

Gibt es Kennzeichen für das Auftreten von Pb-Zn-Erzen in der Mitteltrias der Draukalkalpen?

Von IMMO CERNY*)

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 200

Kärnten
Draukalkalpen
Pb-Zn-Vererzung
Prognose

Zusammenfassung

In der Mittleren Trias der Draukalkalpen, insbesondere im Bereich der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth, sind sechs stratigraphisch definierbare Vererzungshorizonte bekannt, die vorwiegend in dolomitischer Fazies auftreten.

Schichtgebundene Erze zeigen eine strenge Bindung an Faziesgrenzen. Für die Anreicherung der Pb-Zn-Erze sind diagenetische Vorgänge, insbesondere die Vorgänge während der Dolomitisierung, verantwortlich zu machen.

Summary

In the Middle Triassic of the Draukalkalpen, especially in the lead-zinc deposit Bleiberg-Kreuth, six ore bearing horizons which are stratigraphically defined, are known. Most of the ores, especially the stratabound enrichments are bound to the dolomitic facies.

Sedimentologically lead and zinc ores are linked to carbonate facies boundaries. Diagenetic processes, especially early to late diagenetic dolomitization can be taken for granted for lead and zinc enrichments.

Der Bergbau Bleiberg-Kreuth beschränkte sich jahrhundertlang auf die klassischen Vererzungen im Wettersteinkalk – 1200 km Strecken und rund 3 Mio Tonnen gewonnenes Metall sprechen für die Ergiebigkeit dieses Erzhorizontes. Die Forschungstätigkeit der letzten Jahrzehnte und insbesondere der letzten Jahre hat ergeben, daß in der mittleren Trias der Draukalkalpen insgesamt sechs eigenständig vererzte Horizonte auftreten können, die sich stratigraphisch vom Liegenden ins Hangende auf folgende Schichtglieder verteilen:

- in dolomitischen Anteilen des Alpen Muschelkalkes,
- in Dolomiten der sog. „Maxerbänke“ im Liegenden des Erzkalkes,
- in Dolomiten der zyklisch auftretenden „Edlen Flächen“ des Wettersteinkalkes und ihrer kalkigen Umgebung,
- in Dolomiten aller drei Raibler Karbonatabfolgen.

Die Ausbildung der genannten Vererzungen ist überwiegend

- schichtgebunden,
- gebunden an quergreifende Störungen, die, sofern es die Tektonik erlaubt, mit dem schichtgebundenen Typus in Verbindung steht,
- Erze, die in der Matrix von Breccien auftreten,

- und der Typus der Resedimenterze (Erzsande und Erzbreccien), Umlagerungsprodukte, die oft als Karsterze angesprochen werden. Zinkblende-Bleiglanz-Seifen wäre ein neutraler Begriff.

Kennzeichnend für die erzhöffigen und erzführenden Horizonte ist die eher monotone Paragenese Zinkblende und Bleiglanz, Molybdän und Eisen, begleitet von Flußspat, Schwerspat, Quarz, Anhydrit, Cölestin etc., die jedoch stratigraphisch und geographisch keine homogene Verteilung zeigen. Auch die Spurenelemente der Erze, wie Germanium und Cadmium, denen wirtschaftliche Bedeutung zukommt, lassen kein homogenes Verteilungsmuster erkennen. Das Fehlen von Silber und Kupfer, mit Ausnahme der Mineralisationen im Alpen Muschelkalk, zeugen von der geochemischen Sonderstellung der Erze der Mitteltrias der Draukalkalpen.

Erlauben Sie mir einen kurzen Rückblick über die mir wesentlich erscheinenden lagerstättenkundlichen Kriterien, die heute noch als Kennzeichen für das Auftreten von Pb-Zn-Vererzungen aufrecht geblieben sind.

HOLLER (1937) war es, der als erster die Feinstratigraphie der mitteltriadischen Sedimentabfolge erkannte und diese Erkenntnisse für den Bergbau mit Erfolg nutzen konnte. „Durch bloße Beleuchtung einer bestimmten Schichtbank in der Grube, dieselbe auf Grund gewisser gegebener Merkmale zu identifizieren, und in die ein für allemal festgelegte Stratigraphie des Erzkalkes einzuordnen“, das war die grundlegende Erkenntnis der räumlichen Konstanz der erzführenden Lager innerhalb eines definierbaren Sedimentstapels. Eine Generation später gelang es einer impulsiven Forschergruppe, eine neue Entstehungshypothese für die kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten in den Raum zu stellen. Seither wissen wir, daß die Metalle Blei und Zink im marinen Milieu in der mittleren Trias mehr oder weniger zusammen mit dem Sediment angereichert wurden. Eine Auffassung, die von HEGEMANN (1948) und SCHROLL (1953) aufgrund geochemischer Studien schon Jahre diskutiert wurde, und für SCHNEIDER (1953), TAUPITZ (1953), MAUCHER (1954) und SCHULZ (1968) als Basis für ihre syngenetische Lagerstättenhypothese anzusehen ist.

Die Kenntnis, daß selbst die Raibler Karbonate als erzhöffig und erzführend anzusehen sind, geht auf HOLLER, KOSTELKA, SCHULZ (1960) und SIEGL (1975) zurück.

Die Denkweise in der klassischen Lagerstättenforschung wurde am Beginn der 70-er Jahre durch den verstärkten Einsatz sedimentologischer Arbeitsweisen bereichert. So konnte BECHSTÄDT mit Hilfe der Mikrofa-

*) Anschrift des Verfassers: Dr. IMMO CERNY, Bleiberger Bergwerks Union, A-9530 Bad Bleiberg.

ziesanalyse wesentliche stratigraphische Aussagen für erzführende Schichtglieder erbringen. Das Studium der rezenten Ablagerungsmechanismen im fossilen Bereich vergleichend anzuwenden, eröffnete neue Wege für die praxisbezogene Lagerstättenforschung. Lagerstättenforschung ist jedoch noch keine Lagerstätten-suche. Suchen kann man erst, wenn man von Forschungsergebnissen überzeugt ist, und diese Überzeugung mit einer dringlich notwendigen Flexibilität in die Praxis umsetzt.

Die genannte Flexibilität muß man vor allem unserem Prof. Dr. KOSTELKA zuschreiben. Die Beobachtung, daß in den Draukalkalpen und insbesondere in der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth die Vererzungstendenz von Osten nach Westen ansteigend ist, hat – wenn wir auch noch nicht wissen warum – ihre Bedeutung für die Hoffnungsbauleitung im Erzkalk und den überlagernden Carditaschichten in keiner Weise verloren.

Bleiberg ist, so glaube ich, dank KOSTELKA und seinem „Forscherteam“ ein Paradebeispiel für die Anwendung moderner Lagerstätten erkundung geworden und geblieben.

Welche Kennzeichen sind es heute, die uns bewegen, Lagerstättenforschung zu betreiben, um Erze aufzuspüren?

Der Erzkalk ist, trotz seines hohen Aufschlußgrades ein potenter Erzträger geblieben, die Raibler Schichten sind ein hoffnungsvolles Objekt geworden.

Untersuchungen über die Mächtigkeitsverteilung der „Flächen“ im Bleiberger Erzkalk haben ergeben, daß diese zyklischen Sequenzen in einem Paläorelief abgelagert wurden. Dieses Paläorelief zeigt unruhige Sedimentationsphasen, hervorgerufen durch tektonische Aktivitäten im Ablagerungsraum, die z. B. durch verstärkte Brecciation innerhalb des Schichtverbandes gekennzeichnet sind.

Ohne auf genetische Fragestellungen eingehen zu wollen – die Unruhe im Sedimentverband ist ein Kennzeichen für nahe Erzführungen.

Lassen sich in diesen Zonen Evaporitminerale wie Flußspat, Schwerspat, Anhydrit oder Gips, Cölestin, aber auch Quarz und sogar Wulfenit in kleinsten Mengen erkennen, so werden die Kennzeichen für einen nahenden Erzkörper untrüglich.

Die Vererzungen im Bleiberger Raum und darüber hinaus – insbesondere der schichtgebundene Typus – zeigt eine strenge Bindung an Faziesgrenzen, die gewissermaßen einen Milieuschlag kennzeichnen. Als Träger dieser stratiformen Vererzungen ist oftmals der frühdiagenetische Dolomit des flachmarinen und Verladungs-Raumes von besonderer Bedeutung.

Ist die Dolomitierung nun ein Kennzeichen für das Auftreten von Pb-Zn-Vererzungen? In der erzführenden bzw. erzhöflichen Abfolge der mittleren Trias sind Dolomite als wesentlicher Bestandteil bis zu 70 % am Aufbau der Gesteinsabfolge beteiligt. Von besonderem Interesse für den Zusammenhang stratiformer Erze von Muttergestein sind Dolomite, die sich im Stadium der Frühdiagenese gebildet haben. Beispiele für frühdiagenetische Dolomitbildungen sind die „milchigen Flächen“ des Bleiberger Erzkalkes, die z. T. als Protodolomite erhalten gebliebene Schichten in den Maxerbänken und eine Vielzahl von Schichtgliedern der Raibler Karbonate. Dolomite dieses Typs sind vielfach Träger sulfidischer Erzparagenesen mit syngenetischen Erztexturen.

Als Begleitelemente treten Evaporite, Gips, Anhydrit, Baryt, Flußspat, Cölestin auf, wenn auch oftmals nur als submikroskopische Bestandteile des erzführenden

oder erzhöflichen Sediments. Viele Bohrungen, die vorerst nur evaporitische Indikationen gebracht hatten, führten durch weitere Erkundung zu bauwürdigen Pb-Zn-Erzen.

Der Hauptteil der dolomitisierten Gesteine ist in den Zeitraum zwischen Früh- und Spätdiagenese zu stellen.

Bereits BECHSTÄDT (1975) stellte fest, daß die Dolomitierung der sog. Westschachtscholle, besser als „Kalkscholle“ bekannt, die heute als wesentlicher Pb-Zn-Erzträger der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth gilt, in den Zeitraum der Spätdiagenese zu stellen ist. Die spätdiagenetische Dolomitierung äußert sich durch Kornvergrößerung, durch Kornrelikte des Ausgangssediments sowie durch Zonarbau von Dolomitrhomboedern.

Beobachtungen an der Matrix von Pb-Zn-Vererzungen und deren unmittelbaren liegenden Abfolge lassen oftmals erkennen, daß Dolomite mit zonarem Aufbau ein diagnostisches Kennzeichen für Vererzungen sein können.

Epigenetisch überprägte Dolomite sind in den Draukalkalpen weit verbreitet. Weite Areale von Wettersteindolomit und Hauptdolomit sind von dieser späten Dolomitierung betroffen.

Geochemisch und mikrofaziell sind diese Dolomite durch ihren Reinheitsgrad geprägt. Die Abfuhr von Spurenelementen wie Sr, Mn und Fe kennzeichnen diese Gesteine und kommen nach heutigen Gesichtspunkten in den Draukalkalpen als Trägergestein von Buntmetallvererzungen kaum in Betracht. Vor rd. 25 Jahren hat SEIDL (1957) erkannt, daß die Dolomitierung in einem kausalen Zusammenhang mit sulfidischen Erzausfällungen zu bringen ist. Er nimmt für die oberschlesischen Triaskalke einen feinverteilten syngenetischen Metallgehalt in Form von Metallkarbonaten an. Reaktionen, die unter normalen Druck- und Temperaturbedingungen unter Beteiligung von Bitumina und der Beteiligung von Mikroorganismen sieht er und SCHWARZ (1957) ein genetisches Kennzeichen für syngenetische Metallausfällungen. RENTZSCH (1963) erkannte in Pb-Zn-Cu-Lagerstätten des Balkans, daß eine enge Beziehung zwischen reinen Dolomiten und syngenetischen Pb-Zn-Cu-Mineralisationen besteht.

Langjährige Forschungstätigkeit, untermauert durch eine Unzahl von geochemischen Daten, läßt erkennen, daß Dolomite in vielen Fällen Trägergesteine wirtschaftlicher Pb-Zn-Anreicherungen sind.

Am Beispiel der Raibler Karbonate des „1. Zwischendolomits“ wurde schon mehrfach gezeigt, daß Fazies und Paläogeographie ausschlaggebend für das Auftreten von Pb-Zn-Erzen sind. Geochemische Indikationen, Mineralisationen und bauwürdige Erze treten ausschließlich in mächtigkeitsreduzierten Dolomitabfolgen des Flachwasserbereiches auf. Äquivalente kalkige Lagenensedimente, meist in mächtigeren Profilstapeln vorliegend, sind als Hoffungsgebiete auszuschließen.

Die Vorstellungen, wie es im marinen Milieu zu Dolomitbildungen kommt, wurde von DEFFEYES et al. (1965) durch den „seepage-reflux-Mechanismus“ bzw. den reversen Vorgang des „evaporation pumping“ von HSÜ & SIEGENTHALER (1969) in jungen Sedimenten erklärt, ohne jedoch auf Mineralisationen der Buntmetalle Rücksicht zu nehmen.

Nach DEFFEYES kommt es in rezenten und subrezentem karbonatischen Sedimentationsräumen zur Verdunstung des Porenwassers infolge hoher Temperaturen an der Verladungs Oberfläche. Die Wasserzufuhr erfolgt durch den seepage-Effekt. Der Grundwasserspiegel

liegt ca. 1 m unter der Oberfläche. Das Wasser erreicht hier Temperaturen von 35–40°C. Das Porenwasser wird zur Salzlauge, Diagenetischer Aragonit und Gips fällt aus, in der triadischen Abfolge wohl auch zusätzlich Flußspat, Schwerspat, Cölestin und Calciumsulfate.

Dieser Vorgang führt zur Erhöhung des Ca/Mg-Verhältnisses auf das 3–5-fache von normalem Meerwasser. Die Mg-reiche Lösung, spezifisch schwerer als das unterlagernde Grundwasser, führt zur Dolomitbildung im Sediment.

Die Dolomitisierung erfolgt im Mikromilieu des Porenraumes.

Vorausgesetzt, das Meerwasser beinhaltet Zink- und Bleiionen im überdurchschnittlichen Maße, ergeben sich nach sedimentologischen Gesichtspunkten (CERNY, 1983) drei Phasen der Mineralisation.

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

Der Vorgang des „reflux“-Mechanismus hat zur Folge, daß Pb-Zn-Erze zusammen mit Dolomitisierungsercheinungen in verschiedenen Texturen vorliegen können.

Fortschreitende Dolomitisierung, also Mobilisierung, bewirkt unter Umständen eine Konzentration von Erzen. Folgende Beispiele wurden beobachtet:

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

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

Das Enden einer Dolomitisierungsfrent äußert sich im Diagenesestadium durch das Auftreten zonarer Dolomithomboeder. Geochemisch ist das Ende der Dolomitisierungsfrenten durch eine Zunahme der Elemente Mangan und Eisen, Zink und SiO₂ gekennzeichnet.

Die moderne Karbonatsedimentologie in Verbindung mit der Geochemie hat in den letzten Jahren einen explosionsartigen Kenntniszuwachs erfahren. Wissenschaftliche Erkenntnisse für die Erzsuche anzuwenden, hat noch immer Erfolge gebracht, Erfolge, die sich auch in Erzvorratszahlen dokumentieren lassen.

Literatur

- BECHSTÄDT, T.: Sedimentologie und Diagenese des Wettersteinkalkes von Bleiberg-Kreuth. – B. H. M. **120/10**, 466–471, Wien 1975.
- CERNY I.: Pb-Zn-Erzmobilisationen in Dolomitgesteinen der Draukalkalpen (Kärnten, Österreich). – Schriftenreihe der Erdwiss. Komm. Österr. Akad. Wissensch., **6**, 31–38, Wien 1983.
- DEFEYES, K. S., LUCIA, F. J. & WEYL, P. K.: Dolomitization of Recent and Plio-Pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles. In: PRAY, L. C. & MURRAY, R. C. (eds.): Dolomitization and Limestone Diagenesis: a Symposium. – Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists, Spec. Publ., **13**, 17–88, Tulsa 1965.
- HEGEMANN, F.: Über sedimentäre Lagerstätten mit submariner, vulkanischer Stoffzufuhr. – Fortschr. Miner., **27**, 54–55, Stuttgart 1948.
- HOLLER, H.: Ergebnisse geologischer Beobachtungen im Bleiberger Erzbergbau und deren wirtschaftliche Bedeutung. – Zeitschrift f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich, **85**, 254–261, Berlin 1937
- HSÜ, K. J. & SIEGENTHALER, C.: Preliminary experiments on hydrodynamic movement induced by evaporation and their bearing on the dolomite problem. – Sedimentology, **12**, 11–25, Amsterdam 1969.
- MAUCHER, A.: Zur „alpinen Metallogenese“ in den bayrischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. – Tschermaks Min. Petr. Mitt., **4**, 1–4, Wien 1954.
- RENTSCH, J.: Zur Entstehung von Blei-Zink-Kupferlagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen des Nordwestbalkans. – Freib. Forsch. Hefte, Reihe C, **166**, 1–102, Berlin 1963.
- SCHEIDER, H. J.: Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. – Fortschr. d. Mineralogie, **32**, 26–30, Stuttgart 1953.
- SCHROLL, E.: Über Minerale und Spurenelemente, Vererzung und Entstehung der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth, Kärnten in Österreich. – Mitt. Österr. Min. Ges., Sdh. **2**, 1–60, Wien 1953.
- SCHULZ, O.: Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max). – Carinthia II, Sdh. **22**, Klagenfurt 1960.
- SCHULZ, O.: Die synsedimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – Tschermaks Min. Petr. Mitt., **12**, 230–289, Wien 1968.
- SCHWARZ, W.: Zur Frage der Beteiligung von Mikroorganismen an der Entstehung sedimentärer Lagerstätten sulfidischer Erze und späterer Umlagerung, Diskussionsbemerkung. – B. H. M., **102/9**, 250–251, Wien 1957.
- SEIDL, K.: Ausmaß und Bedeutung sekundärer Lösungsabsätze, Diskussionsbemerkung. – B. H. M., **102/9**, 249–250, Wien 1957.
- SIEGL, W.: Die Oberkarnische Blei-Zink-Vererzung im Rublandverbindungsstollen nördlich von Kreuth. – B. H. M., **120**, 471–474, Wien 1975.
- TAUPITZ, C.: Die verschiedene Deutbarkeit von metasomatischen Gefügen auf „telethermalen“ Blei-Zink-Lagerstätten. – Fortschr. Min., **32**, 30–31, Stuttgart 1953.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. August 1984.