

## **Bemerkungen zur Entstehungsfrage der kalkalpinen Pb-Zn-Erzlagerstätten**

Mit 1 Tafel.

Von **Eberhard Clar.**

In sehr eingehenden und erstmals Erfahrungen der Gefügekunde verwertenden Untersuchungen der Lagerstätten und begleitenden kleineren Vorkommen von Blei-Zink-Erzen in den westlichen Nordalpen sind K.-C. TAUPITZ (1954), H. J. SCHNEIDER (1954), O. SCHULZ (1955) und zusammenfassend A. MAUCHER (1954) zu dem Schluß gekommen, daß diese Lagerstätten ursprünglich sedimentärer Entstehung seien. Die Erze und Gangarten seien also zugleich mit der Sedimentation der Nebengesteine — syngenetisch mit diesen — als marine Sedimente abgesetzt worden; der Anteil der Strukturen, der wirklich oder scheinbar in Widerspruch mit dieser Entstehungsart steht, sei durch jüngere Umlagerungen der bereits abgesetzten Erze zustande gekommen.

Gerade diese Strukturen aber waren einer der Gründe für die bisher herrschende Auffassung, daß die Erze epigenetisch, in die schon gebildeten und verfestigten Nebengesteine hinein, aus metallbringenden Lösungen — hydrothermal — zugeführt seien. In dieser Deutung — von vorgeschlagenen Zwischenlösungen sei hier abgesehen — gehören sie einer, den großen Gebirgsbewegungen nachfolgenden Vererzung der Ostalpen an, der auch die Au-, Cu- oder Eisenspat-Lagerstätten zugehören; in dieser Vererzung, die zonar aufgebaut ist (W. PETRASCHECK) und deren Stofftransporte nicht nur von einem Tiefengesteinskörper abstammen können, bilden sie die äußersten und herdfernsten, bei relativ niedrigster Temperatur der Lösungen entstandenen Zonen.

Es wird von keiner Seite angenommen, daß die Blei-Zink-Erzlagerstätten der Nordalpen grundsätzlich anderer Entstehung sein könnten, als die viel bedeutenderen südlich der Zentralalpen. Wenn aber die Sedimentärdeutung auch auf diese letzteren anwendbar wird und zutrifft, so hätte dies gewichtige Folgerungen für die Auffassung der Ostalpen-Vererzung als Ganzes. Diese verlöre dann ihren überzeugenden Zusammenschluß durch die niedrig-thermale Außenzone, ohne die die weniger regelmäßigen Innenzonen leichter von eigenen und getrennten Herden der Tiefe abgeleitet werden könnten.

Nicht weniger wichtig ist, daß sich naturgemäß aus der Annahme sedimentärer Entstehung andere und neue Grundsätze für die praktische Lagerstättenerschließung ableiten lassen müssen, deren Anwendung die wissenschaftliche Deutung der Entstehung einer Bewährungsprobe unterwerfen wird. Es ist zu bedenken, daß der Bleiberger Hoffnungsbaubau seine großen systematischen und wirtschaftlichen Erfolge in Anwendung der durch H. HOLLER ausgebauten hydrothermal-epigenetischen Entstehungshypothese errungen hat. In weitschauender Würdigung der Verknüpfung wissenschaftlicher und praktischer Fragen hat die Bleiberger Bergwerks-Union im Herbst 1955 einen Fachkreis zur wissenschaftlichen Diskussion der Entstehungsfrage der Blei-Zink-Erzlagerstätten und auch der Magnesite geladen. Im Anschluß an ein eigenes Referat in dieser Diskussion möchte der Verfasser hier mit der kurzen Zusammenfassung einiger Bedenken gegen die Beweiskraft der für sedimentäre Bildung ins Treffen geführten Merkmale einen Beitrag zum weiteren Verlauf der Untersuchungen vorbringen.

Wenn heute die Sedimentär-Deutung offenbar zunehmend auf verschiedene Lagerstättengruppen anzuwenden versucht wird, so ist darin nach Meinung des Verfassers eine allgemeinere, heutige Entwicklungstendenz unserer Anschauungen zu erkennen. Das soll nicht Kritik oder Vorwurf sein; klassische Merkmale magmatischer Abkunft haben ihre Beweiskraft verloren, ein breites Feld früher magmatisch gedeuteter Erscheinungen der Injektion und Granitisation sind mindestens auch als Stoff-Mobilisation ohne Mitwirkung echten Schmelzflusses verständlich geworden. In den fruchtbaren Gedanken von H. SCHEIDERHOHN umfaßt die sekundärhydrothermale Mobilisation manches von dem, was früher als Abkömmling des Magmas gedeutet werden mußte. Die Ableitung von Fe- und Mg-Zufuhren in Lagerstätten der Ostalpen aus dem Stoffwechsel der Metamorphose im Sinne von F. ANGEL zeigt wieder einen Weg, immer mehr an beobachteten Stoffzufuhren nicht sofort aus unbekanntem und unerschlossenen magmatischen Tiefen herzuleiten, sondern zunächst die Ableitbarkeit aus den Bereichen zu überprüfen, deren Stoffhaushalt unserem Einblick zugänglich ist. Es ist sicher ein gesunder Weg, zu versuchen, wieweit bisher — vielleicht zum Teil auch voreilig — als magmatogen-azendent gedeutete Gebilde auch ohne die Mithilfe unbekannter Tiefenregionen befriedigend erklärt werden können.

Wenn Deutungen so stark gegensätzlich sind, wie hier azendent-hydrothermal-epigenetisch gegenüber sedimentär-syngenetisch, so muß eine sehr unterschiedliche Bewertung vorhandener Merkmale vorliegen, soferne diese nicht der einen Seite völlig entgangen sind. Es ist viel gewonnen, wenn wir durch eine Diskussion feststellen können, wieweit wir bekannte

Merkmale gleich auslegen und bewerten und wo ihnen nur von einer der beiden Seiten Beweiskraft zugeschrieben wird.

TAUPITZ und SCHNEIDER unterscheiden vier Phasen der Mineralisation der nordalpinen Blei-Zink-Erzlagerstätten:

1. syngenetisch — sedimentär,
2. diagenetisch — hydatogen,
3. syntektonisch — hydatogen,
4. deszendend — oxydierend.

Hievon ist die 4. Phase hier ohne Interesse, da ihre Ausbildung und Paragenese unabhängig von der primären Bildungsweise ist. Der 1. Phase werden von den genannten Verfassern zwischen schätzungsweise einem Viertel und der Hälfte der angetroffenen Strukturen zugewiesen. Die Mehrzahl der Erzverbände mit dem Nebengestein und Erzgefüge selbst gehört danach der 2. und 3. „hydatogenen“ Phase an (früher vorübergehend auch als „hydrisch“ bzw. „hydratisch“ bezeichnet). In diesen ist die Erzparagenese am betreffenden Ort sicher epigenetisch aus Lösungen abgeschieden. Die Bildungsweise wird als hydatogen und nicht als hydrothermal bezeichnet, um nicht durch letzteren Ausdruck eine bestimmte Herkunft vorwegzunehmen. Diese Gefahr scheint dem Verf. gering; denn für die Anerkennung als Thermalwasser pflegt uns eine noch relativ sehr niedrige Temperatur zu genügen und man pflegt heute bei Hydrothermen an und für sich durchaus nicht schon von vornherein eine juvenile oder magmatische Abkunft vorauszusetzen. Dies zeigt ja besonders auch die Vorstellung sekundärhydrothermalen Erztransporte nach SCHNEIDERHOHN.

Die Erze dieser 2. und 3. hydatogenen Phase seien jedoch nicht in Lösung weither herangebracht, sondern immer in relativer Nähe der ursprünglichen sedimentären Erze, also nur umgelagert; und zwar mindestens zweiphasig, mit der Lösungszirkulation der Diagenese und mit wenigstens einer tektonischen Umformung der kalkalpinen Trias.

Die epigenetischen Erzverbände dieser 2. und 3. Phase sind es aber auch, die bisher die epigenetisch-hydrothermale Deutung der ganzen Lagerstätten begründet haben. Dafür sind sie geeignete Beweise, solange man die Strukturen der Minerale der Erzparagenese (außer den Verwitterungsbildungen) als Zeugnisse für die Art des Erzabsatzes der eigentlichen Erzmineralisation betrachtet, also nicht mit wesentlichen späteren Umlagerungen rechnet. Es lag offenbar bisher kein Anlaß vor, solche Umlagerungen in irgendwie maßgeblichem Umfang anzunehmen, so daß die Strukturen als Beweise für epigenetische Bildung gelten durften.

Es ist zugegeben, daß diese Beweiskraft erlischt, sobald Umlagerungen im behaupteten Ausmaße wahrscheinlich werden, so daß die Epigenesetheorie mit einem Schlage ihrer wichtigsten Belege beraubt ist. Was nötig

nun, plötzlich so umfassende Umlagerungen anzunehmen, oder liegen direkte Beweise für sie vor?

Was TAUPITZ und SCHNEIDER zu dieser Vorstellung geführt hat, ist offenbar, daß sie zu dem Schluß gekommen waren, gewisse Erzgefüge seien zwingend als syngenetisch-sedimentär zu deuten; darauf gründet sich die Aufstellung bzw. Abtrennung der ersten Erzphase. Auf deren Gefügemerkmale wird unten noch einzugehen sein. TAUPITZ begründet eingehend, warum nun neben solchen sedimentären Erzen in engster Nachbarschaft und mit gleicher Paragenese hydrothermal-epigenetische (nämlich aszendenter Herkunft) unwahrscheinlich seien. Dem ist ebenfalls zuzustimmen und die Annahme von Umlagerungen ist ein gangbarer Ausweg.

Aber wenn keine anderen Gründe gegen die hydrothermale Abkunft sprechen, so ist zunächst zu bedenken, daß eben diese gleiche Unwahrscheinlichkeit des Zusammenvorkommens auch gegen syngenetische neben offensichtlich epigenetischen Erzen spricht und veranlassen muß, zu überprüfen, ob diese „Sedimentärgefüge“ nicht auch im Zuge der Epigenese entstanden sein könnten. Denn dann würden die Umlagerungen entbehrlich, für die sonst kaum etwas spricht.

Die unterschiedenen vier Phasen der Mineralisation haben ja nichts zu tun mit den bisher, zuletzt von SCHROLL (1953) erschlossenen, paragenetisch unterschiedenen Phasen im Ablauf der hydrothermalen Mineralisation. Die sedimentäre und die zwei hydatogenen Phasen von TAUPITZ-SCHNEIDER unterscheiden sich voneinander paragenetisch nicht, auch nicht grundsätzlich im Mengenverhältnis der auftretenden Minerale. Sie sind lediglich im Gefüge und in der Art des Verbandes mit dem Nebengestein unterschieden, in dem offenbare epigenetische Gefüge als umgelagert, die anderen als sedimentär aufgefaßt werden.

Diese Auffassung verbindet sich also notwendig mit der Annahme, daß in der 2. und 3. „hydatogenen“ Phase jeweils die ganze Erzparagenese gleichmäßig mobilisiert und verlagert worden ist, ohne daß dabei Unterschiede in der Löslichkeit bei der Auflösung oder auch beim Wiederabsatz eine erkennbare paragenetische Änderung hätten herbeiführen können. Das ist für eine so tief eingreifende Umlagerung, die immerhin bauwürdige Erzkonzentrationen in Spalten und Störungen, auch Verdrängungskörper geschaffen und, nach TAUPITZ, Transporte von 100 bis 1000 m bewerkstelligt hat (Beispiel Gangzone Dirstentritt!), erstaunlich. Diese Leistung nicht-thermalen Grundwassers wird noch überraschender, wenn man bedenkt, daß auch im Nebengestein (Triaskalke) keinerlei Anzeichen einer irgendwie allgemeineren Lösungsmobilisation gefunden werden, wie sie etwa in Verbindung mit leichter Umkristallisation oder Metamorphose zu erwarten sind. Auf die unveränderten, nur diagenetisch verfestigten Primärgefüge dieser Kalke wird ja

mehrfach hingewiesen. Das Auftreten der gröber kristallinen Kalkspatabsätze mit dem Erz zeugt zwar wohl von einer gewissen Mobilisation des Kalkes, aber nur als lokale Anlösung von Wasserwegen, wie es etwa Thermalwasser tun müßte, das Erz bringt. Hier aber müßte das Grundwasser im Zuge der Diagenese und während tektonischer Bewegungen befähigt gewesen sein, mehr als die Hälfte des mehr oder weniger schichtig angeordneten Primärerzes ohne Unterschied der Minerale herauszulösen und wegzuführen, ohne daß eine vergleichbare Mobilisation auch den Kalk ergriffen hätte und ohne daß die Restgefüge dieser Auslösung beobachtbar geworden wären.

Man müßte demgemäß physikalische Bedingungen oder chemische Agentien annehmen, die dieses Grundwasser befähigen, selektiv das Erz mehr als den Kalk zu lösen und gerade in den „edlen“ Erzflächen stärker zu wirken. Das heißt, man gelangt in genau dieselbe Annahme, die der Hydrothermalthese zum Vorwurf gemacht wird: daß nämlich diese „edlen Flächen“ ohne sicher erkennbare Ursache gegenüber den Lösungen eine größere Wegsamkeit zeigen, besonders im Zuge von tektonischer Verformung des Schichtstoßes; und daß die Wässer — lösend oder verdrängend — befähigt sein müssen, genauer als wir selektiv Kalkarten zu unterscheiden.

Eine vergleichbare Schwierigkeit scheint mir dem Gedanken von E. SCHROLL (1953, S. 35) gegenüberzustehen, daß Pb und Zn (und andere Elemente der Erzparagenese?) syngenetisch in den triassischen Sedimenten enthalten waren und dann durch jüngere Thermen epigenetisch umgelagert wurden. SCHROLL scheint hier an einen ursprünglich spurenhafte, nicht schon in sedimentären Erzmineralausscheidungen erscheinenden Gehalt zu denken; um diesen zu befreien und auszuschleiden, muß wohl wieder eine allgemeinere Mobilisation der Gesteinssubstanz vorausgesetzt werden, wie wir sie ohne Schwierigkeit bei metamorphen Gesteinen, nicht aber bei diesen besten Beispielen unveränderten alpinen Mesozoikums annehmen können.

Der Versuch von TAUPITZ und SCHNEIDER, die epigenetischen Strukturen durch nicht-thermale, selektive Mobilisierung und Umlagerung des Erzes zu erklären, ist also nach Meinung des Verfassers keineswegs ohne beachtliche Schwierigkeiten anzuwenden. Zwingen die beschriebenen „Sedimentärgefüge“ wirklich ausweglos hiezu, oder können nicht diese vielleicht leichter ebenfalls epigenetisch verstanden werden?

Die wichtigsten Argumente für sedimentären Erzabsatz sind im Größensbereich von Gebirge und Lagerstätten die sogenannte Horizontbeständigkeit und im Aufschluß — bis Handstückbereich — Gefügetypen, die bisher als bezeichnend für sedimentäre Anlagerung gefunden worden sind.

Die sogenannte Horizontbeständigkeit besteht einmal darin, daß die Lagerstätten nur in bestimmten Gesteinen und Stufen des Triasprofils auftreten. Allen voran im oberen Wettersteinkalk des Ladin, was seinerzeit als Stau unter den impermeablen oder semipermeablen Cardita- bzw. Raibler Schiefen der karnischen Stufe gedeutet wurde. Diese Deutung ist durch HOLLER (s. 1953) überholt worden. Er stellte fest, daß die Erze mit einer Regelmäßigkeit, die planmäßigen Aufschluß zuläßt, bestimmte Horizonte seiner feinstratigraphischen Gliederung bevorzugen („edle Flächen“). Innerhalb der Flächen scheint der mechanische Einfluß der Tektonik (z. B. Aufzerrung an Störungen) für den Ort der Erzkonzentration am maßgebendsten zu sein. TAUPITZ - SCHNEIDER - SCHULZ haben grundsätzlich gleichartige feinstratigraphische Vorzugsniveaus lagerhafter Erze in Nordtirol festgestellt und diese Bindung anders als HOLLER eben sedimentär gedeutet. In Nordtirol stehen ferner Lagerstätten im anisischen Muschelkalk unter Partnachschiefen, im Drauzug in Kreuth in Dolomiten zwischen Carditaschiefern, in Kreuzen im Hauptdolomit stratigraphisch über diesen. Es handelt sich im Falle sedimentären Erzabsatzes nicht darum, daß innerhalb dieser mächtigen Kalkablagerungen nur in einem oder wenigen Horizonten Erze ausgeschieden worden wären; es wäre eine ganze Reihe von Horizonten, in denen immer wieder auf relativ sehr engem Raum Erzausfällung eingetreten wäre, im oberen Wettersteinkalk allein mindestens fünfmal.

Die Übersichtskarte von TAUPITZ (1954/1) läßt dazu ferner schön erkennen, daß über den anisischen Erzvorkommen immer auch in engem Umkreis solche in Wettersteinkalk mindestens ähnlicher Paragenese sitzen, wie: St. Veit—Heiterwand; Haverstock—Feigenstein; Thaya-kopf—Silberleithen. Die Sedimentärtheorie muß zur Erklärung eine sehr genaue lokale Wiederholung der paläogeographischen Einzelbedingungen in der anisischen und mehrfach in der ladinischen Stufe annehmen, was schwer zu glauben sein wird. Noch wesentlich schwerer mit sedimentärer Entstehung zu vereinbaren ist z. B. folgender Hinweis, den ich Herrn Dr. KOSTELKA (Bleiberg) verdanke: in Bleiberg-Kreuth ändert sich das Pb-Zn-Verhältnis von E nach W. Diese Änderung drückt sich aber nicht nur in den Erzen des Wettersteinkalkes ohne Unterschied der als sedimentär angenommenen Horizonte aus, sondern gleichermaßen in den stratigraphisch noch höher liegenden Erzen der Carditadolomite im Westen oder des Hauptdolomites im Osten. Ein solcher Sachverhalt ist wohl überhaupt nur durch epigenetische Vererzung aus Lösungen, deren Metallverhältnis eben von E nach W sich ändert, verständlich.

Solchen Beobachtungen und Überlegungen und einer Fülle von sicher epigenetischen Lagerstättenformen und Erzgefügen stehen nun die beschriebenen Sedimentärgefüge gegenüber, die dazu zwingen sollen, all dies nur auf

jüngere Umlagerungen der Sulfide und Begleiter zurückzuführen, die das Wesen der ursprünglichen Genese verschleiern. Das sind unter Beteiligung von Mineralen der Erzparagenese gebaute Gefüge vom gleichen Typ oder mit gleichen kennzeichnenden Merkmalen wie die, die B. SANDER in seinen bahnbrechenden Untersuchungen über die Anlagerungsgefüge (siehe Einführung Gefügekunde 1948/50) als bezeichnend für diese beschrieben hat.

Als besonders bezeichnende Typen erscheinen in den Beschreibungen von TAUPITZ, SCHNEIDER u. SCHULZ Anlagerungs-Rhythmite, Aufarbeitungs-breccien und „Resedimente“ älteren Erzes, geopetale Gefüge, Gefüge paradiagenetischer Bewegungen, wie Gleitfaltung, Setzung oder Fällung syndiagenetischer Rinnen. Es soll nicht geleugnet werden, daß die in den angeführten Arbeiten beschriebenen Gefüge mindestens überwiegend die von B. SANDER herausgearbeiteten Merkmale sedimentärer Anlagerung oder von Bewegungen, die mit der Verfestigung einhergehen, so schön zeigen, daß an der Tatsache der Anlagerung oder von solchen Bewegungen nicht zu zweifeln sein wird.

In einem aber besteht ein entscheidender Unterschied der Belegstücke aus den Erzlagerstätten gegenüber den Studienobjekten der Anlagerungsgefüge B. SANDER's: Für diese letzteren sind offenbar zwecks Eindeutigkeit der Auslegung erkannter Merkmale solche Gesteine ausgewählt worden, in denen nach allem geologischen Einblick nichts vor sich gegangen ist als Sedimentation und Diagenese, in denen keine weiteren Umsetzungen, Lösungen, Mobilisierungen und Absatzvorgänge anzunehmen waren, die die eindeutige Zuordnung beobachteter Gefügebilder zur Sedimentation oder Diagenese verschleiern müßten. Im Umkreis der Lagerstätten aber werden von beiden Auffassungen Lösungs- und Absatzvorgänge noch nach der Diagenese angenommen, sei es als Auslaugung, Umlagerung und Wiederabsatz vorher abgesetzter Sedimentär-Erze, die das Nebengestein nicht unberührt lassen kann, oder sei es als hydrothermale Anlösung des Nebengesteins und Absatz oder Metasomatose von azendentem Erz.

Damit aber ergeben sich weitere Möglichkeiten zur Bildung von internen rhythmischen Anlagerungsgefügen, von geopetalen Gefügen, von Resedimentation usw. unter Beteiligung von Erziederschlägen, ebenso aber auch für den Eintritt von Erzmineralien in vorher vorhandene Sedimentgefüge dieser Art auf dem Wege einer mehr oder weniger abbildenden Imprägnation bis Metasomatose.

Es ist bekannt, besonders durch HOLLER, daß z. B. in Bleiberg die Erze durchaus nicht überwiegend metasomatisch, sondern weitgehend auch als Absätze in vorher tektonisch und durch Lösung geöffneten Hohlräumen Platz genommen haben müssen. In solchen Räumen ist naturgemäß nicht nur zum Absatz gangartiger Mineralbildungen Gelegenheit, sondern ebensogut zum

Absinken von Lösungs- und Fällungsschlammen und -körnern und ihrer Sammlung in vielleicht rhythmischen Bodenbildungen, die sich wie bei Diagenese noch weich verformen können. Auch Zerbrechen oder Zusammenbruch schon verfestigter Erzpartien paßt hierher.

Es ist zweifellos ganz unberechtigt, Geopetalgefüge an und für sich als Beleg für sedimentäre Entstehung im geologischen Sinne zu nehmen. Voraussetzung für sie ist nur ein Medium genügend niederer Viskosität, daß sich in ihm Teilchen nach der Schwerkraft saigern und diese dadurch sichtbar machen können. Gerade in Kristalldrüsen hydrothermaler Entstehung ist geopetale Bestäubung von Kristallen ähnlich Schneehauben häufig, eine ideale Gravitationsdifferentiation im Schmelzfluß würde ein Musterbeispiel geopetalen Gefüges schaffen und dem Verfasser ist deutliche geopetale Anordnung auch als Gefügebildung der Metasomatose von Siderit nach Marmor in Hüttenberg bekannt. Solche Gefüge beweisen dann zwar ihre Entstehung durch Anlagerung, aber nicht im Rahmen der Nebengesteins-Sedimentation, sondern z. B. nur als Intern-Anlagerung (SANDER) in Lösungshöhlräumen. Zum Nachweis sedimentärer Bildung sind solche Gefüge erst dann geeignet, wenn zusätzlich im Einzelfalle durch den Verband mit der tauben Gesteinsumgebung eine Entstehung durch externe Anlagerung in zeitlicher Verknüpfung mit der tauben Gesteinsmasse nachweisbar wird.

Ausgezeichnete Beispiele für Erz-Anlagerungsgefüge, die nur einer epigenetischen Vererzung oder allenfalls einer der epigenetischen Phasen nach TAUPITZ zugehören können, hat bei der erwähnten Klagenfurter Tagung W. SIEGL von Bleiberg aus der Diplomarbeit von cand. ing. W. POLESNIG an großen Stücken vorgeführt und beschrieben<sup>1)</sup>. Es sind die sogenannten „Erzböden“, Bodensedimente in den Lösungs- und Verdrängungsräumen des Erzabsatzes, die neben den überwiegenden wandständigen Anwachs- und Verdrängungsgefügen auftreten. Sie zeigen ganz wie die zum Beweis sedimentärer Erzbildung herangezogenen Nordtiroler Gefüge Feinrhythmik horizontaler Schichten, dabei auch Geopetalgefüge, Breccien aus oder mit Beteiligung von Erz, wie überhaupt auch Anzeichen von Bewegungen, die mit der Verfestigung dieser Absätze interferieren. Dieser Bodensatz besteht nicht nur aus Erz, sondern auch aus Nebengesteinsteilchen (besonders Dolomitkörnchen), die durch Fällung oder gleich den psammit-pelitischen Kleinhöhlensedimenten der Internanlagerung bei SANDER gebildet sein mögen.

Jedenfalls kommen hier in den Erzböden Gefüge vor, die echte Anlagerung durch Absatz und Vorgänge der Verfestigung ablesen lassen und daher dem Typ nach völlig den Gefügen der Sedimentation und der Diagenese entsprechen. Aber aus der guten Abgrenzung und Diskordanz dieser Gebilde gegen die Nebengesteinsgefüge ist mit Sicherheit zu ersehen, daß sie jünger sind. Für den Nachweis sedimentärer Entstehung des Erzes sind

<sup>1)</sup> S. Berg- und Httm. Mh. 101., 1956, 103—111.

also nicht nur sichere Anlagerungs- und Verfestigungsgefüge analog Diagenesebildern erforderlich, sondern auch der zwingende Nachweis, daß diese Anlagerung mit der Sedimentation und die Verfestigung mit der Diagenese des tauben Nebengesteins im gleichen Akte vor sich gegangen ist. Dieser Nachweis ist aber in den bisher gebrachten Beispielen aus Nordtirol nach dem Einblick des Verfassers noch nicht zwingend geführt.

Denn es kommt, wie angedeutet, noch eine zweite Möglichkeit zum Einbau von Erzmineralen in solche Sedimentärgefüge in Betracht; nämlich der Weg der metasomatischen Verdrängung, in der naturgemäß Inhomogenitäten des Muttergesteins mehr oder weniger selektiv abgebildet werden müssen. Wenn eine sedimentär-syngenetische Erzbildung — als eigentliche Grundlage der rundum auffällig hervortretenden Epigenesegefüge — überzeugend bewiesen werden soll, dann muß auch diese Möglichkeit der Täuschung weitgehend ausgeschlossen werden können. Denn mitten unter so viel Bildern von Spaltenvererzung und Verdrängung liegt auch eine gefügeabbildende Verdrängung sehr nahe.

Eine Entscheidung über die Möglichkeit des späteren Eintrittes von Erzmineralen in solche Gefüge durch eine abbildende, selektive Verdrängung oder Imprägnation, fallweise sogar vielleicht der Nachweis eines solchen Vorganges, verlangt mikroskopische Überprüfung, besonders im Anschliff. Denn nur dieser zeigt die Verwachsungsgrenzen mit der notwendigen Exaktheit und Feinheit.

Ein Beispiel für die Art zusätzlicher Auskunft aus einem Anschliff geben die (schon in Klagenfurt gezeigten) Bilder (Tafel 1). Für ihre Aufnahme, wie auch für die hervorragende Qualität des Anschliffes habe ich Kollegen Dr. F. TROIER in Radenthein zu danken. Die Bilder zeigen einen Kalk-Flußspat-Rhythmit vom Vorkommen Silberner Hanel in Lafatsch, dort als Haldenstück gesammelt. Solche Rhythmite bilden in der Darstellung von SCHNEIDER einen der Belege für die sedimentäre Entstehung. Der Schliff zeigt den Flußspat in lagenhaft angereicherten Knötchen, dazu einen quer-greifenden und einen lagerhaften Gang gröber kristallinen Spates. Die Form der Knötchen (Abb. b) macht es sehr wahrscheinlich, daß sie jeweils aus einem einzigen Flußspatkristall bestehen, was hier aussonsten optisch nicht überprüfbar ist. Wesentlich ist, daß die Flußspate ohne Ausnahme vollgepackt sind mit Kalkspatkörnchen wechselnder Orientierung, offenbar Einschlußresten eines Grundgewebes wie daneben erhalten. Dagegen sind die Flußspate des Ganges ebenso wie ein teilweise entwickelter Saum größeren Kalkspates an ihm, einschlußfrei.

Das Schliffbild sagt m. E. bindend aus, daß die Flußspatknötchen in dem bereits vorhandenen feinkörnigen Kalkspatgefüge gewachsen sind. Dieses kann damals noch etwas feinkörniger gewesen sein, wahrscheinlich aber

wurden die vom Flußspat umschlossenen Körner dabei durch Anlösung verkleinert. Irgendwelche Hinweise, daß der Flußspat vorher eine andere Stellung im Gefüge hatte, die sedimentäre Ausscheidung beweisen würde, wurden nicht bemerkt. Man kann sich vorstellen, daß diese Knötchen durch Sammelkristallisation aus einem vorher diffus verteilten  $\text{CaF}_2$ -Gehalt hervorgegangen sind, doch weist sonst nichts auf einen so gearteten Vorzustand hin. Einfacher ist es, die Fluoritkristalle bzw. -knötchen im Kalk in Reaktion mit zugeführtem Fluor wachsen zu lassen und es ist keineswegs verwunderlich, wenn sich dabei die einzelnen Lagen des sedimentären Kalkrhythmites in ihrer Wegsamkeit und Reaktionsfreudigkeit etwas unterscheiden, so daß die Sedimentärschichtung auch im Flußspatgefüge abgebildet wird.

Sicher feststellbar ist hier also nur ein Wachstum des Flußspates im vorhandenen feinkörnigen Kalkgewebe, weitere genetische Aussagen sind Deutung. So auch die Annahme, das Kristallwachstum gehöre zur Diagenese.

Nichts weist darauf hin, daß die Flußspatbildung von dem Quergang ausging; die örtlichen, flußspatfreien Ränder lassen eher ablesen, daß dort Flußspat zugleich mit der Umkristallisation von Kalkspat in den Gang ausgewandert ist, also örtliche Umlagerungen überhaupt nicht gezeugnet werden dürfen. Schließlich ist zu erwähnen, daß im gleichen Schriff vereinzelte Zinkblendekörner in gleicher Weise wie Flußspat die Reste des Kalkspat-Grundgewebes umschließen, in dem sie gewachsen sind.

Es ist darauf hinzuweisen, daß die Flußspatkristalle der Tafel II bei SCHNEIDER (1954) offenbar gleich den hier beschriebenen erfüllt sind von Karbonat. Nur scheint mir durchaus nicht erwiesen oder erweisbar, daß dieser Kalk als unverfestigter Kalkschlamm vor- bis paradiagenetisch umgeschlossen wurde. Auch die „geopetale“, jedoch schräg zu ss geordnete Pigmentfüllung des in Abb. 5 und 6 wiedergegebenen Flußspatkristalles scheint mir durchaus der oft launenhaften Pigmentaufnahme in Holoblasten kristalliner Schiefer vergleichbar und nicht für Anlagerung beweisend.

Ohne noch selbst Gelegenheit zu einer eingehenderen Untersuchung bezeichnender Stellen gehabt zu haben, möchte ich die Vermutung aussprechen, daß solche selektive, struktur-abbildende Verdrängungen durch Erzminerale auch in den von TAUPITZ beschriebenen synsedimentär gedeuteten Erzrinneu usw. eine Rolle spielen könnten; wenigstens sofern diese nicht als jüngere Lösungsräume, die dann erst von Erzabscheidungen erfüllt wurden, vom Nebengestein abtrennbar sind. Wenn man nämlich den Reaktionen einer hydrothermal-epigenetischen Vererzung überhaupt ein Auswahlvermögen betreffs Gestein und Struktur zuzuschreiben bereit ist, dann ist es verständlich, daß die Orte synsedimentärer und paradiagenetischer Gefügestörungen ebenso besonders von der Einwirkung der Lösungen heimgesucht werden,

wie die bevorzugten Lagen der „edlen“ Flächen oder die Fugen der post-diagenetischen, echt tektonischen Störungen.

Dadurch, daß die Hypothese von TAUPITZ und SCHNEIDER sowohl eine syngenetische, wie zwei epigenetische Phasen der Erzbildung annimmt, ist in der Diskussion eine eigenartige Lage entstanden: Die alte Hypothese der hydrothermal-epigenetischen Entstehung dieser Lagerstätten kann durch die Beschreibung noch so schöner Epigenesestrukturen nicht gestützt werden. Man müßte die Nichtexistenz sedimentärer Erzverbände beweisen, was nicht möglich ist. So liegt die Beweislast derzeit ganz auf den Schultern der Sedimentärhypothese und die Hydrothermaldeutung ist in wesentlichen Punkten auf die Kritik dieser angebotenen Beweise beschränkt.

Vielleicht würde es am schnellsten weiterführen, wenn man Aufschlüsse, die als besonders beweisend für die Sedimentärhypothese betrachtet werden, einer parallelen makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung durch — wenigstens bisherige — Anhänger der gegenteiligen Auffassungen unterziehen könnte. Die wichtigsten Einwände hinsichtlich der morphologischen Merkmale und ihrer Deutung sind m. E. erstens der Hinweis, daß echte Sedimentationsvorgänge und zugehörige Gefüge auch „intern“ bei jüngerer epigenetischer Vererzung vorkommen können; im Verband mit dem Nebengestein müßte der Nachweis der Gleichzeitigkeit mit dessen Sedimentation oder Diagenese zu erbringen sein. Die zweite wichtige Möglichkeit, die jeweils durch mikroskopische Kontrollen ausgeschlossen werden müßte, ist die, daß Gefüge der gesteinsbildenden Kalksedimentation oder Diagenese später bei der Vererzung durch selektive Verdrängung oder Imprägnation abgebildet oder sogar verstärkt werden.

Gleichgültig wie das schließliche Ergebnis sein wird, ist doch sicher, daß die Beobachtungen von TAUPITZ und SCHNEIDER der Erforschung der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten einen mächtigen Impuls geben, der vor Erstarrung schützt. Zum mindesten wird, wie dies SIEGL in Klagenfurt andeuten konnte, aus der Einorientierung von „Erzböden“ weiteres über das Verhältnis der Vererzung zu tektonischen Verstellungen abzuleiten sein.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 12. April 1956.

#### Literatur.

- Holler, H. 1953: Der Blei-Zinkerzbergbau Bleiberg, seine Entwicklung, Geologie und Tektonik. — Carinthia II, 143, 35—46; ferner dort angeführte Schriften.
- Maucher, A. 1954: Zur „alpinen Metallogenese“ in den bayrischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. — Tschermaks Min.-petr. Mitt. 4.
- Schneider, H. J. 1954: Die sedimentäre Bildung von Flußspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. — Abhdlg. Bayr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., N. F. 66, 37 S.
- Schroll, E. 1953: Über Minerale und Spurenelemente, Vererzung und Entstehung der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg/Kreuth, Kärnten in Österreich. — Mitt. Österr. Min. Ges., Sonderheft 2, 60 S.

- Schulz, O. 1955: Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn-Grubenreviers Vomperloch, Karwendelgebirge (Tirol). — Berg- u. Hüttenm. Mh. 100, S. 259—269.
- Taupitz, K. G. 1954/1: Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. — Dissertation Clausthal.
- 1954/2: Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typs „Bleiberg“. — „Erzmetall“ 7.

#### Text der Abbildungen

Abb. a—c:

Kalk-Flußspat-Rhythmit von Lafatsch, Nordtirol. Polierter Anschliff; Präparation und Aufnahmen durch Herrn Dr. F. Trojer, Radenthein.

- a) Übersicht, 4fach; unscharf lagenartige Anordnung von Flußspatknötchen in feinkörnigem Kalzit-Grundgewebe, dazu grobkörniger Quer- und Lagergang von Flußspat, dieser als Hohlraumabsatz, teilweise wohl durch Umlagerung. Grau Flußspat, weiß Kalzit.
- b) 100fach, Auflicht polarisiert; hypidiomorphe Flußspatknötchen, siebartig erfüllt von Kalzit-Einschlüssen. Dunkelgrau Flußspat.
- c) 100fach, schräge Nicols; einschlußfreie Grobkörner von Kalzit (Lamellen) und Flußspat (schwarz) am Rand des Querganges neben feinkristallinem Kalk.

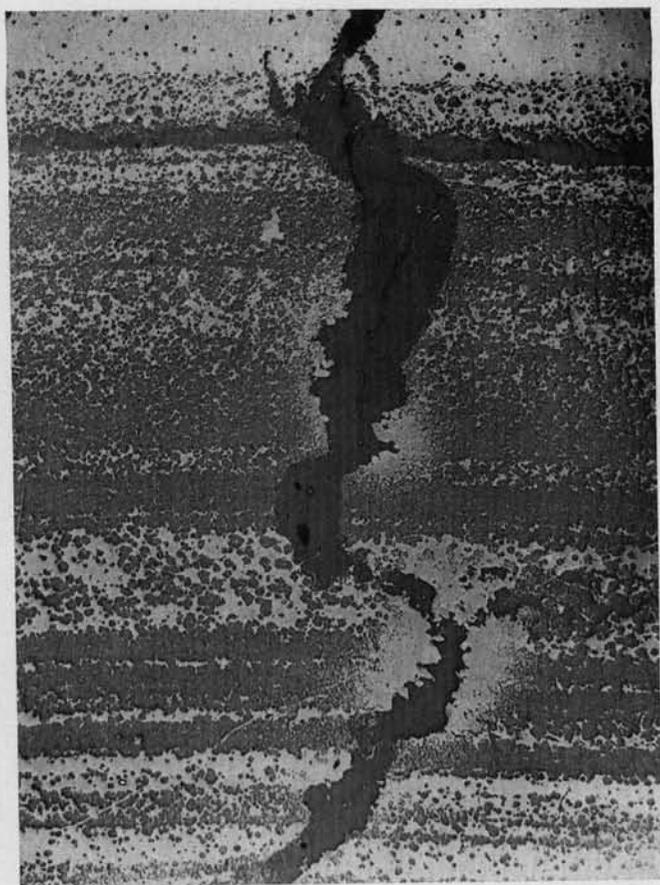


Abb. a.

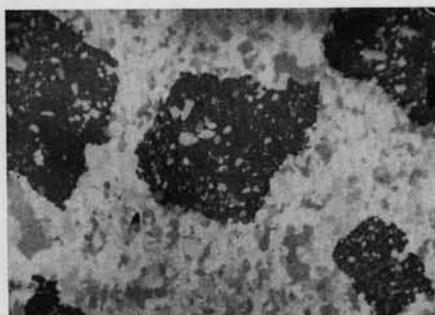


Abb. b.



Abb. c.