

Verh. Geol. B-A.	Jahrgang 1978	Heft 3	S. 471-478	Wien, Dezember 1979
Proceed. 3 rd ISMIDA (Leoben, Oct. 7-10, 1977)			S. 297-304	Wien, Dezember 1979

Metallogenese in den österreichischen Ostalpen

Von OSKAR SCHULZ*

Schlüsselwörter

Ostalpen
Metallogenese
Geochemie
Pb-Zn-Lagerstätten
Schichtgebundene Erzlagerstätten
Zeitgebundene Erzlagerstätten

Auf das komplexe Geschehen der Lagerstättenbildung im Ostalpenraum machte schon F. HEGEMANN 1948 vom Standpunkt der Geochemie und auf Grund von Gefügebeobachtungen aufmerksam und bezeichnete einige hundert Lagerstätten als extrusiv-sedimentäre Bildungen. Er stand damit im Widerspruch zu den herkömmlichen Ansichten. Auch R. SCHWINNER (1949) sprach sich gegen einen unitarischen Vererzungszyklus in den Ostalpen aus.

Wesentliche Impulse für die neue mineralgenetische Forschung an unseren Lagerstätten aber gingen vor zwei Jahrzehnten von den Gefügestudien an kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten aus und es sei hier an die Arbeiten der deutschen Kollegen SCHNEIDER (1953, 1954) und TAUPITZ (1953, 1954 a, b) erinnert, die mit einer umwälzenden Erklärung nichtmetamorpher sedimentärer Erzgefüge eine geradezu weltweite Diskussion um schicht- und zeitgebundene Lagerstätten auslösten. Wir sind heute in der Lage, die bisherigen Ergebnisse in ein zeitliches und genetisches Schema zu bringen. Im folgenden soll jedoch nur vom österreichischen Anteil der Ostalpen berichtet werden.

Man sollte meinen, daß die erdgeschichtlich jüngsten Ereignisse am besten identifizierbar seien. Das stimmt aber nur, soweit es sich um nichtmetamorphe Gesteinszonen handelt, wie etwa die Oberkreide - Sedimente der Nördlichen Kalkalpen mit den Bauxit-Lagerstätten (A. W. RUTTNER 1973), doch gerät man schon in gewisse Verlegenheit bei der Erklärung der genetisch sehr umstrittenen Antimon-Lagerstätte Schläining im Burgenland, in dem schwach metamorphen Rechnitzer Schiefergebirge am Alpenostrand.

Das s-diskordante Erzpaltensystem mit kleinen Lagergängen ist offenbar an Kalkschiefer der Kreidezeit gebunden (H. P. SCHÖNLAUB 1973) und man kann Zusammenhänge mit überlagernden Grünschiefern sehen. Die Antimonitvererzung scheint demnach am besten als submarin, magmatischhydrothermal erklärbar zu sein (A. MAUCHER und R. HÖLL 1968). Nicht so klar ist allerdings die zeitliche Anlage des Gangspaltensystems und seine unmittelbare oder mittelbare Funktion im Rahmen der Metallaufnahme (W. LUKAS 1970).

Kürzlich überraschte uns eine Meldung von V. KOPPEL, wonach auf Grund einer Altersbestimmung am Uranerz des Mitterberger Hauptganges in der Kupfer-Lagerstätte Mühlbach mit einer kretazischen Mineralisation zu rechnen sei (W. E. PETRASCHECK, E. ERKAN u. W. SIEGL 1977). Daraus kann die Mobilisation eines älteren, präexistenten Metallgehaltes im Sinne von W. E. PETRASCHECK (1970) und W. SIEGL (1972) abgeleitet werden; Und darüber-

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. O. Schulz, Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck, Abt. Geochemie u. Lagerstättenlehre, Universitätsstr. 4, A-6020 Innsbruck.

hinaus bietet diese Feststellung allgemein einen Beweis für mögliche Metallumlagerungen – für hydatogene Redepositionen – im Rahmen metamorpher Mobilisationen, die ja oft als Erklärung gewählt, aber selten glaubhaft bewiesen werden können.

In der Jurazeit entstand eine Reihe von kleinen, typisch schichtigen Mangan-Lagerstätten in den Nordtiroler und Salzburger Kalkalpen mit überwiegend Ca-Rhodochrosit. Bezeichnenderweise enthalten auch metamorphe Jurasedimente der Matreier Zone in Osttirol (Lucknerhaus) schichtförmige Mangananreicherungen, dort mit vorwiegend Braunit und Manganomelan. In jedem Fall ergänzen Eisenminerale die Manganparagenese, deren Anreicherung sehr wahrscheinlich durch submarinhydrothermale Metallzufuhr entstand.

Im Jura entstanden auch noch viele Pyrit-Kupferkies-Imprägnationen, die an basische Metavulkanite (an Grünschiefer), vereinzelt auch an Serpentine gebunden sind. Man kann sie in der Oberen Schieferhülle bzw. Matreier Zone vom Pfitschertal bei Sterzing in Südtirol über das Ahrntal in das Virgental Osttirols und weiter in das Kalsertal und Mölltal bei Heiligenblut verfolgen (O. SCHULZ 1977). Entsprechende Vorkommen gibt es auch nördlich der Hohen Tauern (R. HÜLL und A. MAUCHER 1976).

Die Trias ist mit ihren überaus zahlreichen Blei-Zink-Lagerstätten in den Nördlichen Kalkalpen, Gailtaler Alpen, Julischen Alpen und Karawanken für die teilhabenden Staaten wirtschaftlich, aber auch wissenschaftlich gesehen der wichtigste Zeitabschnitt des Mesozoikums. Die fast nur auf den Muschelkalk, oberen Wettersteinkalk und die Raibler Schichten beschränkten Erzausscheidungen im sedimentären Milieu bilden das Eldorado für petrologisch interessierte Lagerstättenforscher. Diese äußerst vielfältigen nichtmetamorphen Gefüge erlauben in hervorragender Weise das Studium sedimentärer Erzanlagerung, angefangen vom ersten Auftritt der Erzminerale in den Peliten und Gefen der Sedimentbauzonen, über die vielgestaltigen diagenetischen Kristallisationen und Verformungen bis zu den jüngsten postkristallinen tektonischen Deformationen (O. SCHULZ 1955, 1960a, b, 1967, 1968, 1976).

Es ist bezeichnend und bedauerlich für unsere Wissenschaft, daß wir uns trotz dieser günstigen Voraussetzungen bis jetzt noch keine allgemein akzeptierte Erklärung für die Genese dieser Blei-Zink-Lagerstätten zurechtlegen konnten. Da sehen manche Forscher die – wenn auch seltenen – extern-sedimentären Strukturen nicht, die das gemeinsame, das gleichzeitige Auftreten der Erzminerale mit dem jeweiligen Karbonatpelit in mehreren zeitlichen Abfolgen beweisen. Auch differieren die Ansichten über die s-konkordanten und -diskordanten Internegefüge, welche sicher auch Verdrängungsvorgänge in den Karbonatgesteinen beweisen.

V. KÖPPEL lieferte uns die Erkenntnis, daß es sich auf Grund von Pb-Isotopenverhältnissen um Krustenblei handeln müsse, und zwar um altes Krustenmaterial, in dem sich das Blei entwickelt hat (E. SCHROLL und V. KÖPPEL 1977). Es bieten sich auch, zeitlich zum Teil vorangegangene magmatische und vulkanische Großereignisse an, die man wenigstens mittelbar im Zusammenhang mit einer Mobilisation von Elementen (wie Zn, Pb, Fe, Cu, Ba, F und Si) in der Kruste sehen könnte, so daß meines Erachtens für die Anreicherung so gewaltiger Metallmengen in erster Linie eine extrusive Stoffzufuhr in Frage kommt.

Das gilt auch für die ebenfalls in die mittlere Trias fallenden Quecksilber-Lagerstätten vom Typ der Großlagerstätte Idrija (I. MLAKAR und M. DROVENIK 1971), aber man kennt in Österreich ja nur bescheidene Vorkommen (Vellacher Kotschna).

In die Trias werden schließlich auch noch einige Siderit-Vorkommen gestellt (Froschitzgraben/Semmering, Innerkrems, Teltschen), es gibt auch untertriadische saline Magnesite (Kaswassergraben bei Großreifling) und die zu Limonit verwitterten Eisenkarbonate der Skyth-Anis-Grenze bei Bischofshofen – Werfen.

Die bisher genannten, fast nur schichtgebundenen Lagerstätten sind in den verschiedenen geotektonischen Entwicklungsstadien der Tethys-Geosynklinalräume entstanden. Sie schei-

nen großteils mit submarin-vulkanischen oder intrusiv-magmatischen Ereignissen, zum Teil auch nur entfernt, zusammenzuhängen.

Nach der bisherigen Übersicht fällt auf, daß sehr viele, auf dem österreichischen Gebiet der Ostalpen liegenden Lagerstätten noch fehlen. Sie sind also noch älter, sie sind paläozoisch (O. SCHULZ 1974, R. HÖLL und A. MAUCHER 1976):

Eine genetisch weitgehend klare Position nehmen die permischen Uran-Vorkommen ein. Die zum Typ der Sandsteinerze gehörigen zahlreichen weit verstreuten Anreicherungen mit der Paragenese Uranpecherz-Pyrit, zum Teil auch mit Kupfersulfiden, sind im Permsandstein („Buntsandstein“) von Leogang über Fieberbrunn (O. SCHULZ und W. LUKAS 1970, O. SCHULZ 1971b), St. Johann, Wörgl bis Kundl zu finden; auch im Arlberggebiet (Ober-Gand) und in Kärnten (z. B. Eisenkappel und Gailtal, W. E. PETRASCHECK 1975). In schwach metamorphen Sericitquarziten liegen unsere schon in Aufschließung stehenden Uranlagerstätten Forstau bei Radstadt und Tweng-Mauterndorf (E. ERKAN 1977).

Etwas älter dagegen ist das Uranvorkommen in den eisenreichen violetten Phylliten von Mühlbach/Hochkönig, nämlich Oberkarbon (HOLZER 1977). Es sei aber noch an die permischen Sulfidimprägnationen im Arlberggebiet (S. E. TISCHLER 1977) und Montafon erinnert. Bei fast allen diesen permischen Vererzungen handelt es sich um frühdiagenetische Metallausscheidungen im Flachwassermilieu. Die Metalle wurden durch Verwitterungslösungen vom variszischen Grundgebirge zugeführt. Nur bei den Montafoner Vorkommen kennt man neuerdings, durch die Innsbrucker Forschergruppe MOSTLER (H. ANGERER et al. 1976) auch direkte Zusammenhänge mit permischen Vulkaniten.

Schließlich sind auch noch schichtgebundene Magnetit-Hämatit-Lager im Stubai (W. HAMMER 1928, W. TISCHLER 1977) und Siderite im Gebiet der Rax (W. BAUMGARTNER 1976) und der Hohen Veitsch (A. HORTEL 1977) bekannt.

Nun aber noch weiter zurück in die Erdgeschichte, in die variszische Ära: Mineralogisch auffällige, wirtschaftlich sehr bedeutende und genetisch doch noch umstrittene Lagerstätten bilden die Spatmagnesite. Sie treten teils im Unter-Karbon auf (z. B. Veitsch, Oberdorf/Laming, Hohentauern/Trieben), teils an der Grenze Silur-Devon (wie Tux/Lanersbach, Hochfilzen, Inschlagalpe/Leogang, möglicherweise auch Breitenau und die mesozonal-metamorphe Lagerstätte Radenthein). Die Magnesitgenese wird heute vorwiegend als synsedimentär i. w. S. angesehen, also eingeschlossen paradiagenetische Kristallisationen und Verdrängungen. Metamorphe Prozesse haben diese schon sekundären Gefüge noch weiter modifiziert (R. HÖLL und A. MAUCHER 1967, W. SIEGL 1969, W. SIEGL und K. O. FELSER 1973, O. SCHULZ 1974, F. VAVTAR 1976, K. O. FELSER 1977). Echte Sedimentärgefüge sind eine große Seltenheit und wurden durch VAVTAR (1976) in der Lagerstätte Bürglkopf/Hochfilzen entdeckt (F. VAVTAR und O. SCHULZ 1978). Dort wurden nämlich relikte Feinschichten von Sericit mit Hämatit und einem ursprünglich wasserhaltigen Magnesiumkarbonat gefunden. Diese Abfolge wurde offensichtlich frühdiagenetisch, subaquatisch verformt; danach trat eine Sammelkristallisation des Magnesits ein.

Die schichtgebundenen Magnesitanreicherungen sind nach neueren Auffassungen von W. SIEGL (1969) und K. O. FELSER (1977) in einem O₂-freien, aber CO₂-reichen, reduzierenden Flachwassermilieu einer lagunären Fazies, zum Teil mit erhöhter Salinität, entstanden. Der Mg-Gehalt dürfte auf hydratische Verwitterung Mg-reicher Minerale, auf starke kontinentale Zufuhren und gegebenenfalls auch auf magmatisch-hydrothermal verursachte Mg-Transporte zurückzuführen sein.

Ein wirtschaftlich nicht zu unterschätzendes Neuergebnis kann über die Fahlerz-Baryt-Lagerstätten Schwaz-Brixlegg angekündigt werden. Nach meinen Ergebnissen über devonische, zum Teil schichtförmige Erze im Großkogel/Brixlegg (O. SCHULZ 1972b) konnte jetzt mein Mitarbeiter P. GSTREIN im gesamten Bergbauggebiet bis Schwaz Beweise für devonisch-schichtgebundene und auch kilometerweit ausgedehnte schichtige Fahlerz-

reicherungen finden. Die Erzkörpertypen sind allerdings sehr verschieden, unter anderem gibt es offenbar auch echt hydrothermale, bis 300 m tiefe vererzte Zufuhrwege, auch vererzte Breccien, andererseits variszische und alpidische Erzmobilisationen, aber nur ganz lokal. Als Ursache für die hydrothermale Metallförderung könnte man tektonische Aktivitäten im devonischen Geosynklinalraum vermuten. Schichtgebundene Cu-Anreicherungen gibt es auch im Devon der Kitzbüheler Alpen (F. VAVTAR 1977).

Auch über die Entstehung des als größte „metasomatische Eisenlagerstätte“ bezeichneten Steirischen Erzberges ist man heute, wie noch von F. THALMANN (1977) berichtet wird, wieder besser informiert: Es ergeben sich immer mehr Anhaltspunkte, die auf alle Fälle eine paläozoische, vielleicht devonische Fe-Anreicherung vermuten lassen. Die Schwierigkeiten bei der Deutung bestehen in der Neigung der Fe-Karbonate zur Sammelkristallisation und Ausbildung riesenkörniger Gefüge bei diagenetischen und metamorphen Prozessen, wie man das auch vom Mg-Karbonat kennt; schon gar nicht zu erwarten sind daher echte sedimentäre Gefügerelikte.

Das für den Siderit des Steirischen Erzberges Gesagte gilt erst recht für die komplexe Genese der Sideritlagerstätte Hüttenberg. Die Lagererzkörper sind stoffkonkordant in einem Marmorzug, innerhalb einer mesozonal-metamorphen Glimmerschieferserie eingeschaltet. In diesem metamorphen Verband sind sicher keine Primärstrukturen mehr zu finden und die heutigen Sideritmarmore sind großteils prädeformative Kristallite, aber oft mit selektiver Nachbildung alter Sedimentstrukturen. Mit H. FUCHS halte ich es für wahrscheinlich, daß ein paläozoischer Fe-Anreicherungsprozeß für die heute metamorphe Lagerstätte ausschlaggebend war.

Nun bleibt noch der eigentliche altpaläozoische Zeitabschnitt und es überrascht, daß viele der im Ordovizium und Silur datierbaren Metallanreicherungen als Paradebeispiele für metamorphe Erzlagerstätten im Alpenraum gelten: es geht um die Metalle Fe, Mn, Cu, Pb-Zn, W-Sb-Hg, As und Au.

Die hervorragende Aussagekraft beruht zum Beispiel auf flächig weiter ausgedehnten, meist stoffkonkordant in stratigraphisch definierten Abfolgen enthaltenen Erzkonzentrationen und sie beruht auf, im Erzkörper und Begleitgestein gemeinsamen, analogen metamorphen Kristallisationen und Deformationen.

Da sind einmal die altpaläozoischen, wahrscheinlich silurischen Kupferkies-Pyrit-Lager im Südevier der Kupferlagerstätte Mitterberg/Mühlbach (L. WEBER et al. 1972), da sind die Antimonit-Vorkommen im Südtail der Kreuzeckgruppe Osttirols (z. B. Rabant) und Kärntens (L. LAHUSEN 1972), die Zinnober-Lagerstätte Stockenboi östlich des Weißensees (L. LAHUSEN 1969, O. SCHULZ 1969) und da sind jene auch wirtschaftlich für Österreich kürzlich nutzbar gemachten Wolframerze: nämlich die Scheelit-Lagerstätte des Felbertales südlich Mittersill und ihre vielen, meist von R. HÖLL (1971, 1975) entdeckten Fortsetzungen im Verbands von Hornblendefelsen und Amphiboliten in den Hohen Tauern und auch im Thurntaler Quarzphyllit bei Villgraten. Der Fund der Wolframlagerstätte Felbertal bleibt weiterhin eines der Musterbeispiele für den Erfolg geowissenschaftlicher Forschung für die Rohstoffwirtschaft; und auch für die Bestätigung einer Hypothese, die die Münchner Schule A. MAUCHER (1965) mit der Erkenntnis einer Sb-W-Hg-Formation gegeben hat. Die zielführenden Studien gingen von der Scheelit-Magnesit-Lagerstätte Tux aus (R. HÖLL und A. MAUCHER 1967, H. WENGER 1964).

Es bleiben noch zu erwähnen: silurische Mangan-Vorkommen im Raume Veitsch (Friedelskogel, Kaskogel, J. G. HADITSCH 1968, O. M. FRIEDRICH 1968), die vielen Pyrit-Kupferkies-Siderit-Lagerstätten der Nördlichen Grauwackenzone, am besten untersucht sind die ordovizischen Phyllite im Raume Kitzbühel, wie z. B. Kelchalpe, Kupferplatte, Sinnwel-Schattberg, Röhrerbühel, Göbra, (O. SCHULZ 1971 a, 1972 a) die alle im Zusammenhang mit vulkano-sedimentären Ereignissen stehen.

Als analoge Vorkommen dieser Kies-Kupfer-Formation (O. SCHULZ 1974) erweisen sich zahlreiche Lagerstätten in metamorphen Serien Osttirols, Kärntens, der Steiermark und Niederösterreichs, wie zum Teil von W. TUFAR 1968 a, b, 1969, 1972 a, b, 1974.

Beispiele für Erzphyllite der Blei-Zink-Paragenese liefern die metamorphen Sedimente um Peggau/Steiermark (W. TUFAR, 1972 c, W. SIEGL 1974, die Quarzphyllitzone der Tuxer Voralpen führt viele Sideritlager, z. T. mit Cu- und Co-Erzen (H. WENGER 1973, 1974, 1977 a, 1977 b, O. SCHULZ 1977 b), nicht zu vergessen die goldhaltigen Pyrit-Quarzlager bei Zell am Ziller und die Sulfiderze mit Gold vom Typ Schellgaden/Katschberg.

Weniger genau datierbar, aber dennoch sehr wahrscheinlich in die kaledonische bzw. variszische Ära zu stellen sind polymetamorphe Erzlagerstätten in den Zentralgneisen der Hohen Tauern, im Otztal- und Silvretta-Kristallin. Darunter sind viele heute noch stoffkonkordante Lagerstätten, jedoch auch echte, diskordante Gänge; z. B. gibt es eine ganze Serie solcher Kupferkies-Fahlerz Pyrit-Siderit-Gänge auch im Schwazer Augengneis (W. LUKAS 1971, H. WENGER 1978).

Zusammenfassend kann man auch für die im Paläozoikum datierbaren Erzlagerstätten häufig, aber durchaus nicht immer, Zusammenhänge zwischen Metallanreicherungen und magmatischen, oft vulkanischen Ereignissen sehen. Und diese werden in jüngster Zeit auch auf plattentektonische Krustenbewegungen zu beziehen versucht (W. E. PETRASCHECK 1976, R. HÖLL und A. MAUCHER 1976). Aber diese noch weitgehend hypothetischen Aspekte waren nicht das Ziel meiner Ausführungen.

Wir wollen nun hoffen, daß der lagerstättenkundliche Fortschritt von der Bergbauindustrie richtig verstanden und zum Nutzen unserer Rohstoffwirtschaft angewendet wird.

Literatur

- ANGERER, H., HADITSCH, J. G. et al.: Disseminierte Kupfererze im Perm des Montafon (Vorarlberg). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 6, 7/8, 1-57, Innsbruck 1976.
- BAUMGARTNER, W.: Zur Genese der Erzlagerstätten der östlichen Grauwackenzone und der Kalkalpenbasis (Transgressionsserie) zwischen Hirschwang/Rax und Neuberg/Mürz. - BHM, 121, 51-54, Wien 1976.
- ERKAN, E.: Uran- und gipsführendes Perm in den östlichen Ostalpen. - BHM, 122, H. 2 a, 9-17, Wien 1977.
- FELSER, K. O.: Die stratigraphische Stellung der Magnesitvorkommen in der östlichen Grauwackenzone (Steiermark, Österreich). - BHM, 122, H. 2 a, 17-23, Wien 1977.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Vererzungen der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. - Archiv f. Lagerstättenf. in den Ostalpen, 8, 1-136, Leoben 1968.
- HADITSCH, J. G.: Die Manganerzlagerstätten der Veitsch. - Archiv f. Lagerstättenf. in den Ostalpen, 7, 112-169, Leoben 1968.
- HAMMER, W.: Das Quarzkonglomerat am Hohen Burgstall im Stubai (Tirol) und seine Vererzung. - Verh. Geol. B. A., 1928, 73-85, Wien 1928.
- HEGEMANN, F.: Über sedimentäre Lagerstätten mit submariner vulkanischer Stoffzufuhr. - Fortschr. Mineral. 27, 54-55, Stuttgart 1948.
- HÖLL, R.: Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen. - Bayerische Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., Abh., Neue Folge, H. 157 A, 1-114, München 1975.
- HÖLL, R. und MAUCHER, A.: Genese und Alter der Scheelit-Magnesit-Lagerstätte Tux.-Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Kl., 1-11, München 1967.
- HÖLL, R. und MAUCHER, A.: The strata-bound ore deposits in the Eastern Alps. - Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits (K. H. WOLF), vol. 5, Chapter 1, 1-30, Amsterdam: Elsevier 1976.
- HOLZER, H.: Über Uran-Indikationen im Kupferbergbau Mitterberg (Salzburg). - BHM 122, 302-304, Wien 1977.
- HORKEL, A.: Zum Alter einiger Sideritvorkommen im oberostalpinen Permoskyth im Gebiet der Hohen Veitsch (Stmk.). - BHM, 122, H. 2 a, 35-41, Wien 1977.

- LAHUSEN, L.: Die schicht- und zeitgebundenen Antimonit-Scheelit-Vorkommen und Zinnobervererzungen der Kreuzeck- und Goldeckgruppe in Kärnten und Osttirol, Österreich. – Diss. Univ. München, 139 pp., München 1969.
- LAHUSEN, L.: Die schicht- und zeitgebundenen Antimonit-Scheelit-Vorkommen und Zinnobervererzungen in Kärnten und Osttirol/Österreich. – *Miner. Deposita*, 7, 31–60, Berlin 1972.
- LUKAS, W.: Zur Genese der Antimonitlagerstätte Schlaining (Burgenland). – *Tschermaks Miner. u. Petrogr. Mitt.* 3 F. 14, 87–101, Wien 1970.
- LUKAS, W.: Die Siderit-Fahlerz-Kupferkies-Lagerstätte des Arzberges bei Schwaz in Tirol. – *Veröffentl. Museum Ferdinandeum*, 51, 111–118, Innsbruck 1971.
- MAUCHER, A.: Die Antimon-Wolfram-Quecksilber-Formation und ihre Beziehungen zu Magmatismus und Geotektonik. – *Freiberger Forschungsh.*, C 186, 173–188, Leipzig 1965.
- MAUCHER, A. und HÖLL, R.: Die Bedeutung geochemisch-stratigraphischer Bezugshorizonte für die Altersstellung der Antimonitlagerstätte von Schlaining im Burgenland, Österreich. – *Miner. Deposita*, 3, 272–285, Berlin 1968.
- MLAKAR, I. und DROVENIK, M.: Strukturne in gensetke posebnosti idrijskega rudišča. – *Geologija: Razprave in Poročila*, 14., 67–126, Ljubljana 1971.
- PETRASCHECK, W. E.: Methoden und Aufgaben der Lagerstättensuche in Österreich. – *Festvortrag in der Feierlichen Sitzung der Österr. Akad. Wiss. am 27. Mai 1970.* – *Österr. Akad. Wiss. Almanach* 120, 172–182, Wien 1970.
- PETRASCHECK, W. E.: Uranerz in Österreich. – *BHM*, 120, 353–355, Wien 1975.
- PETRASCHECK, W. E.: Metallogeny and Plate Tectonics. – *Geol. Ass. Canada, Spec. paper* 14, 353–359, Waterloo (Ontario) 1976.
- PETRASCHECK, W. E., ERKAN, E. und SIEGL, W.: Type of uranium deposits in the Austrian Alps. – *International symposium co-sponsored by the Institution of Mining and Metallurgy and the Commission of the European Communities, London, 17–19. January, 1977, 71–75, London 1977.*
- RUTTNER, A. W.: Die Bauxit-Vorkommen der Oberkreide in den Ostalpen und deren Paläogeographische Bedeutung. – *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, Vol. LIV, Fasc. 3, 131–134, Budapest 1971.
- SCHNEIDER, H. J.: Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. – *Fortschr. Mineralogie*, 32, 26–30, Stuttgart 1953.
- SCHNEIDER, H. J.: Die sedimentäre Bildung von Flußspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. – *Abh. Bayer. Akad. Wiss. Mathem. Naturwiss. Kl. N. F.*, 66, 1–37, München 1954.
- SCHONLAUB, H. P.: Schwamm-Spiculae aus dem Rechnitzer Schiefergebirge und ihr stratigraphischer Wert. – *Jb. Geol. B.-A.* 116, 35–49, Wien 1973.
- SCHROLL, E. und KÖPPEL, V.: Bleisotopenzusammensetzung von Bleierzen aus dem Mesozoikum der Ostalpen. – 3. Internationales Symposium über Minerallagerstätten der Alpen, ISMIDA, Kurzauszüge, 30–31, Leoben 1977.
- SCHULZ, O.: Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn-Grubenrevieres Vomperloch, Karwendelgebirge, Tirol. – *BHM*, 100, 259–269, Wien 1955.
- SCHULZ, O.: Beispiele für syndimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteinsdolomit von Bleiberg-Kreuth. – *BHM*, 105, 1–11, Wien 1960.
- SCHULZ, O.: Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler-Schichten im Berbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max) als Beispiel submariner Lagerstättenbildung. – *Carinthia II*, 22, Sonderh., 1–93, Klagenfurt 1960.
- SCHULZ, O.: Sedimentäre Barytgefüge im Wettersteinkalk der Gailtaler Alpen. – *Tschermaks min. u. petr. Mitt.*, 3. F. 12, 1–16, Wien 1967.
- SCHULZ, O.: Die syndimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – *Tschermaks min. u. petr. Mitt.*, 3. F. 12, 230–289, Wien 1968.
- SCHULZ, O.: Schicht- und zeitgebundene paläozoische Zinnober-Vererzung in Stockenboi (Kärnten). – *Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss. Mathem. Naturwiss. Kl.* 1968 (9), 113–139, München 1969.
- SCHULZ, O.: Horizontgebundene altpaläozoische Eisenspatvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 3. F. 15, 232–247, Wien 1971.
- SCHULZ, O.: Neue Erzmineralfunde im Buntsandstein von Fieberbrunn (Tirol). – *Veröffentl. Museum Ferdinandeum*, 51, 155, 160, Innsbruck 1971.
- SCHULZ, O.: Horizontgebundene altpaläozoische Kupferkiesvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 3. F. 17, 1–18, Wien 1972.

- SCHULZ, O.: Unterdevonische Baryt-Fahlerz-Mineralisation und ihre steilachsige Verformung im Großkogel bei Brixlegg (Tirol). – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 3. F. 18, 114–128, Wien 1972.
- SCHULZ, O.: Metallogenese im Paläozoikum der Ostalpen. – *Geol. Rundschau*, 63, 93–104, Stuttgart 1974.
- SCHULZ, O.: Typical and nontypical Sedimentary ore Fabrics. – *Handbook of strata-bound and stratiform ore Deposits* (Ed. K. H. WOLF), Vol. 3, Chapter 7, 295–338, 1976.
- SCHULZ, O.: Mineralische Rohstoffe in Nordtirol, Osttirol und Südtirol. M. 1 : 300.000. TIROL ATLAS, 5. Lieferung, Innsbruck, Universitätsverlag Wagner 1977.
- SCHULZ, O.: Synsedimentäre Fe-Anreicherung in der Innsbrucker Quarzphyllitzone am Beispiel der Sideritlagerstätte Eisenkar, Mölstal (Tuxer Voralpen). – *Veröffentl. Museum-Ferdinandeam*, 57, 103–117, Innsbruck 1977b.
- SCHULZ, O. und LUKAS, W.: Eine Uranerzlagerstätte in permotriadischen Sedimenten Tirols. – *Tschermaks Miner. Petr. Mitt.*, 3. F. 14, 213–231, Wien 1970.
- SCHWINNER, R.: Gebirgsbildung, magmatische Zyklen und Erzlagerstätten in den Ostalpen. – *BHM*, 94, 134–143, Wien 1949.
- SIEGL, W.: Entwurf zu einer salinar-sedimentären Entstehung der Magnesite vom Typ Entachen (Salzburg). – *Miner. Deposita*, 4, 225–233, Berlin 1969.
- SIEGL, W.: Die Uranparagenese von Mitterberg (Salzburg, Österreich). – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 3. F. 17, 263–275, Wien 1972.
- SIEGL, W.: Ein Beitrag zur Genese der Vererzung des Grazer Paläozoikums. – *Mineral. Deposita* 9, 289–295, Berlin 1974.
- SIEGL, W. und FELSER, K. O.: Der Kokardendolomit und seine Stellung im Magnesit von Hohentauern/Trieben. – *BHM*, 118, Wien 1973.
- THALMANN, F.: Zur Eisenspatvererzung in der östlichen Grauwackenzone (Steirischer Erzberg und Radmer). – 3. Internationales Symposium über Minerallagerstätten der Alpen, ISMIDA, Kurzauszüge, 48–49, Leoben 1977.
- TAUPITZ, K. C.: Die verschiedene Deutbarkeit von „metasomatischen“ Gefügen auf „telethermalen“ Blei-Zink-Lagerstätten. – *Fortschr. Mineralogie*, 32., 30–31, Stuttgart 1953.
- TAUPITZ, K. C.: Die Blei-Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. Clausthal 1954 (Diss.)
- TAUPITZ, K. C.: Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typs „Bleiberg“. – *Erzmetall*, 7, 343–349, Stuttgart 1954b.
- TISCHLER, S.: Die Verrucano- und Buntsandsteinerze in Nordtirol. Innsbruck 1977. Diss. Universität Innsbruck.
- TUFAR, W.: Probleme der Paragenese von Mineralen, Elementen und Isotopen, Teil 1. – *Freiberger Forschungsh.*, 275–294, Leipzig 1968a.
- TUFAR, W.: Die Kupferlagerstätte von Trattenbach (Niederösterreich). – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 3. F., 12, 140–181, Wien 1968b.
- TUFAR, W.: Das Problem der ostalpinen Metallogenese, beleuchtet am Beispiel einiger Erzparagenesen vom Alpenostrand. – *Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss. Math. Naturwiss. Kl. Abt. I*, 177, 1–20, Wien 1969.
- TUFAR, W.: Die Eisenlagerstätte von Pitten (Niederösterreich). – Ein Beitrag zum Problem der ostalpinen Spatlagerstätten. – *Johanneum Mineral. Mitteilungsbl.* 1972, 1–54 (101–154), Graz 1972a.
- TUFAR, W.: Neue Aspekte zum Problem der ostalpinen Spatlagerstätten am Beispiel einiger Paragenesen vom Ostrand der Alpen. – *Proc. Int. Symp. Miner. Deposits Aops*, 2nd, Ljubljana 1972b. – *Geologija: vazprave in pogočila* 15, Ljubljana 1972.
- TUFAR, W.: Zur Blei-Zink-Vererzung des Grazer Paläozoikums. – *Mittlg. der Abt. f. Min. am Landesmuseum „Johanneum“ Graz*, 2, Graz 1972c.
- TUFAR, W.: Zur Altersgliederung der ostalpinen Vererzung. – *Geol. Rundsch.*, 63, 105–124, Stuttgart 1974.
- VAVTAR, F.: Gefügeanalytische Untersuchungen der Magnesitlagerstätte Bürglkopf-Weißenstein bei Hochfilzen, Tirol. – *Verh. Geol. B.-A.*, 1976, 147–182, Wien 1976.
- VAVTAR, F.: Drei Kupfer-Lagerstätten in den Kitzbüheler Alpen („Brunnalm“, „Blaufeldalm“ und „Ottneralm“) im Rahmen einer paläozoischen Genese. – *Veröff. Museum Ferdinandeam*, 57, 153–162, Innsbruck 1977.

- VAVTAR, F. und SCHULZ, O.: Sedimentary Magnesite Fabrics Within the Sparry Magnesite Deposit Hochfilzen (Tyrol). – Time- and strata-bound Ore Deposits (Klemm/Schneider), Maucher-Festschrift, Berlin: Springer 1978.
- WEBER, L., PAUSWEG, F. und MEDWENITSCH, W.: Zur Mitterberger Kupfervererzung im Südevier (Arthurstollen). – Mitt. Geol. Ges. Wien, 64. Bd., (1971) 209–218, Wien 1972.
- WENGER, H.: Die Scheelitlagerstätte Tux. – Radex Rundsch. 1964, 109–131, Radenthein 1964.
- WENGER, H.: Syngenetisches Eisenspatvorkommen von Lamark (Hochfügen, Zillertal). – Veröffentl. Museum Ferdinandeum, 53, 289–296, Innsbruck, 1973.
- WENGER, H.: Syngenetische Eisenspatvererzung von Kleinboden, Zillertal. – RADEX-Rundschau, 1974, 127–130, Radenthein, 1974.
- WENGER, H.: Stellung und Genese des Eisen-Kupfervorkommens bei der Krantalm-Kelchsau. – Veröffentl. Museum Ferdinandeum, 57, Innsbruck, 1977 a.
- WENGER, H.: Horizontgebundene Eisen-Kupferkiesvererzung in der Innsbrucker Quarzphyllitzone. – Veröffentl. Museum Ferdinandeum, 57. – , Innsbruck, 1977.
- WENGER, H.: Die konkordante und diskordante Cu-, Fe-, Co-Vererzung im Schwazer Augengneis (Kaunzalm, Öxlal). – (1978, im Druck).
- Weiters standen noch nicht publizierte Ergebnisse von H. FUCHS, B. GHASSEMI, P. GSTREIN, H. NEI-NAVAIE und F. VAVTAR zur Verfügung (Wissenschaftsfonds-Projekt 2776 S, O. SCHULZ).

Die Forschungen der Innsbrucker Arbeitsgruppe werden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes N 26 der Österreichischen Rektorenkonferenz (O. SCHULZ: „Erzlagertätten der Ostalpen“) durchgeführt.