

Blei-Zink-Verteilungsmodell in stillliegenden Blei-Zink-Revieren der Karawanken

Von IMMO CERNY, JOSEF SCHERER & ERICH SCHROLL*)

Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen

Kärnten
Karawanken
Pb-Zn-Vererzungen
Geochemie
Kartierung
Bachsedimente

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 212, 213

Inhalt

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung, Summary | 15 |
| 1. Einleitung | 16 |
| 2. Geochemische Charakterisierung von Blei-Zink-Vererzungen der Karawanken | 16 |
| 2.1. Vorbemerkung zur Methode der geochemischen Charakterisierung | 16 |
| 2.2. Chemismus | 17 |
| 2.2.1. Galenite | 17 |
| 2.2.2. Sphalerite | 17 |
| 2.2.3. Calcite und Baryt | 17 |
| 2.2.4. Schwefelisotope | 18 |
| 2.3. Erzrevier Petzen | 18 |
| 2.4. Erzrevier Hochobir | 19 |
| 2.5. Erzrevier Windisch Bleiberg | 19 |
| 2.5.1. Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope des Calcites | 19 |
| 2.5.2. Bleiisotope | 19 |
| 2.6. Zusammenfassende Aussage | 20 |
| 3. Probennahme und Analytik von Bachsedimenten | 20 |
| 4. Geologische Kartierung | 21 |
| 4.1. Die Pb-Zn-Cu-Lagerstätte Koprein | 21 |
| 4.2. Die Pb-Zn-Lagerstätte Remschenig | 21 |
| 5. Geochemisch-sedimentologische Untersuchungen der Raibler Schichten | 22 |
| 6. Pb-Zn-Prospektion im Anis SW der Petzen | 22 |
| 7. Schlußfolgerung | 22 |
| Literatur | 22 |

Zusammenfassung

Im Rahmen des Rohstoffforschungsprojektes „Blei-Zink-Verteilungsmodell in stillliegenden Blei-Zink-Revieren der Karawanken“ wurden in den Jahren 1978–1981 regional ausgerichtete Untersuchungen durchgeführt, die grundlegende aber auch praxisbezogene Erkenntnisse erbrachten.

Ziel der Untersuchungen war es, den geochemischen Haushalt der in den Karawanken auftretenden Blei-Zink-Vererzungen zu dokumentieren.

Analytische Untersuchungsmethoden, insbesondere Schwefelisotopenuntersuchungen erbrachten erste Hinweise, um wirtschaftliche von unwirtschaftliche Pb-Zn-Vorkommen zu unterscheiden.

Eine umfassende sedimentologische und geochemische Untersuchung zeigt, daß den mitteltriadischen Raibler Schichten in den Karawanken eine nur untergeordnete Rolle als Pb-Zn-Erzträger zukommt und somit keine wirtschaftlich nutzbaren oberflächennahen Erzkörper zu erwarten sind.

Im Gegensatz dazu scheinen die paläozoischen Gesteine des Eisenkappler Raumes, insbesondere hinsichtlich der Paragenesen Pb, Zn, Cu, aufklärungswert zu sein.

Ein wesentlicher Beitrag für eine erste Abklärung des Rohstoffpotentials im Paläozoikum des Karawankengebietes wurde mit eingehenden Untersuchungen von Bachsedimenten erlangt.

Insgesamt wurden 2000 Proben (Gesteinsproben, Erzproben, Boden- und Bachsedimentproben) geochemisch untersucht.

Summary

In the years 1978–1981 regional investigations were done within the scientific research project "Lead-Zinc Distribution Model in Inactive Lead and Zinc Districts in the Karawanken, Carinthia, Austria". The aim of this research was to document the geochemical content (trace elements, sulphur isotopes etc.) of lead and zinc ores in the Karawanken.

Analytical methods, especially sulphur isotopes, brought first indications for separating economically interesting lead-zinc occurrences from uneconomical ones. Sedimentological and geochemical investigations in the middle triassic Raibl Beds of the Karawanken show that no economical lead and zinc deposits can be expected near the surface.

On the other hand further investigations in paleozoic rocks on the metals lead, Zinc and Copper seem to be useful. Geochemical analyses of stream sediments supplied good indications for the di-

*) Anschrift der Verfasser: Dr. IMMO CERNY, Geologische Abteilung der Bleiberger Bergwerks Union, A-9630 Bad Bleiberg; Dipl.-Ing. JOSEF SCHERER, Institut für Geologie, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben; Hofrat Prof. Dr. ERICH SCHROLL, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, A-1031 Wien.

distributions of some geochemical elements in the Paleozoic of the Karawanken.

Altogether 2000 samples (rock, ore, soil and stream sediments) were investigated by analytical methods.

1. Einleitung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens, finanziert durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und dem Land Kärnten, wurden im Zeitraum 1978–1981 folgende Forschungsarbeiten durchgeführt:

Geochemische Charakterisierung von Blei-Zink-Vererzungen (Schwefelisotope, Bleiisotope, Spurenelemente von sulfidischen Erzen) in triadischen Schichtgliedern der Karawanken (Revier Windisch Bleiberg, Hochobir, Petzen) sowie paläozoischen Pb-Zn-Erzen.

Regionale Bachsedimentbeprobung innerhalb der Karrenblätter Eisenkappel (213) und Vellach (212), geochemische Analytik auf die Elemente Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Cr, Mn, sowie Probenahme und Auswertung von Schwermineralkonzentrat.

Systematische Profilaufnahme der Raibler Karbonatabfolge im gesamten Karawanken-Nordstamm, Analytik und mikrofizielle Auswertung des Probenmaterials.

Geologische Kartierung (Maßstab 1:50.000) in ausgewählten Gebieten (Lagerstättenumrahmung des Pb-Zn-Vorkommens Koprein und Remschenig und des Kupferkiesvorkommens Obojniggraben).

Aufklärungsarbeiten mit Prospektionscharakter (Bodenproben) im Alpinen-Muschelkalk südwestlich der Petzen.

Die analytischen Arbeiten wurden am Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, am Geotechnischen Institut der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien, sowie in den analytischen Labors der Bleiberger Bergwerks Union durchgeführt.

Das Untersuchungsgebiet umfaßt die mesozoischen Gesteine des Karawanken-Nordstammes, den Grüngesteinsgürtel des Eisenkappler Altpaläozoikums, sowie die Plutonite und Metamorphite entlang der Periadriatischen Naht.

Den südlichen Abschluß des Untersuchungsgebietes bilden die südalpinen Gesteinseinheiten paläozoisch-mesozoischen Alters (Koschuta und Seeberg).

Folgende Erzvorkommen wurden im Rahmen des Forschungsprojektes aufgesucht bzw. bearbeitet:

Vererzungen in der Trias

| | |
|--------------------------|----------------------|
| Windisch Bleiberg | (Pb, Zn, Ba, Fe, Mo) |
| Hochobir | (Pb, Zn, Ba, Fe, Mo) |
| Petzen | (Pb, Zn, Ba, Fe, Mo) |
| Zell im Winkel (Malealm) | (Pb, F) |
| Remschenig | (Pb, Zn, Cu) |
| Meleschniksattel | (Pb, Zn) |

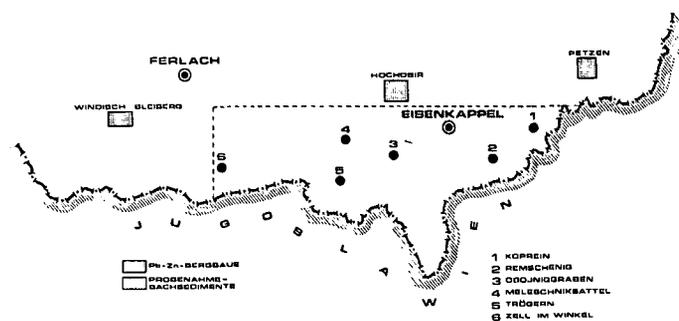


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes.

Vererzungen im Paläozoikum

| | |
|---------------|----------------------|
| Koprein | (Pb, Zn, Cu, Ag, Co) |
| Obojniggraben | (Cu, Th) |
| Trögern | (Siderit, Pyrit, Pb) |

Eisenkappel und andere Fundpunkte (Quecksilber)

Vererzungen im Plutongebiet

Magnetit, Ilmenit, Kupferkies und fraglich Cassiterit sind noch im Untersuchungsstadium.

Die Untersuchungen wurden unter Mitarbeit von Doz. Dr. H. L. HOLZER, Dr. M. BUCHROITHNER, Dr. K. STATTEGGER, W. POLTNIIG, NIEVOLL, RATSCHBACHER (alle Inst. f. Geologie u. Paläontologie, Universität Graz) durchgeführt.

2. Geochemische Charakterisierung von Blei-Zink-Vererzungen der Karawanken

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Blei-Zink-Verteilungsmodell in stilliegenden Blei-Zink-Revieren der Karawanken“ wurden mit Schwerpunkten Windisch-Bleiberg, Hochobir und Petzen Haldenbeprobungen vorgenommen. Ergänzendes Material wurde zu Vergleichszwecken von den Halden der ehemaligen Bergbaue Koprein (Altpaläozoikum) und Remschenig (südalpine Trias, Anis oder Ladin?), sowie untergeordnet aus früheren Aufsammlungen entnommen.

Spektrochemische Spurenanalysen wurden von 21 Bleiglanz- und 34 Zinkblendeproben durchgeführt. Daneben wurden noch Proben des Nebengesteins und der Gangart in Windisch-Bleiberg chemisch analysiert. Für Schwefelisotopenuntersuchungen standen 20 Baryt-, 62 Bleiglanz-, 33 Zinkblendeproben und 1 Markasitprobe zur Verfügung. Weiters wurden 5 Bleiglanzproben massenspektrometrisch auf die Isotopenzusammensetzung des Bleis untersucht.

Die vorliegende Arbeit stellt einen ersten Versuch dar, Vererzungen der kalkalpinen Trias an Hand kombinierter chemischer und isotopischer Daten zu erfassen und durch Vergleich mit dem übrigen auch über das österreichische Bundesgebiet hinausgreifende Datenmaterial nach dem derzeitigen Kenntnisstand zu interpretieren. Diese erstmalig angewandte Methodik der analytischen Geochemie soll mithelfen, nicht nur Aussagen über den qualitativen Lagerstätteninhalt an Spurenmetallen, sondern auch mit Hilfe metallogenetischer und mineralogischer Kausalzusammenhänge der Meßdaten quantitative Beziehungen zu erhalten, d.h. Vererzungen mit zu erwartenden unwirtschaftlichen Vorratsmengen erkennen zu können.

2.1. Vorbemerkung zur Methode der geochemischen Charakterisierung

Von SCHROLL (1979) wurde vorgeschlagen, nicht nur die Analyse von geochemischen Spurenelementen im Sinne der Ermittlung von Leit- oder Indikatorelementen heranzuziehen, sondern vielmehr den Chemismus mit Isotopendaten zu aussagekräftigeren Indikatorparametern zu vereinen. Bei entsprechender Auswahl der Proben und Analysen enthalten die Meßdaten alle wesentlichen Aussagen über die Herkunft der Metalle und des Schwefels, das Transportmedium Wasser, die geochemische Falle und über etwaige Remobilisationen unter Einschluß der physikochemisch relevanten Bedingungen, wie PTX, Existenz von Gleichgewichten, biogene kinetische Reaktionen etc.

Die bisherigen Ergebnisse der geochemischen Analyse der alpinen triassischen Blei-Zink-Vererzungen lassen erkennen, daß Großlagerstätten mit Metallgehalten von 10^6 t in ihrem Verbreitungsbereich sowohl im Chemismus als auch in der Isotopenzusammensetzung des Bleis, des

Tabelle 1: Chemismus der Bleiglanze (Maximal- und Minimalwerte in ppm).

| | Ag | As | Sb | Bi | Cu | Tl |
|-------------------------|----------|---------|--------|-----------|---------|---------|
| Windisch Bleiberg (7) | 0,29–1,8 | <10–340 | 10–187 | 0,08–0,25 | 0,29–31 | 0,1–3,6 |
| Koschuta (1) | 0,28 | 77 | 66 | 0,14 | 7,5 | 0,53 |
| Hochobir (13) | 0,1–31 | <10–243 | 10–840 | 0,06–0,42 | 0,27–38 | 0,3–4,7 |
| Unterschäffler Alpe (1) | 32 | <10 | 87 | 0,11 | 18 | 0,3 |

Schwefels oder auch anderer Elemente signifikante Eigenschaften aufweisen. Es ist daher möglich, metallo- und mineralogenetisch abweichende Vererzungen zu erkennen.

Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß diese Methodik noch der weiteren Vervollkommnung bedarf. Nicht nur eine Vermehrung des Datenmaterials und eine umfassende statistische Auswertung ist erforderlich. Vielmehr erscheint eine Kombination mit lithofaziellen-geochemischen Daten der triassischen Gesteinsserien ein noch besserer Weg, die Höflichkeit der kalkalpinen Trias einzugrenzen.

2.2. Chemismus

2.2.1. Galenite

Eine zusammenfassende Übersicht gibt Tab. 1. Im Vergleich mit Bleiglanzen aus dem Drauzug fallen zwei Proben mit relativ hohen Ag-Gehalten (Fladung 5 ppm, Oberschäffler Alpe [HOB 15] 31 ppm Ag) und Cu-Gehalten (Fladung bis 7 ppm, Oberschäffler Alpe [HOB 15] 18 ppm und Pistotnickberg [HOB 36] 36 ppm Cu) auf. Höhere Cu- und Ag-Gehalte gehen mit höheren Sb-Konzentrationen einher. Hervorzuheben ist der extrem hohe Mo-Gehalt von 250 ppm bei einer Probe von der Oberschäffler Alm. Die Galenite von Windisch-Bleiberg sind mit Galeniten der Erzkalkvererzungen in Bleiberg kommensurabel.

2.2.2. Sphalerite

Eine zusammenfassende Übersicht gibt Tab. 2. Die Zinkblendeanalysen machen die geochemischen Unterschiede zur Vererzung des Drauzuges noch augenscheinlicher. Die Elemente Cd, Cu, Ga, Ge, Hg und V erreichen Maximalwerte, wie sie im Drauzug nicht nachgewiesen werden können, vielleicht Cd ausgenommen: Ga 1000 ppm, Ge 3000 ppm, Hg 25 ppm, V 55 ppm.

Die 10 Proben von Windisch-Bleiberg sind hinsichtlich der Variationsspanne ihrer Spurenelemente mit denen von

Tabelle 2: Chemismus der Sphalerite (Maximal- und Minimalwerte in ppm).

| | Windisch-Bleiberg (10) | WB/KOW (1) | Hochobir/Fladung (7) | Hochobir (17) |
|----|------------------------|------------|----------------------|---------------|
| As | <10–266 | 117 | <10–337 | <10–337 |
| Cd | 111–3900 | 3200 | 375–1% | 623–1% |
| Cu | <0,1–15 | 8 | 1,1–942 | <0,1–800 |
| Fe | 119–3140 | 844 | 220–1% | 82–3200 |
| Ga | <0,3–105 | 32 | 10–639 | 0,3–1000 |
| Ge | 3,2–252 | 252 | 63–2270 | 18–3000 |
| Hg | <0,3 | <0,3 | <0,3–3,2 | <0,3–25 |
| Mn | 8–233 | 31 | <3–32 | 3–78 |
| Mo | <0,3–3,5 | <0,3 | <0,3–1,2 | <0,3–0,77 |
| Sb | <1 | <1 | <1–15 | <1–15 |
| Tl | <3–63 | 63 | 10–385 | <3–375 |
| V | 2,3–14 | 4,1 | 1–19 | 55 |

Bleiberg, vor allem mit solchen diskordanter Erzkalkmineralisationen, vergleichbar. In den Elementverhältnissen ergeben sich jedoch signifikante Unterschiede. So liegt das Ga/Ge-Verhältnis in Windisch-Bleiberg mit einer Ausnahme (WB/KOW, Halde bei Kowatschitsch) etwa bei 0,5, während in Bleiberg zwischen den Lagervererzungen kaum Unterschiede bestehen, und der Mittelwert mit etwa 40 bis 50 anzusetzen ist (Abb. 1).

Die Zinkblende aus den Revieren des Hochobirs zeichnen sich neben den schon oben erwähnten Maximalwerten ebenfalls durch größere Streuung in den Ga/Ge- oder Tl/Ga-Werten aus, die von Werten, wie man sie in Bleiberg findet, bis zu Werten pendelt, die für Erze aus dem Nordtiroler Erzbezirk in Frage kommen.

Die Ga-Gehalte sind mit Cu-Konzentration korrelierbar. Der Nachweis der Gastphase Gallit (CuGaS_2) sollte bei den angegebenen Proben mit Maximalgehalten möglich sein. Das As/Tl-Verhältnis entspricht etwa dem in Bleiberg. Es gibt auch Zinkblenden, die extrem arm an As und Tl erscheinen.

Die Zinkblenden, die nach SCHROLL (1982) den Typen 4 und 5 zuordenbar sind, deuten auf Remobilisationsprozesse bei erhöhten Temperaturen. Der Cd-Ga-Hg- und Cu-reichere Typ 5 könnte auch durch höhere Entstehungstemperatur der metallbringenden und/oder mineralisierenden Lösungen erzeugt worden sein.

In Windisch-Bleiberg ist der Fe-Gehalt ($\bar{x} + s$) in den Sphaleriten erheblich größer als der des Nebengesteins und der Erzcalcite:

| | Fe | Mn |
|-------------------|---------------------------|-----------|
| Sphalerit (10) | 1121 ± 1219 (119–3140) | 94 ± 88 |
| Erzcalcit (10) | 481 ± 352 | 456 ± 304 |
| Nebengestein (28) | 325 ± 202 | 621 ± 515 |

Die Zufuhr von Fe ist daher nicht auszuschließen. Dagegen sind die höheren Mn-Gehalte der Zinksulfide auf die relativ hohen Mn-Konzentrationen im Wettersteinkalk zurückzuführen.

2.2.3. Calcite und Baryt

Die Sr-Verteilung in den Calciten scheint auch in Windisch-Bleiberg weitgehend von den Sr-Gehalten im Nebengestein bestimmt zu sein (Vgl. CARDICH-LOARTE/SCHROLL, 1971). Der Erzcalcit enthält im Mittel 153 ± 52 und das Nebengestein 142 ± 92 ppm.

Der Sr-Gehalt in den Baryten (10) reicht von 0,5 bis 1,26 %. Als Mittelwert kann $0,71 \pm 0,19$ % Sr angegeben werden. Nach neuen Untersuchungen wurde bei 31 Proben von Bleiberg ein deskriptiver Mittelwert von $1,0 \pm 0,07$ % Sr (0,44 bis 3,8 %) erhalten. Die Häufigkeitskurve ist jedoch mehrgipflig und ein nicht unerheblicher Anteil des Sr ist mit Säuren auslaubar und offenbar nicht gittergebundener Bestandteil des Wirtminerals. Im Vergleich mit Bleiberg ist der Sr-Gehalt der Baryte also niedriger. Die Bleiberger Lagunenfazies des Wettersteinkalkes hat sich denn auch durch höhere Salinität ausgezeichnet.

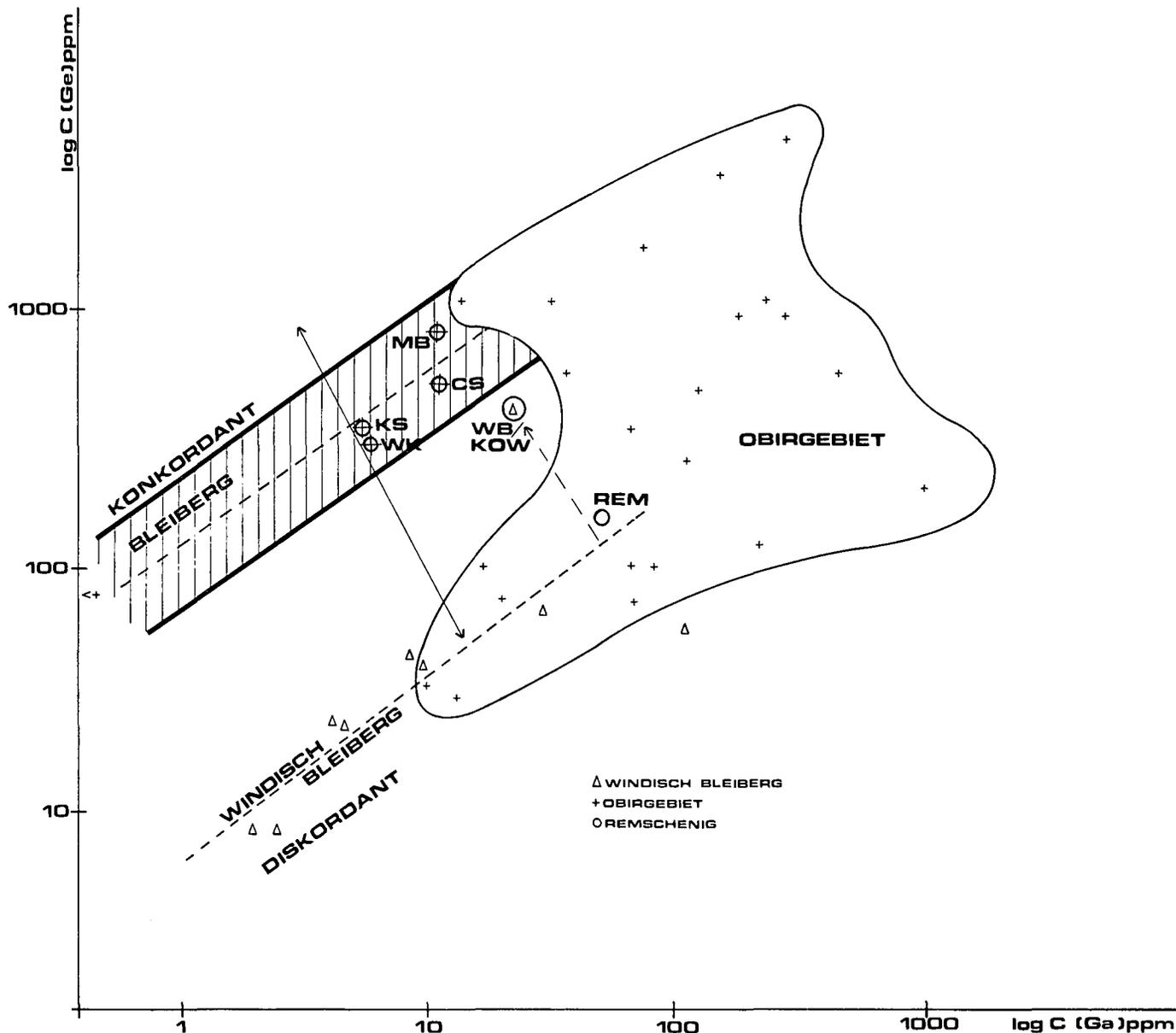


Abb. 2: Ga-Ge in Sphaleriten; die konkordanten Vererzungen von Bleiberg zeigen ein relativ enges Feld (Mittelwerte für MB = Maxer Bank-Lagervererzung, WK = Erzalkvererzung, KS = Kalkschollenvererzung, CS = Erste Carditalagervererzung). Die Zinkblenden von Windisch-Bleiberg weichen vom Feld Bleiberg mit Ausnahme der Probe WB/KOW erheblich ab. Zinkblenden diskordanter Mineralisationen der Erzalkvererzung von Bleiberg können in den Bereich der Ga-Ge-Verteilung von Windisch-Bleiberg fallen. Die Zinkblenden des Obirgebietes zeigen ein weit streuendes Feld der Ga-Ge-Werte.

2.2.4. Schwefelisotope

Eine Übersicht über das Datenmaterial gibt Abb. 2 und 3. Im Vergleich zu den Vererzungen aus Ladin und Karn des Drauzuges fällt auf, daß in den Vererzungen der Karawanken der leichtere Schwefel überwiegt (SCHROLL/PAK, 1982). Wenn man von der Großlagerstätte Meziča absieht, auch in der Schwefelisotopenverteilung stärkere Ähnlichkeiten mit der von Bleiberg aufweist, so sind die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte des schwersten Sulfidschwefels im Vergleich mit Bleiberg um mehr als 5 ‰ leichter.

Anisische Vererzungen, wie Waidisch, weisen mit +5,8 ‰ im Bleiglanz in der Regel schwereren Sulfidschwefel auf, da auch der Meerwassersulfatschwefel gegenüber Ladin und Karn um gut 10 ‰ schwerer ist. Der Sulfidschwefel von Remschenigg weist Werte um Null auf und folgt der geochemischen Abweichung in den Spurenelementen (Cu, Ag).

Zwei Sulfiderzproben von Koprein entsprechen mit positiven Werten allgemein denen des Kieslagerstättentyps (Siehe auch SCHROLL/PAK, 1982).

2.3. Erzrevier Petzen

Die Schwefelisotopenverteilung von 11 Galenitproben streut fast gleichmäßig zwischen -21 und -7 ‰, während für Meziča Werte von -25 bis -5 ‰ angegeben werden, Maxima deuten sich vielleicht bis -8 und -18 ‰ an, während in Meziča das Hauptmaximum für Galenite etwa bei -7 bis -8 ‰ liegt und sich Nebenmaxima bei -18 bis -21 ‰ andeuten (DROVENIK, 1980).

Die Sulfidschwefelverteilung in der Petzen beweist, daß diese Vererzung der von Meziča unmittelbar verwandt ist. Ein maßgeblicher Teil der Galenite dürfte jedoch aus spät-diagenetisch remobilisierten diskordanten Vererzungen stammen, die in der Regel keine massigen Erzkörper bil-

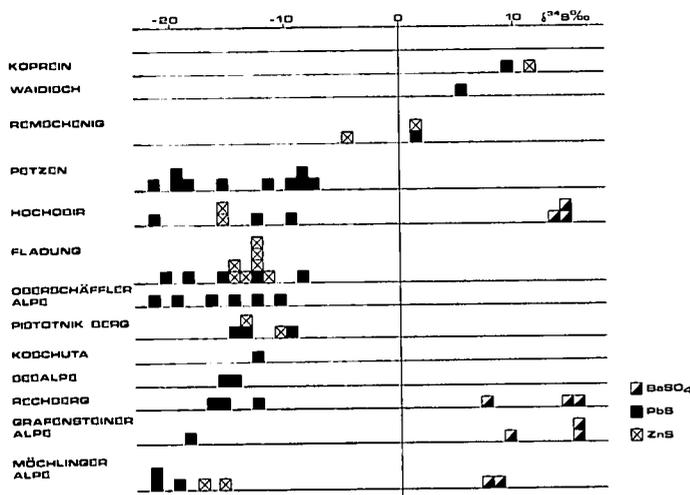


Abb. 3: Schwefelisotopenverteilung in Sulfiden und Baryten aus Vererzungen der Karawanken. Altpaläozoische und anisische Erzminerale unterscheiden sich deutlich von ladinisch-karnischen.

den. Zu bedenken ist nur, daß die geringe Probenzahl, die sich über Fundpunkte verteilt, noch keine ausreichende Aussagewahrscheinlichkeit zuläßt.

2.4. Erzreviere Hochobir

Die Sulfidschwefelwerte streuen zwischen -8 bis -21% , wobei die Sphaleritproben zwischen -9 bis -16% und die Galenitproben zwischen -8 bis -20% liegen. Die Verteilung der Schwefelisotopen im Hochobir (Oberschäffler Alpe und Fladung) entspricht etwa der in der Petzen.

Die Baryte kann man nach den Sulfatschwefeldaten in zwei Gruppen teilen, die zwei Barytgenerationen erkennen lassen (Rechberg, Grafensteiner Alpe, Möchlinger Alpe):

- ^{34}S -Werte von $+14$ bis $+16\%$
- ^{34}S -Werte von $+7$ bis $+10\%$

Dieser Unterschied im Sulfatschwefel dürfte auch der Grund für die Sulfidschwefelverteilung dieser Vorkommen sein, wobei die Sulfidproben der Möchlinger und Grafensteiner Alpe zwischen -15 bis -20% variieren (Δ Sulfat-Sulfid $\approx 25-30\%$ Sulfiderzproben).

Diese Baryte der Möchlinger (3) und Grafensteiner Alpe (2) dürften sich auch durch etwas niedrigere Sr-Gehalte ($0,51-0,60\%$ Sr) von denen der anderen Gruppe ($0,71-0,83\%$ Sr) unterscheiden. In Bleiberg wurde mit Sicherheit unter 35 Barytproben nur eine mit einem vergleichbaren niederen Wert von $+9\%$ gemessen (SCHROLL et al., 1982). Zur Interpretation bedarf es noch zusätzlicher Beobachtungen, wie der Messung der Sauerstoffisotopenzusammensetzung der Sulfatgruppe. Handelt es sich um Zumischung von Süßwässern oder um Mischung mit Sulfat, das durch Oxidation von Sulfidschwefel gebildet worden ist? Gibt es Beziehung zu geochemischen Abweichungen?

2.5. Erzrevier Windisch-Bleiberg

Barytproben zeigen Werte von $+11,7$ bis $+14,8$ ($\bar{\delta} 13,5\%$), die vergleichsweise etwas niedriger als die von Bleiberg sind, aber den Werten von Raibl und Gorno entsprechen (SCHROLL et al., 1982).

Die Sulfide weisen folgende Variationsspannen auf:

| | |
|-----------------|-----------------------|
| Galenit (22) | $-22,1$ bis $-13,3\%$ |
| Sphalerite (13) | $-24,1$ bis $-13,8\%$ |
| Markasit (1) | $-19,7\%$ |

Die Sulfidschwefelwerte fallen überwiegend in den intermediären Bereich zwischen -20 bis -10% , vergleichbar gewissen diskordanten Vererzungen im Wettersteinkalk

von Bleiberg, Meziča oder Lafatsch. Man könnte daher mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit allein aus den Schwefelisotopendaten annehmen, daß die untersuchten Sulfidproben im wesentlichen spätdiagenetischen, diskordanten Mineralisationen zuzuordnen sind.

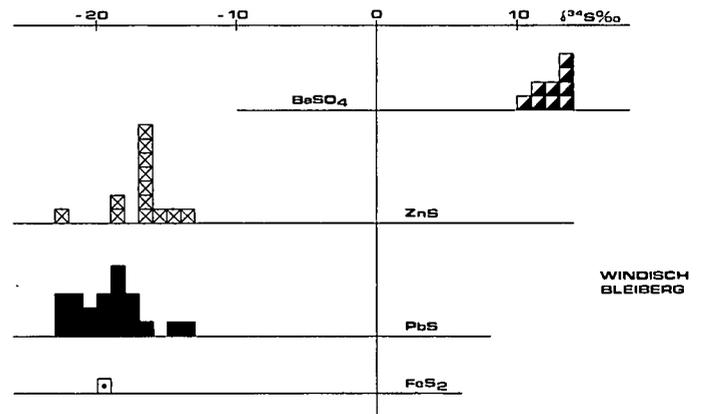


Abb. 4: Schwefelisotopenverteilung in Sulfiden und Baryten aus Windisch-Bleiberg.

2.5.1. Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope des Calcites

Zur Zeit liegen erst wenige Messungen vor. Ein Erzcalcit einer diskordanten Mineralisation von Windisch-Bleiberg zeigt einen $\delta^{13}\text{C}$ -Wert von $+1,62\%$ und für $\delta^{18}\text{O}$ $-15,8\%$. Im $\delta^{13}\text{C}-\delta^{18}\text{O}$ -Diagramm deutet dies auf einen Calcit, der bei leicht erhöhter Temperatur aus degeneriertem Meerwasser gebildet worden ist (vgl. KAPPEL & SCHROLL, 1982).

Dagegen ist der Unterschied zwischen Nebengestein und Calcit von Fladung (HOB 22C) $\delta^{13}\text{C} +2,80$ und $\delta^{18}\text{O} -6,07\%$ im Nebengestein mit $+2,08\%$ und $-8,08$ im Calcit gering. Dies entspricht eher einer fröhdiaagenetischen Mineralisation.

2.5.2. Bleisotope

Die Abweichung einiger mesozoischer Bleie aus den Karawanken sind dem t_2/μ_2 -Diagramm (Bleimodell nach STACEY & KRAMER, 1965: Modellalter t_2 zu $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ -Milieu μ_2) von der sehr homogenen Bleisotopenverteilung der Typlagerstätte Bleiberg zu entnehmen. Das Blei von Meziča entspricht dem von Bleiberg weitgehend. Auch Windisch-Bleiberg, Petzen und Hochobir/Fladung und Unterschäffler Alpe fallen noch in das Feld „Typ Bleiberg“ (vgl. KÖPPEL & KOSTELKA, 1977; KÖPPEL & SCHROLL, 1977). Dagegen zeigen Proben vom Hochobir/Oberschäffler Alpe, Vellacher Kotschna und Remschenigg eindeutig tiefere μ_2 -Werte und t_2 -Modellalter, die einen noch extremeren B-Typ erkennen lassen. Zusammen mit den bekannten Werten von Topla (Anis) und Puharje-Sostanj (Bellerophon) deutet sich im Bereich der südlichen Karawanken und der Savefalten regionale Domänen mit Bleien an, die sich durch eine überdurchschnittliche Differenz zwischen geologischem Alter und Modellalter (≈ 200 Ma) auszeichnen (SCHROLL, 1962).

Zunächst muß die Frage offen bleiben, ob diese Bleie als überwiegende Komponente eines älteren Feldspat- oder Erzbleis anzusehen sind.

Die Platzierung der Bleisotopenparameter von Koprein ist gleichfalls in Abb. 4 eingetragen. Das Bleimodellalter deutet auf einen N-Typ, da die Alterseinstufung in Silur/Ordoviz durchaus wahrscheinlich erscheint. Der μ_2 -Wert des Bleis von Koprein liegt über 10 und lagemäßig beim Blei von Topla.

Im Hochobirgebiet treffen zumindest zwei Erzmineralisationen verschiedener Metallogenese aufeinander: eine,

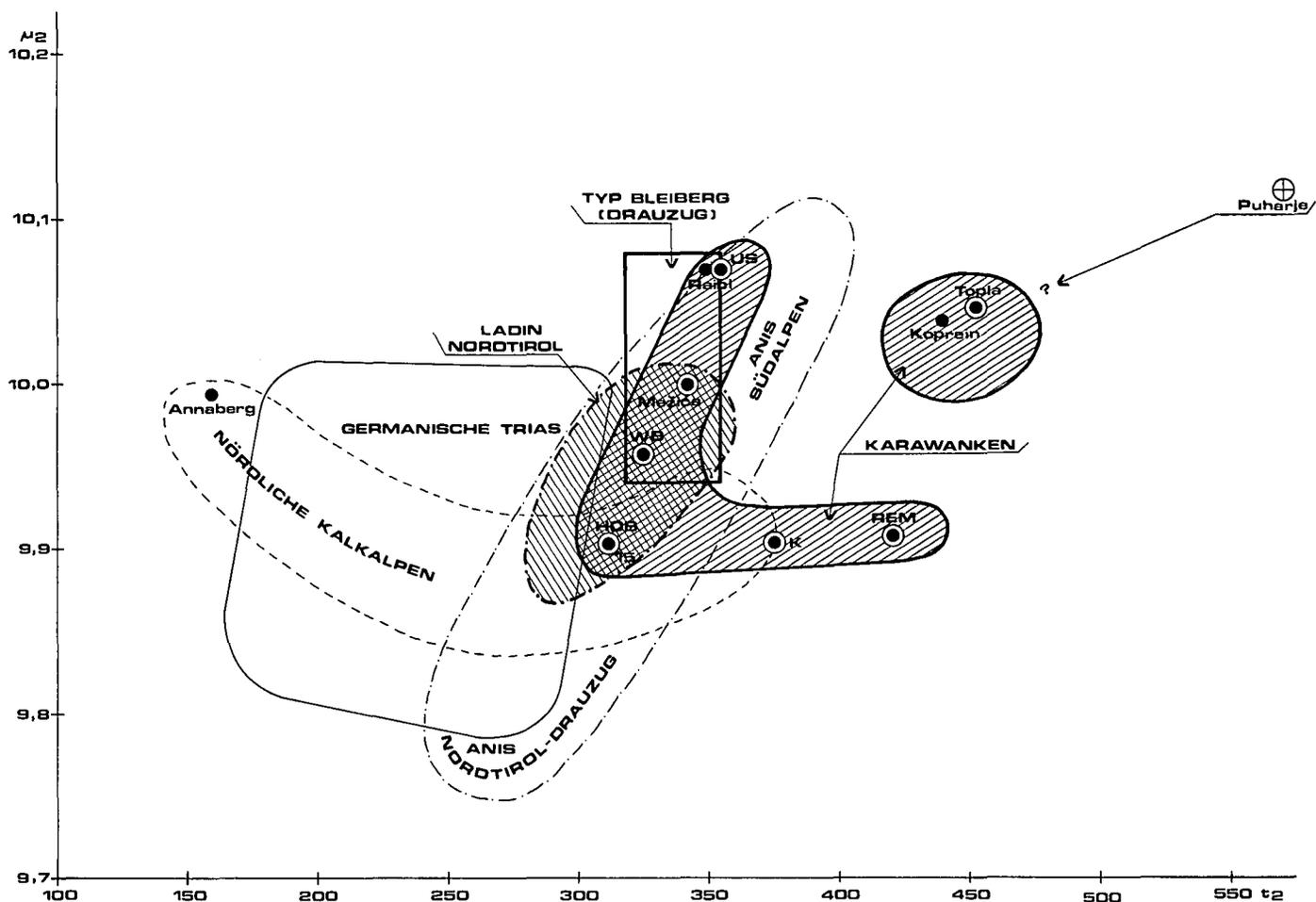


Abb. 5: $T_2\mu_2$ -Diagramm (nach dem Modell STACEY/KRAMMERS, 1975) von Bleien aus der Trias. Man beachte die drei Streufelder für Bleie aus den Karawanken: Bleie vom Typ Bleiberg, US = Unterschäftler Alm, WB = Windisch-Bleiberg, abweichende Bleie aus Vererzungen mit Ag-Cu-Führung (HB 15 = Hochobir, K = Kotschna, REM = Remschenig) sowie Topla mit extremem B-Typ der t_2 -Modellalter. Dazu das altpaläozoische Blei von Koprejn und Blei aus der permischen Lagerstätte von Poharje-Sostanj (Slowenien) mit μ_2 -Werten über 10 und t_2 -Modellaltern des B-Typs.

die dem Blei vom Typ Bleiberg zuzurechnen ist, und eine, die ihr Blei zusammen mit Cu und Ag vermutlich aus der permischen Gesteinsformation bezogen hat. Eine Verdichtung der Probenaufsammlung und weitere Untersuchungen sind zum weiteren Studium der Genese äußerst interessant und wünschenswert.

2.6. Zusammenfassende Aussage

Die geochemische Charakterisierung ergibt, daß ein erheblicher Teil der Triasvererzungen des österreichischen Anteils der Karawanken vom Typ Bleiberg-Meziča abweicht. Die Erzmineralisation der Petzen gehört noch zum Randbereich des Erzfeldes von Meziča. In den Revieren des Hochobirgebietes kann man zwar gewisse Ähnlichkeiten finden, aber auch erheblich abweichende Merkmale, die eher für unbedeutendere Metallkonzentrationen typisch sind. Allein die festgestellten hohen Ge- und Ga-Gehalte, die allerdings nichts über Durchschnittsgehalte oder Metallmengen aussagen, sollten eine weitere Befassung rechtfertigen, womit auch ein wichtiger Beitrag zur Klärung der Genese der Blei-Zink-Vererzungen in der Trias erbracht werden könnte.

Die Daten von Windisch-Bleiberg deuten auf eine schwache, mobilisierte Vererzung unökonomischen Inhalts.

3. Probenahme und Analytik von Bachsedimenten

Das beprobte Gebiet umfaßt etwa 250 km² auf den Kartenblättern 212 (Vellach) und 213 (Eisenkappel) der ÖK 1 : 50 000. Einzelne Proben wurden auch am Südrand der Kartenblätter 203 (Maria Saal) und 204 (Völkermarkt) genommen. Etwa 90 km² des Untersuchungsgebietes sind infolge mangelnder Oberflächenentwässerung einer Probenahme von Bachsedimenten entzogen. Auf den restlichen 160 km² wurden 225 aktive Bachsedimentproben genommen. Dies entspricht einem Durchschnitt von 1,4 Proben/km² bzw. 0,7 km²/Probe. Weiters wurden 121 Schwermineralkonzentrate erwaschen.

Die Minus-80 mesh-Fraktion der aktiven Sedimente wurde mittels AAS (Perkin Ellmer 428) im Aufbereitungslabor der BBU (Bleiberg-Kreuth) auf die Elemente Pb, Zn, Cu, Mn, Co, Ni und Cr analysiert. Der Aufschluß erfolgte bei einer Einwaage von 2g/Probe in einer Lösung von 85 % HNO₃ und 15 % HCl, dieses Gemisch wurde etwa eine Stunde einer Temperatur von ca. 80°C ausgesetzt.

Die statistische Auswertung erfolgte u.a. nach der Moving-Average-Methode mit einem Quadrat von 2 km Seitenlänge als Berechnungsgrundlage für arithmetischen Mittelwert und Standardabweichung bei einer Überlappung von 50 % in alle Richtungen. Dabei ergab sich ein regelmäßiger quadratischer Werteraster mit 1 km Punktabstand. Aufgrund dieses Punktenetzes wurden die Isolinien hän-

disch eingezeichnet. Die Ergebnisse der Schwermineraluntersuchung stehen noch aus. Lediglich die Zinnoberverteilung wurde bei flüchtiger Durchmusterung der Konzentrate im schrägen Aufricht ermittelt. Dazu muß bemerkt werden, daß den Ergebnissen höchstens halbquantitative Bedeutung zukommt, da die Proben beim Waschen grob halbiert wurden, was keineswegs einer labormäßigen Verjüngung entspricht. Außerdem wurde nur die Kornanzahl, nicht aber die Korngröße berücksichtigt. Neben den bekannten Zinnober-Fundpunkten (vgl. LEHNERT-THIEL, 1968; O. M. FRIEDRICH, 1955) konnten neue Indikationen im Bereich von Zell Pfarre, Trögern und Seebergsattel festgestellt werden.

4. Geologische Kartierung

Als Grundlage für geplante Prospektionsarbeiten wurde die Umgebung der Lagerstätten Koprein und Remschenigg im Maßstab 1 : 5.000 geologisch kartiert. Als topographische Unterlage dienten dafür photographische Vergrößerungen der ÖK 1 : 25.000 (Blatt 213/1 Eisenkappel).

4.1. Die Pb-Zn-Cu-Lagerstätte Koprein

Im Grüngesteinsgürtel des Eisenkappler Altpaläozoikums tritt im Bereich Koprein-Sonnseite etwa 1,5 km südöstlich des Gasthofes Rastotschnik in 1240 m Sh eine Pb-Zn-Cu-Vererzung auf. Um diese Vererzung wurden bisher ca. 3 km² geologisch kartiert. Die Aufnahmen ergaben Wechselfolgen von E-W-streichenden, flach südfallenden Grünschiefern und größtenteils konkordant eingelagerten, meist geringmächtigen Diabasen unterschiedlicher Konsistenz. Spillite, wie sie in der weiteren Umgebung vorkommen, wurden nicht beobachtet. Im NE der Kartierungsgebietes tritt vorwiegend steiles Einfallen nach N bis NNW auf. Untergeordnet schalten sich im NW auch Tonschiefer und schiefrige Sandsteine ein, deren Unterscheidung von den tuffogenen Grünschiefern feldmäßig jedoch kaum möglich war, weshalb auf eine Auskartierung verzichtet wurde.

Eine Gesteinsbeschreibung erfolgte durch EXNER (1972). Störungen sind aufgrund der Steilheit des Geländes und der geringen Stabilität der Grünschiefer nicht aufgeschlossen. Auffallend ist jedoch eine Häufung und Komplizierung der Diabaslagen im unmittelbaren Bereich der Lagerstätte. Die Diabase wurden westlich der Vellach von LÖSCHKE (1975) geochemisch untersucht. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet stehen die geochemischen Vergleichsanalysen noch aus.

Die Haldenerze zeigen reiche Stufen von Bleiglanz und Zinkblende mit weißer karbonatischer und quarzitischer Gangart. Untergeordnet tritt Kupferkies auf, der offensichtlich mit Annäherung an das Nebengestein (Grünschiefer) häufiger wird. Dies kann jedoch nur aufgrund der Haldenstücke angenommen werden, da Untertageaufschlüsse nicht mehr zugänglich sind.

Kupferkiesentmischungen in der Zinkblende sind häufig. Von E. SCHROLL (1954) liegen spektrochemische Spurenelementanalysen von Bleiglanz und Zinkblende (Angaben in ppm) vor:

| | Mn | Fe | Co | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Bi |
|------------|----|----|------|------|------|----|----|------|----|
| Zinkblende | 50 | 5% | 3000 | 500 | 3000 | 50 | 30 | 300 | - |
| Bleiglanz | - | - | - | 1000 | - | - | 10 | 3000 | 5 |

S- und Pb-Isotopenuntersuchungen von E. SCHROLL lassen typenmäßig eine Zuordnung zum Kieslagertyp, sowie altersmäßig eine Einstufung ins Silur/Ordoviz zu.

Entlang von vier annähernd parallel N-S-verlaufenden Höhenrücken im Bereich der Lagerstätte wurden Bodenproben genommen und mittels AAS auf die Elemente Pb,

Zn, und Cu analysiert. Erste Ergebnisse lassen deutliche Indikationen erkennen.

4.2. Die Pb-Zn-Lagerstätte Remschenigg

Remschenigg liegt in 920 m SH am westlichen Zufluß des Rijewicabaches, der dem Remschenigbach zwischen Kurathkogel und Suchiberg von Süden zufließt. Hier wurde zum besseren Verständnis des äußerst komplizierten geologischen Baues eine Fläche von ca. 7 km² kartiert. Die stratigraphische Zuordnung der Gesteine erfolgte einstweilen visuell aufgrund lithologischer Vergleiche mit gesicherten Profilen aus dem südalpinen Bereich.

Im N liegen Paragneise des Eisenkappler Altkristallins mit Einschaltungen von Amphiboliten und Dioriten, sowie eine tektonische Lamelle von Tonalitgneis übergehend in eine bis zu 120 m mächtige Mylonitzone, welche die periadriatische Naht markiert. Diese Kristallingesteine wurden lithologisch von EXNER (1972) eingehend untersucht. Nach S folgt zunächst eine sehr komplizierte Schuppenzone mit jungpaläozoischen roten Sandsteinen, Quarzkonglomeraten, dunkelgrauen bis schwarzen Kalken mit Fusuliniden, sowie Kalken und Dolomiten der Trias (Werfener Schichten, Alpiner Muschelkalk, Wettersteinkalk).

Die Fusuliniden lassen laut mündlicher Mitteilung von Prof. F. KAHLER eine Einstufung ins Oberperm zu (Oberer Pseudoschwagerinenkalk). Im weiteren Anschluß nach S folgen auch größere Einheiten von Werfener Kalken, jungpaläozoischer Molasse, Wettersteindolomit, Wettersteinkalk und Alpinem Muschelkalk, denen jedoch häufig kleine Schuppen eingeschaltet bzw. Gleitschollen aufgelagert sind. Den Südrand des Kartierungsgebietes bilden wieder jungpaläozoische Gesteine, aus denen mehrere große Verwerfungen erfolgt sind.

Die Pb-Zn-Lagerstätte selbst befindet sich in einem Kalkkeil von ca. 350 m Länge und 30 m Mächtigkeit, der zwischen Werfener Kalken und roten Sandsteinen (Perm?) eingeschuppt ist. Die altersmäßige Einstufung als Wettersteinkalk ist nicht gesichert.

In einem offensichtlich nach Abbruch der Schurfarbeiten durchgebrochenen Tunnel sind drei Vererzungen aufgeschlossen, die alle an etwa parallel verlaufende Klüfte gebunden sind. Es treten Bleiglanz und Zinkblende, sowie oxidische Pb-Zn-Erze auf. Zwischen den Vererzungen sind Anflüge von Malachit und Azurit zu beobachten.

Auch hier liegen Spurenelementanalysen von Bleiglanz und Zinkblende von SCHROLL (1954) vor (Angaben in ppm):

| | Mn | Fe | Ag | Cd | Ga | Tl | Ge | As | Bi | Sb |
|------------|-----|------|-----|------|----|----|-----|-----|----|-----|
| Zinkblende | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 50 | 5 | 100 | 100 | - | - |
| Bleiglanz | - | - | 50 | - | - | - | - | - | 3 | 300 |

Die Schwefel- und Bleiisotopenuntersuchungen SCHROLLS ergaben Werte, die aus dem üblichen Verteilungsschema fallen. Auch die Ag- und Cu-Gehalte lassen eine Beeinflussung (Mobilisation?) aus dem Paläozoikum (klastische Abfolgen) möglich erscheinen.

Im Obojniggraben, 2 km südwestlich der Ebriach Klamm wurde eine geologische Kartierung im Maßstab 1 : 2.500 durchgeführt. Die altbekannte Kupferlagerstätte (Sulfide und Oxidationsprodukte) liegt auf SH 800 m im Grenzbe- reich zwischen grauen und roten Sandsteinen (Grödener Sandstein). Die vererzten grauen Sandsteine streichen NE-SW und fallen mittelsteil nach SE.

Im Kartierungsgebiet läßt sich eine nördliche vermutlich mesozoische Einheit (hellgraue Dolomite und graue Kalke), von einer südlichen jungpaläozoischen Einheit abtrennen. Die vererzten grauen Sandsteine werden von einer

Kalkrippe mit reicher Fusulinidenführung überlagert. Über diesen Kalken folgen graue und rote Sandsteine sowie roter Schiefer.

Malachitimpregnirte Sandsteine lassen sich auf rund 120 m im Streichen verfolgen.

5. Geochemisch-sedimentologische Untersuchung der Raibler Schichten

Die Kenntnis der Raibler (=Cardita)-Schichten im Bergbau Bleiberg/Kreuth ist seit Jahren von bergwirtschaftlichem Interesse.

Pb-Zn-Erze treten in dolomitischer Fazies in den karbonatischen Zwischenschichten auf.

Um das Lagerstättenpotential der Raibler Schichten in den Karawanken abzuklären, wurden nach der geologischen Grundlage von BAUER (1970) im Bereich Windisch-Bleiberg-Hochobir-Petzen, 29 Profile (insgesamt rund 1500 Profilmeter) nach sedimentgeologisch-geochemischen Gesichtspunkten aufgenommen. 868 Proben wurden mittels AAS (Analytik Bleiberger Bergwerks Union) auf die Elemente Pb, Zn, Ca, Mg, Sr, Mn, Fe, Cu analysiert, ca. 250 Dünnschliffe wurden ausgewertet.

Die geochemisch-sedimentologischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Raibler Schichten in den Karawanken in vorwiegend kalkiger Fazies ausgebildet sind. Die kalkige Fazies erscheint maßgebend dafür zu sein, daß den mitteltriadischen Raibler Schichten in den Karawanken eine nur untergeordnete Rolle als Pb-Zn-Erzträger zukommt, und somit keine wirtschaftlich nutzbaren oberflächennahen Erzkörper zu erwarten sind.

Daß in den Raibler Schichten der Karawanken ein Pb-Zn-Metallangebot dennoch vorhanden war, zeigen Pb-Zn-vererzte Onkoide (Profil Vellach, Profil Eisenkapplerhüttenstraße, CERNY, 1982, im Druck). Umfangreiche geostatistische Untersuchungen (STATTEGGER, in Vorbereitung) werden gesondert veröffentlicht.

6. Pb-Zn-Prospektion im Anis SW der Petzen

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung finanzierten Forschungsprojektes (CERNY, 1977; 1978) wurde in anisischen Schichtgliedern des Petzengebietes (Forststraße Luscha Alm) in Rauhwacken eine anomale Zn-Konzentration festgestellt.

Eine Fortsetzung der Pb-Zn-Lagerstätte Topla (2,5 km von der Luscha Alm entfernt) wurde und wird noch heute in Erwägung gezogen. Aufgrund vergleichender sedimentpetrographischer Studien wurden klastisch beeinflusste Rauhwacken und Dolomite als „Erzträger“ erkannt.

107 rasterförmig entnommene Bodenproben wurden mittels AAS auf die Elemente Zn, Pb, Mg, Fe, Mn, Cu analysiert.

Die Bodenprobenahme über die bekannte anomale Zinkverteilung im Gestein erbrachte eine kontinuierliche Anomalie im Streichen, wobei Zink-Werte von max. 1500 ppm in Bodenproben auftreten. Ein anomales Verhalten von Pb, Fe, Mn, Cu und Mg begleitet die Zn-Anomalie.

Es liegt die Vermutung nahe, daß eine verdeckte Zn-Pb-Mineralisation vorliegt, die durch seichte Kernbohrungen erkundet werden sollte.

7. Schlußfolgerung

Die Forschungsarbeiten in den Karawanken erbrachten eine Vielzahl neuer Informationen von wissenschaftlichem

und praktischem Wert. Daß in den Karawanken, außer den altbekanntem Pb-Zn-Revieren Windisch Bleiberg und Eisenkappel ein weiteres Rohstoffpotential zu erwarten ist, zeigen die umfangreichen Untersuchungen an Bachsedimenten, insbesondere im Eisenkappler „Grüngesteinsgürtel“ und im „Seeberger Aufbruch“.

Die Pb-Zn-Cu-Führung im Gewässernetz des Leppenbaches östlich von Eisenkappel läßt z.B. die Vermutung zu, daß sich die Vererzung von Kobrein, schichtgebunden an Grüngesteine, über mehrere Kilometer fortsetzen könnte.

Literatur

- BAUER, F. K.: Zur Fazies und Tektonik des Nordstammes der Ostkarawanken von der Petzen bis zum Obir. – Jb. Geol. B.-A. 113, 184–245, Wien 1970.
- CARDICH-LOARTE, L. A. & SCHROLL, E.: Zur Geochemie des Strontiums in den Blei-Zink-Erzmineralisationen vom Typ Bleiberg/Kreuth und die Beziehung zur Erzgenese. – 2nd Internat. Colloqu., Symposium on the mineral deposits of the Alps, 343–358, Ljubljana 1971.
- CERNY, I.: Zur Fazies- und Blei/Zink-Verteilung im „Anis“ der Karawanken. – Carinthia II, 167/ 87. Jg., 59–78, Klagenfurt 1977.
- CERNY, I.: Geochemie „anisischer“ Sedimentgesteine in den Nordkarawanken. – Carinthia II, 168/ 88. Jg., 55–70, Klagenfurt 1978.
- DROVENIK, M., PLENICAR, M & DROVENIK, F.: Nastanek rudišč v. SR Sloveniji Razprave in Poročila, 23/I, 1–157, Ljubljana 1980.
- EXNER, Ch.: Geologie der Karawankenplutone östlich Eisenkappel, Kärnten. – Mitt. d. Geol. Ges., 64, 1971, 1–109, Wien 1972.
- EXNER, Ch.: Die geologische Position der Magmatite des periadriatischen Lineamentes. – Verh. Geol. B.-A., 1976, H. 2, 3–64, Wien 1976.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Kärntner Erzlagerstätten. – Carinthia II, 65, 25–38, Klagenfurt 1955.
- KAPPEL, F. & SCHROLL, E.: Ablauf- und Bildungstemperatur der Blei-Zinkvererzung Bleiberg/Kreuth (Kärnten). – Carinthia II, Klagenfurt (im Druck).
- KÖPPEL, V.: Pb-isotopes and genetic constraints for Pb-Zn-deposits in Triassic carbonates of the Alps. – IV. ISMIDA, Berchtesgaden 1981 (1982).
- KÖPPEL, V. & SCHROLL, E.: Bleiisotopenzusammensetzung von Bleierzen aus dem Mesozoikum der Ostalpen. – Verh. Geol. B.-A. (ISMIDA-Leoben 1977), 229–235, Wien 1979.
- KÖPPEL, V., & KOSTELKA, L.: The isotopic composition of orelead from Bleiberg. – Symposium Delft, 1977.
- LEHNERT-THIEL, K.: Beispiele einer methodisch-systematischen Quecksilberprospektion im Gebiet von Eisenkappel in Unterkärnten. – Montan-Rundschau, 16. Jg., H. 3, 57–63, 1968.
- LOESCHKE, J.: Zur Petrogenese paläozoischer Spiliten aus den Ostalpen. – N. Jb. Miner. Abh., 119, 1, 20–56, Stuttgart 1973.
- LOESCHKE, J.: Spurenelementdaten von paläozoischen Spiliten aus den Ostalpen und ihre Bedeutung für geotektonische Interpretationen. – Geol. Rundschau, 64, 62–74, Stuttgart, 1975.
- SCHROLL, E., SCHULZ, O & PAK, E.: Die Schwefelisotopenverteilung in der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg/Kärnten (Österreich). – Mineralium Deposita (im Druck).
- SCHROLL, E. & PAK, E.: Sulfur isotope investigation of ore mineralizations of the Eastern Alps. – IV. ISMIDA, Berchtesgaden (1981) (im Druck).
- SCHROLL, E.: Progress in the Knowledge of Indicator Elements. – In AHRENS, L. H. (ed.): Origin and Distribution of Elements, 213–216, Oxford (Pergamon Press) 1979.
- STACEY, J. S. & KRAMERS, J. D.: Approximation of terrestrial lead isotope by two stage model. – E. P. Sci. Letters, 27, 207, 1975.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 3. Februar 1982.