

Die schichtgebundenen Blei-Zink-Lagerstätten Jugoslawiens

Von IVO ŠTRUCL*

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung

Die Untersuchung der jugoslawischen Pb-Zn-Lagerstätten zeigt in bezug auf deren Verteilung, Anordnung und Zusammenhänge mit Magmatismus und Geotektonik zahlreiche Probleme auf. Als besonders problematisch erweist sich dabei die altersmäßige Einstufung zahlreicher Lagerstätten, wie sie bisher in der Literatur vorgenommen wird. Oberkretazische und tertiäre Magmatite sind zwar für die (spätere!) Aus- bzw. Umbildung (Mineralbestand, Verteilung der Erze, Metamorphose etc.) einer Reihe von Lagerstätten von Bedeutung, ob diese Gesteine allerdings auch als Erzbringer dieser Lagerstätten fungierten, müßte erst, wie die Beispiele Veliki Majdan, Koporić, Blagodat, Toranica oder Sasa zeigen, bewiesen werden. In der Frage der altersmäßigen Einstufung der triassischen Pb-Zn-Lagerstätten in den Ostalpen (z. B. Mežica) und Dinariden (z. B. Veovača, Borovica, Brskovo und Šuplja stijena) besteht weitgehende Übereinstimmung, wengleich auch bei diesen Vorkommen in bezug auf die Genese noch eine Reihe offener Fragen einer Klärung zugeführt werden muß.

Summary

The examination of Yugoslavian Pb-Zn-deposits demonstrates numerous problems with regard to their distribution, ("zonal") arrangement, connection with magmatism and geotectonics. Particularly problematic is the age of a great number of deposits as dated hitherto in the literature. Magmatic rocks of Upper Cretaceous and Tertiary age are, no doubt, also responsible either for the development in later stages or the process of alteration (mineral paragenesis, distribution of the ore minerals, metamorphism etc.) of many deposits. As demonstrated frequently (e. g. Veliki Majdan, Koporić, Blagodat, Toranica, Sasa) there is no convincing evidence that these magmatic rocks are also the source of the ores. Concerning the question of the age of the Triassic Pb-Zn-deposits of the Eastern Alps (e. g. Mežica) and the Dinarides (e. g. Veovača, Borovica, Brskovo, Šuplja stijena) there is far-reaching agreement. However, even for these deposits a number of problems concerning the genesis of these ore mineralizations must be clarified.

* Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. Dr. IVO ŠTRUCL, Ekonomski center Maribor, Na gradu 5, 62390 Ravne na Koroškem, Jugoslawien

Inhalt

1. Einleitung	308
2. Bedenken über die Erzprovinzen-Gliederung	308
3. Verbreitung der triassischen Pb-Zn-Lagerstätten	312
a) Die kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten	312
b) Die Pb-Zn-Lagerstätten in den Dinariden	316
c) Die Pb-Zn-Lagerstätten Westserbiens	318
4. Schlußbemerkungen	321
Literatur	321

1. Einleitung

„Jugoslawien ist ein Land mit einem außerordentlich komplizierten geologischen Bau. Zeiten völliger tektonischer Ruhe sind vom Paläozoikum bis zum Tertiär kaum vorhanden, und es gibt kaum eine geologische Periode ohne Äußerungen eines Magmatismus. So haben Eruptivgesteine der verschiedensten Art und Alters eine weite Verbreitung und entsprechend vielseitig sind auch die Lagerstättenengelschaften, die das Land zu einem der bedeutendsten Erzproduzenten Europas machen“.

Diese Einleitungsworte schrieb A. CISSARZ (1956) in einer der ersten zusammenfassenden Arbeiten über Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslawien. In den letzten Jahrzehnten hat sich dieser eine Reihe weiterer Arbeiten anderer Autoren angeschlossen, die auf verschiedene Art und Weise die genetischen Zusammenhänge zwischen Lagerstätten, Magmatismus und geotektonischer Gestaltung zu erklären versuchen (vgl. z. B. S. JANKOVIĆ, 1967 und 1974; M. RAMOVIĆ, 1968; D. SIMIĆ – V. VANDJEL, 1973 u. a.).

2. Bedenken über die Erzprovinzen-Gliederung

Im allgemeinen unterscheidet man in Jugoslawien in bezug auf die Lagerstättenverteilung und deren Zusammenhang zu Magmatismus und Geotektonik vier metallogenetische Erzprovinzen, nämlich die

- Ostserbische bzw. Karpatisch-Balkanische Erzprovinz,
- Serbisch-Mazedonische Erzprovinz,
- Dinarische Erzprovinz und
- Alpine Erzprovinz (Abb. 1).

Diese Erzprovinzen sind nicht nur auf den Raum von Jugoslawien beschränkt, sondern reichen auch weit darüber hinaus. Die Einteilung bzw. Einschränkung in Erzprovinzen zeigt gewiß eine Tendenz auf, die Lagerstätten nach der heutigen geotektonischen Gestaltung bzw. nach der Verbreitung magmatischer Gesteine räumlich einzuordnen. Ob das in bezug auf die Genese der Lagerstätten zutreffend ist, darf als sehr fraglich angesehen werden und bedarf weiterer eingehender Untersuchungen. Dies veranschaulicht bereits eine Betrachtung der Verbreitung der schichtgebundenen triassischen Blei-Zink-Lagerstätten, die eine derartige Eingrenzung nicht erlaubt.

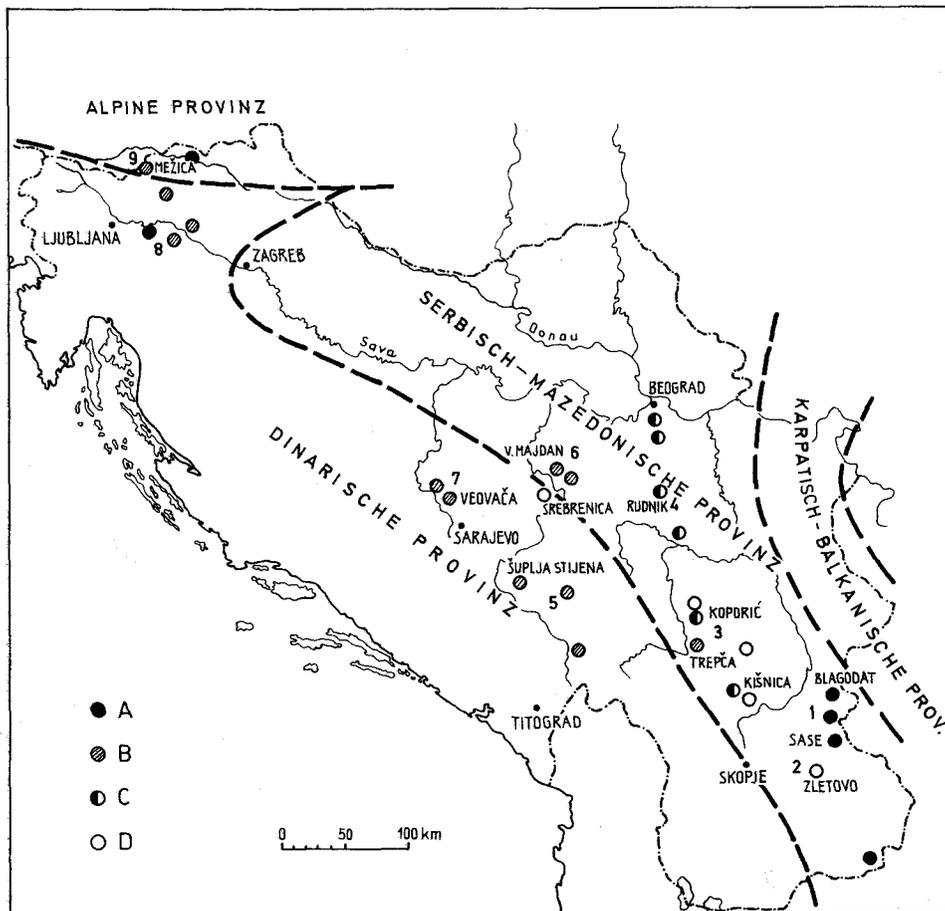


Abb. 1: Die wichtigsten Pb-Zn-Lagerstätten Jugoslawiens und ihre Schichtgebundenheit.

Auftreten der Lagerstätten:

- A Pb-Zn-Mineralisation in paläozoischen Gesteinsserien
- B Pb-Zn-Mineralisation in triassischen Gesteinsserien
- C Pb-Zn-Mineralisation in kretazischen Gesteinsabfolgen
- D Pb-Zn-Mineralisation in verschiedenen Gesteinsserien und/oder jüngeren magmatischen Gesteinen.

Pb-Zn-Erzregionen:

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1 Osogovo-Besna Kobila | 6 Podrinje |
| 2 Zletovo | 7 Vareš-Borovica |
| 3 Kopaonik | 8 Save Falten |
| 4 Šumadija | 9 Nordkarawanken |
| 5 Črna gora (Montenegro) | |

Metallogenetische Erzprovinzen: Einteilung nach S. Janković (1967, 1974).

Mit ziemlicher Sicherheit kann nämlich schon festgelegt werden, daß zwischen der „Alpinen und Dinarischen Erzprovinz“ zwar die Periadriatische Naht verläuft, der aber auf die Verteilung der Lagerstätten keine Rolle zukommt (vergleiche Gorno, Salafossa und Raibl mit Bleiberg und Mežica). Anzumerken ist, daß

mit der Feststellung einer „Schichtgebundenheit“ von Lagerstätten noch nichts über deren Genese ausgesagt bzw. festgelegt wird. Wenn jedoch schichtgebundene Vererzungen großräumig verbreitet sind, wie z. B. die Blei-Zink-Lagerstätten in den paläozoischen oder mittel- und obertriassischen Gesteinsserien, so ist es durchaus berechtigt, zumindest den Verdacht über die ungefähre Gleichaltrigkeit der Lagerstätten mit der betreffenden Gesteinsserie zu äußern. Von zahlreichen Autoren werden in diesem Zusammenhang allerdings Begriffe wie „pseudoschichtförmige“ oder „schichtparallele linsenförmige“ Vererzungen angeführt mit der Erklärung, daß die Erzkörper bzw. Erze durch „metasomatische“ Verdrängungen der Kalkschichten entstanden seien (vgl. z. B. D. SIMIĆ – B. JOVIĆ, 1973; K. BOGOJEVSKI, 1962, 1967 u. a.), auch wenn diese in „impermeablen“ Ton- oder metamorphen Gesteinsserien eingelagert sind.

Es steht wohl außer Zweifel, daß der tertiäre Magmatismus im Raume der Karpatisch-Balkanischen und der Serbisch-Mazedonischen Erzprovinz für die Entstehung bzw. Ausbildung der heutigen Form und Zusammensetzung einer Reihe von Lagerstätten eine große Rolle gespielt hat. Fraglich ist jedoch, welche Rolle diesem Magmatismus zukommt, nämlich als Erzbringer, oder als Verursacher größerer Umbildungsprozesse, sei es in Form von Metamorphoseerscheinungen mit Neuverteilung bzw. Anreicherung des (älteren) Stoffbestandes.

Selbst die bekannte Lagerstätte von Mežica wurde noch vor etwa zwei Jahrzehnten als tertiäre telethermale metasomatische Vererzung gedeutet. Heute dagegen besteht kein Zweifel mehr, daß es sich dort um eine Typuslokalität der syngenetischen triassischen kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten handelt, in welcher es später noch zu Umlagerungen und gewissen Umbildungsprozessen gekommen ist. Vergleichbares gilt sicher noch für zahlreiche andere jugoslawische Lagerstätten.

Als Beispiele für die problematische altersmäßige Einstufung seien in diesem Zusammenhang u. a. die Lagerstätten Blagodat in Südserbien (Abb. 2d), Sasa und Toranica in Mazedonien (Abb. 2a) angeführt, die an eine altpaläozoische Gesteinsserie gebunden sind. Die Erzkörper bzw. Lagerstätten dieser Region sind nicht nur schichtgebunden, sondern auch schichtförmig. Außerdem sind in diesen Lagerstätten mehrfach geringmächtige sedimentäre Gefüge reliktsch erhalten, deren Entstehung aber durch „selektive Metasomatose“ erklärt wird (vergl. K. BOGOJEVSKI, 1962 und 1967). Es bestehen berechtigte Gründe, die bisherigen Deutungsversuche über die Entstehung der Lagerstätten und deren altersmäßige Einstufung in Zweifel zu ziehen.

Abb. 2a: SW-NE-Profil durch die Lagerstätte Sasa in Mazedonien.

1-Gneis, 2-Quarz-Graphit-Schiefer, 3-Cipolin-Marmor, 4-Pb-Zn-Erz, 13-Quarzlatit.

Abb. 2b: NW-SE-Profil durch die Lagerstätte Trepča.

3-Marmorisierter Kalkstein, 5-Phyllit, 6-Quarz-Serizit-Schiefer, 9-Breccie, 4-Pb-Zn-Erz.

Abb. 2c: NNW-SSE-Profil durch den südöstlichen Teil der Lagerstätte Veovača in Bosnien (nach D. VELJKOVIĆ).

7-Verfener Schichten (Sandsteine, Mergel, Kalke), 8-Fe-Kalke mit sandigen Tonlagen, 9-Breccie mit Pb-Zn-Sulfiden und Schwespat.

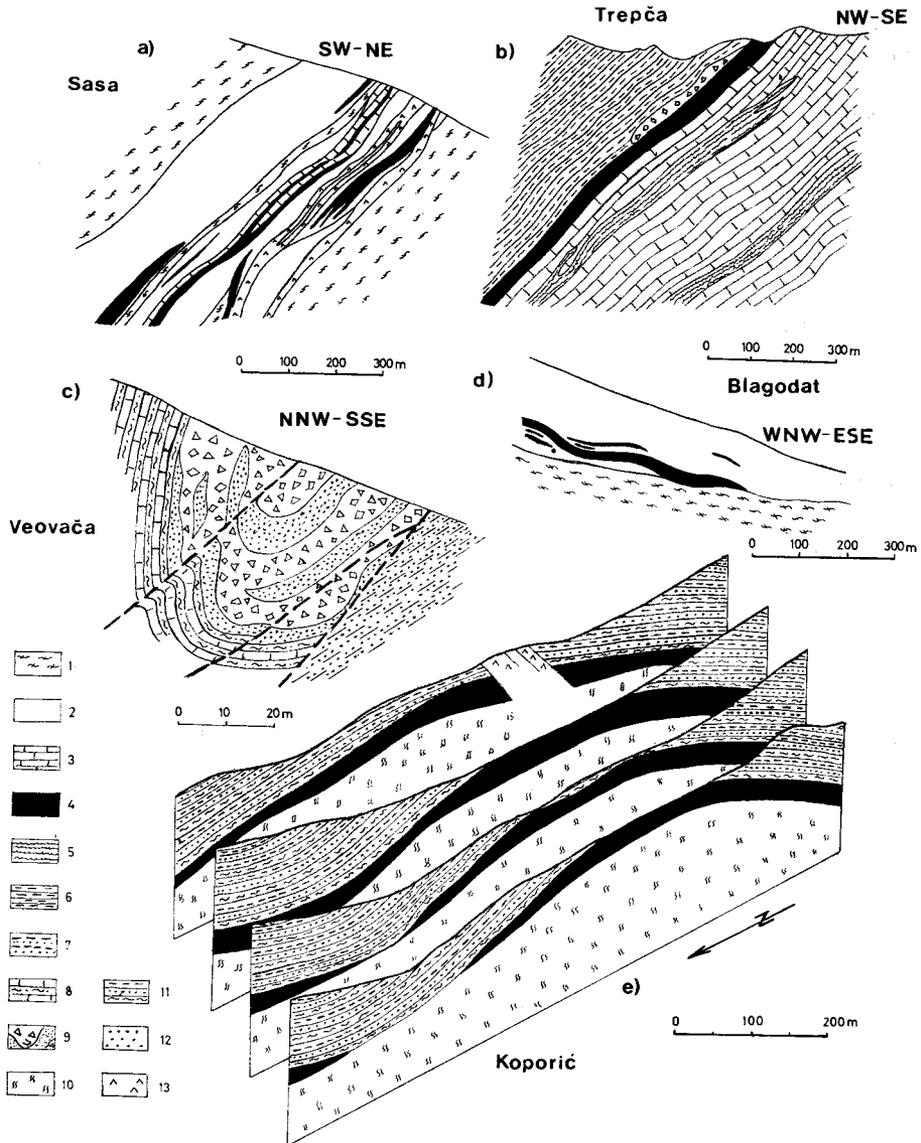
Abb. 2d: WNW-ESE-Profil durch die Lagerstätte Blagodat in SE-Serbien (nach B. JOVIĆ).

1-Gneis, 2-Quarz-Graphit-Schiefer, 4-Pb-Zn-Erz.

Abb. 2e: N-S Kulissenprofile durch die Lagerstätte Kopaonik im Kopaonikgebiet (nach N. JANKOVIĆ).

10-Serpentinit, 11-Oberkretazische Flyschserie, 4-Pb-Zn-Erz, 13-Andesit und Dazit.

Abb.2 GEOLOGISCHE PROFILE EINIGER Pb-Zn-
LAGERSTÄTTEN JUGOSLAWIENS



Ähnliche Unklarheiten bestehen auch in bezug auf die Entstehung und altersmäßige Einstufung einer Reihe von kretazischen Lagerstätten, welche ebenfalls eine deutliche Schichtgebundenheit aufweisen. In diesem Zusammenhang sei besonders die Lagerstätte Koporić im Kopaonik-Gebiet angeführt. Dort ist die Erzführung in Form einer „Pseudoschicht“ zwischen einer Serpentin-Masse im Liegenden und einer oberkretazischen Flyschserie im Hangenden eingebettet. Auffallend ist dabei außerdem, daß die Lagerstätte im allgemeinen zwar als epigenetisch-hydrothermale Bildung angesehen wird (vgl. N. JANKOVIĆ – T. JANKOVIĆ, 1973), gleichzeitig aber betont wird, daß die Mächtigkeit des Erzlagers von dem Paläorelief abhängig sei.

Die triassischen Blei-Zink-Lagerstätten zeigen in Jugoslawien eine weite Verbreitung. Sie treten praktisch in allen angeführten Erzprovinzen auf und lassen daher keine Raumeinschränkung in bezug auf die jüngere Tektonik und Verbreitung magmatischer Gesteine erkennen. Diese Blei-Zink-Lagerstätten finden sich in den Nordkarawanken, in den Julischen Alpen und Ostslowenien (Sava-Falten), im Raum von Vareš, im nördlichen Montenegro (Črna gora) sowie in Westserbien – Podrinje (siehe Abb. 1).

3. Verbreitung der triassischen Pb-Zn-Lagerstätten

a) Die kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten

Am bekanntesten sind die Lagerstätten der Nordkarawanken, besonders jene im Gebiet von Mežica. Die Erzmineralisationen befinden sich hier in mehreren stratigraphischen Niveaus bzw. Gesteinsserien, nämlich in der mittelanisischen Dolomitserie, in ladinisch-karnischen lagunären Abfolgen bzw. im Wettersteinkalk (oder Wettersteindolomit), im karnischen Rifffkomplex sowie im Raibler Kalk unterhalb des Hauptdolomites (Karn oder Nor). In durchaus vergleichbaren Gesteinsserien treten die Blei-Zink-Vererzungen auch in den Gailtaler Alpen (Bleiberg-Kreuth) und in den Nördlichen Kalkalpen (z. B. Vomperloch-Lafatsch) auf. In allen angeführten Gesteinsserien sind sowohl „ss“-konkordante, als auch „ss“-diskordante Erzkörper vorhanden (Abb. 3a und 3b).

Die Blei-Zink-Vererzungen von Topla, die hauptsächlich an die mittlere anisische Dolomitserie gebunden sind (Abb. 3c), sind zwar „ss“-konkordant, jedoch in Form und Lage sehr unregelmäßig ausgebildet. In den „ss“-konkordanten Erzmineralisationen kann die sedimentäre Entstehung der Lagerstätte an zahlreichen und sehr instruktiven Beispielen deutlich belegt werden. Besonders anzuführen sind hier die sehr gut erhaltenen verschiedenartigen Sedimentstrukturen (siehe ŠTRUEL, 1974) (vgl. Abb. 3 und 4). Wie häufig zu beobachten, treten auch in Topla typisch „ss“-diskordante Erzanreicherungen auf. Diese finden sich jedoch nur innerhalb der anisischen „Dolomitserie“. Zu diesen gehören die ziemlich verstreut auftretenden Imprägnationsvererzungen.

Die Blei-Zink-Erzmineralisationen in den ladinischen Sedimenten und in den Raibler Schichten sind im Vergleich zu den Anis-Vererzungen wesentlich verschiedenartiger, lassen sich jedoch auch unterteilen. Deutlich sind zwei Hauptgruppen zu unterscheiden, nämlich „ss“-konkordante sowie „ss“-diskordante Erzmineralisationen.

Abb.3 GEOLOGISCHE PROFILE DURCH DIE Pb-Zn-LAGERSTÄTTEN MEŽICA UND TOPLA

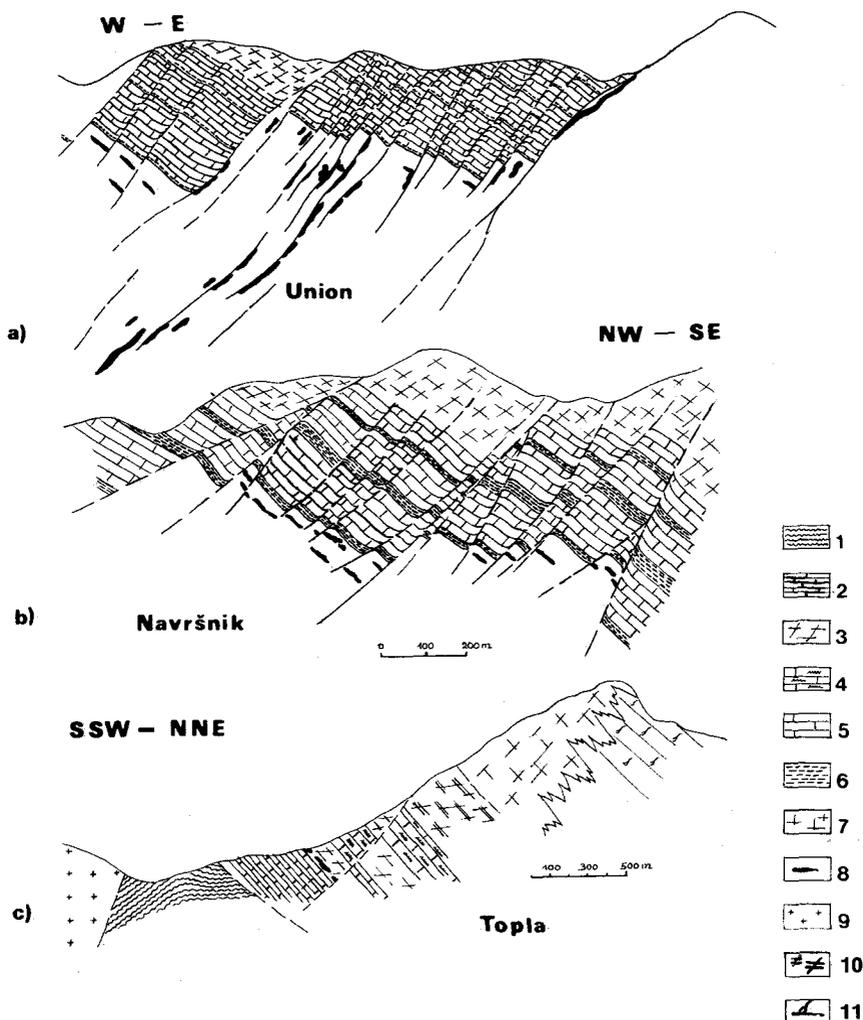


Abb. 3a: W-E-Profil durch die diskordanten Vererzungen der Lagerstätte Mežica im Revier Union.
3-Hauptdolomit, 5-Raibler Schichten (Kalke und Dolomite), 6-Raibler Schiefer (Tonschiefer, Mergel), 8-Pb-Zn-Vererzungen, weiß-Wettersteinkalk.

Abb. 3b: NW-SE-Profil durch die ss-konkordanten Vererzungen der Lagerstätte Mežica im Navršnik-Revier
(Legende wie in Abb. 3a).

Abb. 3c: SSW-NNE-Profil durch die Lagerstätte Topla.

1-Magdalensbergserie (paläozoische Grünschieferserie mit Diabasen), 2-untere anisiche Kalkserie, 3- mittlere Dolomitserie mit Pb-Zn-Vererzungen, 4- obere anisiche Kalkserie mit Hornstein und Tufflagen, 7- ladinischer Riffkalk, 10- Wetterstein-Dolomit, 11- Wetterstein-Kalk in Lagunen-Fazies.

Die „ss“-konkordanten Erzkörper sind an bestimmte Niveaus des oberen Wettersteinkalkes gebunden, die 10 bis 15, 25, 50 bis 60, 90 sowie 140 Meter vom 1. Raibler Schiefer entfernt anzutreffen sind. In bezug auf Form, Größe und Metallinhalt sind diese Erzkörper sehr unterschiedlich ausgebildet. Die obersten Lagervererzungen sind jeweils mit einer 5 bis 15 cm mächtigen „schwarzen Breccie“ verbunden, die deshalb beim Hoffnungsbau als wichtiger Leithorizont dient. Diese Breccie ist durchaus der „schwarzen Breccie“ in Bleiberg und anderen kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten vergleichbar.

Die „ss“-diskordanten Erzkörper können untergliedert werden in schichtgebundene Gang- bzw. Kluftvererzungen, in Breccienvererzungen sowie in Vererzungen in und entlang posttriassischer Störungen oder Störungszonen.

Die schichtgebundenen Gang- bzw. Kluftvererzungen treten in der Regel nur im Bereich der Erzlager auf. Vorwiegend liegen sie subnormal zur Schichtung. Die Kluftwände weisen oft typisch karstartige Oberflächen auf, und es scheint durchaus möglich zu sein, daß es sich um Paläokarstklüfte handelt, die mit Erz, meistens Bleiglanz und Markasit, ausgefüllt wurden. Die Entstehung dieser Erzmineralisationen muß zeitlich mit der Anlage der Lagervererzungen in Zusammenhang stehen, die vor der Ablagerung der obersten Schichtfolge des Wettersteinkalkes oder des 1. Raibler Schiefers erfolgte.

Breccien-Vererzungen kommen in allen erzführenden Gesteinsserien des triassischen Schichtpaketes vor, die größten und bedeutendsten Breccien-Körper befinden sich jedoch am Rande oder auch innerhalb der Riffgesteine. Teils sind die Breccien schichtgebunden, auch im engeren Sinne, teils sind sie sehr unregelmäßig innerhalb der jeweiligen Gesteinsserie verteilt. Die Entstehung der Breccien ist ebenfalls sehr verschiedenartig. Häufig liegen Dissolutionsbreccien (Abb. 4d) vor, daneben aber auch Kollaps- und tektonische Breccien.

Die Blei-Zink-Vererzungen in und entlang von Störungen oder Störungszonen sind in den Nordkarawanken nicht nur in horizontaler Erstreckung weit verbreitet, sondern haben auch eine beträchtliche vertikale Verteilung bzw. Teufenerstreckung innerhalb des 1000 bis 1200 Meter mächtigen Schichtpaketes des „Wettersteinkalk“-Komplexes. Beachtenswert sind insbesondere die Vererzungen des „Unionsystems“, die in bezug auf den 1. Raibler Schiefer eine Teufenerstreckung von über 600 Meter aufweisen.

In bezug auf die Genese bestehen noch immer divergierende Ansichten, nämlich einerseits, daß die Lagerstätten syngenetisch-sedimentär, andererseits, daß sie hydrothermal, durch metasomatische Verdrängungen der Karbonatgesteine entstanden seien. Außer diesen beiden Ansichten gibt es in letzter Zeit verschiedene Karstmodelle, mit welchen man die Entstehung der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten zu erklären versucht (vgl. BECHSTADT, 1977; BERNARD, 1967; LAGNY, 1969 u. a.).

Ein weiteres, sehr wichtiges und noch ungeklärtes Problem bei den kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten ist noch immer die Frage nach der Herkunft der Metalle. Hierbei bestehen vor allem zwei Möglichkeiten. Die lagerstättenbildenden Metalle können entweder durch hydrothermale Zufuhr ins triassische Meer bzw. direkt ins Gestein gelangt sein, oder gehen auf Erosionsprozesse älterer (magmatischer) Gesteine und/oder Lagerstätten zurück.

Von den meisten Lagerstättenforschern wird die erstere Möglichkeit vertreten, wobei man sich auf die rege triassische vulkanische Tätigkeit in den Südalpen bezieht. Diese ist zweifelsfrei durch Porphyrite, Keratophyre und deren Tuffe bzw. Tuffite belegt.

Gegen eine derartige hydrothermale Zufuhr der Lagerstätteninhalte sprechen jedoch wichtige Erkenntnisse:

1. Das Blei in den Lagerstätten ist nach den bisher vorliegenden Isotopen-Bestimmungen älter als das Nebengestein, und zwar zeigt es ein Modellalter von 300–350 Ma (vgl. KÖPPEL & SCHROLL, 1979).
2. Die erzführenden Gesteinsserien stimmen mit der vulkanischen Aktivität zeitlich nicht ganz überein.
3. Die Blei-Zink-Vererzungen stehen immer in einer gewissen Beziehung zu bestimmten lithofaziellen und paläogeographischen Verhältnissen und nicht zu vulkanogenen bzw. vulkanogen beeinflussten Sedimenten.
4. Geochemische Spurenelement-Untersuchungen zeigen, daß zwischen den triassischen Blei-Zink-Lagerstätten und den triassischen Eruptivgesteinen praktisch keine genetische Beziehung („Verwandschaft“) besteht. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß in den triassischen Eruptivgesteinen die meisten chalkophilen Elemente (Ag, As, Bi, Cd, Ge, Tl, Zn) praktisch fehlen, mit Ausnahme von Blei, das fast immer anwesend ist (ŠTRUCL, 1974).

Diese Beobachtungen sprechen für eine „detritäre“ Herkunft der Metalle in den Lagerstätten. Da die Erzmineralisationen meistens an lagunäre Gesteinsabfolgen gebunden sind, dürfte auch der biologischen Aktivität bei der Metallkonzentration vielleicht eine gewisse Rolle zukommen. Dies wird außerdem durch die Ergebnisse der Schwefelisotopen-Untersuchungen unterstrichen, welche eine verhältnismäßig große Streuung der $\delta^{34}\text{S}$ -Werte (von $-1,70\%$ bis $-24,66\%$) und eine bemerkenswerte Anreicherung von $\delta^{32}\text{S}$ in den Sulfiden zeigen (vgl. DROVENIK, u. a. 1978, 1980).

Von den Befürwortern einer epigenetisch-hydrothermalen Anlage der Blei-Zink-Lagerstätten in Karbonatgesteinen werden besonders die diskordanten Vererzungen sowie die „metasomatischen“ Gefüge verschiedener Mineralassoziationen angeführt. Derartige Gefügemerkmale sind in jeder Blei-Zink-Lagerstätte vorhanden, in den meisten überwiegen sie sogar.

Auch in der Lagerstätte Mežica weisen 95% aller Erzanreicherungen derartige Gefügemerkmale auf. Deren Entstehung ist aber durch diagenetische und auch epigenetische Rekristallisations-, Umlagerungs- sowie weitere Umwandlungsprozesse zu erklären.

Vor allem aber ist bei der Betrachtung von Lagerstätten in Karbonatgesteinen zu berücksichtigen, daß die Erzmineralisationen nach ihrer Entstehung, von Anfang an, verschiedenen Umwandlungsprozessen ausgesetzt waren. Gewisse Umbildungsprozesse können sogar rezent in der Grube, bereits in Zeiträumen von Jahrzehnten, beobachtet werden. Dementsprechend kann ermessens werden, welchen Umbildungsprozessen syngenetisch angelegte Erzmineralisationen in Zeiträumen von 100 bis 300 Millionen Jahren ausgesetzt waren.

Die übrigen triassischen Blei-Zink-Vorkommen Sloweniens sind nicht von allzu großer Bedeutung. Sie haben zwar regional eine verhältnismäßig größere Verbrei-

tung, sind aber durch die Tektonik und Erosion größtenteils zerstört bzw. abgetragen worden, so daß nur noch stellenweise kleinere unbedeutende Lagerstätten erhalten geblieben sind.

b) Die Pb-Zn-Lagerstätten in den Dinariden

Erwähnenswert sind hier besonders die bosnischen Lagerstätten Borovica, Veovača und Olovo sowie Brskovo und Šuplja stijena in Montenegro. Zum Unterschied zu den kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten scheint bei diesen Lagerstätten doch ein gewisser genetischer Zusammenhang zwischen Lagerstättenbildung und dem triassischen Geosynklinalvulkanismus zu bestehen.

In der Lagerstätte Borovica treten die Vererzungen in Anis-Schichten auf. Diese bestehen aus Dolomit, Kalk, Kalkbreccien, Siderit und Ankerit, Hämatit, Barytbreccien mit Bleiglanz und Zinkblende, Tonschiefer und Tuffiten. Auf der anisischen Gesteinsabfolge liegt die ladinische Hornstein führende Schiefer-Formation mit Pyroklastiten. Geosynklinale Ergußgesteine (Spilit und Diabas) treten an der Grenze Anis-Ladin auf. Die Erzmineralisationen bestehen aus Baryt, Pyrit, Melnikovitpyrit, Markasit, Bleiglanz, Zinkblende, Tetraedrit und Kupferkies. Pyrit tritt oft in Form von „Himbeer-Pyrit“ auf. A. CISSARZ (1956) verglich den Schwespat mit dem grauen, sedimentären Baryt von Meggen/Lenne.

Ungefähr 11 km SE von Borovica liegt die Lagerstätte Veovača. (Abb. 2c), die zur Zeit für den Abbau vorgerichtet wird. Auch dort treten die Blei-Zink-Sulfide in einer sedimentären Barytbreccie auf. Die unterschiedlich großen Breccienkomponenten bestehen aus Quarzsandsteinen, Dolomit, Kalk, Sericit- und Quarz-Sericit-Schiefer, selten auch aus Kieselschiefer bzw. Lydit. Das Alter der Breccie ist entweder Oberanis oder Unterladin. Damit stimmt altersmäßig die Breccienlage ungefähr überein mit den in dieser Region auftretenden Diabasen und Spiliten. Die Erzkörper sind schicht- und linsenförmig ausgebildet. Deren mineralogische Zusammensetzung ist ähnlich wie in Borovica. Mengenmäßig herrscht Baryt (10–50%) vor, gefolgt von Zinkblende, Bleiglanz, Melnikovitpyrit, Pyrit und Markasit. Stellenweise treten auch Tetraedrit, Antimonit, Kupferkies, Boulangerit, Bournonit und Zinnober auf.

Nach D. VELJKOVIĆ (1973) ist die Lagerstätte in drei Phasen entstanden. Auf die erste, sedimentäre Phase ist die Erzbreccie mit den Sulfiden zurückzuführen. In einer zweiten, der Rekristallisations-Phase, wurden die grobkörnigen Mineralagregate gebildet und einer dritten, der Hydrothermal-Phase, ist die Mineralvergesellschaftung von Quarz mit Antimonit, Boulangerit, Calcit und Realgar zuzuschreiben.

Abb. 4a: Deformation eines Zinkerzrhythmits, welche durch das Einsinken von Bruchstücken in das noch nicht völlig konsolidierte Erzsediment entstanden ist. Topla, Horizont 1143 m; hellgrau – Zinkblende, dunkelgrau bis schwarz – Dolomit.

Abb. 4b: Ähnliche Deformation wie in Abb. 4a. Topla, Horizont 1143 m.

Abb. 4c: Stark gestörter Zinkerzrhythmit aus einer Lagervererzung im Wettersteinkalk. Mežica, Revier Union, 15. Lauf (+370 m).

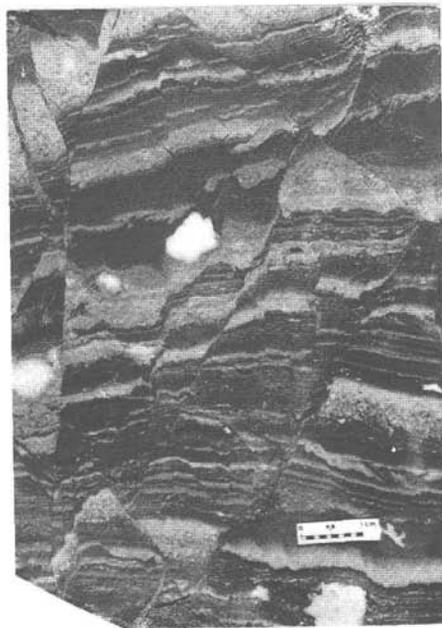
Abb. 4d: Vererzte Dissolutionsbreccie im Wettersteinkalk; dunkelgrau – Bleiglanz und Zinkblende, hellgrau – Kalk, weiß – Calcit. Mežica, Revier Union, 15. Lauf (+370 m).



a



b



c



d

Abb. 4

Zu erwähnen sind hier noch die Vorkommen von Olovo, wo karstartige Klüfte mit Cerussitbreccien ausgefüllt sind.

Anders in ihrer Art als die Lagerstätten innerhalb der Karbonatgesteinsserien sind die mit dem triassischen Porphyrit-Vulkanismus in engstem Zusammenhang stehenden Lagerstätten, die besonders in Montenegro (Črna gora) entwickelt sind. Dort treten eine Reihe von kleineren und größeren Lagerstätten auf, die engste Bindung an Eruptivgesteine (Porphyrite, Keratophyre, Quarzkeratophyre) aufweisen. Als bedeutendste Lagerstätten sind Brskovo, Žuta Prla und Šuplja stijena anzuführen.

Im Blei-Zink-Vorkommen von Brskovo findet sich eine Serie von Porphyriten und Keratophyren, die von schiefrigen triassischen Sedimenten unterbrochen wird. In den sericitisierten Eruptivgesteinen treten Erzimprägnationen unterschiedlicher Art und Intensität auf, die stellenweise auch in die Sedimentgesteine übergreifen. Neben den angeführten Eruptivgesteinen besteht die vulkanogen-sedimentäre Serie noch aus Lavabreccien, Tuffen und Tuffiten, Dolomiten und dolomitschen Kalken. Hauptgemengteile der Erzkörper sind Pyrit und Zinkblende. Bleiglanz tritt nur in untergeordneter Menge auf. Die Derberze enthalten vorherrschend Pyrit und sind gelegentlich makroskopisch vom Banderz des Rammelsberges/Goslar kaum zu unterscheiden. Gerade wegen dieser Ähnlichkeit in der Ausbildung und besonders auch in Anbetracht der Verbreitung von „Himbeer-Pyrit“ wurde von A. CISSARZ (1956) gefolgert, daß es sich in Brskovo analog zum Rammelsberg/Goslar um vulkanogen submarin-sedimentäre Ablagerungen handle. Er änderte jedoch seine Auffassung nach späteren gemeinsamen Begehungen mit S. JANKOVIĆ.

In der Lagerstätte Žuta Prla sind die Erzmineralisationen ausschließlich an Eruptivgesteine gebunden, und zwar in Form von unregelmäßigen Imprägnations-Konzentrationen, die in mächtige Derberzkörper mit vorherrschend Pyrit und untergeordneten Mengen von Zinkblende übergehen.

An Eruptivgesteine gebunden ist auch die Lagerstätte Šuplja stijena. Es handelt sich dort um gang- und linsenförmige, vorherrschend Zinkblende führende Erzkörper innerhalb der Keratophyre. Die Mächtigkeit der Gänge schwankt zwischen wenigen Zentimetern und einigen Metern. Außer Zinkblende treten als weitere Erze Pyrit und Bleiglanz auf.

Die triassischen Blei-Zink-Vererzungen in Črna gora (Montenegro) weisen also einerseits typisch „marin-sedimentäre“, andererseits aber auch charakteristische „hydrothermale“ Bildungsmerkmale auf. Dementsprechend schwierig ist die genetische Deutung dieser Lagerstätten. Durch die Metamorphose wurden die Erzkörper so überprägt, daß gesicherte Aussagen über die primären Bildungen kaum mehr zu machen sind. Höchstwahrscheinlich ist es in diesen Lagerstätten außerdem auch zu Umlagerungen und sekundären Erzanreicherungen gekommen.

c) Die Pb-Zn-Lagerstätten Westserbiens

Ähnliche, wenn nicht noch kompliziertere Verhältnisse als in den Dinariden finden sich in den triassischen Blei-Zink-Lagerstätten Westserbiens, im Podrinje-Gebiet. Dieses gehört bereits zur Serbisch-Mazedonischen Erzprovinz. Außer

Blei-Zink-Vorkommen finden sich dort eine Reihe von Antimon-Lagerstätten, die aber vorwiegend in paläozoischen Schichten auftreten. Die erzführenden triassischen Gesteinsserien liegen diskordant auf dem paläozoischen Untergrund und bestehen teils aus klastischen Gesteinen (Quarzite und Konglomerate), teils aus Karbonatabfolgen. Ähnlich wie in den Dinariden ist auch in Westserbien die Diabas-Hornstein-Formation vertreten. Sie besteht dort aus Diabasen, Porphyriten und damit verbundenen Tuffen. Insoweit finden sich durchaus ähnliche Verhältnisse wie in den Lagerstättenbezirken der Dinariden. Zusätzlich ist jedoch in Westserbien das gesamte Schichtpaket von jüngeren Granodioriten, Andesiten, Dazititen und Quarzlatiten durchbrochen bzw. durchsetzt. Daraus wird verständlich, daß nicht mit Sicherheit angegeben werden kann, welche magmatischen Aktivitäten als (eigentliche) Erzbringer anzusehen sind. Von den meisten Autoren (vgl. z. B. S. JANKOVIĆ, 1964, 1967, 1974; D. BILIBAJKIĆ & R. TOMIĆ, 1973; D. SIMIĆ & V. VANDJEL, 1973) werden die meisten Vererzungen auf den jüngeren Granodiorit bzw. seine dazitische oder quarzlatitische Gefolgschaft zurückgeführt, da sich diese Auffassung insgesamt besser in das Konzept der Serbisch-Mazedonischen Erzprovinz fügt. Danach wird das Granodioritmassiv von Boranja in das Zentrum gestellt. Rund um dieses Massiv finden sich nämlich in der metamorphen Kontaktzone kleinere Lagerstätten von Magnetit-, Molybdänglanz- und anderen Erzen, in einiger Entfernung dann Blei- und Zinkerze sowie noch weiter außen dann Antimon-, Fluorit- und Zinnober-Lagerstätten. Insgesamt liegt dort augenscheinlich eine ideale zonare Verteilung von Lagerstättentypen vor, z. T. ähnlich den früheren metallogenetischen Darstellungen über die Anordnung der ostalpinen Lagerstätten. Eine Ähnlichkeit besteht auch insofern, als die genannten Lagerstättentypen in gänzlich unterschiedlichen Gesteinsserien auftreten, sowohl in bezug auf deren Alter, als auch deren Zusammensetzung. Wie in den Ostalpen sprechen auch in Westserbien mehrere Erkenntnisse gegen das allgemein angewandte genetische Konzept. Die wichtigsten Lagerstätten dieses Gebietes sind Veliki Majdan, Bobija und Tisovik.

Veliki Majdan liegt im SE-Randgebiet des Boranja-Granodioritmassives. Es sind bisher vier vererzte triassische Gesteinsserien bekannt, die in den liegenden Anteilen in der Regel aus verschiedenartigem klastischem Material, im Hangenden aus erzführenden Karbonatgesteinen bestehen. Die Erzkörper werden entweder aus massivem Derberz gebildet, oder treten in Form von Gängen und Imprägnationen auf. Die Derberze sind vorwiegend an Kalke, die Imprägnationserze dagegen an den Quarzlatit-Kontakt gebunden. Nach mikroskopischen Untersuchungen von S. RAKIĆ (1958) können in der Lagerstätte die typischen Ausbildungen hydrothermalen Abfolgen beobachtet werden. Darüber hinaus sind sogar Mineralparagenesen vorhanden, die pneumatolytischen Bildungen zugeschrieben werden.

Für die Ausbildung der Lagerstätte (Mineralbestand, Verteilung der Erze etc.) war der Granodiorit sicher von Wichtigkeit; ob er allerdings als Erzbringer anzusehen ist, müßte doch noch geklärt werden.

In diesem Zusammenhang sei auch darauf verwiesen, daß sich in derselben Gesteinsserie in dieser Region die triassische Baryt-Cerussit-Lagerstätte Bo-

bija findet, die höchstwahrscheinlich als syngenetisch-sedimentäre Bildung angesehen werden kann.

Auffallend ist dort die verhältnismäßig strenge Schichtgebundenheit der Erze, besonders wenn man die äußerst komplizierte Tektonik und die zahlreichen Eruptivgesteins-Durchbrüche in Betracht zieht. Nach A. NIKOLIĆ und M. MARJANOVIĆ (1973) finden sich in der Lagerstätte auch feinschichtige Erze, deren Entstehung man noch sehr verschieden zu deuten versucht, einerseits durch selektive- bzw. Abbildungsmetasomatose, andererseits durch Sedimentation.

Die Lagerstätte von Bobija liegt vom Granodiorit des Boranjamassivs etwas weiter entfernt und zeigt praktisch keine metamorphen Umwandlungen bzw. Überprägungen. Das Erzlager liegt zum Teil sogar noch subhorizontal, ist jedoch durch intensive Bruchtektonik in mehrere Schollen zerlegt worden. Als Hauptminerale treten Schwerspat, Quarz und Cerussit auf, außerdem finden sich Sulfide wie Pyrit, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Tetraedrit etc. . . .

Berücksichtigt man außerdem noch die weiter im SE gelegene triassische Lagerstätte Tisovik, welche ähnlich wie Bobija, nicht mehr von der Metamorphose überprägt wurde, so spricht bei einem Vergleich der Lagerstätten vieles dafür, daß auch die Lagerstätte Veliki Majdan bereits in der Trias angelegt wurde und später vom Granodiorit und seinen effusiven Äquivalenten derart metamorphosiert bzw. umgewandelt und umgelagert wurde. Dabei wurden die primären Bildungen bzw. Strukturen praktisch völlig verwischt.

Im Zusammenhang mit den serbischen Pb-Zn-Lagerstätten sei noch kurz auf die Lagerstätte Trepča (Abb. 2b) eingegangen. Diese gilt allgemein, wie der reichhaltigen Fachliteratur zu entnehmen ist (vgl. z. B. A. CISSARZ, 1956; C. B. FORGAN, 1937, 1948; S. JANKOVIĆ, 1967; F. SCHUMACHER, 1950 u. a.), als typische subvulkanische Lagerstätte, die genetisch in Zusammenhang mit Andesit und Dazit bzw. Quarzlatit gesehen wird.

Diese genetische Einstufung scheint einer näheren Überprüfung nicht mehr standzuhalten. In diesem Zusammenhang sei auf die neuen Untersuchungsergebnisse im Kopaonik-Massiv und dessen Ausläufer durch M. KANDIĆ, D. SIMIĆ, I. MIĆIĆ und M. KLISIĆ (1973) hingewiesen, die sich sehr eingehend mit den dortigen stratigraphischen, lithologischen, vulkanischen und tektonischen Verhältnissen auseinandersetzen.

Für unsere Erörterungen besonders wichtig ist die neue stratigraphische Einstufung der erzführenden Schichten. Da diese stark metamorph überprägt sind, wurden sie bisher als paläozoisch angesehen. Durch Fossilfunde konnte jedoch belegt werden, daß der obere Teil der erzführenden Gesteinsserie von Stari trg (starotrška serija) ein karnisch-norisches Alter aufweist. Dementsprechend wird auch der untere Teil dieser Serie der Trias zugeordnet.

Nicht weniger interessant ist die Feststellung, daß die Pb-Zn-Vererzungen genetisch nicht mit den beiden Phasen des tertiären Vulkanismus (Andesit-Dazit und Quarzlatit-Latit) in Zusammenhang stehen, sondern mit der Intrusion des tertiären Granodiorites genetisch verknüpft sind und dementsprechend den „plutonischen Lagerstätten“ zuzuordnen sind.

Daraus folgert nicht nur ein neuer wichtiger Gesichtspunkt über die Genese dieser Lagerstätten, sondern auch über die Rolle und Auswirkungen der verschie-

denen magmatischen Aktivitäten bzw. Abfolgen auf die Gesteinsserien und deren Erzinhalt in dieser bergwirtschaftlich überaus wichtigen Erzregion.

4. Schlußbemerkungen

Eine kurze Betrachtung der wichtigsten bzw. markantesten schichtgebundenen triassischen Lagerstätten Jugoslawiens zeigt bereits sofort deren große genetische Vielfalt bzw. Verschiedenartigkeit auf. Einerseits liegen die ostalpinen Lagerstätten vor, die keine Beziehungen zu magmatischen Vorgängen erkennen lassen. Andererseits gibt es Lagerstätten, z. B. in den Dinariden (Borovica, Veovača, Brskovo etc.), die gewisse genetische Verbindungen zu Magmatiten aufweisen. Noch komplizierter werden die Verhältnisse in jenen Bereichen, in denen jüngere Magmatite auftreten (z. B. Veliki Majdan) und wo die primären Lagerstättenbildungen durch eine spätere Metamorphose (und/oder Umlagerung und Neuverteilung) anscheinend völlig verwischt bzw. überprägt wurden.

Ein Überblick über die Lagerstätten läßt außerdem erkennen, daß einer Einteilung bzw. Systematik in „Erzprovinzen“ kaum ein theoretischer oder gar praktischer Wert zukommt. Eine derartige, rein schematisierende Einteilung kann sogar zu falschen Schlüssen verleiten, besonders auch in bezug auf die altersmäßige Einstufung durchaus vergleichbarer (schichtgebundener) Lagerstätten.

Danksagung

Die Anregung für die Veröffentlichung dieser Arbeit stammt von Herrn Prof. Dr. W. TUFAR (Marburg/Lahn), welchem ich hiermit für seine Hilfe bei der deutschen Bearbeitung und für seine Bemerkungen auf diesem Wege herzlich danken möchte.

Literatur

- BECHSTADT, T.: Lead-Zinc Ores Dependent on Cyclic Sedimentation (Wetterstein-Limestone of Bleiberg-Kreuth, Carinthia, Austria). *Mineralium Deposita*, 10, 234–248, Berlin 1975.
- BERNARD, A. J.: Metallogenic processes of intrakarstic sedimentation. – Ores in sediments (G. C. Amstutz and A. J. Bernard, ed.), *Inter. Union Geol. Sc., Ser. A. No. 3*, 43–47, Berlin etc. (Springer) 1973.
- BIBIBAJKIĆ, D. und TOMIĆ, R.: Metalogenetske karakteristike Pb-Zn mineralizacije u podrinjskom regionu. – I. jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, *Zbornik radova* 2, 1–14, Kosovska Mitrovica 1973.
- BOGOJEVSKI, K.: Geologijata na olovo-cinkovoto ležište „Sase“. – *Bull. Inst. géol. Rep. Macédonienne*, 9, 145–169, Skopje 1962.
- Metalogenija vrzana za terciarniot magmatizam vo oblata Osogovo-Besna Kobila. – Referati VI. savetovanja u Ohridu, 3, 81–97, Skopje 1967.
- BOGOJEVSKI, K., STOJANOV, R.: Olovo-cinkani ležišta i pojavi vo SR Makedonija. – I. jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, *Zbornik radova* 2, 1–34, Kosovska Mitrovica 1973.
- CISSARZ, A.: Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslawien in ihren Beziehungen zu Vulkanismus und Geotektonik. – *Mém. serv. géol. R. P. Serbie*, 6, 1–152, Beograd 1956.
- DROVENIK, M., LESKOVŠEK, H., PEZDIČ, J. & ŠTRUCL, I.: Sulfur-Isotope Composition in Sulfides of some Yugoslav Ore Deposits. – *Mining and Metallurgy Quarterly*, 2–3, 5–24, Ljubljana 1971.
- Sulfur isotope composition in the lead-zinc ore deposits of the Northern Karavankes. – *Mining and Metallurgy Quarterly*, 27, 2–3 (1st part), 4 (2nd part), 413–437, Ljubljana 1980.
- JANKOVIĆ, S.: Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije. – *Prosveta-Požarevac*, Beograd 1967.
- Metalogenetske provincije Jugoslavije u prostoru i vremenu. – *Rudarsko-geol. fak. univ. Beogradu*, 31–52, Beograd 1974.

- JANKOVIĆ, N. & JANKOVIĆ, T.: Rezultati dosadašnjih geoloških istraživanja u rudniku olova i cinka „Koporić“. – I. jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, zbornik radova 1, 1–10, Kosovska Mitrovica 1973.
- KANDIĆ, M., SIMIĆ, D., MIČIĆ, I., KLISIĆ, M.: Zakonomernost razmeštaja olovo-cinkovih orudnjenja i metalogenetska reonizacija u rudnom polju Trepča. – I. jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, zbornik radova 2, 1–27, Kosovska Mitrovica 1973.
- KÖPPEL, V. & SCHROLL, E.: Blei-Isotopenzusammensetzung von Bleierzten aus dem Mesozoikum der Ostalpen. – Verh. geol. B.-A., 1978, 403–409, Wien 1979.
- LAGNY, Ph.: Minéralisation plombo-zincifère triasique dans un paléokarst (gisement de Salafossa, province de Belluno, Italie). – Compt. Rend. Acad. Sci., ser. D., 268, 1178–1181, Paris 1969.
- Emersions mediotriasiques et minéralisations dans la région de Sappada (Alpes orientales Italiennes): le gisement de Salafossa, un remplissage paléokarstique plombozincifère. – Thèse Univ. de Nancy I, 366 S., Nancy 1974.
- NIKOLIĆ, A. & MARJANOVIĆ, M.: Ležište olova, cinka i barita „Bobija“ – Zapadna Srbija. – I. Jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, zbornik radova 2, 1–17, Kosovska Mitrovica 1973.
- RAMOVIĆ, M.: Borovica-Vareš, sedimentna ležišta cinka, olova, barita i pirita. – Geološki glasnik, 1955, 5–30, Sarajevo 1955.
- Principles of Metallogeny. – 271 S., Sarajevo (Geogr. Inst. nat. Sci. Fac. Univ. Sarajevo) 1968.
- RAKIĆ, Š.: Prilog poznavanju mineralnih parageneza Pb-Zn-Sb rudišta Veliki Majdan-Selenac (Zapadna Srbija). – Vesnik Zavoda geol. geof. istraž. SR Srbije, 16, 233–243, Beograd 1958.
- SCHUMACHER, F.: Die Lagerstätte Trepča und ihre Umgebung (Ležište Trepča i njegova okolina), 58 S., Beograd 1950.
- SIMIĆ, D. & VANDJEL, V.: Metodologija olova i cinka Srbije, opšte karakteristike i reonizacija. – I. jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, Zbornik radova 2, 1–35, Kosovska Mitrovica 1973.
- SIMIĆ, D. & JOVIĆ, B.: Geološke karakteristike rudnog ležišta olova i cinka Blagodat. – I. jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, Zbornik radova 2, 16, Kosovska Mitrovica 1973.
- ŠTRUEL, I.: On the Geology of the Eastern Part of the Northern Karawankes with Special Regard to the Triassic Lead-Zinc-Deposits. Sedimentology of parts of Central Europe, Guide book, VIII. Int. Sediment. Congress. 285–301, Heidelberg 1971.
- Die Entstehungsbedingungen der Karbonatgesteine und Blei-Zink-Vererzungen in den Anisschichten von Topla. – Geologija-Razprave in poročila, 17, 299–397, Ljubljana 1974.
- VELJKOVIĆ, D.: Rezultati istraživanja rudnih pojava olova i cinka na lokalnosti Veovača kod Vareša u kompleksu trijaskih sedimenata Borovica-Vareš-Čevljanovići-Ozren. – I. jugoslovensko savetovanje o olovo-cinkovoj mineralizaciji u SFRJ, zbornik radova 2, 1–19, Kosovska Mitrovica 1973.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 27. März 1981