

Pb-Zn-Erzmobilisationen in Dolomitgesteinen der Draukalkalpen (Kärnten, Österreich)

Von I. ČERNÝ*)

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

In der mittleren Trias der Draukalkalpen, insbesondere im Bereich der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth, sind sechs stratigraphisch definierbare Vererzungshorizonte bekannt, die vorwiegend in dolomitischer Fazies auftreten. Für Umlagerungen von Blei- und Zink-Erzmineralen wird die Dolomitisierung im Stadium der Frühdiagenese verantwortlich gemacht. Sedimentologische Kriterien sprechen dafür, daß (sedimentäre) Blei-Zink-Erze an karbonatische Faziesgrenzen gebunden sind. Wenn auch die Herkunft der Blei-Zink-Erze umstritten ist, so können diagenetische Vorgänge für Blei-Zink-Anreicherungen als gesichert angenommen werden. Randzonen von Dolomitisierungsfronten sind oftmals Träger wirtschaftlicher Blei-Zink-Erze.

Summary

In the Middle Triassic of the Draukalkalpen, especially in the area of the lead-zinc-deposit Bleiberg-Kreuth, six ore bearing horizons which are stratigraphically defined, are known. Early dolomitization is held responsible for remobilization of ore minerals.

Sedimentologically, lead and zinc ores are linked to carbonate facies boundaries, enrichment of ore along the bedding planes can be derived according to recent investigations from remobilization and resedimentation.

Although the origin of lead and zinc is disputed, diagenetic phenomena of lead and zinc enrichment can be taken for granted. Marginal zones of dolomitization are often bearing economic lead and zinc-ores.

*) Adresse: Bleiberger Bergwerks-Union, A-9530 Bad Bleiberg.

Problemstellung

Die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth verdankt ihre lange Lebensdauer der Unregelmäßigkeit der Vererzungen. Diese Unregelmäßigkeit ist paläogeographisch begründet und seit Jahrzehnten Ziel umfangreicher Forschungstätigkeit.

Durch den Einsatz kombinierter geowissenschaftlicher Methoden, insbesondere sedimentologisch-geochemischer Arbeitsweisen, konnten erste Hinweise erarbeitet werden, um erzhöfliche Gesteinseinheiten (Faziesseinheiten) abzugrenzen.

Innerhalb der alpinen Trias treten in den Draukalkalpen drei Typen von Pb-Zn-Vererzungen auf:

- schichtgebundene Pb-Zn-Erze (inkl. Resedimente)
- quergreifende, kluftgebundene Pb-Zn-Erze
- stockförmige Breccienetze

Alle drei Vererzungstypen lassen Texturen erkennen, die auf Mobilisationen zurückzuführen sind.

Im nachstehenden werden vorläufige Ergebnisse beschrieben, die im Schichtverband zu beobachten sind.

Stratigraphie der Pb-Zn-Vererzungen

Innerhalb der rund 2000 m mächtigen triadischen Abfolge sind in den Draukalkalpen sechs stratigraphisch definierbare Pb-Zn-Vererzungshorizonte bekannt, die sich auf die karnische und anisische Stufe konzentrieren.

Ein Beispiel für die Konzentration von karnischen Blei-Zink-Vererzungen innerhalb einer 500 m mächtigen Abfolge ist die Lagerstätte Bleiberg-Kreuth.

Nach stratigraphischen und fazialen Gesichtspunkten treten in den Draukalkalpen schichtgebundene Blei-Zink-Erze, wie folgt, auf:

1. in dolomitischen Anteilen des Alpinen Muschelkalkes (anisische Stufe) mit Bleiglanz, Zinkblende und lokal Flußspat
2. in Dolomiten der sogenannten „Maxerbänke“ (ca. 200 m im Liegenden des Raibler Schiefertons mit Zinkblende, Bleiglanz, Flußspat und selten Schwerspat)
3. in dolomitischen Anteilen der Bleiberger Sonderfazies und deren kalkiger Umgebung mit Zinkblende, Bleiglanz, Flußspat, Schwerspat und Anhydrit
4. in Dolomiten der ersten Raibler-(Cardita-)Karbonatabfolge mit Zinkblende, Bleiglanz, Flußspat und lokal auch Schwerspat
5. im dolomitisch-kalkigen Grenzbereich innerhalb der zweiten Raibler-(Cardita-)Karbonatabfolge mit Zink, Blei und Schwerspat
6. in Dolomiten der dritten Raibler-(Cardita-)Karbonatabfolge mit Zinkerz, Bleierz, Baryt (Flußspat)

Dolomite als Erzkörper

In der erzführenden bzw. erzhöflichen Abfolge der mittleren Trias sind Dolomite als wesentlicher Bestandteil bis zu 70% beteiligt. Nach dem Zeitpunkt der Entstehung lassen sich (vgl. FÜCHTBAUER & MÜLLER, 1970) fröhdiagenetische, spätdia-

genetische bis epigenetische Dolomitbildungen unterscheiden. Von besonderem Interesse für den Zusammenhang Erz–Muttergestein sind Dolomite, die sich im Stadium der Früh- bis Spätdiagenese gebildet haben.

Frühdiaogenetische Dolomite bilden sich im marinen Bereich in noch unverfestigten Sedimenten des Gezeitenbereiches (Intertidal und Supratidal). Als Beispiel für frühdiaogenetische Dolomitbildungen nennt BECHSTÄDT (1975) die „milchigen Flächen“ innerhalb des Bleiberger Erzkalkes. Die Forschungstätigkeit der letzten Jahre läßt erkennen, daß frühdiaogenetische Dolomite (z. T. als Protodolomite [Hochmagnesiumcalcite] erhalten) wesentlicher Bestandteil in der Abfolge von Liegenden des Bleiberger Erzkalkes („Maxerbänke“) und in allen karbonatischen Zwischenschichten der Raibler-Abfolge sind. Dolomite diesen Typs sind vielfach Träger sulfidischer Zn-Pb-Erzparagenesen mit syngenetischen Erztexturen.

Als Begleitelemente treten Evaporite (Gips, Anhydrit, Baryt, Fluorit, Cölestin) meist als submikroskopische Bestandteile auf. Vorwiegend sind es Füllungen von laminaren Fenstergefügen (LF-Gefüge, bird-eyes etc.).

Der Hauptanteil der dolomitierten Gesteine ist in den Zeitraum zwischen Früh- und Spätdiagenese zu stellen. BECHSTÄDT (1975) stellt fest, daß die Dolomitierung der sogenannten Westschachtscholle („Kalkscholle“), die heute als wesentlicher Pb-Zn-Erzträger in der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth gilt, in den Zeitraum der Spätdiagenese zu stellen ist. Die spätdiaogenetische Dolomitierung äußert sich durch Kornvergrößerung, durch Kornrelikte des Ausgangssedimentes sowie durch Zonarbau von Dolomithomboedern (syntaxiale Anwachsstreifen).

Beobachtungen an der Matrix von Zink-Blei-Vererzungen und deren unmittelbar liegenden Abfolge lassen erkennen, daß Dolomite mit zonarem Aufbau ein diagnostisches Kennzeichen für Vererzungen sein können. Sulfidische Paragenesen finden sich als Intergranularfüllung zwischen den Dolomithomboedern.

„Epigenetisch“ geprägte bzw. überprägte Dolomite sind in den Draukalkalpen weit verbreitet. Weite Areale von Wettersteindolomit (Ladin) bzw. Hauptdolomit (Nor) waren von der „epigenetischen Dolomitierung“ betroffen. Geochemisch sind solche Dolomite durch ihren Reinheitsgrad (Abfuhr von Spurenelementen, wie Sr, Mn, Fe) gekennzeichnet und kommen in den Draukalkalpen kaum als Trägergestein von Buntmetallvererzungen in Betracht.

Vorstellungen über Metallausfällung und Remobilisation

Vor rund 25 Jahren erkannte SEIDL (1957), daß die Dolomitierung in einen kausalen Zusammenhang mit sulfidischer Erzausfällung zu bringen ist. Er nimmt für „oberschlesische Triaskalke“ einen feinverteilten syngenetischen Metallgehalt in Form von Metallkarbonaten an.

Reaktionen, die unter normalem Druck und Temperaturbedingungen unter Beteiligung von Bitumina ablaufen (SEIDL, 1957) und die Beteiligung von Mikroorganismen (SCHWARTZ, 1957), sind wesentlich für syndiaogenetische Metallausfällungen.

RENTZSCH (1963) erkannte in triassischen Pb-Zn-Cu-Lagerstätten des Balkans, daß eine enge Beziehung zwischen reinen Dolomiten und „syngenetischen“ Pb-Zn-Cu-Mineralisationen besteht.

In der modernen Karbonatsedimentologie hat es in den letzten Jahren einen explosionsartigen Kenntniszuwachs gegeben.

Die Grundidee, daß Dolomite als wesentliche Trägergesteine für Pb-Zn-Vererzungen gelten, geht aus den vorstehenden Bemerkungen und Zitaten hervor.

Die Vorstellungen, wie es im marinen Sedimentationsraum im allgemeinen zu Dolomitbildungen kommt, wurden von DEFFEYES et al. (1965) durch den „Seepage-reflux“-Mechanismus bzw. den reversen Vorgang des „evaporativ pumping“ (Hsü & SIEGENTHALER, 1969) in jungen Sedimenten erklärt.

Am Beispiel des 1. Cardita-Karbonathorizontes im Grubengebäude der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth wurde der Versuch unternommen, den „Seepage-reflux“-Mechanismus für die Erklärung metallführender Karbonate anzuwenden (vgl. Abb. 1).

Als Pb-Zn-Erzträger treten in den Raibler Dolomiten frühdiagenetische Dolomite des flachmarinen Küsten- und Verlandungsraumes auf.

Nach DEFFEYES et al. (1965) kommt es in rezenten und subrezentem karbonatischen Sedimentationsräumen zur Verdunstung des Porenwassers infolge hoher Temperatur an der Sabkha-Oberfläche. Die Wasserzufuhr erfolgt durch den „Seepage“-Effekt (Abb. 1).

Der Grundwasserspiegel liegt ca. 1 m unter der Oberfläche. Das Wasser erreicht hier Temperaturen von 35–40 °C. Das Porenwasser wird zur Salzlake. Diagenetischer Aragonit und Gips fallen aus (in der triadischen Abfolge zusätzlich Flußspat, Schwerspat, Cölestin etc.). Dieser Vorgang führt zur Erhöhung des Mg : Ca-Verhältnisses auf das 3–5fache von normalem Meerwasser. Die Mg-reiche Lösung, spezifisch schwerer als das unterlagernde Grundwasser, führt zur Dolomitbildung im Sediment (Abb. 1, „Reflux“-Mechanismus).

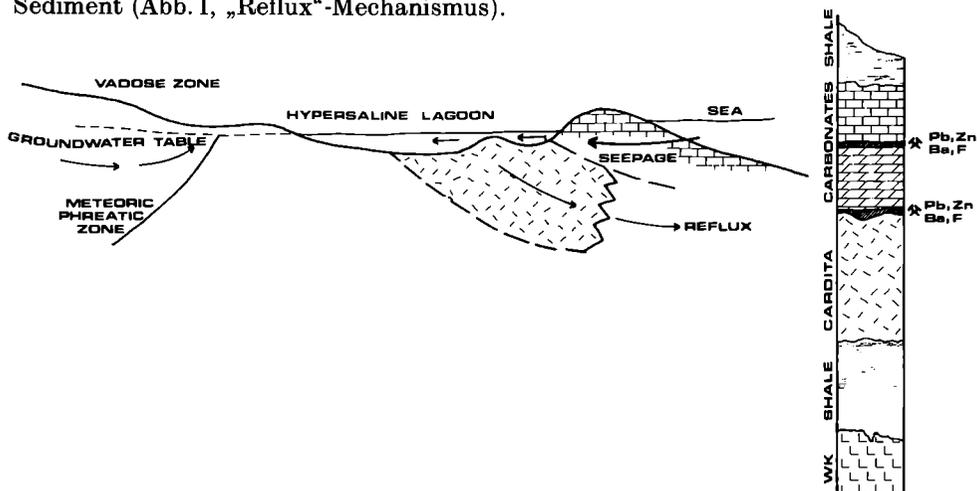


Abb. 1. Schema der Dolomitierung („Seepage-reflux“-Mechanismus nach DEFFEYES et al., 1965) im 1. Raibler Karbonathorizont, Bergbau Bleiberg-Kreuth, Kärnten.

Die Dolomitisierung erfolgt im Mikromilieu des Porenraumes.

Vorausgesetzt, das Meerwasser beinhaltet Zink- und Bleiionen im überdurchschnittlichen Maße, ergeben sich nach Ansicht des Verfassers, nach sedimentologischen Gesichtspunkten, drei Phasen der Mineralisation:

- Zink- und Bleiionen gelangen durch den „seepage“-Effekt in den hypersalinaren Sedimentationsraum. Die Metallionen werden in chloridischer und/oder sulfatischer Form ausgeschieden.
- Vorliegende Mineralisation, gebunden an die hypersalinare Fazies, wird durch den „Reflux“-Mechanismus mobilisiert. Die Erzfällung erfolgt zeitgleich mit der Dolomitisierung.
- Die Transformation der Metallverbindungen in die sulfidische Phase wird durch Bakterien bewirkt.

Diese Transformation ist vom sedimentären Milieu abhängig. Beispiele in Raibler Dolomiten zeigen (östlich vom Rudolf-Schacht), daß ein hangender sulfidisch ausgebildeter Pb-Zn-Erzhorizont über einem vorwiegend „oxidisch“ ausgebildeten Erzhorizont lagert.

Der Vorgang des „Reflux“-Mechanismus hat zur Folge, daß Blei-Zink-Erze zusammen mit Dolomitisierungserscheinungen in verschiedenen Texturen vorliegen können. Fortschreitende Mobilisierung (=Dolomitisierung) bewirkt unter Umständen eine Konzentration von Erzen. Folgende Beispiele wurden beobachtet:

- diffuse Verteilung von Zinkblende in Intergranularen dolomitischer Matrix;
- fortschreitende Sammelkristallisation, Aggregatbildung um bestehende Zinkblenden. Untergeordnet tritt Bleiglanz auf;
- Massierung von Zinkblende und Bleiglanz an und im Bereich von Faziesgrenzen zu Kalken.

Die Massierung von Erzen an Faziesgrenzen kann nach Ansicht des Verfassers durch das z. T. zwangsweise Enden einer Dolomitisierungsfront (=diagenetische Fallen, z. B. Schiefer, inkompetente Schichtverbände, Mergellagen etc.) bewirkt werden.

Das Enden einer Dolomitisierungsfront äußert sich im Diagenesestadium durch das Auftreten zonarer Dolomitrhomboeder. Geochemisch sind die Dolomitisierungsfronten durch eine Zunahme der Elemente Mangan und Eisen, Zink und SiO_2 (Hofbildung) gekennzeichnet.

Der Zusammenhang zwischen Dolomitisierung und geochemischer Hofbildung im Bereich von „mobilisierten Pb-Zn-Vererzungen“ ist derzeit noch im Forschungsstadium (Projekt 3603 des Fonds zur Förderung Wissenschaftlicher Forschung).

Breccien als Erzträger

SCHULZ (1960, 1973) beschrieb in den Draukalkalpen eine Reihe von Breccientypen, die vom sedimentären über den paradiagenetischen Typus bis zur postdiagenetischen Deformationsbreccie reichen.

Nach heutigem Kenntnisstand sind die Breccienbilder in der triadischen Abfolge der Draukalkalpen meist an Litoralsedimente gebunden.

Nach rezenten und fossilen Beispielen (RICCARDO et al., 1977) werden solche Breccienbilder als „tepee structures“ gedeutet. Solche Strukturen entstehen, wenn Sedimente unterschiedlich schnell erhärten (z. B. supratidale Krustenbildungen über plastischen Karbonatschlamm). Es kommt zum Zerbrechen in Form von zeltähnlichen Texturen. Schichtmächtigkeiten von mehreren Metern können davon betroffen sein.

Der durch die beschriebene Breccierung entstandene Hohlraum ist je nach Angebot mit calcitisch-dolomitischen Paragenesen oder mit sulfidischen Paragenesen zusammen mit Evaporiten zementiert. Häufig treten resedimentierte Pb-Zn-Erze als Hohlraumfüllung auf.

Resedimentation von Pb-Zn-Erzen

Resedimente wurden von SCHULZ (1960) aus den erzführenden Raibler Schichten beschrieben. Mehrjährige Beobachtungen und mikroskopische Studien haben gezeigt, daß resedimentierte Erze in den Draukalkalpen weit verbreitet sind.

Resedimente treten innerhalb dolomitischer Abfolgen als unterschiedlich verfestigte Sande bevorzugt an Paläoreliefs auf. Die Kennzeichen der Resedimente, die vorwiegend aus Zinkblende (und Schalenblende), untergeordnet aus Bleiglanz bestehen, sind Gradierung und Schrägschichtung. Die Matrix der sulfidischen Sande wird aus Calcit, Dolomit, Flußspat, untergeordnet detritärer und authigener Quarze aufgebaut. Ein Phosphat (Chlorapatit) konnte von PIMMINGER 1982 (mündl. Mitt.) mit Mikrosonde bestimmt werden. Sedimentologisch sind die bislang untersuchten Resedimenterze an den Verlandungsraum (Sabkha, Supratidal) gebunden. Subaerische Dolomitkrusten, vadose Pisoide und „Bird-eye“-Dolomite sind typische Sedimentstrukturen für diesen Ablagerungsraum.

BECHSTÄDT (1975) erkannte zyklische Abfolgen mit Verlandungen im Wettersteinkalk. Mittlerweile wurden in der gesamten erzführenden und erzhöflichen Gesteinsabfolge der Draukalkalpen eine Reihe von Verlandungshorizonten nachgewiesen. CERNY (1979) beschreibt z. B. im 1. Cardita-Zwischendolomit bis zu 6 solcher Verlandungen (innerhalb 60 m Schichtmächtigkeit). Diese Trockenlegungsphasen stehen mit weiträumigen Verkarstungen in Zusammenhang. Karsthohlräume sind oftmals Träger resedimentierter Erze.

Geochemisch sind die untersuchten Resedimenterze bedingt durch die phreatischen Verhältnisse (meteorische Zone) im Sedimentationsraum (vgl. DEFFEYES et al., 1965) durch eine Calcitvormacht gekennzeichnet.

Geochemische Beziehung Zn-Ca : Mg

Am Beispiel des 1. Raibler Karbonathorizontes werden Ergebnisse aufgezeigt, wonach der Gehalt an Magnesium für das Auftreten von Zinkmineralisationen bestimmend ist. Rund 500 sedimentologisch typisierte Proben wurden auf die Elemente Zn, Pb, Ca, Mg (ferner Sr, Mn, Fe) analysiert. Die Analytik wurde mittels AAS im Labor der Bleiberger Bergwerks-Union durchgeführt.

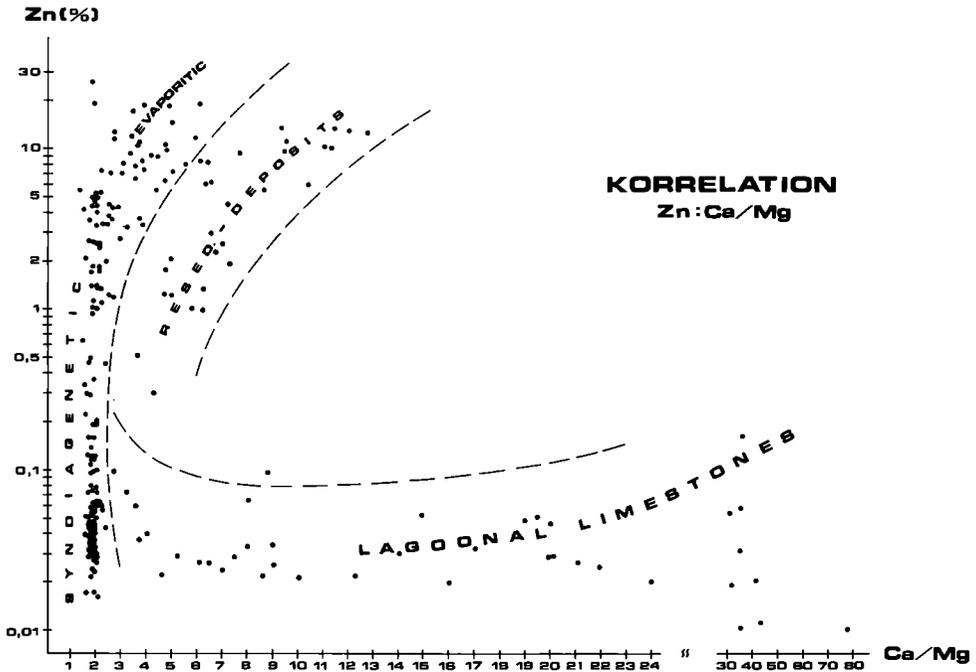


Abb. 2. Streuungsdiagramm Zink—Ca:Mg aus Proben des 1. Raibler Karbonathorizontes, Bergbau Bleiberg-Kreuth, Kärnten.

Abb. 2 zeigt anhand von schichtgebundenen Vererzungen die strenge Bindung von Zink an die dolomitische Fazies, wobei bei einem Ca:Mg-Verhältnis von 1:2 (stöchiometrischer Dolomit 1:1,648) eine homogene Verteilung von Zink gegeben ist. Die bei hohen Metallgehalten eintretende Streuung ist durch die Anwesenheit von Evaporitmineralen (Calciumüberschuß) analytisch bedingt.

Das Feld der resedimentierten Erze ist durch das Überwiegen calcitischer Matrix (vgl. Kap. Resedimentation) gekennzeichnet. Die im lagunären Bereich abgelagerten Kalke dieser Carditaabfolge zeigen einen hohen geochemischen Zn-Background, der jedoch in keinem Fall zu einer Zinkblendemineralisation führt. Die Korrelation Blei-Ca:Mg verhält sich ähnlich wie die Korrelation Zink-Ca:Mg.

Schlußbemerkung

In vorliegender Arbeit wurde der Zusammenhang zwischen Dolomitisierung und sulfidischen Mineralisationen in den Vordergrund gestellt. Vorausgesetzt, daß in den triadischen Schichtgliedern der Draukalkalpen die Pb-Zn-Vererzungen „syndiagenetisch-sedimentär“ angelegt sind, ergeben sich folgende Fragenkomplexe, die zur Erklärung von Erzmobilisationen zusätzlich wichtig erscheinen:

Die Wirksamkeit des natürlichen Überlagerungsdruckes des erzführenden Sedimentstapels unter Berücksichtigung von diagenetischen Vorgängen (Porenwasserdruck, chloridische Lösungen als Transportmittel von Erzen etc.)

Sind die in den Draukalkalpen auftretenden Erzgänge als Mobilisationen aus stratiformen Lagerstätten zu erklären?

Am Beispiel des Bleiberger Erzkalkes ist oftmals eine vererzte Fläche von rund 100×30 m gegeben. Bei einer Sedimentüberlagerung von 100 m bis zur karnischen Transgression (I. Schiefer) sind bis zu 100 m Sedimentstapel anzunehmen. Eine stratiforme Pb-Zn-Vererzung war somit im Stadium der Wettersteinkalk-Sedimentationen mit rund $10^6 t$ belastet.

Reicht diese Belastung aus, um stratiforme Erze durch Mobilisationen in schwächere Zonen ausweichen zu lassen?

Literatur

- CERNY, I. (1979): Sedimentologie und Geochemie des I. Cardita-Karbonatkomplexes (Raibler Schichten, Karnische Stufe) in den östlichen Gailtaler Alpen. – Unveröff. Ber. d. Österr. Akademie der Wiss., 14 Abb., 1. Tab., 1 Beilage.
- BECHSTÄDT, T. (1975): Sedimentologie und Diagenese des Wettersteinkalkes von Bleiberg-Kreuth. – BHM 120/10, 466–471, Wien.
- DEFEYES, K. S., LUCIA, F. J., WEYL, P. K. (1965): Dolomitization of Recent and Plio-Pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles. In: PRAY, L. C., & MURRAY, R. C. (Editors), Dolomitization and Limestone Diagenesis: a Symposium. – Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists, Spec. Publ., 13, 17–88.
- FÜCHTBAUER, H., & MÜLLER, G. (1970): II. Teil: Sedimentpetrographie, Sedimente und Sedimentgesteine, 726 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- RENTZSCH, J. (1963): zur Entstehung der Blei-Zink-Kupfer-Lagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen des Nordwestbalkans. – Freib. Forsch. H. C., 166, 1–102, 48 Abb., 5 Tab., Berlin.
- RICCARDO, L. A. M., ASSERETO, KENDALL, G. ST. (1977): Nature, origin and classification of peritidal tepee structures and related breccias. – Sedimentology, 24, 153–210.
- SCHULZ, O. (1960): Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg (Grube Max) als Beispiel submariner Lagerstättenbildung. – Carinthia II, 22. Sonderh., 1–93, Klagenfurt.
- SCHULZ, O. (1973): Wirtschaftlich bedeutende Zinkanreicherung in syndiagenetischer submariner Deformationsbreccie in Kreuth (Kärnten). – TPMPTscherma's Min. Petr. Mitt., 20, 280–295, Wien.
- SCHWARTZ, W. (1957): Zur Frage der Beteiligung von Mikroorganismen an der Entstehung sedimentärer Lagerstätten sulfidischer Erze und späteren Umlagerungen, Diskussionsbemerkung. – BHM 102/9, 250–251.
- SEIDL, K. (1957): Ausmaß und Bedeutung sekundärer Lösungsabsätze, Diskussionsbemerkung. – BHM 102/9, 249–250.