

Ausgewählte Gefügebefunde in der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Gailtaler Alpen, Kärnten)

Von OSKAR SCHULZ*)

Mit 6 Abbildungen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 199, 200

Kärnten
Gailtaler Alpen
Drauzug-Mesozoikum
Pb-Zn-Lagerstätte
Gefügekunde

Zusammenfassung

Vererzungen im Fugennetz syndiagenetisch rupturrell deformierter Karbonatgesteinsareale sind in der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth seit der Aufschließung eines polygonalen s-diskordanten Erzkörpers mit 2–3 Mio m³ und ca. 4 % Zn-Pb-Metallgehalt zu einem wissenschaftlichen Begriff und einer wirtschaftlichen Stütze geworden. Die durch Grundlagenforschung schon früher gewonnenen Erkenntnisse über die genetische Stellung dieses Vererzungstyps wurden durch praxisbezogene angewandte Forschung ergänzt. Sie finden nunmehr im Bergbau bei der Suche nach Erzvorräten Anwendung. Fortsetzungen des großen Erzkörpers sowie analog und ähnlich vererzte weitere Bereiche wurden bereits entdeckt.

Der Typ vererzter Deformationsbreccien ist in Form von transversalen stock-, schlauch- und gangförmigen Körpern bisher in den oberen 200 m, vereinzelt bis 260 m des Wettersteinkalks bzw. -dolomits (Cordevol) gefunden worden und ist von keinerlei sedimentären Bildungsbedingungen unmittelbar abhängig. Vielmehr sind für die Erzausscheidung Wegsamkeiten in Form eines Fugennetzes oder von rupturrell aufgelockerten Spaltenzonen und die Zirkulation von metallführenden Lösungen maßgeblich.

Zusammenhänge mit seltenem intern-sedimentären Erzschlamm in kleinen Hohlräumen und extern-sedimentären Erzfeinschichten bestätigen die schon bekannte Interpretation als syndiagenetisches triadisches Vererzungsereignis.

Summary

Mineralisations in the joint network of syndiagenetically rupturally deformed carbonate rock areas in the deposit of Bleiberg-Kreuth have become a scientific concept and an economic support since the opening-up of a polygonal s-discordant ore body of 2–3 mio m³ with a Zn-Pb-content of approx. 4 %. The findings on the genetic position of this type of mineralisation that were gained earlier by basic research have been extended by practice-oriented applied research and are now used in the search for ore reserves. Continuations of the big ore body as well as other areas which show the same or similar mineralisations have already been discovered.

Mineralised deformation breccias have so far been found as transverse stock-, pipe- and vein-like bodies in the upper 200 m (in places up to 260 m) of the Wetterstein Limestone and Dolomite respectively (Cordevolian) and show no immediate dependence on any sedimentary conditions of formation. It is paths of easiest penetration in the shape of a joint network or rupturally loosened fissure zones and the circulation

of metalliferous solutions which were responsible for the ore precipitation.

Connections with rare internal-sedimentary ore slime in small cavities and external sedimentary finely laminated ore beds confirm the existing interpretation as a syndiagenetic Triassic mineralisation event.

1. Bisherige Kenntnisse

Praxis und Forschung haben im Bergbau Bleiberg-Kreuth eine Reihe von Erzkörpertypen zur Kenntnis gebracht, die mit Einzelheiten in der Literatur beschrieben sind und vom Bergbau z. T. seit altersher genutzt werden. Darunter befinden sich in neuerer Zeit Breccien-erzkörper, hauptsächlich vom Typ vererzter Dolomitdeformationsbreccien, zum geringeren Teil auch erzführender Resedimentbreccien (SCHULZ, 1973, 1975a). Die auf diesen Erkenntnissen beruhenden Aufschließungen und Abbaue in der Lagerstätte erlaubten es, neue Beobachtungen zu machen, die Forschung fortzusetzen und nunmehr neuerdings Erfahrungen für Wissenschaft und Praxis mitzuteilen.

KOSTELKA berichtete 1971 (S. 289) von einem „neuen Vererzungstyp“, bezog sich auf den in den späten Fünfzigerjahren im Westen des Lagerstättenbereiches Kreuth randlich angefahrenen Erzkörper der sogenannten „Kalkscholle“ und vermutete eine „Bindung an eine bisher in Bleiberg unbekannte Ausbildung des oberen Wettersteinkalkes“.

Nach SCHULZ (1973) handelt es sich aber im wesentlichen um ein rupturrell brecciertes Dolomitgestein syndiagenetisch entstanden und im Fugennetzwerk beltropor vererzt (Abb. 1), dazu häufig auch noch metasomatisch stark mineralisiert. Ein weiterer Anteil dieser „Kalkscholle“ im Rahmen der „Westschachtschollen“ (SCHULZ, 1978, 46–49), besteht aus tektonisch mit dem Wettersteindolomit verschuppten Partien meist ebenfalls erzführenden Dolomitgesteins aus den unteren Raibler Schichten.

Die vorerst unklare stratigraphische Zugehörigkeit und tektonische Stellung des vererzten Wettersteindolomits wurde durch BECHSTÄDT (1975) und SCHULZ (1975b, 1978) weitgehend geklärt. Demnach stellt diese „Kalkscholle“ einen tektonisch modifizierten Ausschnitt

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. OSKAR SCHULZ, Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck, Abt. Geochemie und Lagerstättenlehre, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.

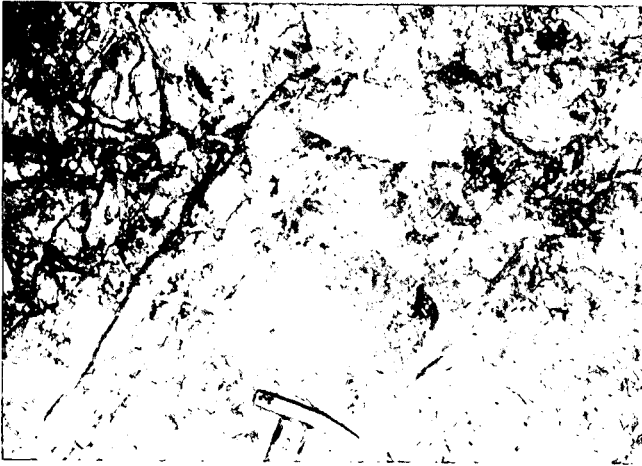


Abb. 1: Rupturell deformierter Wettersteindolomit (weißgrau) mit Vererzung (grau bis dunkelgrau) im Fugennetz der Deformationsbreccie. Aufschluß: Kreuth, Revier Max, Georgistollen.

aus der Wettersteindolomit-Schichtfolge von 60 bis ca. 200 m unter dem Bezugshorizont 1. Raibler Schiefer dar. Stratigraphische Leithorizonte dieser Partie sind nur die „Wechselplattenfläche“ (–60 m), die „Abendschlagfläche“ (–65 m) und die „Megalodusbank“ (ca. –120 m). Eine Übersicht gibt Abb. 2.

2. Neuere Ergebnisse

2.1. Stockförmige und schlauchförmige brecciöse Erzkörper

Die stratigraphische Einordnung der allseits tektonisch begrenzten und zum Teil mylonitisierten „Kalkscholle“ war ursprünglich nur auf petrographische Vergleiche, auf einen zweifelhaften Fund der „Megalodusbank“ und auf eine tektonische Analyse gestützt. Eine am 7. und 8. Westschachtlauf möglich gewordene konstruktive Rückformung eines nur wenige Zehnermeter umfassenden Horizontalverwurfes halte ich für eine weitere Bestätigung: demnach ist der stratigraphisch höchste Teil der Kalkscholle mit dem Horizont „Wechselplattenfläche“ (–60 m) des obersten Wettersteinkalkes zusammenführbar.

Petrographische und stratigraphische Untersuchungen einer anderen, dem Revier Kreuth-West angehörenden tektonischen Scholle mit ähnlichem Vererzungscharakter legten dann den Schluß nahe, Zusammenhänge mit der „Kalkscholle“ zu vermuten. Es handelt sich um einen ebenfalls tektonisch modifizierten erzführenden Bereich, der eine ungestörte Schichtabfolge von den unteren Raibler Schichten über die Hangendlager des Wettersteinkalkes bis in das Niveau „Muschelleitfläche“, „Wechselplattenfläche“ und z. T. noch weitere 40 m Sediment etwa bis –100 m unter dem 1. Schiefer umfaßt. Es handelt sich um die Riedhartscholle. Tatsächlich bringt die konstruktive Rückformung des 600–700 m weiten horizontalen Rechtsverwurfes an der Unionkluff eine Zusammenführung der Riedhartscholle und der „Kalkscholle“. Auf Grund der tektonischen Gesamtsituation kann die „Kalkscholle“ als von dem relativ autochthonen Gesteinskörper Riedhartscholle abgesichert erklärt werden.

Auch in dieser Riedhartscholle liegt eine zum Großteil ohne erkennbare Beziehung zur Kalk-Dolomit-Schicht-

abfolge rupturell deformierte Gesteinspartie vor, welche dieselbe wegsamkeitsbevorzugte Vererzung wie die „Kalkscholle“ erkennen läßt. Bemerkenswert ist, daß diese Art der Erzführung durchgreifend auch im Hangenden z. T. bis an den 1. Raibler Schiefer ton heranreicht, was nicht dem Normalfall des in Bleiberg entwickelten Vererzungsschemas entspricht. Normalerweise bildet das „Pflockschachtlager“ (–12 m) die höchste erzführende Schichte. Als Unterschied zwischen der Vererzung der „Kalkscholle“ und jener der Riedhartscholle kann ein mit etwa 3–4 : 1 höheres Zn/Pb-Verhältnis in der Kalkscholle gegenüber der Riedhartscholle mit stellenweise etwas mehr Bleiglanz vermerkt werden.

Da aber auch die Riedhartscholle durch die jüngste scherungsintensive alpidische Tektonik stark zugeschnitten erscheint, ist es wahrscheinlich, daß durch gezielte Aufschließungen noch weitere, entsprechend erzführende Gesteinskörper als tektonische Fortsetzungen gefunden werden können.

Aus dieser Erkenntnis war nun weiter abzuleiten, daß entgegen früheren Vorstellungen über erzhöfliche Lagen in der Bleiberger Lagerstätte auch stratigraphisch etwas tiefer liegende und vor allem nicht durch besondere Schichtenentwicklung gekennzeichnete Sedimentabfolgen im Wettersteinkalk bzw. -dolomit als Erzträger in Betracht kommen können; nämlich Abschnitte zwischen –60 m und –120 m, ja bis –200 m unter dem 1. Raibler Schiefer ton. Auf Grund früherer Erfahrungen galten nämlich im Wettersteinkalk vor allem die oberste, durch besondere Schichtenentwicklung auffallende und bis –60 m reichende Partie sowie eine Schichtbank bei –120 m („Megalodusbank“) und der relativ tief gelegene Bereich der sogenannten „Maxer Bänke“ (ca. –190 bis –260 m) mit grünlichgrauen Mergeldolomitbänken als erzhöflich. Dabei ist die Lagergebundenheit der Erze mit flächiger und linearer, rinnenförmiger Anordnung, bekanntlich zum Teil aus Erzsedimenten in Form typischer sedimentärer Erzschlämme bestehend, als externsedimentär entstanden erklärt worden.

Nunmehr handelt es sich bei den transversal zur Bankung verlaufenden Erzkörpern in rupturellen Auflockerungszonen um im allgemeinen Fall mehrdeutige, ohne Beziehung zur primären Sedimentbildung stehende, faziesunabhängige Mineralisationen, die in den beiden bis jetzt genannten Beispielen („Kalkscholle“, Riedhartscholle) als syndiagenetisch, untermeerisch entstanden erkannt wurden. Als überzeugende Gefügebefunde sind neuerdings seltene geopetale interne Erzschlämme in kleinen Lösungshohlräumen zu nennen, wobei die Übereinstimmung der internen Feinschichtung mit der allgemeinen Lage der Schichtung als bedeutende Erkenntnis hervorzuheben ist. Die neue Vermutung über die bedingte Erzhöflichkeit gewisser tieferer Wettersteinkalk-Abschnitte wird gestützt durch neue Aufschließungsergebnisse auch im Ostteil der Bleiberger Lagerstätte, wo angefangen vom obersten Wettersteinkalk mitunter bis –260 m unter dem 1. Raibler Schiefer hauptsächlich kluftgebundene Erzkörper verfolgt wurden (vgl. 2.2.). Die neuen Erkenntnisse beruhen weniger auf neuen Vererzungstypen im Kleingefüge, als vielmehr im Erkennen der Gestaltung von Erzkörpern im Gesamtverband, nämlich durchziehend von Hangend- zu Liegendabschnitten im Wettersteinkalk bzw. -dolomit. Dazu kommen untergeordnet auch Verbindungen mit Erzlagern des bekannten Typs „Bodenerz“ (SIEGL, 1956) als typische geopetale Sedimentärerze

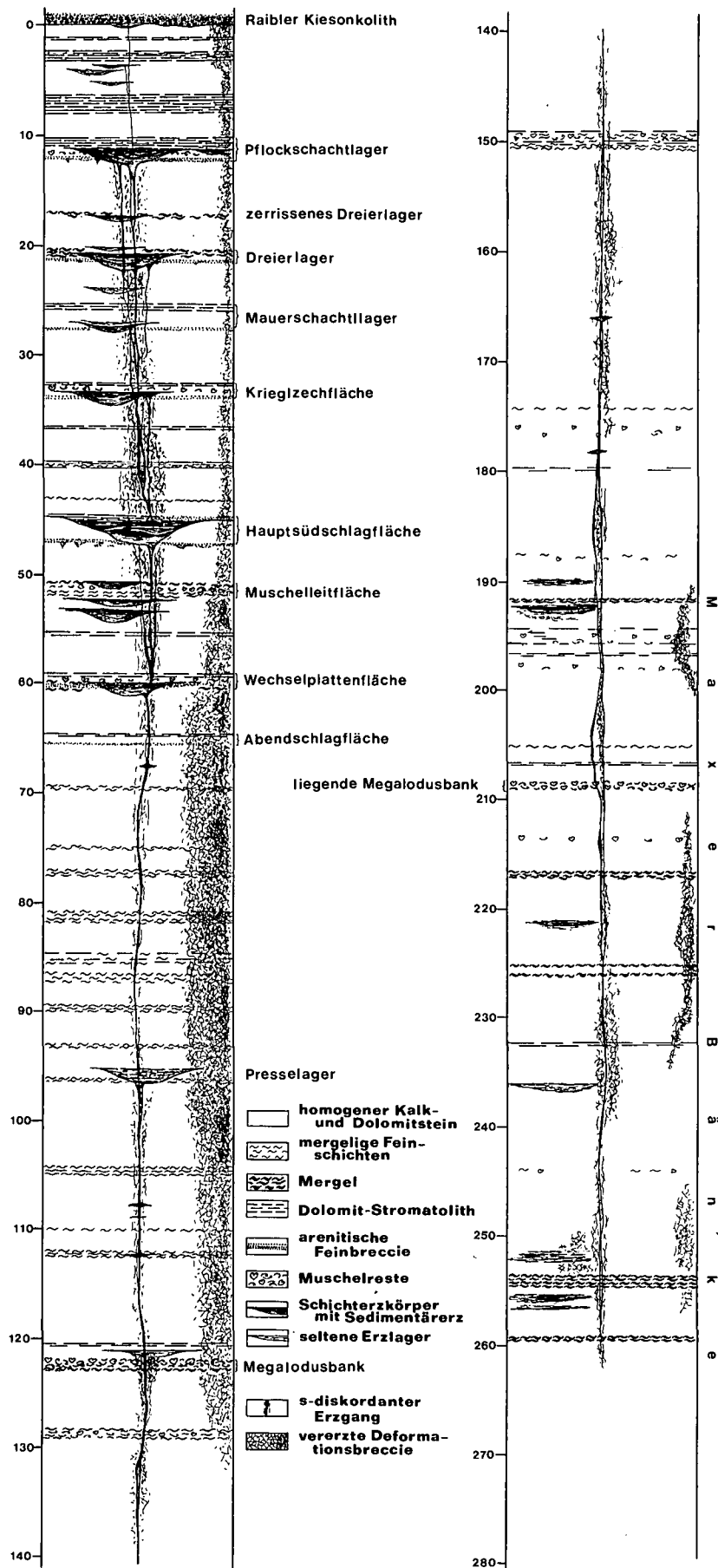


Abb. 2: Stratigraphische Übersicht des oberen Wettersteinkalkes im Bleiberg Schichtenschema mit diskordanten und konkordanten Erzkörperarten in schematischer Darstellung. Idealisierte Schichtfolge nach HOLLER (1936, Beilage 1) und SCHULZ (1968, Abb. 1). Bei 0 m: Grenze Wettersteinkalk – Raibler Schichten. Meterangaben vom Hangenden ins Liegende. Die Schichtabstände differieren allerdings in der über 11 km ausgedehnten Lagerstätte. Räumlich z. T. weit voneinander getrennte Typen von Erzkörpern sind in der Skizze zusammengezeichnet.

(SCHULZ, 1968, 1976) mit sammelkristallisierten Derberzen im stratigraphischen Niveau „Muschelleit- und Wechselplattenfläche“, „Abendschlagfläche“ und der „Megalodusbank“, wobei besonders die Kreuzungsstellen (Scharung Gang mit Lager) bemerkenswerte Anreicherungen bieten. Apophysenartige kurze Lagergänge, abzweigend von der diskordanten Gangzone, vervollständigen die Befunde.

Die Erkenntnis, daß also mitunter auch tiefere Abschnitte im Wettersteinkalk und -dolomit Träger einer teils syngenetisch-sedimentären, teils epigenetischen, submarin-triadischen Erzführung sein können, kann freilich nicht in das praktische Ziel ausarten, nunmehr das gesamte Bergbauggebiet mit 10 km W–E-Ausdehnung vom Sattelgraben – Fuggertal über Kreuth – Bleiberg bis Heiligengeist – Kadutschen in diesem stratigraphischen Niveau untersuchen zu lassen. Es gilt vielmehr als Aufgabe, ein Verteilungsschema zu erkennen, um damit die sicher inhomogenen Erzanreicherungen voraussagen zu können.

Man muß ja vergleichsweise auch zur Kenntnis nehmen, daß in keinem der erzhöflichen stratigraphischen Horizonte (Maxer Bänke –260 bis –190 m unter dem 1. Raibler Schiefer, Oberer Wettersteinkalk –60 bis 0 m, 1. und 2. Karbonatgesteinsserie der Raibler Schichten und Übergangsbereich zum Hauptdolomit) schichtig durchgehend Erzkörper entwickelt sind; und das trotz gleichbleibender Fazies der einzelnen, im obersten Wettersteinkalk als „Bleiberger Sonderfazies“ bezeichneten typischen Zwischenschichten innerhalb der massigen Kalk-Dolomitgesteine. Die sogenannten erzhöflichen Lager sind nämlich mitunter hunderte von Metern erzleer. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß für eine Erzanreicherung nicht so sehr die sedimentäre Fazies entscheidend war, sondern das geochemische Milieu, das submarine Relief, insbesondere aber eine räumlich inhomogene Metallzufuhr. Dort, wo keine Metallsolen zugeführt wurden, bzw. nicht zirkulieren konnten, nützten auch faziell und geochemisch prädestinierte Räume nichts – dort kam also keine Erzanreicherung zustande.

Die vorgelegte Studie zielt nun besonders auf diskordant gelagerte, vererzte Kalk-Dolomit-Deformationsbreccien vom „Typ Kalkscholle“ hin (Abb. 1) (SCHULZ, 1973, 1978, S. 47). Derartige, nach einem Fugennetz

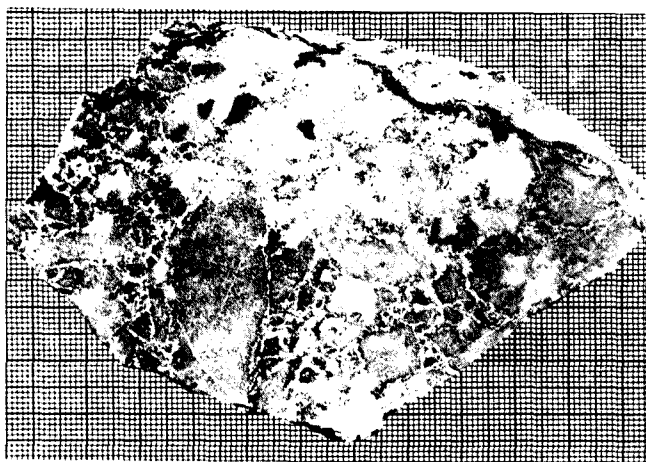


Abb. 3: Die Fugenvererzung mit Zinkblende (weißgrau) infolge chemischer Internanlagerung erfaßt Kalk-Dolomit-Gesteinsareale verschiedenster Faziestypen. Kalkstein hellgrau, Calcit weiß. Großanschliff. Kreuth, Antoni-Ost, Vorsichtgebiet. Maßstab: Millimeterpapier.

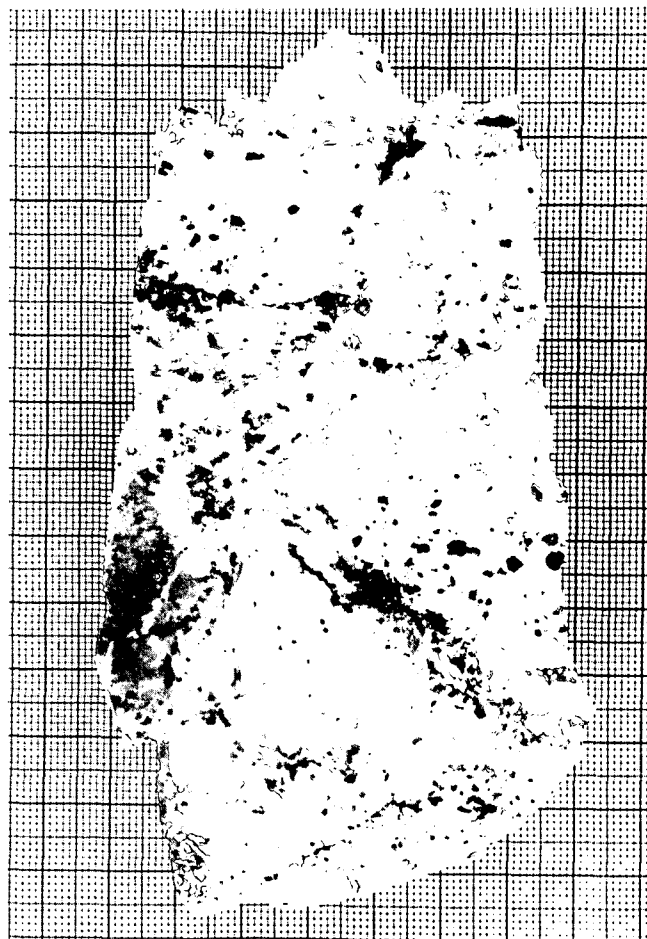


Abb. 4: Rupturelle Deformation und belteropore Mineralisation quert auch s-konkordant eine arenitische „schwarze Breccie“ (feine schwarze Komponenten des Resediments). Zinkblende feinkörnig (grauweiß) als Spaltenfüllung und metasomatisch im Kalkstein (hellgrau). Calcit weiß. Großanschliff. Kreuth, Antoni-Ost, Vorsichtgebiet 7. Lauf, „Kriegelzechfläche“. Maßstab: Millimeterpapier.

wegsamkeitsbedingt vererzte und durch Lösungsprozesse sowie metasomatische Verdrängungen intensivierte Mineralisationen (Abb. 3,4) waren noch vor drei Jahrzehnten entweder nicht bekannt oder wurden wegen zu diffuser, geringer Vererzung nicht beachtet. Der Erzabbau war damals auf Lager- und Gangerzkörper ausgerichtet. Heute aber stellen die Breccienetze für den maschinenintensiven, modernen Bergbau bei entsprechender räumlicher Ausdehnung begehrte Lagerstättenkörper dar. Ausmaße von über 1000 m² Grundrißfläche, 50 m Teufenerstreckung und demnach einem Inhalt von über 50.000 m³, wenn möglich mit mindestens 5 % Metallgehalt (Zn, Pb), entsprächen dieser Vorstellung.

Die Untersuchung des gesamten Grubengebäudes ergab unter Bezugnahme auf die geologisch-stratigraphische Kartierung (Dank an die Geologische Abteilung der BLEIBERGER BERGWERKSUNION, Leitung Dr. Immo CERNY), daß gewisse räumliche Konzentrationen von Erzen in der Lagerstätte eine unzweifelhaft inhomogene Metallzufuhr wahrnehmbar machen. Solche Areale zeichnen sich – wie seit Jahrzehnten bekannt ist – durch teils linsenförmig-schichtige, auch in der Schichtung linear verlaufende, und teils durch schichtdiskordante Verteilungsanisotropie aus. So sind z. B. transversal druchgreifende Vererzungszonen von den Hangendlagern des Wettersteinkalkes (–12 m unter 1.

Schiefer = „Pflockschachtlager“), in seltenen Fällen aber auch direkt am 1. Schiefer beginnend, bis in einen stratigraphisch tieferen Abschnitt (-60 m = „Wechselplattenfläche“), mehrfach auch bis -120 m (= „Megalodusbank“) gefunden worden.

Die aussageträchtigen Befunde stützen sich auf folgende Beobachtungen: Im äußersten Westen des Bergbaues in der „Westschachtscholle i. e. S.“, darin insbesondere die „Kalkscholle“ (= Dolomitscholle, SCHULZ, 1978, S. 47), deren vortektonische Position im Zusammenhang mit der Riedhartscholle zu sehen ist. Die Metallgehalte der unter „Kalkscholle“ und Riedhartscholle diskutierten Erzkörper liegen im Kleinbereich außerordentlich verschieden. Während Randzonen mineralisierter Bereiche Übergänge zu makroskopisch erzeleeren, nur mehr mikroskopisch und schließlich nur mehr chemisch nachweisbaren Metallspuren führen, sind in günstigen Einzelfällen Anreicherungen bis zu fast reinem Zinkblendefels mit 50 % Zn und über 1000 m³ Rauminhalt abgebaut worden. Übergänge zu tauben Zonen gibt es aber auch innerhalb der demnach ganz unregelmäßig vererzten Gesamtkörper, so daß man im praktischen Abbau im Durchschnitt kaum über 4 % Zn + Pb (in der Kalkscholle Pb-Anteil bei unter 1 %) kommt. Freilich ist ein etwas höherer Metallgehalt im Hauwerk durch gewisse Selektion beim Abbau erzielbar, was durch entsprechend umfangreiche Erkundungsbohrungen und chemische Analyse des Bohrmehls in engen Abschnitten erreicht wird. Eine diesbezügliche geomathematische Studie über die Wirtschaftlichkeit dieser Bohrerkundung hat POLEGEG (1975) vorgelegt.

Der Vererzungstyp „rupturell deformiertes Karbonatgestein mit belteroporer Internvererzung“ (kurz „vererzte Deformationsbreccie“ oder „Netzwerkvererzung“) wird jedenfalls trotz der relativ geringen Metallgehalte auch weiterhin einen außerordentlich wichtigen Faktor der Bleiberger Lagerstätte bilden. Das wird verständlich, wenn man die Ausmaße der Erzkörper – die Kalkscholle 2–3 Mio m³, die Riedhartscholle ca. 840.000 m³ – zugrundelegt. Wenngleich meist der hohe Zn-Anteil gegenüber Pb auffällt, ist dies nicht grundsätzlich das Kennzeichen dieses Erztyps. Der relativ höhere Bleiglanzgehalt, z. B. in der Riedhartscholle, soll in diesem Zusammenhang nochmals in Erinnerung gebracht werden.

Aufschlüsse im Revier „Antoni-Ost“ bzw. anschließend „Kastl“ brachten im Nahbereich des als „Vorsichtkluft“ bekannten Rechtsverwerfers (180 m Horizontalverwurf an NW–SE-streichender Kluff) Befunde, welche die bisherige genetische Ansicht über diesen Vererzungstyp erhärten und die Suche nach weiteren derartigen Erzkörpern lohnend erscheinen lassen. So wurde am 6. Lauf „Antoni-Ost“ SW der Vorsichtkluff eine Vererzung im Fugennetz einer deformierten Gesteinszone erkannt, die am Schieferkontakt beginnt und bis 30 m unter die „Wechselplattenfläche“, also bis ca. -90 m reicht. Liegendere Schichten sind abgeschert.

Am 7. Lauf, das ist 70 m tiefer, bietet sich ein fast analoges Bild, wobei hier ein Breccienerzkörper bis unter die „Wechselplattenfläche“, nämlich bis ca. -70 m abgebaut wurde. Nach konstruktiver Rückformung der Horizontalzergleitung an der Vorsichtkluff lassen sich auf diesem Lauf im Revier Kastl Netzwerkvererzungen im Wettersteinkalk, beginnend beim 1. Schiefer durchgreifend bis -80 m nachweisen.

170–100 m westlich der Vorsichtkluff wurden mehrere Erzkörper vom 1. Schiefer bis nahe an die „Megalodusbank“ (fast bis -120 m) abgebaut („Kalkgrube“, „Guido“).

Auch im 8. Lauf, das ist weitere 56 m tiefer, sind einige Erzkörper dieser Art, z. T. reich an Zinkblende, Markasit und Pyrit, zwischen 1. Schiefer und „Megalodusbank“ abgebaut worden („Kalkgrube“, „Südschlag-Läuff“).

Und am 12. Lauf fand man vorläufig FeS₂-reiche Zinkerze als Fugenzement im Wettersteinkalkniveau von den Hangendlagern bis zur „Wechselplattenfläche“.

Wenn mit diesen Beispielen dem nicht ortskundigen Leser zwar keine optimale Situationsschilderung geboten werden kann, so soll wenigstens der Eindruck vermittelt werden, daß übereinstimmend mit dem Mineralbestand und Gefügebefund der „Kalkscholle“ und der Riedhartscholle auch weitere unzufällige Anreicherungszone bekannt wurden, und daß es sich nach diesen Erfahrungen nun in der Bergbaupraxis lohnt, nach weiteren derartigen Erzkörpern zu suchen. Darauf ausgerichtete Prospektionen und Explorationen sind in das derzeitige Hoffnungsbauprogramm des Bergbaues aufgenommen.

2.1.1. Kleingefüge und Mineralparagenese

Großräumig ist vom Erztyp der mineralisierten Kalk-Dolomit-Deformationsbreccien auszugehen, also von einem rupturell aufgelockerten Gesteinskörper, in dessen Fugennetz belteropore Zirkulation von Lösungen auch im Kleinbereich als wesentliches, umbauendes Ereignis stattgefunden hat. Als Folge sind Internkristallite von Fremdmineralien, oft erst nach Modifizierung der Fugenkonturen und Fragmente durch Lösungsangriff und dadurch Vergrößerung der Hohlräume, begleitet von metasomatischen Verdrängungen ebenfalls vom Fugennetz ausgehend, zustande gekommen. Diese Befunde decken sich vollkommen mit denen der „Kalkscholle“ und somit auch mit dem für die „Kalkscholle“ erarbeiteten genetischen Konzept (vgl. Westschachtscholle, SCHULZ, 1973), so daß hier nicht erst Gefügebeschreibungen zwecks Stützung der Deutung dieses Vererzungstyps erfolgen müssen. Die makroskopisch möglichen Beobachtungen sind in entsprechend verfeinerter Form weit in den Mikrobereich zu verfolgen.

Es erweist sich auch neuerdings am Beispiel der Riedhartscholle, die früher gegebene Erklärung bestätigend, daß das strenggesehen epigenetische Ereignis eigentlich ein syndiagenetisches, triadisches ist: Kleine fast unbedeutende, dunkelgraue bis schwarz, wie Schiefertoneinpressungen aussehende interne Füllungen erweisen sich unter dem Mikroskop als lokale geotetale Hohlraumsedimente mit mm- bis 5 mm-rhythmischer Feinschichtung (Intern-s parallel Extern-s), an welcher schichtige Anordnung von Kalkpelit, z. T. mit Spatit, Quarzit, z. T. mit idiomorphen Kleinquarzen, Zinkblende-Einzelkörnern, Markasit und Pyrit, im Dünnschliff bräunlich transparenten Tonaggregaten (?Nontronit) und seltenen Sericitschüppchen maßgeblich ist. Das Kalkmilieu ist z. T. durch Dolomitisierung beeinflusst.

Neben den überwiegend chemisch intern angelagerten Mineralen im Fugennetz der Erzkörper sind vereinzelt auch gering ausgedehnte, mit geotetalem Sedimentärerz gefüllte Wannen (Typ „Bodenerz“, SIEGL, 1956) zu beobachten, wobei diese aber im Niveau der

Hangendlager (z. B. „Dreierlager“, Mauerschachtlager“) keine Neuigkeit darstellen. Sie zeigen aber an, daß in diesem Niveau, also zur Zeit, als diese Sedimente Lage für Lage externe Bauzonen waren, Erz- und Begleitminerale zur Ausfällung und teils zu mechanischer, teils chemischer Anlagerung kamen.

Die Paragenese der dominierenden chemischen Internanlagerung in den Deformationsbreccien besteht, wie schon bekannt (SCHULZ, 1973), aus meist überwiegend Zinkblende, teils feinkörnig kristallin, teils mit kolloformen Reliktstrukturen, Bleiglanz, Markasit, Pyrit, Fluorit und Quarz, sowie mit Calcit und Dolomit. Das überwiegende Erzmineral ist, abgesehen von lokalen Ausnahmen, die Zinkblende, wenngleich es auch Bleiglanz-reiche und intensiv Markasit-Pyrit-vererzte Abschnitte gibt.

2.2. Gangförmige brecciöse Erzkörper

Bezugnehmend auf die Form der ruptuell beschädigten Sedimentareale mit belteroporer Erzplatznahme sind, gesondert von den bisher beschriebenen Typen, im Osten des heutigen Bergbaues, nämlich im Revier Stefanie, erfolgreiche Aufschließungen und Abbaue entlang von s-transversalen Gängen erwähnenswert. Zwar sind auch diese Vererzungen vom Typ her nichts Neues, da sie in den Gangrevieren Rudolf, Stefanie und Franz Josef schon immer im Nahbereich der Gangzo-

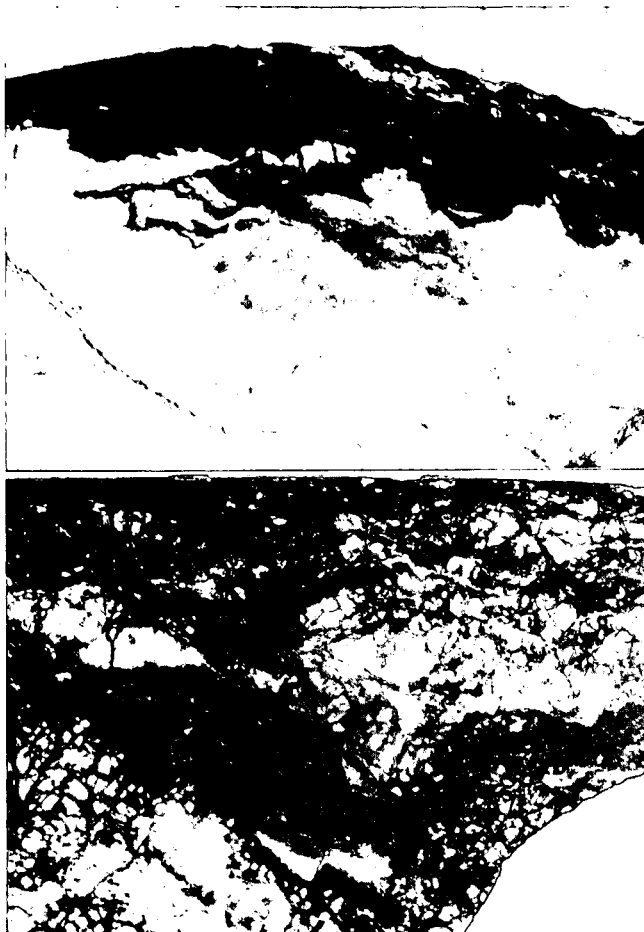


Abb. 5: Mechanisch durchbewegtes Gangerz an der Stefaniekluft. Bleiberg, Grube Stefanie, 12. Lauf. Mylonitisierter Dolomitstein (lichtgrau und weißgrau), verschiefertes Erz mit Bleiglanz („Bleischweif“, schwarz), Zinkblende (grauweiß), Baryt (weiß). 2 Großanschliffe. Maßstab: Zentimeterpapier.

nen vom Typ Bleiberg (RAINER, 1957; SCHULZ, 1966) bekannt waren, doch liegt die praktische Erkenntnis nunmehr im Grubenrevier Stefanie darin, daß derartige brecciöse, oft reich vererzte und von einer typischen Gangzone diktierte ausgedehnte Erzanreicherungen stratigraphisch gesehen in relativ weit liegende Abschnitte des Wettersteindolomits einschneiden (vgl. Abb. 2).

Das Beispiel des „Eismännerganges“ am 13. Lauf zeigt eine ausgedehnte Gangvererzung von den Hangendlagern angefangen nach derzeitigen Kenntnissen bis in ein stratigraphisches Niveau etwa –260 m unter dem 1. Schiefer, und zwar vielfach vom Typ der vererzten Deformationsbreccie. Dabei fällt allerdings im Nahbereich der spitzwinkelig bis parallel dazu streichenden „Stefaniekluft“ mitunter eine intensive postkristalline Mylonitisierung des Gesteins samt dem Erz auf (Abb. 5). Der derzeitige Befund läßt den Verdacht aufkommen, daß die unterschiedlich 5–35 m breite Zone zwischen Eismännergang und dem bedeutenden NE-Verwerfer Stefaniekluft ungefähr der vererzten Gangbreite entsprechen könnte. Die heute als typische Scherkluft geprägte Stefaniekluft, mit teufenabhängig 350–460 m Linksverwurf, verursachte eine typische postkristalline Deformation mit Mylonitisierung im Meterbereich hauptsächlich westlich der Kluff. Außerdem stehen vom 11. bis 13. Lauf-Stefanie weitere Erzgänge in Aufschließung, die in das stratigraphische Niveau „Wechselplattenfläche“ – „Megalodus-Bank“ und zum Teil noch bis –180 m niedersetzen.

Zu beachten ist, daß mit diesen ganggebundenen Erzen auch extern-sedimentäre Erzlager, z. B. im Niveau der „Wechselplattenfläche“ (vgl. RAINER, 1957; SCHULZ, 1966, 1968) in Verbindung stehen und daß außerdem mehrfach noch annähernd schichtparallele, apophysenartige, schon in Meterbereichen wieder auskeilende Lagergänge mit Derberz zu beobachten sind. Diese stellen sichtlich mit Verdrängungen verbundene epigenetische, submarin-triadische Vererzungsereignisse im Meeresboden dar.

Die auffallende Bindung von Erzanreicherungen an s-diskordante Gänge bietet in wirtschaftlicher Sicht bei derartiger Erstreckung wie in der Zone Eismännergang/Stefaniekluft eine ebenfalls bergwirtschaftlich wichtige und – abgesehen von tektonischen Zerschörungen und infolge aufgestauter Gebirgsspannungen bergschlaggefährdeter Gebiete – relativ leicht überblickbare lagerstättenkundliche Situation an.

2.2.1. Mineralparagenese und Kleingefüge

Der Mineralbestand umfaßt Zinkblende, Bleiglanz, Markasit, Pyrit, Fluorit, Baryt, Quarz und Calcit, und entspricht demnach ganz dem im Vererzungstyp „Kalkscholle“.

Die Zinkblende ist entweder primär in Form von isometrischen, mitunter bis über 1 mm großen Einzelkristallen, meist aber als Kristallaggregat oder auch mit kolloformem Reliktgefüge entwickelt.

Bleiglanz ist so gut wie immer in Aggregatform ausgebildet. Dagegen bildet Markasit viel mehr heterometrische, idiomorphe Kristalle, aber auch Aggregate und überwiegt immer gegenüber Pyrit.

Fluorit findet man überwiegend als spätes Kristallinat zu Aggregaten vereint, dasselbe gilt für den tafeligen Baryt, während der seltenere, aber dennoch für diese Erzparagenese typische Quarz mit idiomorphen

langsäuligen Kriställchen mit ca. $0,3 \times 0,1$ mm Größe beteiligt ist. Häufig bemerkt man Zonarbau durch stationären Einbau von Kalkpelit als Verunreinigung. Calcit als weißes spätes Aggregat ist oft nur unauffällig vertreten, jedoch als gesteinsbildendes Mineral in den kalkpelitischen, z. T. dolomitischen Erzträgergesteinen im Rahmen einer Kalkspatisation enthalten.

Die Platznahme der Minerale ist makroskopisch wie mikroskopisch eine typische Internkristallisation in den Spalten des Fugennetzes, mit oft durch nicht-korrespondierende Fugen und gerundete Fragmente gekennzeichnete Lösungserweiterung der Hohlräume im Kalk-Dolomitgestein. Dazu kommen häufig noch Verdrängungsgefüge mit metasomatischem Platztausch, wobei Markasit und Zinkblende, aber auch Fluorit eine Vorzugsrolle spielen.

Nach diesen Befunden ergibt sich auch im Kleingefüge gute Übereinstimmung mit dem Typ „Kalkscholle“. Ja diese ist sogar noch vollkommener insofern, als die Vererzung in der Gangzone Eismänner/Stefaniekluft mit zunehmender Annäherung an die Kluff eine Mylonitisierung aufweist, die auch in weiten Abschnitten der „Kalkscholle“ – dort erzwungen durch eine intensive steilachsige Faltung (SCHULZ, 1978) – bekannt geworden ist. Im unmittelbaren Nahbereich der zerschneidenden Stefaniekluff hat eine sehr starke mechanische Durchbewegung auch des Kleingefüges zu einer auffälligen Verschieferung des Wettersteinkalkes samt dem Erzkörper geführt. Die Schieferung ist am auffälligsten an, in kluffparallele Stellung rotierten Bleischweiflagen erkennbar (Abb. 5). Sie bestehen teils aus stetig verformten Aggregaten, teils aus körnigem Zerreibsel. Aber auch aufgeriebene Zinkblendeaggregate, die aus ca. $0,1-0,2$ mm großen gerundeten Fragmenten, eingebettet in noch feinerem Zinkblende-Frictionsdetritus bestehen, bilden mit verschiedenen dünnen, mitunter gefalteten Feinlagen die Schieferung ab. Im übrigen sind natürlich auch die anderen beteiligten Gefügepartner in einer ihnen typischen Weise kataklastisch oder bruchlos im Mineralgitter deformiert, sowie auch das Karbonatgestein. Das sind Musterbeispiele einer nachkristallinen Deformation, wobei im Erzmylonit postdeformative Kristallisationen eine Seltenheit sind.

2.3. Diskrete Zirkulationswege für Erzlösungen?

Schließlich sei noch auf eine, durch Aufschließung in letzter Zeit aufgekommene Vermutung aufmerksam gemacht. Während in den Fällen s-diskordanter Erzgänge vom „Typ Bleiberg“ (SCHULZ, 1966) typische, meist lösungserweiterte Zerrklüfte mineralisiert sind und im vorhin beschriebenen Beispiel eine gangförmig ausgerichtete Kalk-Dolomit-Deformationsbreccie vererzt hervortritt, fällt in der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth in Einzelfällen die anisotrope Verteilung von Erzkörpern, nämlich in Form einer Gruppierung an typischen Scherklüften auf. Dort sind offensichtlich mehr Erzkörper der bekannten Typen (Lager-, Gang-, Netzwerkvererzungen) entdeckt worden, als der durchschnittlichen Verteilung in der Lagerstätte entspricht; auch wenn man „Klufferze“ als mechanisch eingeschleppte und daher mylonitisierte Erze unberücksichtigt läßt, könnte man solche Klüfte als ehemalige, schon im Meeresboden wirksame diskrete Zirkulationswege vermuten. Freilich gilt als erster Einwand, daß umgekehrt die inhomogene Vertei-

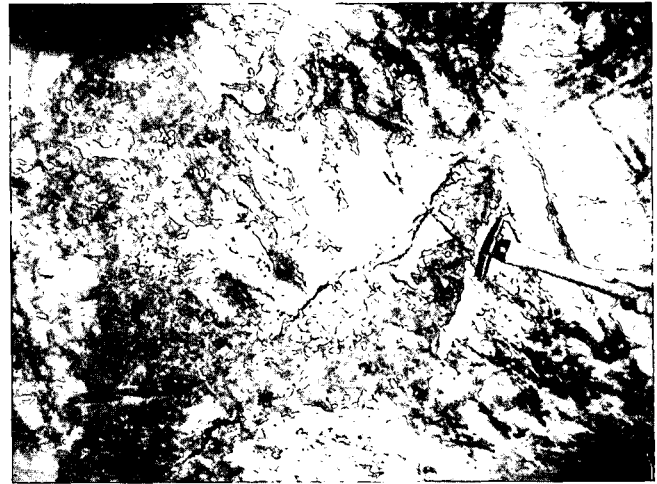


Abb. 6: Belteropore Vererzung (grau) in s-diskordanten Zerrfugen im oberen Wettersteinkalk (lichtgrau). Aufschluß: Kreuth, Antoni-Ost, Bereich Vorsichtkluff.

lung von Erzkörpern innerhalb starrer Karbonatgesteine sich als mechanische Schwächezone auswirken und somit die Anlage von Scherklüften fördern könnte. Der Fall ist zur Genüge diskutiert und wahrscheinlich gemacht, doch sind auch Befunde beschrieben worden, wonach diese Erklärung aus tektonisch-symmetrologischen Gründen nicht befriedigt. In der Lagerstätte Lafatsch (Karwendelgebirge) beispielsweise wird die inhomogene Verteilung von Sedimentärerzörpern durch eine räumliche Bindung an ein Störungsbündel erklärt (SCHULZ, 1981) und eine Wegsamkeit für Erzlösungen in einer untermeerischen Schwächezone verantwortlich gemacht. An eine derartige Interpretation könnte man in Einzelfällen auch in der Bleiberg Lagerstätte denken.

Als ursprünglich submarin „erzleitend“ kämen in Frage: die heutige alpidische Scherkluffgruppe Widersinniger Verwerfer – Sattlerriegelstörung – Unionkluff im Westen der Lagerstätte, die Vorsichtskluff (Abb. 6) sowie der „Rudolf-Vierer“ im Zentrum und das System Stefaniekluff – Eismännergang im Osten des Bergbaues; auch wenn diese Verwerfer heute nur als Scherklüfte mit offensichtlich mechanisch eingeschleppten Erzmyloniten zu identifizieren sind. Die z. B. an der Vorsichtskluff vertretene Mineralparagenese mit Zinkblende, Bleiglanz, Markasit, Pyrit, Fluorit, Calcit und Quarz zusammen mit Kalkpelit und Spatit ist postkristallin stark ausgewalzt und bildet parallel der Kluff in der Mylonitzone eine deutliche Schieferung. Ein Beweis für die genannte Auffassung ist derzeit nicht möglich, doch soll diese Vermutung als Arbeitshypothese aufgefaßt werden.

3. Neue Erkenntnisse für Wissenschaft und Bergbau

Der Vererzungstyp „Kalkscholle“ im Grubenbereich Kreuth-West und die Vererzung eines brecciös deformierten Gangbereiches mit ausgedehnter transversaler Erstreckung im Osten der Lagerstätte Bleiberg-Stefanie stellen im großen gesehen nach den bisherigen Erfahrungen über Erzkörper abnorme, untypische Entwicklungen dar. Als typische Erzgefüge dagegen sind bekanntlich die charakteristischen schichtparallelen Lagererze mit linsen- und rinnenförmiger Gestalt in ver-

schiedenen, stratigraphisch voneinander getrennten Horizonten des Wettersteinkalkes (Cordevol) und der Raibler Schichten (Jul) sowie die Erzgänge vom Typ Bleiberg seit langem im Abbau und lagerstättengene-tisch gut erforscht. Sie beinhalten jene Sedimentgefüge, welche seinerzeit als Beweise für teils externe, teils interne Anlagerung der Erzparagenese ausschlaggebend waren.

Für den Typ „Kalkscholle“ als vererzte syndiageneti-sche Deformationsbreccie liegen nunmehr soviel strati-graphische und gefügeanalytische Befunde vor, daß in Ergänzung zu den bisherigen Aussagen (SCHULZ, 1973) kein Zweifel an deren Entstehung als submariner Tektonit im triadischen Meeresboden und einer eigentlich untypischen stratigraphischen Zugehörigkeit bestehen dürfte. Die bisher aufgeschlossenen Erzkörper machen deutlich, daß zwar die „Kalkscholle“ selbst einen Schichtenausschnitt von ca. -60 bis -200 m im Wettersteindolomit darstellt, aber die Riedhartscholle vor allem hangendere Abschnitte, nämlich den Obersten Wettersteinkalk miteinschließt. Die Zerbrechung des Sedimentgesteins muß außerordentlich unregelmäßig erfolgt sein, was die räumliche und stratigraphische An-ordnung sowie ihre Verteilung im Großraum betrifft. Gerade darauf wird man bei Prospektion und Exploration achten müssen, bzw. es bildet diese Tatsache eine zu beachtende Erschwernis.

Die zeitliche Einstufung der Vererzung und damit zwangsläufig die vorangegangene Breccierung ist in früheren Untersuchungen erkannt worden und konnte nun durch die neuen Befunde erhärtet werden: sehr seltene geopetale mechanische Internsedimente in Form von Erzpeliten mit Parallelismus von Intern-s und Extern-s auch bei starker tektonischer Schichtverstellung bilden die für submarines Auftreten der Vererzung zwingende Beweise. In welcher Tiefenlage das ur-sprüngliche Sediment bzw. schon Sedimentgestein von der Breccierung betroffen wurde, ob diese mehrmals auftrat und was die Ursachen derselben waren, darüber lassen sich nur Vermutungen anstellen. Es liegt zwar nahe, die submarine Tektonik, welche zur Anlage der Zerrklüfte als Erzgänge geführt hat, ungleiche Bewe-gungen, Senkungen eines geneigten Geosynklinalbodens, submarine Beben, für die Anlage des kataklasti-schen Gefüges verantwortlich zu machen, aber Einzelheiten zu beweisen ist nicht möglich.

Nachdem es den Typ vererzter Deformationsbreccien auch in höheren stratigraphischen Niveaus, nämlich in manchen Karbonatgesteinszonen der Raibler Schichten in anderer, aber ähnlicher Form gibt (SCHULZ, 1973, 1975a), dürfte die Bildung der untermeerischen Tekto-nite im großen gesehen doch in mehreren Zyklen stattgefunden haben. Die Tatsache, daß mitunter die Ge-steinsbreccierung vom 1. Schiefer an durchgreifend ohne Rücksicht auf den Sedimenttyp oft weit in das Lie-gende reicht, macht deutlich, daß die ruptuelle Defor-mationen auslösenden Ereignisse auch zur Zeit des obersten Wettersteinkalkes noch stattgefunden haben müssen.

Die Frage, ob die Mineralisation im Rupturennetz nur durch eine extrusive Stoffzufuhr oder durch eine Lö-sungsumlagerung aus präexistenten Gängen und La-gern der von der Zerbrechung betroffenen, unmittelbaren Umgebung zustandekam, möchte ich dahingehend beantworten, daß beide Möglichkeiten in Betracht zu ziehen sind.

Für eine Ausscheidung aus mobilisierten zirkulieren-den Stoffen sprechen meines Erachtens vor allem die hohen negativen $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des Sulfidschwefels der Zinkblenden und Bleiglanze, gestreut bis -30‰ (SCHROLL, SCHULZ & PAK, 1983). Es liegt auch nahe, an Mobilisate zu denken, wenn primäre sedimentäre Erzla-ger direkt von der Zerbrechung betroffen wurden oder im Nahbereich von ruptuell deformierten Arealen ent-wickelt sind.

Andererseits sprechen für diagenetisch erstmals aus-gefüllte Minerale und demnach für eine intrusive Stoff-zufuhr jene Befunde, in welchen typisch gangförmige und s-diskordante schlauchförmige Erzkörper mit allen Übergängen zu unbeschädigten Gesteinen vererzt sind. Auch eine komplette Mineralparagenese mit Zinkblende, Bleiglanz, Markasit, Fluorit, Quarz (Baryt ist im ze-mentierten Fugennetz sehr selten), spricht eher für eine Lösungszufuhr und gegen eine Mobilisation, reine Zink-blendekristallisate aber eher für Umlagerungen. Immer-hin sind beiderlei Befunde nachgewiesen und daher auch wahrscheinlich beide Ursachen für die Vererzung dieses Typs in den Gesteinsfugen maßgeblich gewe-sen.

Auf alle Fälle aber ist die logische Voraussetzung für die Entstehung einer Vererzung in Deformationsbrec-cien die Existenz einer Wegsamkeit in Form eines Fu-gennetzes. Vererzungen dieses Typs konnten nämlich nur durch eine vorhergehende Breccierung entstehen, denn sonst gingen eventuell in Zufuhr begriffene oder vagabundierende Metallösungen andere Wege. Nun ist aber kein Kriterium zu erkennen, wonach ein symmetro-logisch fundierter Deformationsplan für die Anlage der geforderten Zerrüttungszonen zu erkennen wäre, was die praktische Beurteilung von derartigen Erzkörpern sehr einschränkt.

Wie können also trotz fehlender Lagepersistenz ver-erzte Zerrüttungszonen prognostiziert werden? Grund-sätzlich ist die Erkenntnis wichtig, daß derartige Erzkör-per vom 1. Raibler Schiefer durch den oberen Wetter-steinkalk hindurch bis in eine stratigraphische Tiefe von -200 m, möglicherweise sogar bis -260 m (wie das Beispiel Eismännergang lehrt) enthalten sein können. Sollten durch Kernbohrungen oder Ausfahrungen petro-graphische Informationen über den Zustand der Sedi-mente vorliegen, so könnte eine Vorentscheidung über die Nützlichkeit eines Areals bereits gefällt werden. Größere, mit Sicherheit syndiagenetisch-ruptuell defor-mierte Gesteinszonen, möglichst bis in den Kleinbe-reich von einem Fugennetz durchzogene Bereiche, sind für Erzführung verdächtig. Sie sind bereits durch schwache Graufärbung der Haarrisse infolge Markasit-Pyrit-, Fluorit- und Quarzgehaltes zu erkennen, was als Hinweis auf eine schwache Mineralisation etwa von Randzonen eines Erzkörpers dienen kann. Wesentlich an der Beurteilung der Breccierung ist das Erkennen der syndiagenetisch zerbrochenen Sedimente. Eine durch die alpidische Gebirgsbildung erzwungene Ruptu-renbildung bis Mylonitisierung ist in diesem Zusammen-hang nicht von Interesse; höchstens durch lokal aus anderen Erzkörpern in Bewegungsbahnen mechanisch eingeschleppte Erze, und natürlich zwecks Ausrichtung einer Scherkluft zur Suche nach verworfenen Partien.

Nach bisherigen Erfahrungen sind Breccienzonen im tieferen Wettersteinkalkniveau -60 bis -120 bis -200 m mit Wahrscheinlichkeit dann stärker vererzt, wenn auch die Hangendschichtfolge 0 bis -60 m im selben Areal gut vererzt ist, seien es Erzlager oder

Gänge, oder auch vererzte Breccien. Da in der Lagerstätte Bleiberg – Kreuth in früheren Jahrzehnten gerade die Abschnitte von der Wechselplattenfläche (–60 m) bis zur Megalodusbank (ca. –120 m) bzw. bis –200 m wegen vermeintlich fehlender oder nur seltener Erzkörper weniger aufgeschlossen wurden, kann man im alten traditionellen Bergbaubereich noch weite Räume unverritzten Wettersteinkalkes sehen, von denen einige Ausschnitte unter Berücksichtigung der dargelegten Merkmale Hoffnungsräume für Vererzungen darstellen. Sie sollten zusammen mit Resterzen im obersten Wettersteinkalk und mit den Erzlagern in den Karbonatgesteinsserien der Raibler Schichten („Carditaerze“) noch so viele Reserven liefern, bis Fortsetzungen im Westen, Norden und Osten der Großlagerstätte aufgeschlossen sind.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Wissenschaftsfonds-Projektes Nr. 4984 (ehemals Forschungsschwerpunkt der Österreichischen Rektorenkonferenz S 21) durchgeführt.

Literatur

- BECHSTÄDT, Th.: Betriebsinterner Bericht an die BBU. – Archiv Bergdirektion Bleiberg, Kärnten, Bad Bleiberg 1975 [nicht veröffentlicht].
- HOLLER, H.: Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. – Carinthia II, **Sdh. 7**, 1–82, Klagenfurt 1936.
- KOSTELKA, L.: Beiträge zur Geologie der Bleiberger Vererzung und ihrer Umgebung. – Carinthia II, **Sdh. 28** (Festschrift Kahler), 283–289, Klagenfurt 1971.
- POLEGEG, S.: Anwendung mathematischer Methoden für Such- und Erkundungsarbeiten im Raume Bleiberg-Kreuth. – Berg- u. Hüttenm. Mh., **120**, H. 10, 476–480, Wien 1975.
- RAINER, H.: Diskussionsbemerkung: zu „Zonare Anordnung, Sonderfazies und Anlagerungsgefüge.“ Diskussionstagung 1956 München: „Entstehung von Blei-Zinklagerstätten in Karbonatgesteinen“. – Berg- u. Hüttenm. Mh., **120**, 235–237, Wien 1957.
- SCHROLL, E, SCHULZ, O. & PAK, E.: Sulphur Isotope Distribution in the Pb-Zn-Deposit Bleiberg (Carinthia, Austria). – Mineral. Deposita, **18**, 17–25, Berlin 1983.
- SCHULZ, O.: Die diskordanten Erzgänge vom „Typus Bleiberg“ syndiagenetische Bildungen. Symposium Internazionale sui giacimenti Minerari delle Alpi (1966). – Arti grafiche „Saturia“, 149–162, Trento 1966.
- SCHULZ, O.: Die synsedimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – Tschermarks Min. Petr. Mitt., **12**, 230–289, Wien 1968.
- SCHULZ, O.: Wirtschaftlich bedeutende Zinkanreicherung in syndiagenetischer submariner Deformationsbreccie in Kreuth (Kärnten). – Tschermarks Min. Petr. Mitt., **20**, 280–295, Wien 1973.
- SCHULZ, O.: Resedimentbreccien und ihre möglichen Zusammenhänge mit Zn-Pb-Konzentrationen in mitteltriadischen Sedimenten der Gailtaler Alpen (Kärnten). – Tschermarks Min. Petr. Mitt., **22**, 130–157, Wien 1975a.
- SCHULZ, O.: Betriebsinterner Bericht an die BBU. – Archiv Bergdirektion Bleiberg, Bad Bleiberg 1975b [nicht veröffentlicht].
- SCHULZ, O.: Typical and nontypical sedimentary ore fabrics. – In: Handbook of strata bound and stratiform ore deposits by K. H. WOLF (Editor), 295–338, Amsterdam (Elsevier Scientific Publishing Comp.), 1976.
- SCHULZ, O.: Tektonische Gefügeanalyse der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – Carinthia II, **Sdh. 24**, 1–71, Klagenfurt 1978.
- SCHULZ, O.: Die Pb-Zn-Erzlagerstätte Lafatsch-Vomperloch (Karwendelgebirge, Tirol). – Veröff. Museum Ferdinandeum Innsbruck, **61**, 55–103, Innsbruck 1981.
- SIEGL, W.: Zur Vererzung der Pb-Zn-Lagerstätten von Bleiberg. – Berg- u. Hüttenm. Mh., **101**, 108–111, Wien 1956.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 20. September 1984.