

Die Entstehung der Bleiberger Lagerstätte

Oskar Schulz, Innsbruck

Beschreibende geologische Merkmale, betreffend die Form, Lage und Verbreitung nutzbarer geologischer Körper waren wohl schon seit 1000en von Jahren eine Grundlage für eine erfolgreiche Gewinnung, ... was man von den Kenntnissen über die Entstehung von Lagerstätten nicht unbedingt behaupten kann. Auch Sie wissen ja aus Erfahrung, dass die Meinungen hierüber häufig umstritten sind.

Aber bemerkenswerterweise wagte vor 200 Jahren (1807) der durch die mineralogische Härteskala bekannt gewordene deutsche Mineraloge Friedrich MOHS eine so klare und verglichen mit unseren heutigen Kenntnissen so richtige beschreibende Darstellung der damals bekannten Erzkörper in Bleiberg mit folgerichtiger genetischer Aussage, dass diese in die Zeit nach 1950 passen würde.

Seit den 30er Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts verdient auch ein Kärntner Geologe mit wichtigen Erkenntnissen über die Bleiberger Lagerstätte erwähnt zu werden: Der bei der BBU bekannte Montangeologe und spätere Bergdirektor Herbert HOLLER. Er war 1936 mit seinen Ergebnissen über den feinstratigraphischen Schichtenaufbau des Lagerstättengebirges und das Schema der erzhöflichen Schichten und Gänge seiner Zeit voraus und lieferte damals Musterbeispiele für den wirtschaftlichen Nutzen der geologischen Kenntnisse in der Bergbaupraxis.

Wie kann man sich nun heute die Entstehung der einst enormen Erzanreicherungen im Bleiberger Hochtal und im Bleiberger Erzberg, mit ca. 10 km E-W-Länge und bis zu 1 km S-N-Ausdehnung, sowie an die 800 m in die Tiefe vorstellen? (Abb. 1).

Unsere Lagerstätte liegt inmitten von Kalk- und Dolomitgesteinen, den Hauptfelsbildnern der Gailtaler Alpen. Dieses Gebirge hat sein wesentliches tektonisches Ge-

prägen im Zuge der Alpenfaltung ab der Mittleren Kreidezeit (etwa ab 94 Mio. J. vor heute) erhalten, mit Fortsetzung in der Jungtertiärzeit (etwa vor 40 –15 Mio. J.). Versuchen wir, zunächst die Spuren der Entstehung der Metallanreicherungen erdgeschichtlich zu entdecken und zu verfolgen.

Milieu der Erzträgergesteine

Ältester Erzträger ist der Wettersteindolomit (WD) und -kalk (WK), deren Ursprung in der Mittleren Triaszeit (Langobard, Cordevol, vor rund 220 Mio. J.) datiert ist. Und dazu kommen noch die darüberliegenden Raibler („Cardita“-) Schichten (Jul). Damals herrschte ein, etwa von der heutigen Lage S-Europas und N-Afrikas (früher Gondwana-Kontinent) gürtelförmig sich nach Osten verbreiterndes Schelf-Flachmeer, welches mit Vertiefung als Ozean bis in den fernen ostasiatischen Raum reichte. Es war ein großer Ozean, „Tethys“ genannt, dessen kleiner Rest als heutiges östliches Mittelmeer noch übrig blieb.

Ein besonderes Kennzeichen dieses Meeres war ein so langsames Absinken des Meeresbodens, dass bei fortlaufender Sedimentation für lange Zeiten ein Flachmeer erhalten blieb. So wurden schließlich auch dort Sedimentmächtigkeiten von vielen 100 m erreicht. Unsere erzführenden Kalk (K)-Dolomit (D)-Gesteine sind ursprünglich aus K-D-Schlamm entstanden, mm für mm übereinander, durch chemische, biochemische Ausfällung und Schalendetritus. Es hatten nämlich auch Lebewesen daran Anteil: Algen, Korallen, Schwämme, Muscheln, Schnecken, Brachiopoden und Kleinstlebewesen wie z. B. Foraminiferen.

Übrigens sollten wir in unserem lokalen marinen Ablagerungsraum noch eine fazielle Unterteilung treffen. Von S nach N kann man nämlich unterscheiden einen



Abb.1: Blick durch das Bleiberger Hochtal nach Osten. Die alpidische Gebirgsbildung verursachte durch Faltungen und Verwerfungen ein beträchtliches Berg- und Tal-Relief mit Schollenbildung. (Aus SCHULZ 1984).

Riffbereich (Dobratsch-Riff) mit Korallen und Schwämmen als Riffbildner, einen Lagunenbereich (Lagunenfazies) verbreitet in den Gesteinen unter dem Bleiberger Talboden und im Erzberg, und noch weiter nach N in Richtung Drautal die Kellerberg-Fazies, deren Gesteine Anzeichen eines etwas tieferen Milieus aufweisen.

Fremdminerale

Nun fehlen uns aber noch die Hauptdarsteller aus dem Mineralreich, also die Nutz- und Begleitminerale der Lagerstätte: Als Erzminerale die beiden Sulfide Bleiglanz PbS und Zinkblende ZnS , dazu die Fe-Bisulfide Pyrit FeS_2 , Markasit FeS_2 , und die Begleiter: Calcit $CaCO_3$ und Dolomit $CaMg(CO_3)_2$, Quarz SiO_2 , Fluorit CaF_2 und Baryt $BaSO_4$. Für Mineraliensammler wäre freilich noch eine große Anzahl von Sekundärmineralen aus der Oxidationszone erwähnenswert, darunter der berühmt gewordene Wulfenit $PbMoO_4$. Dieses Pb-Molybdat hatte in Kriegszeiten wirtschaftliche und strategische Bedeutung als Molybdän-Träger. Bemerkenswert ist auch, dass die Bleiberger Zinkblenden Cd und Ge als Spurenelemente eingebaut enthalten: Nebenmetalle, die in der Hütte Arnoldstein gewonnen bzw. angereichert wurden.

Sedimentäre Erzanreicherung im älteren Wettersteindolomit

(WD, Alter: Langobard/Cordevol)

Um die für die natürlichen Erzanreicherungen wichtigen Stationen kennenzulernen, betrachten wir den Schichtenaufbau der K-D-Gesteine in einem Säulenprofil von unten nach oben (Abb. 2). Wir blenden uns ein in den Meeresbodenabschnitt in 260 – 190 m Tiefe im WD. Dort sind im grauweißen Dolomitgestein auf 70 m Sedimentmächtigkeit einerseits 5 auffällige grüne Mergelzwischen-schichten entwickelt, andererseits 4 – 6 Erzlager, also Erzanreicherungen in bestimmten stratigraphischen Lagen. Mitunter sind auch kleine Hohlräume und rinnenförmige Erosionsformen von Erz erfüllt. Die grünen Mergel wurden aufgrund einiger kennzeichnender Minerale (Perowskit u. a.) als Tuffite bezeichnet, also als marines Sediment, gemischt mit vulkanogenem Material.

Die schichtparallele Anreicherung des Erzes mit mikroskopisch nachweisbarem reliktem Erzschlamm innerhalb der grobkris-

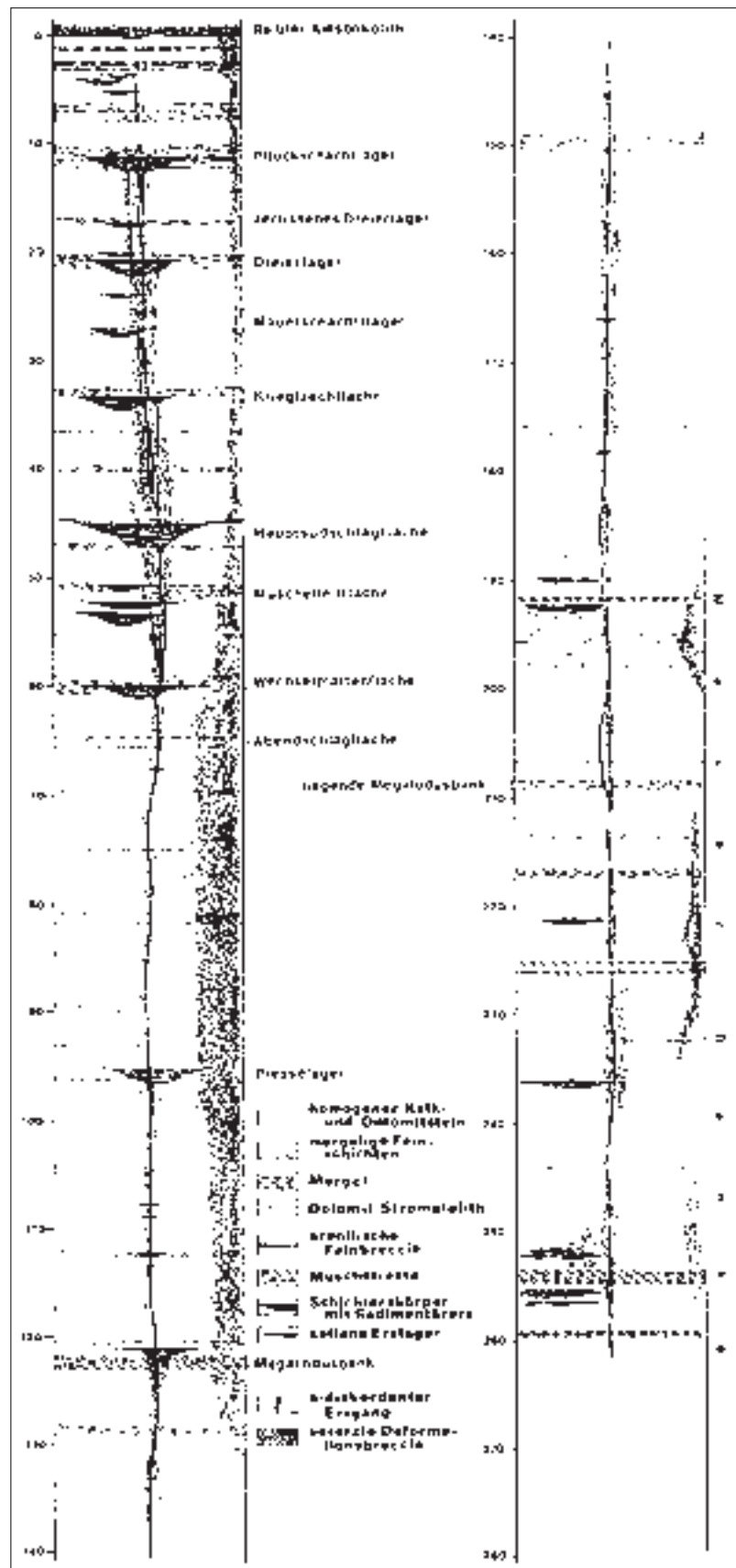


Abb. 2: Die oberen 280 m der „Wettersteingruppe“ (WD, WK) mit Zwischenschichten samt Erzlagern sowie mit den z. T. von Erzgangspalten und Netzwerkvererzungen durchsetzten Bereichen. Säulenprofil: mit idealisierter Schichtfolge (nach HOLLER 1936, SCHULZ 1968, 1985). m-Markierung von 0 (= Grenze Wettersteinkalk - Raibler Schichten) ins Liegende. Räumlich z. T. getrennte Erzkörper Typen sind zusammengezeichnet.

tallisierten Erzlager sowie der Nachweis typisch sedimentärer Anlagerungsgefüge lassen keinen Zweifel aufkommen, dass diese Erzlager zusammen mit dem wachsenden Sediment am freien Meeresboden und intern in Hohlräumen entstanden sind (Abb. 3).

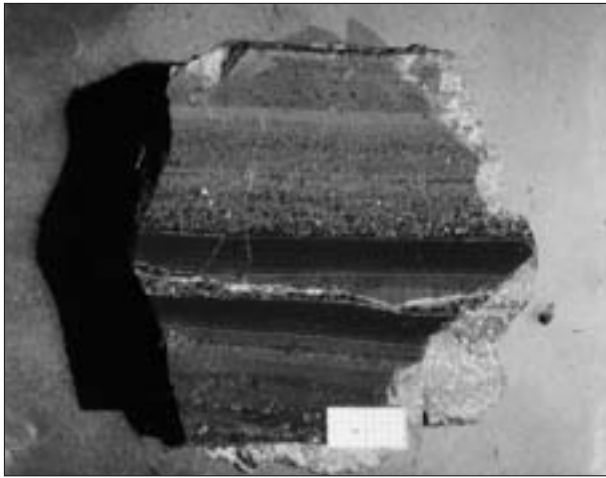


Abb. 3: Sedimentärer Erzschlamm mit feinschichtig wechselnden Anteilen verschiedenkörniger Zinkblende, Quarz, Fluorit, Markasit, Pyrit, Wurtzit, Dolomit, Calcit. In Bildmitte Schichtwiederholung durch subaquatische, fast schichtparallel verlaufende Zergleitung. Aus Erzlager im WD. Marke: 10 x 5 mm.

Erzlager im oberen Wettersteinkalk (WK, „Erzkalk“, Alter: Cordevol)

Eine sedimentologisch besondere Gestaltung weist der für die Erzführung sehr bedeutende Abschnitt des obersten WK im Bereich der Lagunenfazies in der stratigraphischen Lage von 120 m – 0 m auf. Insbesondere die Sedimentausbildung von 60 – 0 m (Abschluß des WK) gab Gelegenheit, in mehreren Zwischenschichten eine zyklische Sedimentation durch Wechsel von Seichtwasserbedeckung (10 – 20 m Tiefe), Überflutung im Gezeitenbereich und kurzzeitiger Trockenlegung nachzuweisen.

Und in diesem Milieu gibt es eine schichtige Abfolge von 8 Erzlagern, vor allem mit breit-rinnenförmigem, parallelem Verlauf in der Schichtung. Die Erzlager bestehen auch hier aus überwiegend grobkristallisierten und kolloformen Aggregaten (z. B. Zinkblende als Schalenblende) und zu einem geringeren Teil aus erhärtetem Erzschlamm (Abb. 4). Dieser Erzschlamm bildet oft das Liegende der Derberzlager, oder erscheint als Verdrängungsrelikt im Derberz. Durch die Feinschichtung des Erzschlammes bildet dieses außergewöhnliche Sediment eine Art geologische Wasserwaage (Geopetalgefüge) und erlaubt so die wesentliche Aussage, dass die Erzfeinschichten generell parallel mit der heutigen Schichtneigung des WK liegen (Abb. 5). Diese schichtigen Erzkörper gehören also zum ursächlichen fortschreitenden Schichtenaufbau.

Ein besonderes Beispiel extern-sedimentärer Erzanlage- rung liegt in Form eines geradezu getarnten Erzschlammes vor (Abb. 6): Hellbrauner feinstkörniger Kalkstein

enthält feinschichtig ausgeschiedene Fremdminerale in den dunkleren Laminae. Diese enthalten mikroskopisch identifizierbar Bleiglanz, Zinkblende, Markasit und Pyrit, Quarz, Flußspat und Baryt.



Abb. 4: Schichtparalleler Erzkörper durch mechanische und chemische Erzanreicherung sowie diagenetische Umkristallisation. (Grube Stefanie).

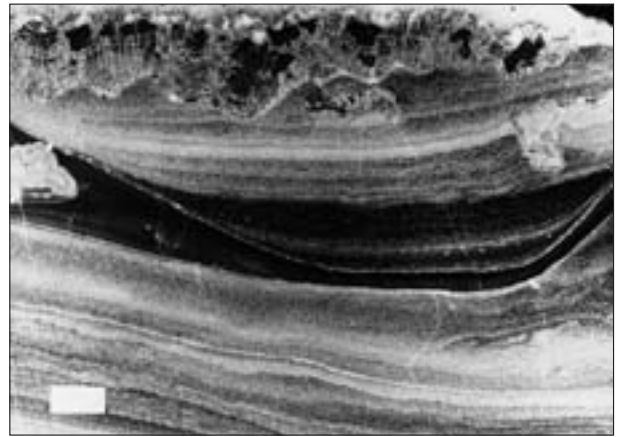


Abb. 5: Erzschlammgestein durch mechanische Anlagerung ausgefüllter Kriställchen. Reliefbildung an Anlagerungsebenen und geopetale Überlagerung. Marke: 10 x 5 mm.



Abb. 6: Im Grubenaufschluss kaum erkennbare synsedimentär-externe laminare Anlagerung von mikrokristallinen „Fremdmineralen“: Zinkblende, Pyrit, Markasit, Quarz, Baryt, Fluorit und spärlich Tonminerale, welche zusammen die dunkle Färbung der Feinschichten im hellen Kalkschlamm-Milieu des obersten WK verursachen. Im Mittelteil der Abfolge eine subaquatische Zergleitung des Erzmineralführenden Schlammes mit Abscherung des Liegendbereiches. Marke 10x2 mm).

Schichtdiskordante Erzgänge

Während die Erzlager in allen Revieren des ausgedehnten Bergbaues entwickelt sind, gibt es in den östlichen Grubenrevieren (Bereich Bleiberg) auch Scharen von Erzgängen. Es sind Gangspalten, subparallele Zerrklüfte, (denken Sie an Gletscherspalten) welche diskordant, etwa rechtwinklig zur Schichtung verlaufen, und stratigraphisch gesehen häufig bis in 60 m Tiefe des WK-Sedimentes, seltener bis 120 m, und offenbar ausnahmsweise auch bis in 260 m Tiefe reichen.

Und wann sind nun diese Erzgänge entstanden? Aufgrund einiger sedimentpetrographisch-gefügekundlicher Merkmale konnte eine präzise Antwort gefunden werden, nämlich: submarin, u.zw. während der Bildung des oberen WK und WD, in mehreren Phasen, und mit submarin-tektonischer Reaktivierung! Das zeigt sich am schönsten an Schnittflächen der mit Derberz wandständig auskristallisierten Erzgänge mit den Erzlagern, durch Mitwirkung des Erzschlammes. So ist es selbstverständlich, dass gelegentlich in die Gänge hineingestürzte Sedimentärerzstücke als Breccie und sedimentärer Erzschlamm den Gang verstopfen, wobei auch in diesen Fällen die geopetale Erzfeinschichtung bei jeder Neigung des Gesteinspaketes der allgemeinen Schichtung entspricht (Abb. 7).

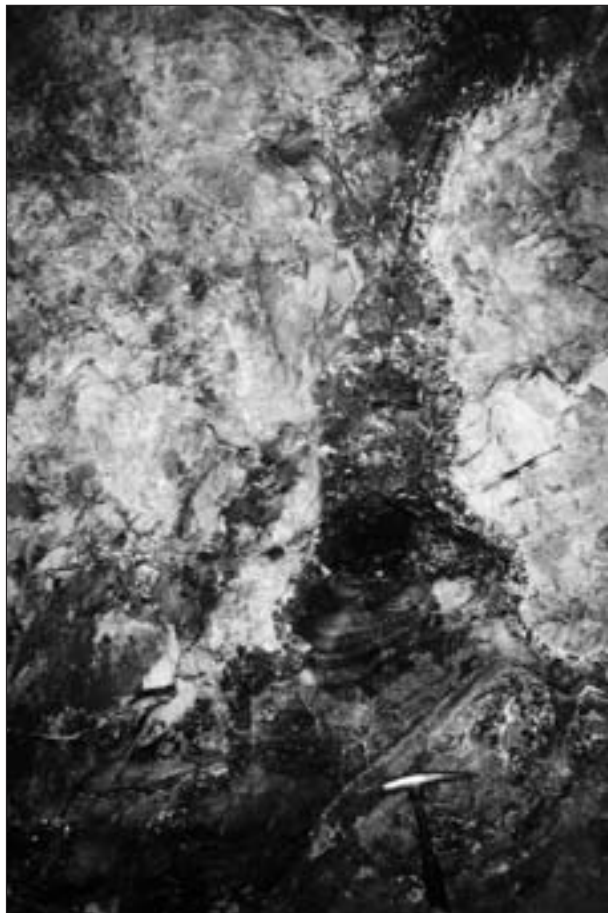


Abb. 7: Schichtdiskordanter Erzgang mit syndiagenetisch-wandständiger, grobkristalliner und kolloformer Erzausscheidung, und mit lokaler Verstopfung durch geopetale feingeschichteten Erzschlamm. Grube Stefanie.

Nun sind wir gedanklich an der Obergrenze des WK angelangt, doch gibt es aus der betrachteten Sedimentabfolge noch weitere, sonderbare Erzanreicherungen anzuführen.

Rezente Beispiele

Um die Vorstellung über sedimentäre Erzanreicherungen zu verbessern, lenke ich Ihre Aufmerksamkeit für einige Augenblicke auf zwei gegenwärtige Lokalitäten



Abb. 8: Rezentes Beispiel: Im Seichtwasserbereich der Insel Vulcano besteht nach der Wegsamkeit eines Kluftsystems Thermen- und Gaszufuhr in das Meerwasser. In der Folge bildet sich am Meeresboden ein Niederschlag von kolloidalem Schwefel sowie im S- und Fe-Bakterien-reichen Milieu Pyrit am Felsrelief und im Sanddetritus. (Unterwasseraufnahme).



Abb. 9: Rezentes Beispiel: Thermen- und Gaszufuhr in das Meerwasser der Vulkanküste von Nea Kameni, Santorin, bewirkt Ausflockung und Anlagerung von kolloidalem S (weiß) und Fe-Hydroxid (grau, schwarz) sowie Siderit- und Pyritkristallisation. Unten: Fels und Blockwerk, oben: Wasserspiegel. (Unterwasseraufnahme).

mit Erzmineral-Ausfällungen. Machen Sie doch mit mir zwei kurze Tauchgänge zur Besichtigung von submariner Fe- und S-Zufuhr in rezente Sedimente: zuerst auf der sizilianischen Insel Vulcano (**Abb. 8**), mit Pyritausfällung in einem Milieu mit reichlich Fe- und S-Bakterien ... und dann auf Nea Kameni in der Inselgruppe Santorin im Ägäischen Meer (**Abb. 9**) mit Ausscheidung von Fe-Hydroxid, Siderit und Pyrit.

Vererzte WD-Deformationsbreccie

Zur Fortsetzung der Bleiberger Lagerstätten-situation bleiben wir vorerst noch im Niveau des WK und WD. Die bergtechnische Entwicklung der Abbaumethoden in neuerer Zeit brachte es mit sich, dass sich Bergleute und Geologen einem weniger auffallenden Vererzungstyp annahmen, der Jahrhunderte lang wegen der räumlichen Streuung der Erz- und Metallgehalte für die Gewinnung nicht in Frage kam. Der Befund: Im Dolomitgestein eines stratigraphisch etwas tiefer liegenden mächtigen Schichtpaketes im westlichen Lagerstättenareal von Kreuth, welches gesteinskundlich-stratigraphisch keine markanten Kennzeichen bietet, sind kleine bis große, unregelmäßig umgrenzte Bereiche in ein Netzwerk von feinen Klüftchen zerbrochen; nämlich unabhängig von der Schichtung; und dieses feine Netzwerk von Haarrissen und Spalten bildete sichtlich eine Wegsamkeit für Metalllösungen und intern für chemische Erzanlagerungen (**Abb. 10**), und ... zusätzlich fanden, ausgehend vom

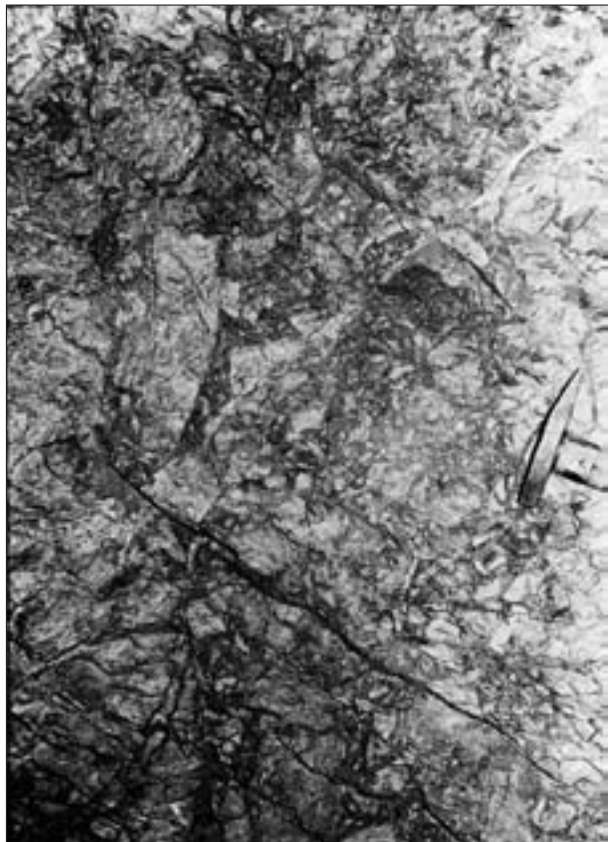


Abb. 10: ZnS-reiche Erzausscheidung (grau) im Fugennetz einer monomikten WD-Deformationsbreccie (weißgrau): Netzwerkvererzung in Großraumerkörper der Grube Kreuth-West.

Fugennetz metasomatische Verdrängungen des Dolomitgesteins statt, mit der Wirkung, dass durch diesen chemischen ionaren Platztausch z. T. regelrechte Erzfel-sen (vor allem Zinkblendefelsen) entstanden sind. Es handelt sich nach diesen Merkmalen um „vererzte Dolomit-Deformationsbreccien“. Die rupturrellen Deformationen dürften durch Erschütterungen, vielleicht z. T. auch lokal in Phasen von Trockenlegungen ausgelöst worden sein.

Wann haben solche anscheinend außergewöhnliche, z. T. enorme Vererzungen stattgefunden und um welche stratigraphische Gesteinszonen handelt es sich?

Im Zuge der Aufschließungen konnten selten in den feinen Zerrspalten des zerbrochenen Gesteins zufällig auch Erzschlämme gefunden werden. Und ein noch besserer Befund zeigte feingeschichteten Erzschlamm in einem flachen Lösungshohlraum im Erzkörper mit der Querschnittfläche 1,50 m x 15 cm. Die Feinschichtung im Hohlraum und die Gesteinsschichtung im tektonisch geneigten Erzkörper lagen parallel: Daher die eindeutige Aussage: ein submarines Deformationsereignis im Meeresboden mit chemischer Internkristallisation in Spalten und Hohlräumen, begleitet von metasomatischer Platzergreifung, sowie geringfügig mit mechanischer Internanlagerung von ausgefälltem feinkristallinem Erzschlamm, der mikroskopisch feinschichtig-raumrhythmische Anordnung von Zinkblende-, Markasit- und Dolomit-Kriställchen zeigt.

Die stratigraphische Position dieser Art von Großraumerkörpern, unregelmäßig diffus bis intensiv vererzt, liegt stratigraphisch besonders zwischen ca. 50 m und 120 m tief im WK/WD; Und man könnte entfernte Zusammenhänge mit dem Aufreißen der Erzzerrspalten im östlichen Lagerstättenraum Bleiberg vermuten. Nachdem dieser Vererzungstyp „Deformationsbreccie“ selten sogar stratigraphisch bis in die klassischen Lagunensedimente des obersten WK hinaufreicht, wäre die jüngste Deformations- und Vererzungsphase in der oberen „WK-Zeit“ anzunehmen. Demnach entspräche die Zerrspalten-Gangvererzung in den östlichen Revieren Bleibergs zeitlich betrachtet der Netzwerkvererzung in den Arealen der westlichen Reviere von Kreuth. Die heutige Endgestalt solcher Erzkörper, mit Ausmaßen bis zu 2 – 3 Mio. m³ mit durchschnittlich etwa 4% Pb-Zn-Metall, ist aber zusätzlich durch die viel später einsetzenden alpidischen tektonischen Verformungen wesentlich komplizierter geworden.

Dolomit-Resedimentbreccien

Eine weitere geologische Besonderheit stellen lokale Blockwerkshalden (in den oberen 150 m des WK/WD) dar, die als Zwischenschaltungen in der sonst normalen Sedimentation der WD-Schichtenfolge gefunden wurden. Es handelt sich in diesem Fall um submarine „Dolomit-Resedimentbreccien“ (d. h. um eine Wiederanlagerung von Kalk-Dolomit-Bruchstücken während der fortlaufenden Sedimentation), z. T. sogar mit bereits

vererzten Komponenten! Der Befund lenkt zur Vorstellung, dass die eckigen Block- und Schottermassen aus einer tektonisch zerrütteten Sedimentwand oder einem Abhang stammen, dessen ruptuell beschädigtes Gestein ein Vorstadium der Blockwerksbreccien gewesen sein dürfte. Nachdem die Blockwerkschüttung mehrmals von dünnen Sedimentlagen mit feinen Dolomit-Algenüberzügen unterbrochen ist, muss zumindest zeitweise Wasserbedeckung geherrscht haben. Damit schließe ich die Beschreibung von Erzkörpern im WK und WD ab.

Erzlager der Raibler Schichten (Alter: Jul)

Nach Ablagerung des obersten WK („Erzkalk“, Cordevol) beginnt ein gesteinsmäßig merklich veränderter Sedimentationszyklus. Die darüber folgenden Raibler Schichten („Cardita-Schichten“) mit rund 260 m Mächtigkeit bestehen aus drei, etwa 20 m mächtigen Lagern aus schwarzem Schieferthon mit Sandstein, reich an Pyrit und Fossilien, und drei dazwischen- bzw. darüberliegenden schwach tonigen und bituminösen, häufig geschichteten graubraunen Dolomit- und K-D-Gesteinsserien mit je rund 60 m Mächtigkeit. Der 1. Zwischendolomit führt vor allem im westlichen Lagerstättenareal Kreuth abbauwürdige Erzlager mit allseitig schichtiger Ausdehnung bis zu mehreren 100 m. Ihre primäre Mächtigkeit betrug bis zu 6 m (Abb. 11).

Diese stratiformen Erzlager standen in den Jahren 1956 – 1960 im Mittelpunkt der neueren Forschungen. Sie brachten vom Grubenaufschluss bis zum mikroskopischen Präparat aufgrund hervorragender Merkmale für syngenetisch-sedimentäre Erzanreicherungen (Abb. 12), einschließlich syndiagenetischer Um- und Neukristallisationen innerhalb des triassischen Meeresbodens, einen durchgreifenden wissenschaftlichen Erfolg mit bergwirtschaftlichen Aussagen für die Aufschließung vor allem der Kreuther Teilbereiche. Die extrusiv-hydrothermal-sedimentäre Erklärung der Lagerstätte war also bereits damals für Bleiberg-Kreuth bewiesen.

Die „Cardita-Erzlager“ waren im Bereich von Kreuth bereits im Mittelalter den Fuggern bekannt. Die Abbaue im sog. Fuggertal erinnern daran. Und die Carditaerze

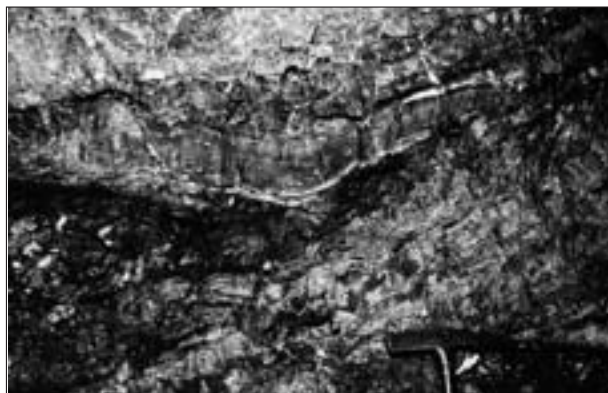


Abb. 11: ZnS-reicher Schichterkörper (unten) im Dolomit der Raibler Schichten mit Zinkblende-feinschichtung (Mitte) und feinschichtigem Übergang in den überlagernden Dolomit (oben). (Grube Max, Kreuth).

waren auch noch in der zweiten Hälfte des abgelaufenen Jahrhunderts eine sichere Stütze des Bergbaues bis in die letzten Betriebstage.

Teilweise erzführende Resedimentbreccien der Raibler Schichten

Auch die erzführende 1. Dolomitabfolge der Raibler Schichten wurde im Zusammenhang mit untermeerischen Bodenunruhen durch Niveauverstellungen des

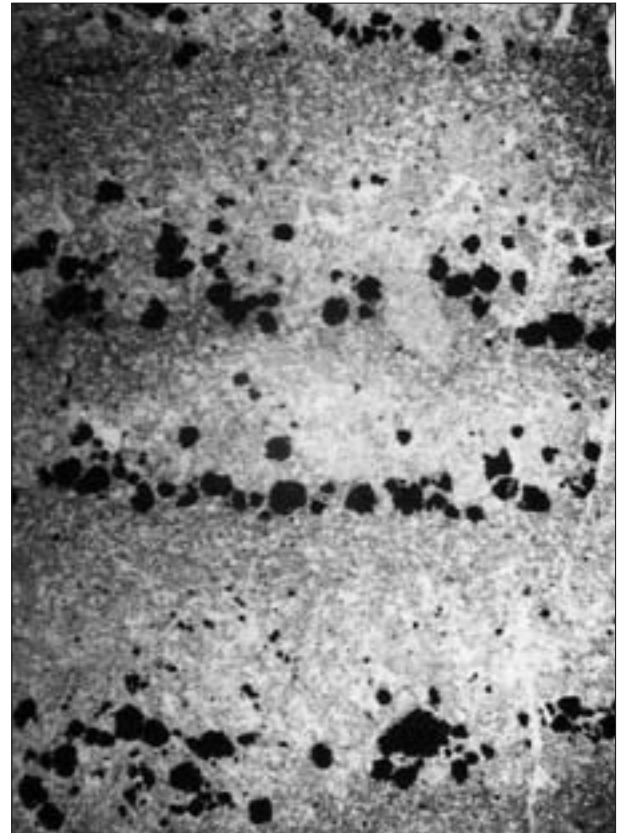


Abb. 12: Die raumrhythmische mm-Feinschichtung im Erz der Raibler Schichten im Mikrobild: Kriställchen von Zinkblende (schwarz), Quarz und Fluorit (weiß), unkristallisierter Dolomit mit Tonmineralen (grau). (Dünnschliff, 1 Nicol, natürl. Größe 3,7x2,5 mm).



Abb. 13: Polymikte Resedimentbreccie als Erzkörper der Raibler Schichten mit z.T. bereits Sedimentärerz-führenden Raiblerdolomit-Fragmenten (verschieden grau), WD-Fragmenten (weiß), und bereichsweise tonigem Bindemittel (schwarz) aus Raibler Schieferthon.

Meeresbodens von Gesteinsabstürzen betroffen, was zur Bildung von Breccienhalden in diesem stratigraphischen Niveau führte. Hier handelt es sich z. T. auch um „Erzbreccien“, also um zerbrochenes, bereits sedimentiert gewesenes Erz (**Abb. 13**).

Aus der petrographischen Zusammensetzung ergibt sich außerdem als Besonderheit bereichsweise auch eine verschiedene stratigraphische Herkunft der polymikten Fragmente (**Abb. 13**). Und daraus ist abzuleiten, dass durch submarine Tektonik wahrscheinlich stufenweise Bodenverstellungen mit bis über 100 m H.U. mit Freilegung sogar des WD-Niveaus stattgefunden haben müssen (**Abb. 14**).

Übrigens: Schichtige Erzführung wurde auch in den jüngeren Dolomitgesteinen der Raibler Serie aufgeschlossen, doch erwies sich diese als nicht abbauwürdig. Damit sind wir mit der Betrachtung der erzführenden Gesteinstabfolgen der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth am Ende, verlassen jetzt die Triaszeit ... und machen einen großen zeitlichen Sprung in die jüngere Erdgeschichte, ... nämlich in die obere Kreidezeit und Tertiärzeit, um zu



Abb. 14: Submarin-tektonische Niveauperstellung führte zu mechanischer Erosion eines WD-Abschnittes (weiß) und späterer Überlagerung des Reliefs mit Schieferton und Mergel der Raibler Schichten (grauschwarz). (Grube Erlach, Kreuth-West).

erkunden, welche Veränderungen im Zuge der Alpenfaltung in der Lagerstätte eingetreten sind. Den Ausgangszustand bilden also die Sedimente der Triaszeit mit über 3.000 m Mächtigkeit, samt dem Inventar an zeitlich und geometrisch verschiedenen Erzkörpern. Diese sind im Sedimentabschnitt von 260 m WK/WD und 200 m der Raibler Schichten enthalten.

Alpidische Gebirgsbildungen

Im Großraum sind durch einen beträchtlichen tangentialen NE-Schub der Erdkruste die marinen Sedimente des Mesozoikums samt ihrem metamorphen Untergrund zunächst im Zuge älterer Faltungen mit der Hauptachse NW-SE erfaßt worden. Jüngere Verformungsereignisse mit S-N-Einengung prägten E-W-Faltenachsenlagen. Diese hatten natürlich überprägenden Einfluss auf die schon vorliegenden Falten- und Kluftsysteme. Besonders wirksam waren klufttektonische Felszergleitungen (**Abb. 15**). An Tal-parallelen Scherklüften sind Niveauperstellungen durch vertikale Verwürfe bis über 1.000 m nachgewiesen (z. B. Bleiberger Bruch); und an diagonal durch das Bleiberger Tal verlaufenden Klüften betragen horizontale Verschiebungsbeträge bis zu mehreren 100 m. Solche jüngere Verformungen wirkten sich im Gefügerelief der Landschaft mit der Heraushebung von Bergrücken (z. B. Dobratsch) und Talbildungen (Bleiberger Hochtal) besonders stark aus. Und schließlich verursachten solche Zerschuerungen des Felsverbandes in Einzelfällen auch eine intensive tektonische Durchmischung bis Mylonitisierung verschieden alter Gesteinsschichten mit ihren, an verschiedenen Lokalitäten entstandenen Erzkörpern. Solche Beispiele gibt es vor allem im Kreuther Westen in den Großraum-Erzkörpern.

Nachdem die Faltungs- und Kluftsysteme in allen Größenordnungen, oft bis in Kleinbereiche der Felsbaue wirksam waren, können Sie sich vorstellen, welchen Sorgen mitunter der Bleiberger Bergbau seit alten Zeiten bergmännischer Tätigkeit bis in die letzte Betriebsphase ausgesetzt war.

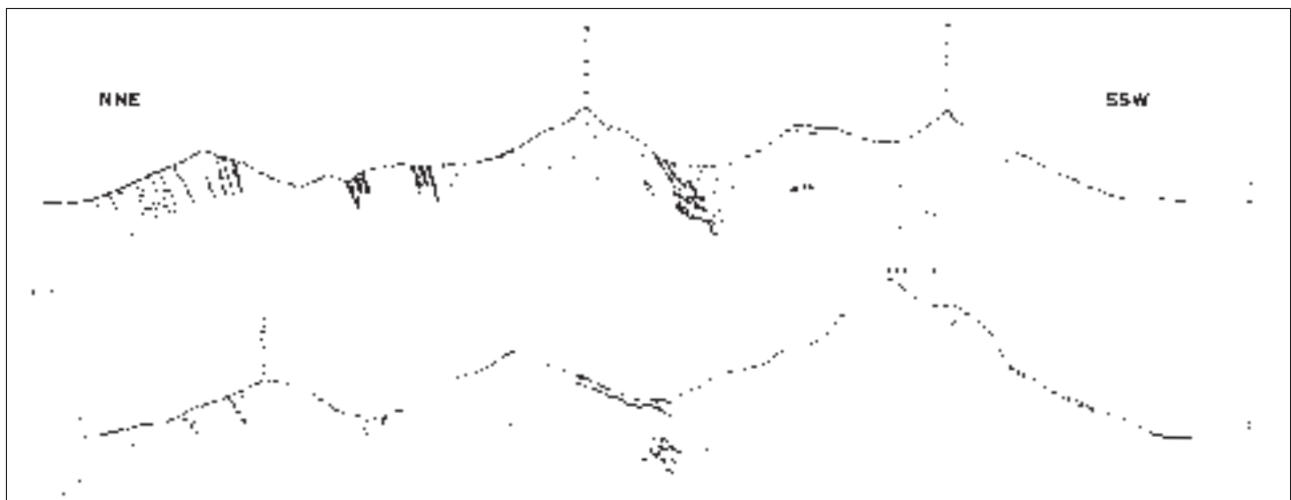


Abb. 15: Tektonische Profile NNE – SSW durch Erzberg – Bleiberger Tal – Dobratschmassiv – Gailtal mit WD, WK, R.-Dolomit und R.-Schiefer. (Aus SCHULZ 1984).

Geochemische Forschung

Auf der Grundlage dieser Kenntnisse (aus Geologie, Stratigraphie, Tektonik, Petrographie, Mineralogie, Lagerstätten- und Gefügekunde) war seit 1956 zunehmend eine definierte Probenauswahl für die geochemische Forschung eine günstige Voraussetzung. In diesem Zusammenhang ist Kollege Erich Schroll (Universität Wien) mit Mitarbeitern recht erfolgreich gewesen. Er war auch Jahrzehnte lang mit dabei, wenn es um angewandte Geochemie für den Bergbau ging. Ich entnehme einige seiner Ergebnisse aus der letzten Zeit.

Isotopenmessungen an Gesteins- und Erzblei, die sich unterscheiden, lassen für das homogene Bleiberger Erzblei auf mehrere Herkunftsquellen schließen und bestätigen die bisherigen geowissenschaftlichen Ergebnisse über extrusive Metallzufuhr in mehreren zeitlichen Phasen. Das Erzblei-Alter ist höher als das stratigraphische Alter der Triasgesteine. Sehr wahrscheinlich stammen das Pb und demnach auch die anderen Fremdelemente der Lagerstätte aus dem metamorphen Grundgebirge. Sie dürften aus gesteinsbildenden Mineralen und alten Lagerstätten mobilisiert worden sein.

Die mineralisierenden Wässer sind als schwach temperiert mit unter 150° C anzunehmen. Und es liegt nahe, dass es sich um eine Mischung von Meerwasser und extrusiven Metall-Sole-Thermen gehandelt hat.

Die Isotopenverhältnisse des Sulfidschwefels bestätigen die Existenz verschiedener Ablagerungsmilieus der Sedimente mit dem Erz. Und der kürzliche Nachweis von Resten fossiler Bakterien in Zinkblenden lässt auf bakterielle Aktivitäten der Schwefelreduktion im Ablagerungsmilieu schließen. Die Bakterien reduzierten das Meerwassersulfat zu Schwefelwasserstoff und bewirkten zumindest teilweise die Ausfällung der Sulfidminerale.

Nachdem es in Miež-Mežica, Raibl-Cave del Predil und Sallafossa (bei Sappada) gleichaltrige Pb-Zn-Erzlagerstätten gibt, die alle nahe am Periadriatischen Lineament, an der großen alpidischen Verschiebungsfäche liegen, die entlang des Gailtals verläuft, wurde eine schon voralpidische Bedeutung dieser tektonischen Schwächezone für Lösungszuführen diskutiert.

Wir können also rund 15 Jahre nach Schließung des Bergbaues auf eine sehr lange vielseitige Forschung seit etwa 1953 zurückblicken. Wenn nun den neueren Ergebnissen auch keine praktische Bedeutung mehr zukommt, so sind doch die noch laufenden Grundlagenforschungen zum Thema „submarine Erzagerstätten“ international immer noch von Interesse.

Wir werden davon hören lassen!

Literatur

Soweit es sich um veröffentlichte Ergebnisse handelt, geben folgende ausgewählte Arbeiten mit ihren weiteren Literaturhinweisen Auskunft.

BRIGO, L., KOSTELKA, L., OMENETTO, P., SCHNEIDER, H.J., SCHROLL, E., SCHULZ, O. & STRUCL, I.: Comparative Reflections on Four Alpine Pb-Zn Deposits. – Time- and Strata-Bound Ore Deposits. – (Eds.: D.D. KLEMM & H.J. SCHNEIDER), 273-293. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1977

BECHSTÄDT, T.: Lead-zinc Ores Dependent on Cyclic Sedimentation (Wetterstein-Limestone of Bleiberg-Kreuth, Carinthia, Austria). – Mineral. Deposita, 10, 234-248. Berlin 1975

CERNY, I.: Fazies und Pb-Zn-Vererzungen in den Hangenden Raibler Schichten der Draukalkalpen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 28, 109-120, Wien 1982

CERNY, I.: Die karbonatgebundenen Blei-Zink-Lagerstätten des alpinen und außeralpinen Mesozoikums. Die Bedeutung ihrer Geologie, Stratigraphie und Faziesgebundenheit für Prospektion und Bewertung. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 11, 5-125, Wien 1989

HEGEMANN, F.: Die Entstehung der kalkalpinen Blei-Zink-Erzlagerstätten. – N.Jb. Min., Mh.7/8, 170-185, Stuttgart 1960

HOLLER, H.: Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. – Carinthia II, Sh.7, 82 S., Klagenfurt 1936

HOLLER, H.: Der Blei-Zinkerzbergbau Bleiberg, seine Entwicklung, Geologie und Tektonik. – Carinthia II, 143/1. 35-46. Klagenfurt 1953

KANAKI, F.: Die Minerale Bleibergs (Kärnten). – Carinthia II, 82. bzw.162, 7-84. Klagenfurt 1972

KÖPPEL, V. & SCHROLL, E.: Herkunft des Pb der triassischen Pb-Zn-Vererzungen in den Ost- und Südalpen. Resultate bleiisotopengeochemischer Untersuchungen. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., Bd. 6, 215-222, Wien 1985

KOSTELKA, L.: Beiträge zur Geologie der Bleiberger Vererzung und ihrer Umgebung. – Carinthia II, Sh. 28, 283-289, Klagenfurt 1971

KOSTELKA, L. & SCHULZ, O.: Die Tektonik des Blei- und Zink-Erzreviers Rubland (Östliche Gailtaler Alpen). – Berg- u. Hüttenm. Mh., 114, 440-445, Wien 1969

KOSTELKA, L. & SIEGL, W.: Der triadische Geosynklinalvulkanismus und die Blei-Zinkvererzung in den Drau-Kalkalpen. – Atti del Symposium Internazionale sui giacimenti minerali delle Alpi 1966 Trento-Mendola, Vol.1, 127-134, Arti grafiche „Saturnia“, Trento

KUCHA, H., SCHROLL, E. & STUMPFL, E.F.: Bacteriogenic zinc-lead mineralisation in the Bleiberg deposit. – Geochim. Cosmochim. Acta. Spec.Suppl.. Abstracts of the 13th Annual V.M. Goldschmidt Conference, A 192, Oxford (2004)

MAUCHER, A.: Die Deutung des primären Stoffbestandes der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten als syngenetisch-sedimentäre Bildung. – In: „Entstehung von Blei-Zink-Erzlagerstätten in Karbonatgesteinen.“ Diskussionstagung München 1956. Berg- u. Hüttenm. Mh.102, 226-229; und Diskussionsbeitrag: 234. Wien 1957

MOHS, F.: Die Villacher Alpe, und die dieselbe zunächst umgebenden Gegenden; eine Geognostische Skizze. – Efemeriden Berg- u. Hüttenkunde 3, 161-228 (Hsg. C.M. von Moll). Nürnberg 1807

NIEDERMAYR, G.: Bleiberg in Kärnten/Österreich. Bergbau. Geologie. Mineralien. – Emscher Hefte-Galerie, 48 S. Verlag Doris Bode, Haltern 1985

- PUCHELT, H., SCHOCK, H. H. & SCHROLL, E.: Rezent marine Eisenerze auf Santorin, Griechenland. I. Geochemie, Entstehung, Mineralogie. II. HANERT, H.: Bakterogenese von Eisenhydroxidsedimenten. – Geol. Rundsch., 62, 786-812, Stuttgart 1973
- RAINER, H.: Diskussionsbeitrag zu „Zonare Anordnung, Sonderfazies und Anlagerungsgefüge.“ – „Entstehung von Blei-Zinklagerstätten in Karbonatgesteinen“ Diskussions-tagung München 1956. – Berg- u. Hüttenm. Mh., 102, 235-237, Wien 1957
- SCHNEIDER, H. J.: Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. – Fortschr. Mineral. 32, 26-30, Verlag Schweizerbart Stuttgart 1953
- SCHNEIDER, H. J.: Faciesdifferentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc concentration in the Ladinian geosyncline of the eastern Alps. – In: Developments in Sedimentology, Vol. 2: G.C.Amstutz (Editor): Sedimentology and Ore Genesis, 29-45, ElsevierPubl.Comp., Amsterdam ec. 1964
- SCHROLL, E.: Über Minerale und Spurenelemente, Vererzung und Entstehung der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth/Kärnten in Österreich. – Mitt. Österr. Min. Ges. Sh.2, 67 S., Wien 1953
- SCHROLL, E.: Contribution to the mineralogy of the iron-rich mud sediments of Santorini, Greece. – Thera and the Aegean World I, 333-342, London 1978
- SCHROLL, E.: Lead-Zinc Deposits hosted by sedimentary rocks in the Alps in the view of Lead isotopes. – Mitt. Österr. Miner. Ges., 148, Wien 2003
- SCHROLL, E.: Alpine type Pb-Zn-deposits (APT) hosted by Triassic carbonates. – Mao J. and F. P. Bierlein (Eds.): Mineral Deposit Research. Meeting in the Global Challenge, Vol. 1, 175-178. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York 2005
- SCHROLL, E.: Sulfur isotope pattern in the Bleiberg deposit (Eastern Alps) and its implication for genetically affiliated Pb-Zn deposits. – Mineral Exploration and Sustainable Development, Eliopoulos et al. (eds), Millpress, Rotterdam 2003
- SCHROLL, E., STUMPFL, E., KUCHA, H. & RANTITSCH, G.: Wann und wie entstand die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg? – Rohstoffe im Dienste der Gesellschaft. Komm. f. Grundlagen d. Mineralrohstoffforschung der Österr. Akad. d. Wissensch., Symposium 7.11.2003, 1 S., Wien 2003
- SCHULZ, O.: Beiträge zur Kenntnis der RaiblerDolomit-Vererzung, Grube Max in Kreuth. – Österr. Akad. d., Wissensch., Anz. math.-nat. Kl.,15, 181-185, Wien 1956
- SCHULZ, O.: Beispiele für synsedimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteindolomit von Bleiberg-Kreuth. – Berg- u. Hüttenm. Mh. 1-11, Wien 1960a
- SCHULZ, O.: Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max) als Beispiel submariner Lagerstättenbildung. – Carinthia II, Sh. 22, 93 S., Klagenfurt 1960b
- SCHULZ, O.: Lead-zinc deposits in the Calcareous Alps as an example of submarine-hydrothermal formation of mineral deposits. – In: Developments in Sedimentology, Vol.2: G.C.Amstutz (Editor): Sedimentology and Ore Genesis, 47-52, Elsevier Publ.Comp., Amsterdam ec. 1964
- SCHULZ, O.: Die diskordanten Erzgänge vom „Typus Bleiberg“ syndiagenetische Bildungen. – Atti del Symposium Internazionale sui giacimenti minerari delle Alpi: Trento-Mendola 1966. Vol. 1, 149-162, Arti grafiche „Saturnia“, Trento 1966
- SCHULZ, O.: Die synsedimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – Tscherm. Min. Petr. Mitt., 12, 230-289, Wien 1968
- SCHULZ, O.: Unterwasserbeobachtungen im sublitoralen Solfatarenfeld von Vulcano (Äolische Inseln, Italien). – Mineralium Deposita, 5, 315-319. Springer-Verlag, Berlin 1970
- SCHULZ, O.: Wirtschaftlich bedeutende Zinkanreicherung in syndiagenetischer submariner Deformationsbreccie in Kreuth (Kärnten). – Tscherm. Mineral.- u. Petrogr. Mitt., 20, 280-295, Springer-Verl., Wien 1973
- SCHULZ, O.: Resedimentbreccien und ihre möglichen Zusammenhänge mit Zn-Pb-Konzentrationen in mitteltriadischen Sedimenten der Gailtaler Alpen (Kärnten). – Tscherm. Mineral. u. Petrogr. Mitt., 22, 130-157. Springer-Verl., Wien 1975
- SCHULZ, O.: Erdwissenschaftliche Forschung im Dienste des Bergbaues Bleiberg. – Berg- u. Hüttenm. Mh., 120, 10, 463-465, Springer-Verl., Wien 1975
- SCHULZ, O.: Tektonische Gefügeanalyse der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – Carinthia II, 34. Sh., 71 S, Klagenfurt 1978
- SCHULZ, O.: 30 Jahre Pb-Zn-Forschung in den triadischen Karbonatgesteinen der Ostalpen. – Österr. Akad. d. Wissensch., Sitzungsber. Math.-naturw. Kl., Abt. I, 192, 239-266. Wien 1983
- SCHULZ, O.: Tektonische Gefügeanalyse des Rahmens der Bleiberger Lagerstätte (Östliche Gailtaler Alpen, Kärnten, Österreich). – Jb. Geol. B.-A. 126, 369-416, Wien 1984
- SCHULZ, O.: Ausgewählte Gefügebefunde in der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Gailtaler Alpen, Kärnten). – Archiv f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 6, 91-99, Wien 1985
- SCHULZ, O. & SCHROLL, E.: Die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth. Stand der geowissenschaftlichen Forschung 1976. – Verh. Geol. B.-A., 3, 375-386, Wien 1977
- SIEGL, W.: Zur Vererzung der Pb-Zn-Lagerstätten von Bleiberg. – Berg- u. Hüttenm. Mh., 101, 108-111, Wien 1956
- SIEGL, W.: Die Oberkarnische Blei-Zinkvererzung der Raibler Schichten im Rublandverbindungsstollen nördlich von Kreuth. – Berg- u. Hüttenm. Mh., 120, 471-474, Wien 1975
- TAUPITZ, K.-Chr.: Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typs „Bleiberg“. – Zeitschr. f. Erzbergbau u. Metallhüttenw., 8, 1-7, Stuttgart 1954