Jahrzehnten fand man auf der Florentinegrube bei Ober-Lagewnik (Lagewnik Górne) (Bergrevier Beuthen) im Schwerinschachtfeld eine ca. 10 cm weite Kluft, die mit Bleiglanz und Kalkspat in schönen Kristallen ausgefüllt war. Das Erz war mit Kohle verwachsen. (Nach Kattowitzer Aktiengesellschaft für Bergbau- und Eisenhüttenbetrieb).

Kosmann²⁾ beschreibt den Fund von 1875, der in der Förderstrecke im Sattelflöz, 214 m unter Tage (bei + 90 über NN) und 90 m südlich vom Schwerinschacht gemacht wurde. Man hieb damals eine das Flöz diagon-

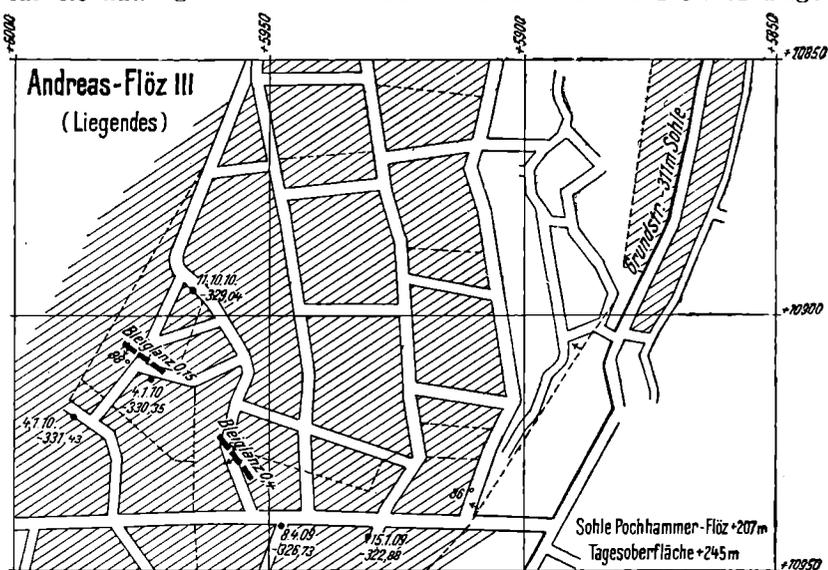


Fig. 3. Bleiglanzgänge auf der Concordgrube im Andreasflöz III. Tagesoberfläche + 245 m. Sohle Pochhammerflöz + 207 m.

³⁾ F. Römer, Geologie von Oberschlesien, Breslau 1870, S. 71.

nal durchsetzende wasserführende Kluft an, deren Kohlenränder stark von Kalkspat mit Schnüren und Graupen von Bleiglanz durchsetzt waren.

e) Ein weiterer Bleiglangang wurde auf der Concordiagrube, Andreasflöz 3, Liegendes der Ueberschiebung in 575 m Tiefe in zwei Abbaustrecken angefahren. (Fig. 3). Der Gang hat südöstliches Streichen und fällt mit 88° nach SW. ein; im Nordosten hatte er 15 und im Südosten 40 cm Mächtigkeit. (Nach Ver. Oberschlesische Hüttenwerke A.-G., Gleiwitz, Abt. Concordiagrube).

f) Auf der Hillebrand-Schachanlage bei Antonienhütte (Wirek) treten in einer querschlägigen Verwerfung in der Nähe des Hillebrandschachtes Bleierze auf. (Nach The Henckel on Donnersmarck-Beuthen Estates, Carlshof).

g) In der Bradegrube in Ober-Lazisk (Łaziska Górne) fand man in einem Sprunge Bleiglanz bis Faustgröße und einige schöne Schwefelkiesdrusen. — Auch im östlichen Grubenrevier (Fürstengrube und jetzige Piastschächte, früher Heinrichsfreudegrube) treten gelegentlich Bleierze auf 2—3 Sprüngen auf. (Nach Bergwerksdirektion des Fürsten von Pleß in Kattowitz).

h) Im Jahre 1882 wurde einer der schönsten Bleierzfunde auf der Fürstlich Pleß'schen Steinkohlengrube Augustensfreude bei Ober-Lazisk (Revier Nikolai) gemacht. Man baute damals nach Kosmann in 30—40 m Tiefe das hangendste der bauwürdigen Flöze der Nikolaier Mulde, d. i. das 2 bis 2,5 m mächtige Augustensfreude- (oder Gott mit uns-) Flöz. Im östlichen Feldesteil überfuhr man mit einer streichenden Abbaustrecke eine das Flöz um 12 m ins Liegende verwerfende Sprungkluft mit Bleierzen in geringer Menge. Beim weiteren Auftrieb der Strecke wurde eine neue das Flöz überquerende Kluft von 25 cm Mächtigkeit angetroffen, die im allgemeinen mit milder Kohle erfüllt war und an der Flözsohle eine Anhäufung von Bleiglanz in größeren und kleineren Stücken führte; er fand sich auch in handdicken Lagen in der Kohle und im Schieferthon.

Man gewann hier nicht weniger als 3 Ctr. Bleierz. Der Bleiglanz verkittete Steinkohlentrümmer, die oft von Markasit fein umhüllt waren. Neben Bleiglanz kommt Zinkblende in schwarzen kugligen Aggregaten vor. Die Verknüpfung von Bleiglanz und Markasit ist charakteristisch.

Der Erzgang schneidet am Hangenden des Flözes ab, während er im liegenden Sandstein deutlich nach der Tiefe zu erfolgen ist. Man ging hier der Kluft nach, fand aber in 4 m Tiefe nur Erzfunken und -einsprengungen.

i) In der Steinkohlengrube Janina in Libiąż (Kleinpolen) wurde Bleiglanz im Steinkohlengebirge wiederholt beobachtet.

k) Zinkblende fand man nach Kosmann auf der Charlottengrube bei Czernitz³⁾; über die Lagerungsverhältnisse ist aber leider nichts genaueres bekannt geworden.

l) In den Gruben der Rybniker Steinkohlen-Gewerkschaft wurden in der Emma- und in der Römegrube im Niederflöz in 200 m Tiefe. Bleierzkristalle in größeren zusammenhängenden Stücken von 10—20 kg gefunden. In beiden Fällen handelt es sich um Erzeinlagerungen in der Kohle, die von Spalten aus eingedrungen sein dürften.

Die Beispiele stammen also vom südlichen Rande der Beuthener Mulde und aus den weiter südlich liegen-

den Muschelkalkgebieten. Auch in dem am südlichsten liegenden Nikolaier Revier, wo heute der Muschelkalk nur sporadisch auftritt oder ganz fehlt, dürfte er früher in zusammenhängender Fläche vorhanden gewesen sein.

Kosmann weist weiter auf die zahlreichen Magnesiumverbindungen im Steinkohlengebirge und in den Grubenwässern hin, die im genetischem Zusammenhang mit der Dolomitierung der Muschelkalkschichten stehen dürften.

Aus diesen Ausführungen ergibt sich, daß die in Fachkreisen weitverbreitete Ansicht des Fehlens von Blei-Zinkerzergängen im Liegenden der Erzformation Oberschlesiens irrig ist, daß vielmehr eine größere Anzahl von Spalten gefunden wurde, die sich als Sulfid- und Magnesiumzubringer erweist.

Es gibt also durchaus nicht selten in den liegenden Schichten der mit metasomatischen Konzentrationen verbundenen Zinkerzlager Oberschlesiens Blei-Zinkerz führende Gänge, welche als Metallbringer für die Erzlager aufgefaßt werden müssen. Daß die Haupterzlager erst in der Nähe der Tagesoberfläche in den Kalk- und Dolomithorizonten gebildet wurden, liegt lediglich an den chemisch-geologischen und physikalischen Eigenschaften dieser leicht umwandelbaren Gesteinsschichten.

In den letzten Jahren sind drei wichtige Arbeiten über die ober-schlesischen Blei-Zinkerzlagerstätten erschienen, die unsere Kenntnisse in höchst bemerkenswerter Weise bereicherten.

a) K. Seidl⁴⁾ beschäftigt sich vorzugsweise mit petrographisch-tektonischen Studien und kommt zu eigenen, bis dahin übersehenen wichtigen Ergebnissen:

Durch Zerrung der Schichten infolge intensiven Horizontalschubes ist das Sohlensteingebirge vielfach im Liegenden des Erzlagers flasrig auseinandergerissen. Die größeren Bänke sind in von einander mehr oder weniger getrennte ungefähr in derselben Ebene liegende Stücke zerteilt, deren Zwischenräume von feinerem Material ausgefüllt werden. Die dünneren Bänke dagegen erhielten typische Flaserstruktur, sie wurden in unzählige Stückchen auseinandergezerrt und diese häufig nach allen Seiten ausgewalzt, so daß sie Linsengestalt erhielten. Da weichere und härtere Schichten mit einander abwechseln, konnte in die bei der Flaserung entstehenden Lücken der härteren das weichere Material weitgehend eindringen. Im großen und ganzen bildet heute die Sohlensteinoberfläche eine Reihe von z. T. ausgedehnteren Erhöhungen und Vertiefungen, die bei der Zerrung als Riesenflaserung entstanden sein können.

K. Seidl zieht nun hieraus den für die Praxis wichtigen Schluß, daß zwischen dieser Riesenflaserung und der Mächtigkeit der Zink-Bleierzvorkommen eine Beziehung derart besteht, daß die bedeutenderen Erzmächtigkeiten in den Depressionen angehäuft wurden, während die Erhöhungen oder Rücken entweder erzfrei sind oder nur geringere Mächtigkeiten aufweisen.

Meine Befahrungen aller wichtigeren Lagerstätten Oberschlesiens — und zwar von West nach Ost — er-

³⁾ K. Seidl, Die ober-schlesische Zinklagerstätte, Zeitschr. d. Oberschles. B. u. H. Vereins, Katowice 1927. S. 770.

gibt, daß die Seidl'sche Auffassung bei den westlichen Gruben richtig ist, d. h. der von ihm festgestellte Unterschied zwischen den Erzen in Depressionen und auf Erhöhungen kommt dort zur Geltung, wo die Erzmächtigkeit gering ist. Nach Osten nimmt sie aber schnell zu und erreicht in der Blei-Scharley-Grube bis viele Meter. Bei dieser großen Mächtigkeit spielen aber natürlich die verhältnismäßig kleinen Unterschiede zwischen Depressionen und Erhöhungen der Sohlenstein-Oberfläche keine Rolle mehr. Zustimmung und Widerspruch der oberschlesischen Bergleute zur Seidl'schen Theorie hängen also von der Lage der betreffenden Grube ab.

b) Die zweite wichtige Arbeit veröffentlichte F. Duwensee⁵⁾. Er knüpft an den Nachweis Assmanns⁶⁾ an, daß als erzführender Dolomit nicht nur die über dem Sohlenstein liegenden Gorasder usw. Schichten, sondern auch hangendere ausgebildet sein können.

Duwensee erklärt die Vitriolletten als Rückstandsletten mit z. T. Wellenkalkstruktur, eine Auffassung, die das Richtige trifft, da bei der Dolomitierung ursprünglich fein verteilte Tonmengen konzentriert werden (siehe oben). Der Verfasser hat richtig erkannt, daß der Erzgehalt der Letten auf ihrer Eigenschaft beruht, aus Minerallösungen, Verbindungen von Zink, Blei usw. zu adsorbieren. Er beobachtet die Erzschlauchform der reichen Partien der unteren Erzlage mit allmählicher Verarmung nach den Seiten und das Auftreten des Bleiglanzes auch als jüngere Spaltenfüllung in den Lagern, d. h. sein Vorkommen in mehreren Generationen.

Nach Duwensee entstanden das untere und das obere Erzlager aus in chemisch-geologischer Beziehung für die Vererzung besonders gut geeigneten Kalklagen von Spalten aus. Die spärlichere Vererzung des gewöhnlichen Dolomits, bei dem in einer Probe der Zinkgehalt 1,75 und der Bleigehalt 0,26% beträgt, wird von dem Verfasser richtig als durch Adsorption entstanden erklärt. Er erkennt auch richtig, daß beide Erzlager mit wassertragenden Horizonten verknüpft sind.

In seiner Stellung an der Blei-Scharley-Grube mit der wichtigen Aufgabe, die Erzreserven und ihre Gehalte zu ermitteln, ist Duwensee in ganz besonders glücklicher Lage, das Wesen der oberschlesischen Zinkerzlagertstätten und ihre Beziehungen zur Tektonik zu ergründen. Das Gebundensein der Erzschläuche an bestimmte Verwerfungssysteme hat er einwandfrei nachgewiesen und damit eine verblüffende Ordnung in die Gruppierung der bei Befahrungen scheinbar so unregelmäßig verteilten Erzschläuche gebracht.

Der von ihm entworfene Probeplan der Blei-Scharley-Grube ist zugleich die beste tektonische Uebersichtskarte des dortigen Distriktes; der Duwenseesche Probeplan stellt das Vollkommenste dar, was ich auf Gruben aller Erdteile an Entwürfen gesehen habe. Er zeigt nicht nur das Vermögen der Grube an Erzen in der Erde und die Gehalte der verschiedenen Erzarten, sondern auch wichtige genetische Zu-

sammenhänge durch die nachgewiesenen Beziehungen der Erzschläuche zu den Verwerfungen, und er weist damit neue Wege für weitere Aufschlußarbeiten.

Hoffentlich entschließt sich die Leitung von Giesches Erben später einmal zu einer Veröffentlichung des Probeplanes.

c) Die umfangreiche Stappenbeck'sche Abhandlung⁷⁾ ist die eingehendste Arbeit, welche seit den Veröffentlichungen von Michael⁸⁾ erschienen ist. Wenn sie auch die Entstehung der sulfidischen Erze durch aszendente Lösungen leugnet und dadurch in unserer genetischen Ergänzung einen Schritt zurückgeht, so bedeutet der wiederholte kurze Hinweis auf die kolloidale Entstehung der erdigen Zinkblende — unter Bezugnahme auf meine wiederholt geäußerte Vermutung — doch einen wichtigen Schritt vorwärts in dieser Richtung. Auch dieser Autor erkennt die sekundäre Dolomitierung an.

Von Interesse ist seine Einteilung der Brekzien in Verwerfungsbrekzien, Einsturzbrekzien und Schichtbrekzien.

Neben diesen dreien muß man aber nach meiner Ansicht unbedingt die Pseudobrekzien nennen, welche bei den oberschlesischen Erzvorkommen eine recht bedeutende Rolle spielen. Sie entstehen, wenn von Spalten und Klüften aus eine unvollständige Verdrängung des Gesteins durch Erz usw. derart Platz greift, daß zwischen den Umwandlungs-Erztrümmern größere oder kleinere Dolomitreste übrigbleiben, deren Ecken in der Regel durch Metasomatose mehr oder weniger abgerundet sind.

Auch Stappenbeck faßt die Vitriolletten als Auflösungsrückstände auf, welche ein Schmiermittel auf einer Fläche energischer Horizontalbewegung bilden. Er unterscheidet für die Vererzung günstige und ungünstige Dolomite, von denen nur die ersteren zur Bildung von metasomatischen Erzlagertstätten mit der charakteristischen Lagerstruktur in Verbindung mit Höhlenfüllungen, Stalaktitenbildung usw. Veranlassung gaben.

Hierzu muß ich an die obigen Ausführungen erinnern, daß echte also vertikalstehende Stalaktiten und Stalagmiten nur ausnahmsweise in Oberschlesien auftreten; von allen Seiten sind vielmehr die warzigen und gewächsartigen Gebilde in die unzähligen kleineren und größeren Hohlräume hineingewuchert nach Art der Silikatgewächse, bei denen man diese Form der Mineralbildung zuerst beobachtet hat.

Der oben entwickelten, von K. Seidl aufgestellten Theorie über die besonders bedeutenden Erzanhäufungen in den Depressionen muß Stappenbeck, da er im Osten des oberschlesischen Erzreviers gearbeitet hat, widersprechen.

Der Verfasser denkt sich die Entstehung der Lagerstätte derart, daß der Erzgehalt zunächst mit der Kalksteinmasse niedergeschlagen wurde, er wäre also dann ursprünglich syngenetisch. Aus diesen fein-

⁵⁾ F. Duwensee, Ueber die erzführenden Dolomite im östlichen Oberschlesien, insbesondere im östlichen Teile des Südflügels der Beuthener Bleizinkerzmulde. Zeitschr. f. prakt. G., 1928, S. 81.

⁶⁾ P. Abmann, Einiges zur Kenntnis der erzführenden Dolomite im östlichen Oberschlesien und in den angrenzenden Gebieten, Zeitschr. d. Deutsch. G. G. 1926. M. B., S. 130.

⁷⁾ R. Stappenbeck, Ausbildung und Ursprung der oberschlesischen Bleizinkerzlagertstätten. Archiv f. Lagerstättenforschung. Heft. 41. Herausgegeben v. d. Preuß. Geol. Landesanst. Berlin 1928.

⁸⁾ Michael: Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlengebietes. Ueber neuere geologische Aufschlüsse in Oberschlesien. Zeitschr. d. Deutsch. G. G. 1904. 56. M. B., S. 140.

sten Impragnationen, die nur mit Hilfe starker Vergrößerungen erkennbar sind, entstanden nach ihm durch nachträgliche Konzentrationsprozesse, die heute vorliegenden z. T. gewaltigen Erzanhäufungen, welche also epigenetischer Entstehung sind.

Zur Stütze seiner Ansicht von dem ursprünglichen Metallgehalt des Kalksteins stellt er die bekannte Massenberechnung an, nach welcher natürlich bei den ungeheuren Kalkmengen selbst bei minimalstem ursprünglichem Metallgehalt ganz ungeheure Erzmassen ausgerechnet werden.

Dieser Weg ist aber sehr anfechtbar. Zunächst läßt sich mikroskopisch in den meisten Fällen kein Nachweis von der primären Natur der sulfidischen Erzpartikel im Kalkstein führen, weil das Nichtauffinden der feinsten mit ihnen in der Regel verbundenen Risse kein Beweis für die Syngenese ist, denn nur in den seltensten Fällen gelingt es, im Dünnschliff den Riß zu fassen. Wie oben ausgeführt, können außerdem Gesteinsschichten nachträglich von Metalllösungen durchtränkt und aus diesen Erzen niedergeschlagen werden, ohne daß das Gefüge durch Rißbildung verändert wurde. Die Minerallösungen spielen dann die gleiche Rolle wie das Grundwasser, welches ja auch die Gesteine durchdringen kann, ohne daß Spalten vorhanden zu sein brauchen.

Nach Stappenbeck soll das feinverteilte syngenetische Erz durch artesisches Grundwasser aus dem Kalk herausgelöst worden — Lateralsekretionstheorie — und schließlich durch CH_4 und H_2S zur Ausfällung gelangt sein.

Die Wirkung der genannten Füllungsmittel wird von mir nicht bestritten, sie wirkten aber ein auf auf Spalten aufsteigende und die Gesteinsschichten durchtränkende Metalllösungen.

Der Stappenbeck'schen Schilderung der nachträglichen Oxydationsprozesse kann ich mich durchaus anschließen; diese Vorgänge haben unmittelbar nach der Entstehung der primären Erze begonnen und dauern noch heute an.

C. Ansicht des Verfassers:

Von einer Reihe von Autoren wird geltend gemacht, daß in Oberschlesien keine Eruptivgesteine bekannt wären, die als Folgeerscheinungen Schwermetalllösungen geliefert haben könnten. Darauf ist zu erwidern, daß derartige Gesteine natürlich im Liegenden des Karbons auftreten müssen, welches bisher so gut wie völlig unbekannt ist, da naturgemäß niemand Interesse daran hat, tiefer als bis ins Steinkohlengebirge zu bohren. Nach dem geologischen Bau der ganzen weiteren Umgebung Oberschlesiens ist aber nicht anzunehmen, daß das Grundgebirge Oberschlesiens anders aussieht, wie die sudetischen Randgebirge mit ihren kristallinen Gesteinen, Graniten und den damit in Zusammenhang stehenden Erzlagerstätten. Dieses Urgebirge ist bei der Bildung des Kohlenbeckens allmählich in die Tiefe gesunken und von jüngeren Schichten, wie Karbon usw. überlagert worden. Die ober-schlesischen Erzlagerstätten stellen also gleichsam eine höhere primäre Teufe der gangförmigen sudetischen Erzvorkommen dar.

Die richtige Erkennung der genetischen Verhältnisse der ober-schlesischen Zink-Bleierzlagerstätten setzt, wie

ich bereits betonte, voraus, daß die alten und jüngeren Erzbildungsprozesse, welche dicht neben einander auftreten, scharf getrennt werden, was nicht immer leicht ist.

Engstens verbunden mit der Erzbildung ist die Dolomitisierung. Im Bereich der beiden Erzführenden Muldengräben gibt es also nach meiner Ansicht keine primären Dolomite, sondern nur sekundäre, die aber älter und jünger sind; die älteren entstanden vor der Erzbildung, die jüngeren bei der Oxydation, welche heute noch fortsetzt.

Analysen älterer Dolomite.

	I		II		III		IV		
	Dicht am Erz		Weit vom Erz		Dicht am Erz		Weit vom Erz		
	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.		
H_2O b. 105°	0,30	0,14	0,18	0,09					Außerdem enthalten sämtliche Proben Spuren Kupfer I. ca 0,002 % II. „ 0,04 % III. „ 0,004 % IV. „ 0,001 %
SiO_2	0,08	0,40	0,36	0,44					
CaO	31,00	33,29	32,79	31,10					
MgO	17,05	15,55	18,25	19,57					
FeO	1,90	1,54	0,70	0,81					
Fe_2O_3	4,99	4,18	2,21	2,20					
Pb	0,06	0,14	0,04	0,02					
Zn	0,02	0,46	0,07	0,05					
S	0,02	0,28	0,05	0,02					
CO_2	44,16	44,12	45,68	45,88					
Sa.	99,58	100,10	100,33	100,18					
CaCO_3	55,33	59,41	58,51	55,51					
MgCO	35,66	32,52	38,16	40,93					

I. Ueberbrechen I, obere Erzlage, Mandschurei, dicht unter der Erzlage.

II. Ueberbrechen IV, Hauptquerschlag II, dicht unter der Erzlage.

III. Rolloch Hulda, untere Erzlage, taube Stelle, weit vom Erz.

IV. Hauptquerschlag II, weit vom Erz, nahe Giescheschacht.

Es ergeben sich also keine wesentlichen Unterschiede in der Zusammensetzung der erznahen oder erzfernen Dolomite. Die erzfernen sind interessanter Weise etwas reicher an MgCO_3 und die erznahen enthalten naturgemäß etwas mehr jüngeres Pb und Zn.

Die beiden Haupt-Erzlager Oberschlesiens sind identisch mit zwei Grundwasserhorizonten. Die Metallgehalte lettiger Dolomite müssen also als durch Adsorption entstanden aufgefaßt werden. Es soll nicht bestritten werden, daß auch nicht vererzte Kalke und Dolomite einen winzigen Blei- und Zinkgehalt — mutmaßlich also isomorphe Mischung von CaCO_3 und MgCO_3 mit ZnCO_3 und PbCO_3 — aufweisen, der syngenetisch ist; er kommt aber für die Bildung der Erzlager nicht in Betracht. Die oben geschilderte Impragnation mit wesentlicheren Sulfiden beruht lediglich auf nachträglicher Zuführung, ist also epigenetisch.

Es gibt wohl heute kaum noch einen Autor, der die epigenetische Natur der Hauptsulfidmassen (Schalenblende usw.) bestritte.

Hauptzweck dieses Aufsatzes ist es aber, die Gelnatur der Erze nachzuweisen. Wie Stappenbeck mehrfach erwähnt, habe ich — bald nachdem sich die Kolloidchemie Bahn brach — an verschiedenen Stellen der Ueberzeugung Ausdruck gegeben, daß bei metasomatischen Blei-Zinklagerstätten die kolloiden Prozesse die ausschlaggebende Rolle spie-

len; und zwar handelt es sich nicht nur um einmalige, sondern um wiederholte Gelbildung. Sowohl die ursprünglichen Sulfide als auch die Oxyde Oberschlesiens haben Gelnatur.

Daß es kolloidale Lösungen von Schwermetallsulfiden gibt, stellt fest.⁹⁾ ¹⁰⁾ Wie oben gezeigt wurde, sind sie durchaus nicht selten, aber wohl immer mehr oder weniger verdünnt durch kristalline Lösungen. Bei den alten Minerallösungen hat zwar die kristalline Menge überwogen, es dürfte aber kaum eine natürliche kristalline Lösung geben, bei der kolloidale Bestandteile ganz fehlen.

Die Fortschritte der Kolloidchemie haben auch bewiesen, daß unsere frühere Ansicht von der durchgängig niedrigen Temperatur kolloidaler Lösungen nicht richtig ist, sondern daß sie weit über 100° C haben können. Die oben angegebenen Gesteigungstemperaturen der Schalenblende usw. sind also kein Hindernis für die Annahme kolloidaler Lösungen.

Freilich sind die theoretischen Arbeiten über kolloide ZnS- und PbS-Lösungen nach liebenswürdiger Mitteilung des Herrn Professor Freundlich, des Spezialisten für Kolloidchemie am Kaiser Wilhelm-Institut in Dahlem, noch sehr in den Anfängen; das Gebiet der Kolloidchemie ist derartig umfangreich, daß immer nur kleine Teile der ungeheuren Stoffmenge in Angriff genommen werden können.

Die von Herrn Dr. Köhler vom Laboratorium der Geol. Landesanstalt vorgenommene Durchsicht der entsprechenden Spezialliteratur ergibt nur recht geringe Ausbeute an in der Natur möglichen Fällen:

1. PbS: a) v. Hahn (Koll. Ztschr. 36 (1925) S. 277) beschäftigt sich mit der Elektrosynthese von Bleisulfid-Hydrosolen; er stellt fest, daß sie in der Hitze unbeständig sind und durch Elektrolyse leicht ausgeflockt werden.

b) Freeman (Eng. Min. Journ. 120 (1925) S. 973 — Ref. Koll.-Ztschr. 39 (1926) S. 92) beschreibt die Bildung sulfidischer Erze in der Form von Doppelsulfiden, bei denen eine beträchtliche Schmelzpunktniedrigung eintritt. Wirkt Wasser auf diese im Magma gelösten Stoffe, so bilden sich zunächst kolloidale Lösungen der Sulfide, die dann in Gelform übergehen und später kristallin werden.

Da die aufsteigenden Minerallösungen häufiger die in ihnen gelösten Schwermetalle aus noch nicht völlig erstarrten erzführenden Eruptivgesteinen entnehmen, ist der geschilderte Prozeß für uns von Interesse.

c) E. Jirsa (Koll.-Ztschr. 40 (1926) S. 28—33) (Ref. Chem. Zentralbl. 1926. II. 2541) behandelt die Entstehung von Bleisolen durch Elektrolyse.

d) Stenström u. Reinhard (Journ. Biol. Chem. 69 S. 607—612 Buffalo) (Ref. Chem. Zentralbl. 1896 II 2395) haben ebenfalls Erfahrungen über die Herstellung von kolloidalem gediegenem Blei gesammelt.

Solche Lösungen bilden sich nach meiner Ansicht z. B. bei der Zerstörung von bleihaltigem Uranpecherz durch wässrige Lösungen.

e) v. Weimarn (Koll.-Zeitschr. 42 (1927) S. 305) schildert, wie man kolloid-disperse Bleihalogenide durch Vermischen von Pb(NO₃)₂ mit Ca-Halogenen bei 25°

⁹⁾ P. Krusch, Ueber die kolloidale Löslichkeit von sulfidischen Erzen. Adsorptions- u. Adhäsionsmetasomatose und deren Raumbildung. Zeitschr. d. Deutsch. G. Ges. 72, 1920.

¹⁰⁾ Ueber primäre und sekundäre metasomatische Prozesse auf Erzlagertstätten. Ztschr. f. prakt. Geol. 1910.

erhält und bestimmt die Kristallgröße und die Länge der Nadelchen mikroskopisch.

2. ZnS: Engelhardt (Koll.-Zeitschr. 41 (1927) S. 234—242) stellte Zinksolen durch kathodische Zerstäubung dar, die aber stets ZnO enthalten. Gute Erfolge hatte er beim Eintauchen von Zinkelektroden in heißes Wasser von 90—95° C bei Gleichstrom von 25 V und 3 A; bei höheren Temperaturen nimmt der disperse Anteil zu. Die Höchstmenge des kolloidalen Zinks betrug 0,06%.

Wenn auch in der Natur nur höchst selten gediegen Zink vorkommt, so zeigt das Experiment doch die Einfachheit der Vorgänge, durch die sich kolloidale Lösungen bilden können.

Unsere Kenntnisse über kolloidale ZnS- und PbS-Lösungen sind also sehr spärlich, obgleich die Kolloidchemie noch in stürmischem Ausbau begriffen ist. Ich zweifle nicht, daß wir schon binnen kurzem klarer sehen werden. Hoffentlich machen die Forscher dann nicht wieder den die Wissenschaft schwer schädigenden Fehler, einen gelungenen Laboratoriumsversuch zu verallgemeinern, und auf alle natürlichen Vorkommen anzuwenden; sie vergessen, daß die Natur erfindischer als der Mensch ist, der ihr immer nur kleine Bruchstücke ablauschen kann. In der Natur entsteht ein Mineral nicht nur auf eine einzige Weise, sondern auf mannigfaltigste Art.

Die für unsere Lagerstättengruppe so charakteristischen und in großen Mengen auftretenden Oxydations-Produkte der Sulfide verdanken ihre Entstehung ganz überwiegend kolloiden Lösungen, da die Verwitterung, welche unmittelbar nach der Sulfidbildung einsetzte und heute noch andauert, vorzugsweise mit kolloiden Lösungen arbeitet. Die durch diese jungen Kolloidprozesse bewirkten amorphen Ausflockungen von Gelen neigen ebenso wie die älteren Sulfidbildungen zum Kristallinwerden. Neben dieser Mineralbildung verläuft die untergeordnetere Auskristallisation aus kristalliner Lösung, die stets mit kolloider gemischt ist (siehe oben).

Auch von den oxydischen kolloiden Lösungen wissen wir nur wenig, da Laboratoriumsversuche nur spärlich sind.

Bellucci und Parravano (Freundlich, Kapillarchemie 1923, S. 869) stellten braune, gegen Kationen empfindliche Solen der Bleisäure durch Hydrolyse von Pb(OH)₂ K₂ her.

Kolloiddisperses Bleiweiß ohne Schutzkolloid erhält man beim Behandeln von PbO in Form einer Suspension in einem gasförmigen oder flüssigen Medium (Patentreferat. Koll.-Zeitschr. 42, 1927, S. 96, 368).

Es ist also dringend zu wünschen, daß sich ein Kolloidchemiker recht bald der Erforschung der bei der Verwitterung von Sulfidlagertstätten entstehenden Lösungen annimmt, die ja doch zu den am häufigsten in der Natur auftretenden gehören.

Die Ausfällung der Sulfidlager Oberschlesiens ist höchst charakteristisch und bedarf genaueren Eingehens.

Der Hauptteil der Erzlager besteht aus Schalenblende, wenn auch lokal im oberen Erzlager Bleiglanz in den Vordergrund treten kann.

Die Schalenblende ist je nach dem Eisenhalt heller oder dunkler und kann bei Eisenfreiheit faß weiß sein. Bei der Ausflockung der kolloiden Lösung ist also eine Trennung von Zink und Eisen einge-

treten. Die namentlich (Tafel I, Fig. 2, 4, 6 und 8) auftretende Bänderung beruht ausschließlich auf verschiedenem Eisengehalt und dürfte Liesegang'sche Schichtung darstellen.

Ganz auffallend sind die in vielen Abbaustößen (namentlich Taf. II, Fig. 1, 2 u. 3) auftretenden Hohlräume, welche, so verschieden sie im Einzelnen verlaufen, im großen ganzen horizontal angeordnet sind. Ich erkläre sie als durch Schrumpfung eines Breis, der einen großen Hohlraum erfüllte, entstanden, und bezeichne sie als horizontale Schwundschläuche, weil sie im Einzelnen Schlauchform zeigen. Wie aus den genannten Figuren hervorgeht, handelt es sich um eine Art von Aufblätterungshohlräumen, die sich beim Eintrocknen des ausgeflockten Gelbreis gebildet haben und ursprünglich mit Flüssigkeit ausgefüllt gewesen sein dürften. Durch den im Einzelnen sehr unregelmäßigen Verlauf der Schläuche, die zahlreiche Ausstülpungen nach allen

Jedes, wenn auch im Einzelnen sehr unregelmäßig, durcheinander geschoben sind, entsteht Gekrösestruktur.

Jedes, wenn auch im Einzelnen sehr unregelmäßig, so doch im Allgemeinen horizontal verlaufende Schalenblendeband, ist im Vertikalschnitt symmetrisch aufgebaut. Die Mitte bildet in der Regel noch amorphes Zinksulfid, welches häufig ganz eisenfrei und weiß ist; es wird allmählich nach oben und unten kristallin, geht also in Wurtzit über, der verschieden gefärbte Lagen von Schalenblende bildet. Diesen Aufbau zeigen fast alle Höhlenfüllungen Oberschlesiens, wenn sie durch das Wasser vom Höhlenlehm geräumt und durch kolloide Zinksulfidlösungen — natürlich ganz allmählich — ausgefüllt wurden. Den Höhlenlehm findet man in anderen Aufschlüssen namentlich am Westrande des Erzgebietes z. B. im Nimptschschachtfelde noch in großen Mengen.

Ein derartiger Schalenblendestoß der Bleischarleygrube macht bei oberflächlicher Betrachtung infolge der geschilderten Struktur den Eindruck einer Horizontalschichtung, = Pseudoschichtung, welche von den dünnen horizontalen Schwundschläuchen in unendlicher Abwechslung unterbrochen wird.

Natürlich gibt es in Oberschlesien auch Höhlenfüllungen, welche durch an den Wänden herabfließende Minerallösungen mehr oder weniger ausgefüllt wurden. Es entstand dann echte Krustenstruktur, welche von der eben geschilderten Gekrösestruktur mit horizontalen Schwundschläuchen scharf unterschieden ist.

Diese Schwundschläuche sind allseitig von Wurtzitwarzen überkleidet (Taf. I, Fig. 7, Taf. II, Fig. 3, 4, 5 und 6), zwischen denen sich ab und zu einmal durch freien Tropfenfall erzeugte Stalaktiten und Stalagmiten finden.

Bei den Ueberkrustungs-Hohlraumbildungen ist die Gelegenheit zur Entstehung echter Stalaktiten usw. günstiger; man findet sie in diesen Höhlen etwas häufiger.

Mit größter Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß sich die Gele bei ziemlich niedriger Temperatur in sehr langen Zeiträumen gebildet haben.

Untersucht man das Auftreten des Markasits der oberschlesischen Erzlagerstätten, so kommt man zu ähnlichen Ergebnissen. Er tritt wie der Wurtzit in

Form von Lagen, Warzen, Gewächsen und seltener als Stalaktiten auf. (Taf. I, Fig. 2, 3, 6 und 7, Taf. II, Fig. 8).

Wenn er in Konkretionen in der Oxydationszone vorkommt, handelt es sich nicht etwa um junge Bildungen in dieser Zone, sondern um noch nicht völlig zerstörte Reste primärer Sulfide, deren begonnene Zersetzung am leichten Aufblättern der Schalen kenntlich ist.

Die große Aehnlichkeit im Auftreten des Markasits und der Schalenblende zeigt Taf. I, Fig. 2, 3, 6 u. 7 und Taf. II, Fig. 8. Beide Minerale wechsellagern. In Taf. II, Fig. 8, sind horizontale Lagen von Markasit dargestellt, welche nach rechts (flacher) wie nach links (spitzer) umbiegen und ebenfalls horizontale Schwundschläuche zeigen. In die letzteren ragen Markasitwarzen von allen Seiten; die beiden oberen horizontalen Lagen lassen fast vertikale Warzen erkennen, während die kleinen weißen Kreise im unteren Teil des Bildes die Durchschnitte horizontaler Warzen darstellen.

Nur wenig neues ist über das Auftreten des Bleiglanzes zu sagen. (Taf. I, Fig. 1, 4, 5 u. 8, und Taf. II, Fig. 6, 7 u. 8. Man muß mehrere Generationen unterscheiden. Namentlich in den Aufschlüssen am Westrande des Erzgebietes sieht man im Bereich des Pilger- und des Nimptschschachtes eine jüngere Bleiglanzgeneration in beträchtlicher Menge, welche gangförmig im Dolomit aufsetzt und besonders häufig seine Schichtflächen und ihre Parallelklüftung bevorzugt; sie neigt also zur Bildung von Lagergängen. Infolge der großen Zahl der Bleierztrümer, die sich in allen Richtungen kreuzen, neigt das Vorkommen zur Pseudobrekzienbildung durch teilweise Verdrängung des Dolomits.

Neben diesem jüngeren Bleiglanz tritt in größerer Menge älterer auf, der im großen und ganzen gleichaltrig mit dem Wurtzit, also der Schalenblende ist:

In Taf. I, Fig. 1, umrandet der Bleiglanz als relativ ältere Lage den Dolomitkern und wird von Schalenblende derart umkrustet, daß in der Nähe der Bleiglanzlage noch einige Bleiglanzkristalle in der Schalenblende eingesprengt auftreten. Ein ähnliches Bild zeigen Taf. I, Fig. 5 und 8, und Taf. II, Fig. 7, auch hier umkrustet der Bleiglanz den Dolomit.

In anderen Fällen wie z. B. Taf. I, Fig. 4 (Dünnschiff), und Taf. II, Fig. 6, finden wir eine Bleiglanzlage inmitten hellerer oder dunklerer Schalenblende.

Bei dieser älteren Formation des Bleiglanzes hat man den Eindruck der rhythmischen Fällung; je nachdem die Lösungen relativ reicher oder ärmer an Blei waren, wurde Schwefelblei oder Schwefelzink ausgefällt. Durch längere Ausflockung oder Ausfällung des einen oder beider Bestandteile fand eine relative Anreicherung des anderen statt.

Tafel II, Fig. 8, zeigt eine etwas jüngere Bleiglanzkruste auf Markasit.

Dafür, daß Schwefelblei ebenfalls ursprünglich Gelnatur hatte, gibt es heute keinen Anhalt, da man nur kristallisierten Bleiglanz findet. Es besteht deshalb die Möglichkeit, daß der Bleiglanz ein Produkt des kristallinen Teils der Minerallösungen ist.

Nach den Beobachtungen des Herrn Duwensee sind die Beziehungen der großen oberschlesischen Erzschnäuche zu tektonischen Linien geklärt. Es ist auch von mir andererseits der Nachweis geführt worden, daß Gänge mit Bleiglanz und Zinkblende gar nicht so selten im

Liegenden des erzführenden Dolomits auftreten. Daraus kann man den Schluß ziehen, daß in Oberschlesien die sulfidischen Gänge und die Lager in genetischer Beziehung zu einander stehen.

Dann hat man aber das Recht anzunehmen, daß die Erze aus den Lösungen ihre Entstehung verdanken. Für die Annahme von deszendente Lösungen fehlt jeder Anhalt.

Seit langem ist bekannt, daß die niedersinkenden Oberflächenwasser in der Hauptsache kolloide Lösungen sind; aber auch die ascendente Natur der Minerallösungen schließt die kolloide Art der Minerallösungen durchaus nicht aus. Man muß daran denken, daß in der Erdrinde auf Spalten und in porösen Gesteinen zirkulierende Wässer infolge ihrer lebendigen Kraft in der Lage sind, auch mechanisch raumbildend zu wirken, d. h. feinste Zertrümmerung der Gesteins- und Mineralpartikel vorzunehmen; das bedeutet aber die Voraussetzung der Bildung von Solen.

Hinzu kommt, wie oben gezeigt wurde, die Entstehung von Sulfidhydrosolen durch Elektrosynthese, welche durch Elektrolyse leicht ausflockbar sind.

Nachgewiesen ist weiter sogar die kolloide Lösung von im Magma ausgeschiedenen Sulfiden, die als Gele ausflocken und später kristallin werden.

Der Vorgang des Ausflockens aus den kolloiden Lösungen kann durch sehr verschiedene natürliche Prozesse bewirkt werden. Für fast alle im Laboratorium angewandte Methoden gibt es Beispiele in der Natur mit ihren unendlich mannigfaltigen chemisch-geologischen Prozessen. Auch die Elektrolyse muß hier genannt werden, denn die Erdrinde birgt unzählige winzige elektrische Elemente, die z. B. nur aus zwei verschiedenen Erzen und Bergfeuchtigkeit zu bestehen brauchen. Daß diese unendlich vielen Elemente schließlich einen meßbaren resultierenden Strom ergeben können, haben die an den Fahlbändern Kongsbergs (Norwegen) angestellten Experimente ergeben.

Ob Schutzkolloide bei der Ausflockung mitgewirkt haben und ob infolgedessen mit einer selektiven Ausflockung gerechnet werden muß, läßt sich allerdings bei dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht entscheiden.

Die Annahme der Entstehung der ober-schlesischen Zink-Bleierzlagerstätten durch Ausflockung aus kolloidalen Lösungen stößt also bei keiner Etappe der Bildung auf Schwierigkeiten.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate:

1. Primäre und sekundäre Lagerstättenbildungsprozesse liegen bei dem ober-schlesischen Zink-Bleierzvorkommen dicht nebeneinander, sie müssen scharf von

einander getrennt werden, wenn man die Genesis richtig erkennen will.

2. Es sind zwei Dolomitierungen zu unterscheiden, von denen die ältere, durch ascendente Lösungen bewirkte der Erzbildung vorausging, während die jüngere durch einsinkende Oberflächenwässer veranlaßt wird und heute noch andauert.

3. Die große Menge des Schwefelzinks ist kolloidal entstanden.

Bei der Eintrocknung des Höhlen ausfüllenden Gelbreies bildeten sich ungefähr horizontal verlaufende Schwundschläuche, die von bei der Spaltung des Breies entstandener wässriger Lösung ausgefüllt gewesen sein dürften. Da sie im einzelnen komplizierte Ein- und Ausstülpungen zeigen, entsteht das Bild der Gekrösestruktur.

Die durch die Hohlräume getrennten Schalenblendelagen haben im Vertikalschnitt symmetrischen Bau; die Mitte der Lage besteht aus erdigem Schwefelzink, welches nach oben und unten allmählich in kristallinen Wurtzit übergeht.

Auch sonst kommt sogen. erdige Blende in größeren und kleineren Nestern vor.

Die Ausflockung war also zuerst erdig und wurde dann allmählich kristallin, bis aus Wurtzit bestehende Schalenblende mit Liesegang'scher Schichtung vorlag. Dieser Prozeß dürfte noch heute andauern. Höhlenfüllungen überwiegen Verdrängungen des Dolomits, also metasomatische Erzkonzentrationen begleiten sie.

4. Eine ähnliche Bildung hat das Schwefeleisen, dessen umkristallisierte Schlußetappe Markasit ist; es ist gleichaltrig mit dem Schwefelzink.

5. Bei dem mehr zurücktretenden Bleiglanz ist eine jüngere vorzugsweise gangförmige, und zwar häufig Lagergänge bildende Generation mit untergeordneten Verdrängungen von einer älteren mit Schalenblende und Markasit gleichzeitig gebildeten zu unterscheiden, die mit diesen beiden Erzen wechsellagert, derart, daß an eine rhythmische Fällung gedacht werden muß.

Engere Beziehungen des Bleisulfids zum kristallinen Teil der in der Hauptsache kolloidalen natürlichen Lösungen sind nicht unwahrscheinlich.

6. Die Schwermetallsulfide entstanden durch ascendente Lösungen, die auf, heute Bleiglanz usw. führenden Spalten aufstiegen. Die Erze und anderen Verbindungen der Oxydationszone wurden natürlich durch deszendente Wässer gebildet; sie stellen junge, noch heute entstehende Gele dar.

7. Die beiden ober-schlesischen Erzlager entsprechen zwei charakteristischen Grundwasserhorizonten im Dolomit.

8. Die Annahme der Entstehung der ober-schlesischen Zink-Bleierzlagerstätten durch Ausflockung aus kolloidalen Lösungen stößt bei keiner Etappe der Bildung auf Schwierigkeiten.

Berlin, im März 1929.

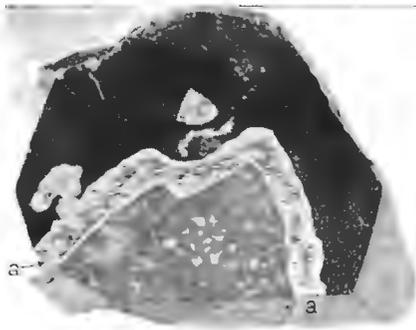


Fig. 1

Anschliff. 1½-fache Vergr. Dolomitkern umgeben von einer Bleiglanzlage (a), darüber Schalenblende mit eingesprengten Bleiglanzkristallen in der Nähe der Bleiglanzlage.

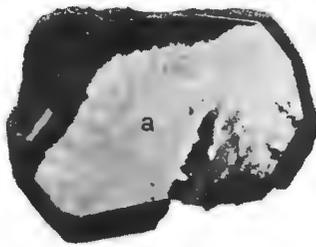


Fig. 3

Anschliff. 1½-fache Vergr. Hell: Markasit (a), radialstrahlig und angedeutet konzentrisch schalig umgeben von Schalenblende.

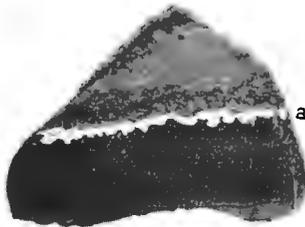


Fig. 5

Anschliff. 1½-fache Vergr. Dolomitkern (oben) umkrustet von Bleiglanz (a), darunter Schalenblendelagen hell- und dunkelbraun.

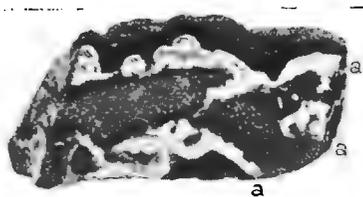


Fig. 7

Anschliff. 1½-fache Vergr. In der Mitte erdige Zinkblende, beiderseits umkrustet von Markasit (a) und brauner Schalenblende.



Fig. 2

Anschliff. 1½-fache Vergr. In der Mitte erdiges Schwefelzink, beiderseitig umgeben von Schalenblende in hellen und dunklen Bändern mit einer Markasitlage (a) in der Mitte.



Fig. 4

Dünnschliff. 2-fache Vergr. Bleiglanzlage (a), zwischen Schalenblendebändern in heller und dunkler Farbe.

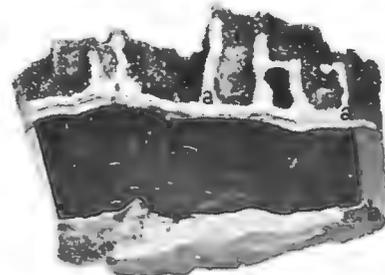


Fig. 6

Anschliff. 1½-fache Vergr. Dunkle Schalenblende überkrustet von Markasit mit Schwundlöchern, die mit Kristallen ausgekleidet sind.



Fig. 8

Anschliff. 1½-fache Vergr. Auf Dolomitkern (links unten b) Bleiglanzlage (a) darüber gelbe und braune Schalenblendelagen (rechts).

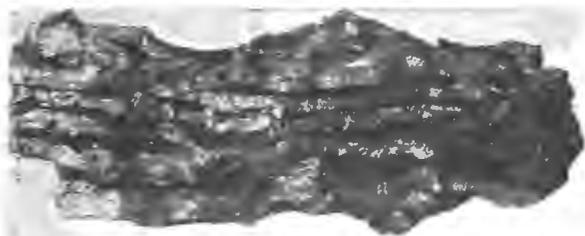


Fig. 1

$\frac{1}{2}$ der natürl. Größe. Schalenblende mit horizontal verlaufenden Schwundschläuchen und vielen Warzen. Jede durch Schwinden entstandene Lage ist nach oben und unten symmetrisch aufgebaut, und zwar in der Mitte mehr oder weniger erdig, nach außen allmählich kristallin werdend. Verschieden gefärbte Schalenblendelagen (Liesegang'sche Schichtung).

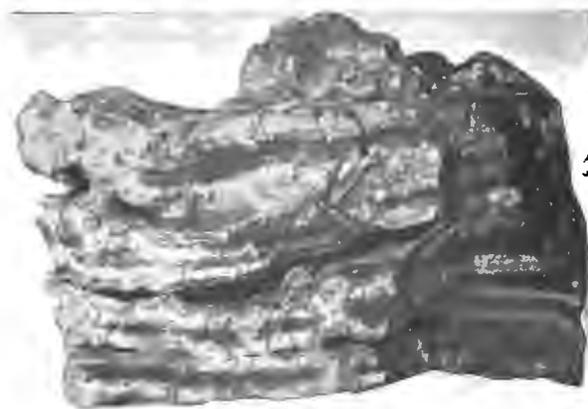


Fig. 2

$\frac{1}{2}$ der natürl. Größe. Schalenblende mit horizontal verlaufenden Schwundschläuchen und vielen Warzen wie Fig. 1.

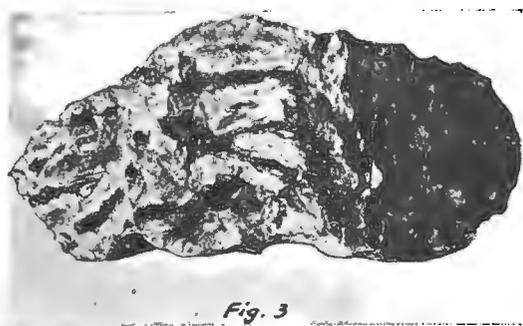


Fig. 3

$\frac{1}{2}$ der natürl. Größe. Schalenblende mit Schwundschläuchen und symmetrischem Aufbau wie Fig. 1.

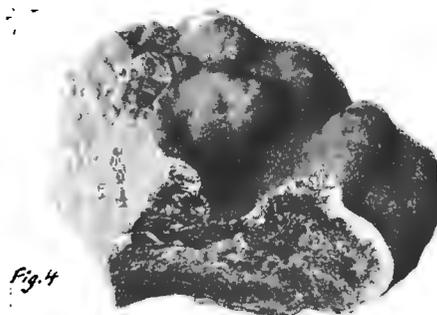


Fig. 4

$\frac{2}{3}$ der natürl. Größe. Nach allen Richtungen warzige Schalenblende, als Bestandteil einer Lage mit vielen Schwundschläuchen. In der Mitte erdig, nach außen kristallin werdend wie Fig. 1.

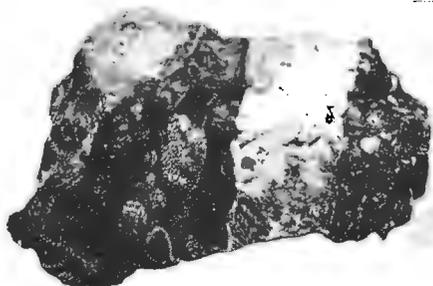


Fig. 5

$\frac{1}{2}$ der natürl. Größe. Schalenblende erfüllt Hohlräume im Pseudobrekzienstruktur zeigenden Dolomit. Schwundhohlräume mit in den verschiedensten Richtungen orientierten Warzen.



Fig. 6

$\frac{2}{3}$ der natürl. Größe. Schwundhohlraum mit nach allen Richtungen orientierten Warzen. Bleiglanzlage (hell), Schalenblende, z. T. jünger, z. T. älter als Bleiglanz.

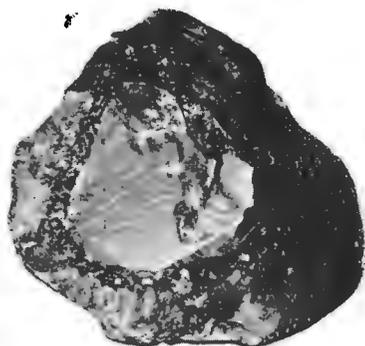


Fig. 7

$\frac{2}{3}$ der natürl. Größe. Gewächs nach Form der Silikatgewächse mit Schalenblende und etwas älterem Bleiglanz, welches zackenförmigen Dolomit umhüllt.

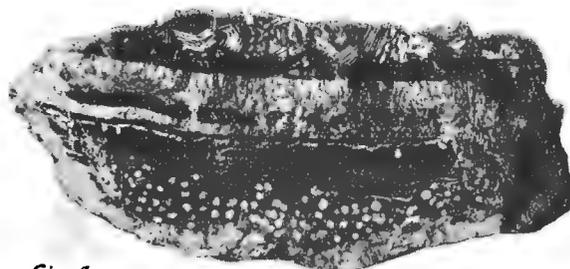


Fig. 8

$\frac{1}{2}$ der natürl. Größe. Markasit mit horizontalen Schwundschläuchen (unten), darüber Schalenblende, überlagert von jüngerem Bleiglanz (oberste Kruste).