

Beiträge zur Metallogenie in den Ostalpen

Ein Forschungsbericht 1978 *)

VON OSKAR SCHULZ **)

Schlüsselwörter
Metallogenie der Ostalpen
Paläozoische Metallogenie
Mesozoische Metallogenie
Erzlagerstätten der Ostalpen

INHALT

Zusammenfassung	237
Problemstellung	238
Stand der Kenntnisse 1972	238
Die neueren Forschungen	239
Erzführende Breccien in der Zn-Pb-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Gailtaler Alpen)	239
Die alpidische Tektonik der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth	241
Uran- und Buntmetallanreicherungen in permischen Sandsteinen Nordtirols	242
Synsedimentäre Magnesitgenese	243
Das devonische Fahlerz von Schwaz-Brixlegg	244
Fe-, Cu-, W-, As-, Au-Vorkommen in der Innsbrucker Quarzphyllitzone	245
Diskordante Cu-Co-Pyrit-Siderit-Erzgänge in Randzonen des Schwazer Augengneises	247
Polymetallische Sulfiderze im Ötztalkristallin	248
Sideritlagerstätten im Kristallin der Saualpe, Kärnten	249
Anreicherungen von Fe, Mn, W, Cu, Pb, Zn, U im Zentralgneis, in den Schieferhüllen und in der Matreier Zone Osttirols	250
Mineralische Rohstoffe in Nord-, Ost- und Südtirol	253
Zusammenfassende regionale Betrachtung	253
Zusammenarbeit mit anderen Institutionen	258
Literaturverzeichnis	259
Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes fertiggestellte Arbeiten	259
Weitere zitierte Literatur	260

Zusammenfassung

Neuergebnisse über ostalpine Erzlagerstätten unterstützen die im letzten Jahrzehnt immer stärker in den Vordergrund getretene Auffassung einer zeitlich vielphasigen Metallogenie vom Präkambrium bis in das Mesozoikum. Wesentliche Metallanreicherungen fanden schon im Laufe des Paläozoikums statt. Schwerpunkte der Lagerstättenbildungen liegen im Altpaläozoikum (Cu, Fe, W, Sb, Hg, Pb, Zn, Au, Mg) und in der mittleren Trias (Pb, Zn). Die meisten Erzkörper erweisen sich als schicht- und zeitgebunden und lassen dem Nebengestein entsprechende diagenetische und tektonische, gegebenenfalls auch metamorphe Veränderungen erkennen. Extrusive thermale Metallzufuhren in marine Ablagerungsräume herrschen vor. Beispiele für epigenetische hydrothermale Ganglagerstätten bietet vor allem das Südalpin.

*) Schlußbericht für den Forschungsschwerpunkt N 26 der Österreichischen Rektorenkonferenz „Ostalpine Erzlagerstätten“ (1972—1978).

**) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. O. SCHULZ, Institut f. Mineralogie u. Petrographie, Univ. Innsbruck, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck.

Einige Forschungsergebnisse (Pb-Zn, Cu, W, U) sind für montanwirtschaftliche Unternehmungen von unmittelbarem Interesse.

Contribution to the metallogenesis in the Eastern Alps (Research Report 1978)

Results obtained in recent studies of ore deposits in the Eastern Alps support the concept of a multi-phase metallogenesis from the Precambrian to the Mesozoic. Considerable metal enrichments occurred already during the Paleozoic. Deposits were formed mainly in the Lower Paleozoic (Cu, Fe, W, Sb, Hg, Pb, Zn, Au, Mg) and in the Middle Triassic (Pb, Zn). Most of the ore bodies proved to be strata bound and time bound and show diagenetic and tectonic, in some cases, also metamorphic changes corresponding to the wall rock. Extrusive thermal metal supplies to marine deposits are predominant. Mainly the Southern Alpine supplies examples of epigenetic hydrothermal vein deposits.

Some research results (Pb-Zn, Cu, W, U) are of direct interest to the mining industry.

Problemstellung

In den frühen Fünfzigerjahren wurde auf Grund der offensichtlich erfolgreichen Gefügestudien an Pb-Zn-Anreicherungen in triadischen Karbonatgesteinen der Ostalpen ein neues, umwälzendes Stadium metallogenetischer Forschungen eingeleitet. Die zunächst auf nichtmetamorphe Sedimentgesteine ausgerichteten Untersuchungen festigten die Kenntnisse über stratiforme und bodiforme submarine Erzanlagerungen derart, daß in der Folgezeit versucht wurde, die damals gemachten Erfahrungen auf Lagerstätten in Metamorphiten auszudehnen. Die dabei erzielten Ergebnisse deutscher und österreichischer Forscher ergaben für die weit überwiegenden Fälle das Vorliegen schicht- und zeitgebundener, marin hydrothormaler Lagerstätten.

Ein beträchtlicher Teil der Beiträge wurde von den Mitarbeitern der Abteilung Geochemie und Lagerstättenlehre der Universität Innsbruck im Rahmen des 1. Schwerpunktprogrammes der Österreichischen Rektorenkonferenz von 1972—1978 geliefert. Ziel der Forschungen war es, über Erzlagerstätten in nicht-metamorphen sowie in metamorphen Gesteinsserien der Ostalpen weitere Befunde zu sammeln, um über die Zeit der Metallanreicherungen und die Bildungsursachen der Lagerstätten zu einer Aussage zu gelangen und die heute vorliegenden Erze und Erzkörper zu beschreiben und zu deuten. Daraus sollte sich eine kritische Stellungnahme zur „Alpinen Metallogene“ in der Kreide- bis Tertiärzeit ergeben, bzw. eine Erweiterung der Vorstellungen im Rahmen der paläozoischen und mesozoischen Genese unserer Lagerstätten. Im Rahmen der mineralogischen, petrologischen und geochemischen Untersuchungen war speziell die Anwendung gefügekundlicher Arbeitsmethoden beabsichtigt.

Stand der Kenntnisse 1972

Schrittmacherdienste für das neue Forschungskonzept lieferten die sedimentären Erzgefüge der Pb-Zn-Paragenese, zuerst erkannt von H. J. SCHNEIDER (1953, 1954), TAUPITZ (1953, 1954), MAUCHER (1954), SCHULZ (1955), SIEGL (1956) und später am Beispiel der Lagerstätten in den Nordtiroler Kalkalpen und Gailtaler Alpen weiter bestätigt durch MAUCHER & SCHNEIDER (1967), H. J. SCHNEIDER (1969), SCHULZ (1960a, b, 1968, 1973, 1975a) und HEGEMANN (1960b). Die typisch sedimentären Erzgefüge (vgl. SCHULZ 1976), die zwar quantitativ gesehen gegenüber den Verdrängungsgefügen und mehrdeutigen Sammelkristalliten zurücktreten, machten die bis in die frühen 50er Jahre großteils anerkannte, wenn auch nicht widerspruchsfrei akzeptierte Hypothese der „alpinen Metallogene“ (W. PETRASCHECK 1926, 1945) zu einem beträchtlichen Teil unglaubwürdig. Bemerkenswert ist, daß schon HEGEMANN (1948, 1957, 1958, 1960a) auf Grund der oft lagerförmigen Position und nach geochemischen

Aspekten für eine Anzahl ostalpiner Erzlagerstätten paläozoische und mesozoische Metallisationen zu erkennen glaubte; dies blieb jedoch mangels an Detailstudien anfänglich wenig beachtet.

Das Ergebnis submarin-hydrothermalen Pb-Zn- (Fe-, Ba-, F-, Si-) Anreicherungen in mehreren Stadien der mittleren Trias mit schichtkonkordanten und -diskordanten Erzkörpern regte zur Suche nach weiteren synchronen und zwar auch regionalmetamorphen und älteren Erzkörpern an.

Und wieder war es die Münchner Lagerstättenschule unter MAUCHER, die mit konkreten Befunden am Beispiel der Scheelit-Magnesit-Lagerstätte Tux (HÖLL & MAUCHER, 1967) aufwartete und diese Studie geradezu zur Schlüsselstellung für die nachfolgenden und enorm ausgeweiteten Forschungen machte.

In die damalige Zeit fällt die Postulierung einer Sb-W-Hg-Formation durch MAUCHER (1965) und die dazu von HÖLL & MAUCHER (1967), WENGER (1964), SCHULZ (1969), LAHUSEN (1969, 1972) und LUKAS (1970a, b) gelieferten Gefügestudien an österreichischen Sb-W- und Hg-Lagerstätten. Damit ergab sich auch für diese Metalle das Auseinanderfallen aus der alpinen Metallogenie: diese Erzlagerstätten wurden nämlich als synsedimentär durch hydrothermale Metallzufuhr gebildet und durch Metamorphosen überprägt erklärt.

Und in der weiteren Folge sind die Beiträge der Innsbrucker Lagerstättenforscher zu schicht- und zeitgebundenen Erzlagerstätten am Beispiel der Kupferkies-Pyrit-Vorkommen in ordovizischen Phylliten der „Wildschönauer Schiefer“ (SCHULZ, 1971a, 1972a, ILKHANI 1971, CHATZIDIMITRIADIS 1972), weiters die Entdeckung von U-Erzen im permischen „Buntsandstein“ (SCHULZ & LUKAS 1970, SCHULZ 1971b) und die Erklärung der Barytvorkommen im Raum Kitzbüheler Horn — Fieberbrunn (MARGARAS 1971, SCHULZ 1972c) zu nennen.

Durch diese, damals bereits ansehnliche Zahl von Hinweisen war man aufmerksam gemacht worden, daß die Metallogenie der Ostalpen kein einmaliges, geologisch junges Ereignis sein kann, sondern daß wesentliche Metallansammlungen bereits paläozoisch begonnen haben mußten. Diesbezügliche Forschungsbeiträge sind auch von TUFAR (1968, 1969, 1972a, b), HADITSCH & MOSTLER (1969), MOSTLER (1974) geliefert worden.

Die neueren Forschungen

Erzführende Breccien in der Zn-Pb-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Gailtaler Alpen)

Aus wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gründen wird zuerst über Grundlagenforschungen in den nicht metamorphen Karbonatgesteinen des oberostalpinen Faziesraumes, und zwar in den Gailtaler Alpen berichtet. Besonderes lagerstättenkundliches und wirtschaftliches Interesse gilt seit etwa 1965 den räumlich weit ausgedehnten, bevorzugt mit Zinksulfid vererzten Breccienzonen. Seit ganz im Westen der heute aufgeschlossenen Lagerstätte ein etwa 80 m (im Streichen) $\times$ 160 m (Mächtigkeit) $\times$ mindestens 370 m (im Einfallen) umfassender teils diffus, teils intensiv vererzter Körper zu einer wesentlichen Stütze des heutigen Bergbaues geworden ist, kommt der Identifizierung von Breccien im ganzen Bergbaug Gebiet große Bedeutung zu: ihre genetische Stellung, ihre stratigraphische Lage, ihre Bedeutung als primärer Metallträger oder sekundär als belteroporer Bereich für Stoffwanderungen, bzw. auch eine eventuelle Bedeutungslosigkeit sollte festgestellt werden.

Die Untersuchungen ergaben, daß eine Anzahl von genetisch ganz verschiedenen, durch Gefüge Merkmale unterscheidbare Breccientypen in mehreren stratigraphischen

Niveaus existieren. Es handelt sich einerseits um syndiagenetische Deformationsbreccien, andererseits um Resedimentbreccien, Gesteinstypen also, die am oder im triadischen Meeresboden extern sedimentär bzw. intern diagenetisch entstanden sind. Als unmittelbare Ursachen werden Meeresbodenverstellungen und Erschütterungen im Geosynklinalraum angesehen; mittelbare Ursachen könnten in Erdkrustenbewegungen und entfernter magmatischer Tätigkeit vermutet werden.

Aus einer Reihe von Befunden wurde vor allem der derzeit wirtschaftlich geschätzte Breccienkörper in der Westschachtscholle („Kalkscholle“) in Kreuth als syndiagenetische submarine Deformationsbreccie gedeutet, deren stratigraphische Position zwischen 60 und 200 m unter dem stratigraphischen Bezugshorizont des 1. Raibler (Cardita-) Schiefers anzugeben ist.

Bemerkenswert ist die Feststellung, daß nicht allein die Kataklyse des hier überwiegenden Dolomitgesteins für die Mineralisation ausschlaggebend gewesen sein konnte, denn es liegen auch ungenügend oder überhaupt nicht vererzte Zonen vor. Diesfalls bilden nur Karbonatminerale die Fugenverheilung. Man findet Randzonen mit allen Übergängen vom tauben zum spärlich und mitunter zu stark vererzten Bereichen, wobei Verdrängungen zur Entstehung regelrechter Zinkblendefelsen mit Kubaturen über 1000 m³ geführt haben. Als Verdrängungen konnten sowohl durch Lösungen erzwungene Konturenverlagerungen an Breccienkomponenten, als auch metasomatischer Platztausch in den Komponenten nachgewiesen werden.

Die Mineralparagenese des Fugennetzwerkes im Karbonatgestein umfaßt Zinkblende (Wurtzit), Bleiglanz, Markasit, Pyrit, Fluorit, Quarz, (Baryt) sowie Dolomit und Calcit.

Als genetisch besonders wichtiger, seltener Befund gelang fast zufällig der Nachweis von intern-geopetal mechanisch angelagertem Erzmikrit in einem etwa 1,5 m ungefähr in der Schichtung ausgeweiteten und max. 0,15 m niederen Lösungshohlraum innerhalb des kataklastisch deformierten und vererzten Dolomitgesteins. Diese Befunde sprechen für einen primären oder frühdiagenetischen Erzausscheidungsprozeß mit weit überwiegend chemischer Anlagerung der Mineralparagenese im Rupturennetz; und nur ganz ausnahmsweise, aber umso aussagekräftiger tritt auch mechanisch intern sedimentierter Erzschlamm in Erscheinung. Hervorzuheben ist, daß prinzipiell derartige Deformationen und Mineralisationen nicht auf Dolomitgesteine beschränkt sind, sondern auch in Kalksteinarealen vorkommen, wie die Beispiele „Vierziger Abbau“ im Grubenrevier Stefanie und „Rothingangbereich“ der Grube Rudolf beweisen.

Wesentlich vielfältiger und meist auch umfangreicher sind die resedimentären Breccien in der Lagerstätte. Grobklastische Gesteine durch mechanische Abtragung und Wiederanlagerung in einer Zeitspanne der Trias können mehreren stratigraphischen Lagen im Wettersteindolomit und -kalk sowie dem 1. Zwischendolomit der Raibler Schichten und dem Grenzbereich zum Hauptdolomit zugeordnet werden. Die Erkenntnis, daß einige Gesteinskörper mit Deformationsbreccien zum Teil geschätzte Erzträger sind, machte auch Breccien von Typ grobklastischer Resedimente auf Metallanreicherungen überprüfenswert.

Die teils monomikten, teils polymikten marinen Trümmerhalden sind nicht überall lagekonstant. Das erklärt sich aus der Genese, nämlich durch Dislokationen des Meeresbodens, wodurch aus den Seichtwasserbereichen vorübergehend lokale oder auch regional weit verbreitete (diesfalls als Leithorizont erkennbare) Trockenlegungen zustande kamen. Obwohl sich auch bei diesem Breccientyp alle Wegsamkeiten für Erzanreicherungen mit Zinksulfid als dominierendes Erzmineral als prädestiniert erweisen, bieten nur stellenweise Matrix und Fragmente chemisch intern angelagerte Erz- und Begleitminerale. Daß in wenigen Fällen die Breccienkomponenten eine bereits nachweislich vor der Kataklyse abgeschlossene, z. T. sogar schichtige Erzführung

beinhalten, macht diese Befunde zu einem sehenswerten neuerlichen Beweis für die am triadischen Meeresboden erfolgten Metallausscheidungen. Es ergibt sich auch die Erkenntnis, daß die Breccienbildung — gleichgültig welchen genetischen Typs — für die Erzausscheidung zwar eine günstige Voraussetzung bietet, aber keineswegs ein zwingender Hinweis ist. Allenfalls ist nämlich auch ein geeignetes chemisches Milieu mit entsprechenden Konzentrationen von Metallsole erforderlich. Und diese Voraussetzungen scheinen offensichtlich bereichsweise gefehlt zu haben. Es darf weiters der Schluß gezogen werden, daß es hauptsächlich an den geeigneten Lösungen gemangelt hat, denn die Verbreitung von Breccienarealen ist viel größer, als die tatsächlich erzführenden Breccien.

Für die Herkunft der Metalle und Begleitelemente, die in mehreren, voneinander getrennten stratigraphischen Niveaus zur Erzanreicherung führten, wird eine extrusive Stoffherkunft als wahrscheinlich bezeichnet.

Diese Forschungsergebnisse bieten für die bergbauliche Tätigkeit in mehrfacher Hinsicht praktisch verwertbare Grundlagen, nämlich in bezug auf die stratigraphische Zugehörigkeit der verschiedenen Erzkörper, ihre räumliche Lage und Ausdehnung, im Hinblick auf primäre oder sekundäre-tektonische Begrenzung, die Entstehung der Vererzung und sollen somit die Suche nach analogen Erzkörpern erleichtern.

Im Rahmen des Projektes fertig gestellte Arbeiten: O. SCHULZ 1973, O. SCHULZ 1975a, O. SCHULZ 1975b, O. SCHULZ 1976, O. SCHULZ & E. SCHROLL 1977, O. SCHULZ 1978b.

Die alpidische Tektonik der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth

Die überaus umfangreichen Grubenaufschlüsse ermöglichten schon vor wenigen Jahrzehnten einen überdurchschnittlichen Einblick in den Gebirgsbau. In den bislang bekannten Profilserien durch die Lagerstätte kamen immer die klufttektonischen Verstellungen mit Überschiebungen, Abschiebungen und Horizontalverschiebungen bevorzugt zur Darstellung. Es fehlte auch nicht an Interpretationen der Bleiberger Erzgänge als vermeintliche junge, tertiäre Kluftsysteme.

Nunmehr liegen über 13.000 tektonische Formelemente, wie Schichtflächen, Reiß- und Scherklüfte, Harnischrillen, Relativbewegungen, Erzgänge, β - und B-Achsen, aus den Gruben- und Geländeaufschlüssen statistisch ausgewertet vor; daraus wurde eine Interpretation der Bewegungsabläufe versucht, die zur Form der heute auf etwa 11 km E—W-Ausdehnung, 2 km N—S-Erstreckung und etwa 800 m Teufe aufgeschlossenen Lagerstätte geführt haben.

Die tektonische Gefügeanalyse ergab eine Bestätigung der bereits aus sedimentologischen Befunden bekannten Erklärung der submarin-tektonischen Anlage von Zerrklüftscharen und ihrer Vererzung im Gefolge der triadischen, in mehreren Horizonten extern-sedimentär entstandenen Erzlager, -linsen und -rinnen. Die Bleiberger Erzgänge sind also prädeformativ in bezug auf die alpidische Orogenese angelegt worden.

In dieser aber sind vor allem zwei Formungsakte unterscheidbar: nämlich ein älterer mit der achsialen Faltung der Wettersteindolomite, -kalke und Raibler Schichten mit NW- (WNW-) —SE-(ESE) orientierter horizontaler Achse und ein jüngerer Formungsakt mit E—W Achse, der hauptsächlich im Kluftgefüge zur Auswirkung kam. Diese junge S—N-Einengung kommt in der Gestaltung des Landschaftsbildes als Gefügerelief mit der Anlage des Bleiberger Hochtales, der Heraushebung des Bleiberger Erzberges und den Verstellungen des Erzbergrückens zur Geltung. Dabei kam es teils zu Blockbildungen und -verschiebungen, teils zu Schubspänen und -keilen. Diese Anlage gestaltlich verschiedener Karbonatkörper mit den stratigraphisch bedingten Zwischenschaltungen der Raibler Schiefertone bewirkte eine mechanische Inhomogenität derart,

daß vor allem in westlichen Teilbereichen der Lagerstätte in steilgestellten tektonischen Keilen, auffallende Wellungen im Schichtstreichen, mitunter sogar steilachsige Falten geprägt wurden.

Neben den wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Umgestaltung des Sedimentverbandes von der Triaszeit bis über die alpidische Orogenese bringt die tektonische Analyse für den Bergbau praktische Anhaltspunkte bezüglich des Baustils der Lagerstätte, der Beurteilung von Homogenbereichen nach Schichtungspositionen, Erzkörpern und Kluftscharen und der Verwurfstendenzen von Scherfugen.

Darüber hinaus ergaben sich noch Hinweise auf bisher unerkannt gebliebene Bauelemente im Rahmen der Lagerstätte, vor allem in der südlichen Begrenzungseinheit, dem Dobratsch-Massiv. Diese Probleme aber sollen in einer Fortsetzungsarbeit geklärt werden.

Fertiggestellte Arbeiten: O. SCHULZ 1978a.

Uran- u. Buntmetallanreicherungen in permischen Sandsteinen Nordtirols

Vom kalkalpinen Milieu weitgehend abweichend bot sich der alpine „Buntsandstein“ Nordtirols mit einigen meist nur kleinen Cu-, Pb-, Zn- und Fe-Lagerstätten an. Vorrangiges Interesse galt aber den 1969 entdeckten und 1970 bekannt gemachten U-Anreicherungen im Raum südlich Fieberbrunn—Hochfilzen (SCHULZ & LUKAS 1970, SCHULZ 1971b). Neuere Geländeuntersuchungen brachten die Erkenntnis, daß gegenüber den veröffentlichten Angaben weit ausgedehntere Sandsteinhorizonte Urananreicherungen beinhalten; das gilt sowohl für die Mächtigkeit des Erzträgergesteins als auch für die streichenden Fortsetzungen.

Die in der stark vegetationsbedeckten Landschaft an den relativ wenigen Felsaufschlüssen festgestellten γ -Strahlungsanomalien reichen von Hütten im salzburgischen Grenzgebiet auf den Tiroler Raum südlich Hochfilzen bis SW von Fieberbrunn, sind dann östlich von St. Johann und am Fuße des Kaisergebirges W von St. Johann und am Gaisberg südlich des Hintersteinersees bekannt und wurden neuerdings vom Kufsteiner Laienprospektor Hans Lechner auch in einem Seitengraben des Wörglbaches S Wörgl entdeckt. Schwächere radiometrische Anomalien waren schon in der Kundler Klamm und bei Thierbach bekannt. Abgesehen vom allgemein höheren Strahlenpegel in permischen Sandsteinen war auch vor einem Schurfversuch bei Obergand am Arlberg eine lokale Anreicherung nachweisbar. Von diesen vielen Vorkommen sollten wenigstens einige soviel Interesse auf sich lenken und zu eingehenderen Schurfversuchen in dem aufschlußarmen Streifen südlich Hochfilzen—Fieberbrunn und bei Wörgl Anlaß geben.

Im Krotenbach bei Fieberbrunn liegen z. B. innerhalb der vermutlich über 1000 m mächtigen roten Quarz-Glimmer-Sandsteinabfolge viele graue Zwischenschichten mit Mächtigkeiten von Zentimetern bis zu wenigen Metern vor, die wegen höherer Radioaktivität und lokalen Anreicherungen von Uranmineralen auffallen. Als Ursache für die Graufärbung ist das Fehlen der oxydischen Fe-Mineralie, dafür aber der Gehalt von Pyrit und Markasit zu nennen. Die Anlage der roten und grauen Schichten ist durch sedimentäre Ereignisse, hauptsächlich an den externen Bauzonen der Sedimente und durch frühdiagenetische Kristallisationsvorgänge diktiert worden, die ihrerseits den Wechsel des Oxydations- bzw. Reduktionspotentials im Ablagerungsraum anzeigen. Die Verteilung der grauen Bänke im roten Sandstein ist arhythmisch. Auf ein genau kartiertes Sedimentpaket von 300 m Mächtigkeit entfallen z. B. 38 graue Zwischenschichten. Viele davon zeigen auf der zufälligen natürlichen Meßlinie Strahlungsanomalien, aber nur vier der Anomalien sind aus wirtschaftlichen Gründen nennenswert. Durch Eingriffe im aufschlußarmen Gebiet könnten wertvolle Informationen gewonnen

werden. Über das genauer untersuchte Areal hinaus sind aber noch graue U-erzhöfliche Schichten in einem weiteren, mindestens 300 m mächtigen Sandsteinkomplex enthalten.

Uranträger ist das Uranpecherz in der kolloomorphen Varietät der Pechblende. Pyrit ist stets Begleiter. Manche Erze enthalten zusätzlich eine Cu-Paragenese mit Kupferkies, Fahlerz und Bornit als Hauptvertreter. Die Pechblende ist oft an Pflanzenreste gebunden und bildet in diesen Fällen zusammen mit Pyrit fusinit- und semifusinitähnliche Holzstrukturen selektiv ab. Dazu kommen noch Pechblendeaggregate im Zement des Sandsteins. Die Verteilung dieser U-, Fe-, Cu-Mineralen ist innerhalb der grauen Sandsteinschichten meist typisch feinschichtig im Millimeter- bis Zentimeterbereich. Manchmal erscheint die U-reiche Partie wegen des hohen Pyrit- und Pechblendegehaltes dunkelgrau, und ist aber gegebenenfalls wegen großen Glimmeranteils ganz weich. Aufschlußbedingt kennt man vorläufig nur Erzlinsen mit 2–10 m Durchmesser und einer Mächtigkeit von max. 0,3 m. Es ist demnach auch noch nicht zu beurteilen, ob nur linsenförmige oder auch spindelförmige Erzkörper ausgebildet sind. Allenfalls wird mit einer starken tektonischen Verformung der Schichten zu rechnen sein, was sich zusammen mit der Absätzigkeit der Metallzonen bei Abbaubersuchen ungünstig auswirken würde. Immerhin bilden aber die grauen Schichten Leithorizonte.

Die Uranlagerstätte gehört zum Typ der „Sandsteinerze“ (Coloradoplateau-Typ). Es handelt sich um schichtig weit ausgedehnte erzhöfliche graue Sandsteinlagen mit punktförmigen und wahrscheinlich linsenförmig-schichtigen Erzkonzentrationen in weiter Verstreung. Aus Probestücken wurden Metallgehalte zwischen etwa 20 und 3500 ppm U, in Einzelfällen mit über 2% U festgestellt.

Der Vollständigkeit halber seien bescheidene, aber genetisch betrachtete interessante sedimentäre Magnesitbildungen in den Sandsteinabfolgen von Hochfilzen über St. Johann bis in den Sockel des Kaisergebirges genannt sowie exogen-sedimentäre Barytausscheidungen im Zusammenhang mit dem permischen Karstrelief z. B. im Gebiet des Kitzbüheler Horns und Fieberbrunn.

Seit langem bekannt sind kleine Kupferkies-Fahlerz-Pyrit-Bleiglanz-Vorkommen in permischen Quarziten zwischen Pians und St. Anton am Arlberg. Diese waren früher Ziel kleiner Bergbaue. Die Sulfidausscheidungen werden zum Typ der Sandsteinerze als terrestrische Schuttbildungen gezählt und als chemische Metallausscheidungen aus Verwitterungslösungen erklärt.

Eine weitere, aber genetisch andere Paragenese bilden die Fe-Mineralen an der Basis der Kalkkögel im Stubai. In Quarzkonglomeraten und -sandsteinen treten schichtige Magnetit-Hämatit-Anreicherungen, z. T. in Vergesellschaftung mit Pyrit auf. Für diese an mehreren Stellen beschürften und z. T. auch abgebauten Erzlager wird eine, durch schwache Metamorphose überprägte Seifenlagerstätte angenommen.

Fertiggestellte Arbeiten: S. TISCHLER 1977, S. TISCHLER 1979.

Synsedimentäre Magnesitgenese

Im Rahmen gefügeanalytischer Untersuchungen an der Magnesitlagerstätte Bürglkopf-Weissenstein S Hochfilzen lieferte VAVTAR (1974, 1976), einen Beitrag zur Klärung der Magnesitgenese. Die im Gegensatz zu anderen ostalpinen Spatmagnesitlagerstätten auffallend feinkörnig erhaltenen Karbonatgefüge eigneten sich in besonderem Maße für Korngefügeanalysen. Durch den Nachweis von Tektonitregelungen an Magnesit- und Dolomitkörpern sowie durch die übereinstimmende Regelung im Kornfeinbau mit Glimmer- und Quarzteilgefügen und weiters infolge der Gebundenheit der Magnesitlager an bestimmte stratigraphische Horizonte — es handelt sich um die Grenze Silur-Devon, wie in Tux-Lanersbach (HÖLL & MAUCHER 1967) und auf der Inschlagalpe

(MOSTLER 1974) — wird auf eine i. w. S. synsedimentäre Magnesitanreicherung unter Einschluß von Verdrängungsprozessen und Sammelkristallisationen sowohl während der diagenetischen Entwicklung des Sediments als auch durch metamorphe Umgestaltungen geschlossen.

Die Auffassung einer altpaläozoischen Mg-Konzentration erhält eine Stütze auch durch den Fund eines geopetalen, wahrscheinlich syndiagenetischen Internsedimentes im Magnesitlager (VAVTAR 1976), nämlich feinschichtig wechsellagernder Hämatit-führender roter Sericitlagen und weißer Magnesitlamina, deren Zustand auf sub-aquatische Verfaltungen und diesbezüglich postdeformative Kristallisate schließen läßt. Relikte Gelformen eines vermutlich ursprünglich H_2O -haltigen Magnesiumkarbonates deuten auf ein gestaltliches Primärgefüge (SCHULZ & VAVTAR 1977).

Fertiggestellte Arbeiten: F. VAVTAR 1974, F. VAVTAR 1976, O. SCHULZ & F. VAVTAR 1977.

Das devonische Fahlerz von Schwaz-Brixlegg

Die Fahlerzlagerstätten vom Typ Schwaz werden von SCHNEIDERHÖHN (1962) als auffallend monomineralische Ganglagerstätten der plutonisch-hydrothermalen Abfolge zugerechnet. In mehreren Publikationen (SCHMIDEGG 1943, 1951, 1953) und Gutachten sind an diese Auffassung praktische Überlegungen bezüglich Hoffnungsbau und Berechnungen geknüpft worden.

In der Kartenübersicht fällt aber auf, daß Fahlerze, z. T. begleitet von mehr oder weniger Baryt, an devonische Dolomitgesteine von Schwaz über Brixlegg und weiter nach Brixen i. Th. bis in den Raum SW Kitzbühel gebunden sind; eine Zeitgebundenheit, die nach den neueren Erfahrungen über Erze in kalkalpinen Karbonatgesteinen und in altpaläozoischen Phylliten Interesse an einer kritischen Lagerstättenstudie weckte.

Als noch relativ gut befahrbar und erschlossen erwies sich der frühere Fahlerz-Baryt-Bergbau Großkogel in St. Gertraudi bei Brixlegg, wo nach einer stratigraphischen und tektonischen Kartierung die Problematik der Genese dieser Cu-Ag-Hg-Lagerstätten ins Rollen gebracht wurde.

So zeigte sich bald, daß „Erzgänge“, von denen immer wieder die Rede war, hier größtenteils schichtgebundene, tektonisch steil gestellte Erzlager und Breccienzonen darstellen und daß in einem Falle eine Fahlerz-Pyrit-Schicht ziemlich genau in der Karbonatschichtung des Schwazer Dolomits enthalten ist. Die rund 10 cm mächtigen, zum Teil sogar feinschichtig angeordneten Erzminerale zeigen allerdings Merkmale von Umkristallisationen, behielten aber dennoch nach diagenetischen und metamorphen Veränderungen ihre stoffliche Lageninhomogenität. Sie weisen bis in den Kleinbereich nachzuweisende stetige und rupturale Verformungen gemeinsam mit dem begleitenden feinkörnigen Marmor auf.

Eine Anzahl ziemlich unregelmäßig verteilter und verschiedengestaltiger, meist nur kleinerer Erzkörper und ihre Mineralgenerationsabfolge weisen auf Verdrängungen überwiegend durch Lösungserosion metallführender Lösungen.

In den früheren kleinen Bergbauen bei der Blaufeldalm, Brunnalm (beide im Steinbergkogel-Gebiet S Kitzbühel) und Traholz (= Ottneralm N Brixen i. Th.) wurde durch VAVTAR (1977) nicht nur die Schichtgebundenheit der Fahlerz-Kupferkies-Pyrit-Erze bekannt, sondern es gelang auch der Fund einer typisch stratiformen, erhaltenen Fahlerzausscheidung im Dolomitspatitverband. Es ist eine Polarität in der Anlagerung (reiches Angebot unten, weniger oben) als Relikt eines sedimentären Ausgangsstadiums nachzuweisen. Nach diesen Hinweisen für eine devonische Entstehung von Fahlerz-Baryt-Lagerstätten wurde das Ergebnis der umfassenden Studien von GSTREIN (1978, 1979) über das Fahlerz im Großraum SE bis E von Schwaz mit Interesse erwartet. Die

wissenschaftliche Ausbeute über die primäre Anlage der wegen des Cu-Ag- und Hg-Gehaltes einst berühmten Antimonfahlerzlagerstätte und über die mehrfachen, umgestaltenden und verkomplizierenden Einflüsse ist von Tragweite, auch für die heutige Beurteilung des stillgelegten Bergbaues in montanwirtschaftlicher Hinsicht.

Hier gelang erstmals der Nachweis schichtparalleler Fahlerzlager mit wenigen Kilometern streichender Ausdehnung. Häufiger aber und wirtschaftlich bedeutender sind s-diskordante, bis zu 1 m breite Erzgänge, die als devonisch, und zwar gebunden an ein etwa 400 m mächtiges Gesteinspaket, identifiziert werden konnten. Neben diesen Gängen können auf Grund einer tektonischen Analyse aber auch noch alpidische Zerrugen mit jüngsten lokalen Metallmobilisaten aus dem präexistenten Erzbestand unterschieden werden. Weiters sind noch schlauchförmige und rinnenförmige brecciöse Erzkörper wegen ihrer Metallanreicherungen in wirtschaftlicher Hinsicht beachtenswert.

Aus diesen Erkenntnissen, die größtenteils durch Neuvermessungen und Detailkartierungen in den zahlreichen Revieren zwischen Schwaz-Falkenstein und dem Zillertal gewonnen wurden, ist abzuleiten, daß man noch in einigen der oft verschieden gelagerten tektonischen Schollen Hoffungsräume für Erzvorräte erwarten darf. Die tektonische Gefügeanalyse ermöglicht es, den wahrscheinlichen Verlauf von Erzkörpern und gegebenenfalls tektonische Verstellungen abzuschätzen. In stratigraphischer Hinsicht gelang GSTREIN die Erkenntnis, daß der erzhöfliche Raum innerhalb des im gesamten vielleicht 1000 m mächtigen Schwazer Dolomits auf ein Schichtpaket mit rund 400 m Mächtigkeit konzentriert ist, welches zeitlich-stratigraphisch dem oberen Unterdevon zuzuordnen ist.

Die Untersuchungen von GSTREIN brachten außerdem den bergbaugeschichtlich bedeutenden, erstmaligen Nachweis von bereits prähistorischer Bergbautätigkeit in den Lagerstätten des Schwazer Dolomits.

Eine der Zugehörigkeit nach noch nicht geklärte Stellung nehmen Dolomitlinsen im permischen Verrucano W Serfaus ein. Sie könnten nach geologischen Auffassungen (UCZIK, freundl. Mitt.) auch als devonische tektonische Schollen gesehen werden. Von der Mineralparagenese her kann bisher noch keine Entscheidung getroffen werden: Fahlerz, Kupferkies, Pyrit als Hauptvertreter und Bleiglanz, Safflorit, Speiskobalt, Zinnober als akzessorische Begleiter liegen horizontgebunden, z. T. auch stratiform mit feinschichtiger Verteilung in einem feinkörnigen Dolomitmarmor (TISCHLER 1977, 1979). Demnach bestehen zwar Ähnlichkeiten in Mineralbestand und Gefüge mit den Erzen im Schwazer Dolomit, doch entspräche die Mineralvergesellschaftung auch der der permischen „Buntsandstein“-Quarzite im Arlberggebiet. Eine Klärung könnte durch geochemische Untersuchungen und geologisch-paläontologische Neuergebnisse erhofft werden.

Fertiggestellte Arbeiten: O. SCHULZ 1972c, P. GSTREIN 1978, P. GSTREIN 1979, F. VAVTAR 1977.

Fe-, Cu-, W-, As-, Au-Vorkommen in der Innsbrucker Quarzphyllitzone

Die Forschungsergebnisse über schicht- und zeitgebundene Metallanreicherungen, vor allem über eine Kies-Kupfer-Eisenspat-Formation (SCHULZ 1971a, 1972a, 1974) in den Phylliten der oberostalpinen Grauwackenzone (= Wildschönauer Schiefer), ließen eine fortsetzende Studie über die vielen kleinen Erzvorkommen im unterostalpinen Innsbrucker Quarzphyllit genetisch interessant erscheinen.

Seine früher umstrittene Altersstellung (präordovizisch, präkambrisch?) scheint nun durch mikropaläontologische Ergebnisse (HÖLL u. MAUCHER 1967, MOSTLER 1974) sowie durch lithostratigraphische und tektonische Untersuchungen (MOSTLER 1978)

so weit geklärt zu sein, daß für die verfaltet und gestört vorliegende Quarzphyllitzone mit Marmoreinlagerungen und metamorphosierte basischen und sauren Effusivgesteinen ordovizisches, silurisches bis unterdevonisches Alter angenommen werden kann.

In diesem Zusammenhang sei an die von HÖLL u. MAUCHER (1967) dargelegten grundlegend neuen Erkenntnisse über die Scheelitlagerstätte Tux-Lanersbach erinnert, wonach die vorher schon von WENGER (1964) als paläozoisch schichtgebundene Erzlager im Verbands von Schwarzschiefern erkannten W-Anreicherungen im genetischen Zusammenhang mit vulkano-sedimentären Ereignissen zu sehen sind. Genetisch wichtig ist hier der spurenhafte Gehalt von Antimonit im Hinblick auf die Zusammenhänge im Rahmen einer Sb-W-Hg-Formation (MAUCHER 1965). Im Pyrit der Scheelitlager von Tux sind bemerkenswerterweise auch Spurengehalte von Au bekanntgeworden, mit Maximalwerten bis 20 g/t. Dies ist im Hinblick auf elementparagenetische Zusammenhänge mit vielen anderen Scheelitvorkommen, z. B. in den Tauern, und im Drautal bemerkenswert.

Auffallend ist auch, daß annähernd in den streichenden Fortsetzungen von Tux der alte Goldbergbau bei Zell am Ziller, die Au-Schürfe vom Hippold im hinteren Wattental und die Kupferkies-Fahlerz-Vorkommen der Knappenkuchl im hinteren Navistal liegen. Dazu kommt noch das Kupferkies-Pyritlager am Penken in Begleitung von Grünschiefern.

Die einst berühmten Goldbergbaue Hainzenberg, Tannerberg, Rohrberg hatten zum Ziel, das teils als Freigold, teils an Pyrit gebundene Au im Verbands der stoffparallelen, wenige Dezimeter bis 1,8 m mächtigen Quarzitlager zu gewinnen. Von 9 schon früher genauer bekannten Quarzitlagern am Hainzenberg wurde vor allem das „Friedrichslager“ 800 m im Streichen und bis 165 m unter die Talsohle aufgeschlossen, wobei sich im steilgestellten, E—W-streichenden Verband drei lineare Anreicherungszone mit 30° W-Einschieben erkennen ließen. Aus den wirtschaftlich interessanten Partien dieses Quarzitlagers konnten früher durchschnittlich Au-Gehalte von 15 ppm, max. bis 180 ppm nachgewiesen werden. Die Erzparagenese mit Pyrit, Arsenkies, Magnetkies, untergeordnet Zinkblende, Kupferkies, Glanzkobalt, Fahlerz und Gold sowie die Gesamtsituation sprechen für eine hydrothermal-sedimentäre Anlagerung von Erzmineralen und dynamometamorphe Überprägung.

Außer dieser Elementvergesellschaftung in altpaläozoischen Abfolgen der Quarzphyllitserie tritt eine Reihe von kleineren Sideritlagern auf einer streichenden Länge von 34 km vom Wipptal im W bis zum Zillertal im E auffallend in Erscheinung. Es handelt sich um die früher beschürften oder abgebauten Kleinlagerstätten Ellbögen u. a. im Arzthal, Steinkasern-Alm (Voldertal), Eisenkar (Mölstal), Pfundsalm und Lamark (Finsinggrund) sowie Kleinboden-Uderns (Zillertal), die nach Untersuchungen von WENGER (1973, 1974, 1978) und SCHULZ (1977b) für metamorphe, altpaläozoisch-sedimentäre Fe-Anreicherungen gehalten werden. Diese Auffassung wird durch die weitreichende stoffparallele Lage der Sideritkörper im großen, den Einbau in die phyllitische, insbesondere Kalkmarmor-führende Abfolge im kleinen, durch die in Erzlagern und Begleitgestein gemeinsamen tektonischen Verformungen und schließlich durch intragranulare Korndeformationen an Erz- und Begleitmineralen glaubhaft gemacht. Als begleitende Erzminerale sind außer Ankerit nur untergeordnet Pyrit, Arsenkies, Kupferkies und Fahlerz bekannt.

Diese linsen- und lagerförmigen Eisenkarbonatkörper dürfen nicht mit den, innerhalb phyllonitischer Randzonen des Schwazer Augengneises auftretenden Gangscharen mit Sideriterzen SW und SE Schwaz verwechselt werden! Dort sprechen nämlich das

diskordant-gangförmige Auftreten, eine komplexere und stärkere Sulfidbegleitung und das Erzträgergestein für eine andere Genese.

Es bleiben noch zu erwähnen sehr bescheidene Sulfiderzvorkommen am N-Rand der Quarzphyllitzone. Kleine Abbaue fanden einmal im Volderwildbad und im Wattental (Schaffbrand) (WENGER 1977a) statt. Bei diesen schwachen Erzanreicherungen handelt es sich um Cu-Fe-As-Sulfide (Kupferkies, Arsenkies, Magnetkies, Pyrit) begleitet von Fe-Karbonaten, welche generell stoffparallele Anordnung nach primär-sedimentärer Anreicherung und regionalmetamorpher Veränderung erkennen lassen. Infolge ihrer Vergesellschaftung mit Chloritphylliten in der weiteren Abfolge könnten für diese Erze Ähnlichkeiten mit den Kies-Cu-Vorkommen mit Siderit in den ordovizischen Wildschönauer Schieferen gesehen werden.

Fertiggestellte Arbeiten: H. WENGER 1973, H. WENGER 1974, H. WENGER 1977a, H. WENGER 1977b, O. SCHULZ 1977b, H. WENGER 1978.

Diskordante Cu-Co-Pyrit-Siderit-Erzgänge in Randzonen des Schwazer Augengneises

Diese, gegenüber den bisherigen Mitteilungen unserer Neuergebnisse wesentlich aus der Reihe fallenden Erzlagerstätten stellen ein sehr schwer zu lösendes Problem dar. Zwar gilt die tektonische Stellung des Schwazer Augengneises (Kellerjochgneis) als mittelostalpine Deckscholle aus Altkristallin als geklärt (TOLLMANN 1977), doch treten in einer phyllonitisierten Randzone an der Grenze zu den Wildschönauer Schieferen mehrere subparallele Sideriterzgänge im Raum Schwaz, Schwader, Proxenstand und ein Kies-Kupfererzgang beim Kaunzalm-Hochleger im Öxeltal auf, deren Entstehung noch nicht als geklärt gelten kann. Der Augengneis wird von TOLLMANN als Orthogneis bezeichnet, jedoch fallen mehrerenorts stoffliche Inhomogenitäten, z. B. Andeutungen basischer Einschaltungen (mündl. Mitt. GSTREIN) auf. Diese petrologisch unklare Situation läßt eventuell doch auch Paraherkunft der Gesteine und basische vulkanische Ereignisse vermuten.

Dies weckt den Verdacht, daß nicht der Gesamtbereich dieses Gneisschollenareals einer homogenisierenden Anatexis unterworfen war.

Gerade dazu bringt WENGER (1979) einen wichtigen Beitrag. Zum Kupfer-Pyrit-Siderit-Gang der Kaunz-Alm, der in bezug auf die Schieferung im phyllonitischen Gneis eine diskordante Position aufweist, fand WENGER im Nahbereich zusätzlich auch eine s-konkordante Metallanreicherung weitgehend ähnlicher Paragenese.

Das prätektonische Erzlager selbst macht einen Lagenbau im Gestein deutlich. Die katathermale Paragenese umfaßt Kupferkies, Pyrit, Tetraedrit, Glaukodot, Markasit, Zinkblende, Bleiglanz, Arsenkies und als Gangart Siderit, Pistomesit, Breunnerit und Dolomit. Als auffallendes Begleitmineral ist im s-parallelen Lager Turmalin (Schörl) geradezu angereichert enthalten. Die formanisotropen Kriställchen sind deutlich in s eingeregelt und sowohl im Liegend- und Hangendrandbereich des Erzlagers als auch in diesem selbst zu finden. Diese Lagererzparagenese faßt WENGER zwar nicht als Primärgefüge auf, jedoch als älteste hier erhaltene Mineralgeneration, die ihre ursprüngliche Lage im Gesteinsverband bewahrt hat.

Für die diskordante Gangvererzung, die sich im Mineralbestand durch das Fehlen von z. B. Turmalin, vor allem aber im Gefüge vom Lagererz unterscheidet, wird eine Mobilisierung des Primärerzes vermutet. Im Gegensatz zur Lagererzföhrung, die einem variszischen Zyklus syngenetisch zugeordnet wird, wird die Gangvererzung als syntektonisch und im Zusammenhang mit den Deckenschüben eingestuft.

Gesondert sind noch jüngste Mineralausscheidungen mit Quarz, Breunnerit, Dolomit,

sowie etwas Kupferkies, Glaukodot, Zinkblende und Pyrit als posttektonische Zerkluftfüllungen zu betrachten.

Die genetische Zuordnung der primären Erzanreicherung zur „Turmalin-Cu-Formation“ und ihre sialisch-paligene Verknüpfung mit den sauren Begleitgesteinen im Sinne von BORCHERT (1960, 1967) liegt nahe.

Das hier vorliegende genetisch sehr interessante Problem wird vor allem durch geochemische Untersuchungen weiter verfolgt und verspricht durch nochmalige Einbeziehung der Siderit- (Cu-, Pb-, As-, Co-) Gänge von Schwader Eisenstein und SW Schwaz in die Studien eine präzisere genetische Aussage.

Fertiggestellte Arbeiten: E. CHATZIDIMITRIADIS 1972, H. WENGER 1979.

Polymetallische Sulfiderze im Ötztalkristallin

Von den wenigen, im Kühtai und Ötztal bekannten und offenbar nur bescheidenen Erzanreicherungen im Ötztalkristallin stand ein polymetallisches und polymetamorphes Sulfiderzvorkommen im Mittelpunkt einer Gefügeuntersuchung von VAVTAR (1979a): die in den Biotit-Plagioklas-Paragneisen enthaltene und lagerförmig ausgedehnte kleine Lagerstätte im Wörgetal, Kühtai.

Die hauptsächlich aus Pyrit, Arsenkies, Kupferkies mit Cubanit, Zinkblende, Magnetkies, Fahlerz, Bleiglanz, Mackinavit, Markasit (und Spuren Gold) zusammengesetzte Paragenese zeigt ausgesprochen stoffkonkordante Position in der Gneisabfolge. Die etwa 1 m umfassende und im einzelnen aus mehreren, zentimeterdünnen, übereinander gereihten Erzlagen zusammengesetzte Erzbank läßt auch im Kleinbereich Lagerbau durch verschiedenes Metallangebot erkennen. Entsprechend dem metamorphen Erzträgergestein ist auch das Erzlager zu einem B-Faltungen tragenden S-Tektonit geprägt. Schieferung und stoffliche Abfolge liegen parallel. Eine diskordante Kluftmineralisation ist nicht bekannt. Das Erzlager unterlag aber, soweit in den beschränkten Aufschlüssen die Beobachtung möglich ist, denselben tektonischen Zerschörungen wie das Nebengestein.

Die mehreren, in der Nahabfolge der Paragneise zwischengeschalteten, bedeutenden Amphibolitbänke machen Zusammenhänge von katathermalen Metallausscheidungen mit einem basischen Magmenherd wahrscheinlich. Die lagigen Erzaggregate, die in den, mit Merkmalen eines „low-stage“ (WINKLER 1974) bzw. der Amphibolitfazies (WINKLER 1967) ausgezeichneten Metamorphiten enthalten sind, lassen dementsprechend reichliche Umkristallisationen erkennen, die im wesentlichen auf eine paläozoische, zumindest variszische Orogenese und Metamorphose zurückzuführen sind.

Analoge syngenetische Entstehung ist für die Kies-Cu-Vorkommen Haderlehen-Sautens (SCHULZ & LADURNER 1969) und Gametzkogel (Kühtai) anzunehmen.

Eine Serie von Pyrit-Magnetkies-Kupferkies-Vorkommen ist auf das äußere Kauneratal, etwa von Feichten nach N konzentriert; alle liegen in Paragneisen. Eine weitere Studie von VAVTAR (1979b) befaßt sich mit dem Pyrit-Arsenkies-Kupferkies-Kobaltglanz-Magnetkies-(Ag)-Lager Tschingl, SE von Feichten, welches ein repräsentatives Beispiel für die in der Nähe der Überschiebungsgrenze Ötztalkristallin (Mittelostalpin) auf Bündner Schiefer (Penninikum) gelegenen kleinen Lagerstätten bietet. Innerhalb der weit verbreiteten Paragneisabfolge sind im engeren Verbands von verschieferten Quarziten, Sericitquarziten und Glimmerquarziten, z. T. auch mit Übergängen zu Chlorit-Sericit-Phylloniten ausgesprochen stoffparallele Erzanreicherungen nachzuweisen. Erzlagen und Nebengestein in feinschichtiger Abfolge sind innig miteinander verfaltet, was von VAVTAR als Hinweis auf prämetamorphe Zusammenhänge angesehen wird. Auffallend ist ein relativ hohes Ti-Angebot in den Chlorit-Sericit-Lamina in

Form von Rutil, Titanit, Leucoxen zwischen den Erzfeinlagen, woraus auf Sekundärbildungen aus Ilmenit und Titanomagnetit geschlossen wird. Die Erzmineralparagenese und signifikante Entmischungen in einzelnen Mineralen deuten auf ein hochtemperiertes Bildungsstadium im Laufe der polymetamorphen Entwicklung. Die Einschaltung von Amphibolitbänken im Gneiskomplex läßt auf eine vulkano-sedimentäre Abfolge mit hydrothormaler Tätigkeit im Ablagerungsraum schließen, woraus sich für die Lagerstätte extrusiv-sedimentäre Herkunft ergibt. Es wird vermutet, daß der Vererzungstyp Tschingl repräsentativ für eine ganze Reihe von Kieslagerstätten des Raumes ist und daß primäre genetische Zusammenhänge mit der alpidischen Überschiebungstektonik für alle diese Erzvorkommen nicht bestehen.

Fertiggestellte Arbeiten: F. VAVTAR 1979a, F. VAVTAR 1979b.

Sideritlagerstätten im Kristallin der Saualpe, Kärnten

Über die im mittelostalpinen Altkristallin (TOLLMANN 1977) des Raumes Hüttenberg — Mosinzgraben — Hüttenberger Erzberg — Löllingberg — Löllinggraben gelegenen Lagerstätten wurden Gefügeuntersuchungen vom Aufschluß bis in den Mikrobereich von Eisenkarbonatanreicherungen durchgeführt, um zu Schlüssen über die Genese der Lagerstätte Hüttenberg in Knappenberg und der vielen kleinen, im weiten Umkreis verstreuten Sideritvorkommen zu gelangen.

Die petrographische und gefügetektonische Übersicht läßt erkennen, daß der mit großer Mächtigkeit vorliegende Komplex der Metamorphite von einer dominierenden achsialen Faltung mit $B = \text{WNW} - \text{ESE}$ verschieden steil bis etwa 40° fallend, geprägt vorliegt. Das ist ein regional weit nachweisbarer Formungsakt, dem auch Scherkluftsysteme und ac-Reißkluftscharen zuordenbar sind. Wesentlich für genetische Erwägungen über die Sideritlagerstätte ist der Befund, daß die Erzkörper überwiegend als stoffkonkordante Erzlager ausgebildet sind und gemeinsam mit dem Begleitgestein in die Faltungen und rupturrellen Deformationen miteinbezogen sind. Das gilt sowohl für die geologisch-großräumige Übersicht, als auch zum Teil für den Korngefügebereich.

So konnte FUCHS (1978, 1979) an den, in einer 400—600 m mächtigen Kalkmarmorabfolge enthaltenen Sideritlagern S- und B-Tektonitregelungen als Relikte im Sideritkorngefüge, ebenso wie in den unmittelbar begleitenden Teilgefügen von Ankerit, Calcit, Glimmer, Quarz und Disthen nachweisen. Dieses Ergebnis macht gemeinsame intragranulare Deformationen der Gefügepartner deutlich. Neben dieser postkristallinen mechanischen Durchbewegung liegen allerdings auch reichlich Befunde vor, die als Verdrängungen im Zuge lokaler Lösungsprozesse und auch metasomatischer Art zu erklären sind. Für diese chemisch intern, aber frei angelagerten Kristallite sind oft Wachstumsgefügeregelungen charakteristisch.

Es wird der Schluß gezogen, daß die ursprüngliche Fe-Anreicherung im wesentlichen syngenetisch im prämetamorphen Sedimentverband stattgefunden haben muß, dann aber diagenetische sowie hauptsächlich regionalmetamorphe Überprägungen zu beträchtlichen Umkristallisationen mit Kornvergrößerungen geführt haben.

Über die Herkunft des angereicherten Eisens im sedimentären Ablagerungsraum werden keine präzisen Aussagen gemacht, sondern nur Möglichkeiten erwogen. Man könnte an hydrothermale Belieferung denken und Zusammenhänge mit den metamorphen Metabasiten und -tuffen der weiteren Gesteinsabfolge vermuten. Daß schon eine sedimentäre Genese nicht nur schichtige, sondern auch räumlich ausgedehnte Verdrängungen im abgelagerten Kalkpelit verursachen kann, ist selbstverständlich. Wegsamkeiten für extrusive Metallzufuhr, etwa in Form von Klüften, ließen sich noch nicht finden. So muß auch noch die Möglichkeit einer Fe-Konzentration großen Aus-

maßes im marinen Milieu einer CO_2 -Zone im Sinne BORCHERT's (1964, 1965) aufgezeigt werden.

Über die Alterseinstufung der Ausgangsgesteine dieser hier mächtig aufgestapelten Kristallinarien, die im Bereich der Lagerstätte Hüttenberg in der Metamorphosestufe einer Amphibolitfazies (WINKLER 1967) vorliegen, sind geologischerseits noch Meinungsverschiedenheiten gegeben. Naheliegender schiene, nach WEISSENBACH (1975) und PILGER (1975) auf Grund von Seriengliederungen und -vergleichen in den mächtigen Marmoren von Hüttenberg metamorphes Devon zu sehen, wozu auch eine i. w. S. synd sedimentäre Sideritvererzung analog dem Steirischen Erzberg und Radmer (BERAN & THALMANN 1978) einzureihen wäre. Allerdings sind auch Argumente für eine präkambrische Einstufung der Serien genannt worden (KLEINSCHMIDT, SASSI & ZANFERRARI 1976).

Immerhin erweist sich die Lagerstätte Hüttenberg gestützt auf Gefügebefunde als alt angelegt, metamorph überprägt und mobilisiert und ist ihrer Entstehungsgeschichte nach kein Ereignis der alpinen Metallogenese (W. PETRASCHECK 1945, W. E. PETRASCHECK 1966, O. M. FRIEDRICH 1968), weder in der Tertiärzeit, noch der Kreide/Tertiärzeit (MEIXNER 1975, W. E. PETRASCHECK 1978).

Als syngenetische Eisenspatanreicherungen sind nach SCHULZ (1979) auch die kleinen Vorkommen in den Paragneisen bei Bärenbach, Radeben, Plaggowitz, Schottenau-graben, Totenreih und Kaiser zu bezeichnen. Sie liegen etwa auf 1 km^2 verteilt und gehören nach der tektonischen Beurteilung in ein und dieselbe stoffliche Abfolge. Im Geländeaufschluß liegt diese nur schwach erzführende Serie im Liegenden der Hüttenberger Lagerstätte.

Die z. B. in Bärenbach mit zwei 4 m mächtigen Marmorbänken und randlich derselben mit Glimmerquarziten verbundenen und damit wechsellagernden Eisenspataggregate lassen im großen und im kleinen Kennzeichen ursprünglicher Zusammengehörigkeit von Erz und Nebengestein ablesen: stoffliche Gebundenheit, tektonische Formungen, feinlagige Korngrößenunterschiede (0,25–10 mm), mechanische Beanspruchung der Korngefüge im Gitterbereich. Mengenmäßig fallen, soweit dies im Haufwerk alter Halden zu beurteilen ist, auch hier die grobspätigen Aggregate sowie die durch selektive Lösungsvorgänge und Neukristallisationen entstandenen bipolaren Kristallrasen auf, die das Gefüge kaum oder nicht beanspruchter Körner zeigen. Die gesamten Erzlager sind allerdings zusammen mit dem Nebengestein tektonisch zerschert. Entsprechend mehreren Umkristallisationen sind verschiedene Interngefüge in den jüngeren Aggregaten erhalten.

Die synd sedimentär-genetischen Zusammenhänge sind ähnlich Hüttenberg zu sehen und so stellen alle diese Vorkommen und Lagerstätten unseres Erachtens weitere Beispiele für metamorphe Eisenspatanreicherungen dar, wie sie schon von TUFAR (1968, 1972a, b) und BERAN & THALMANN (1978) im Ostalpenraum aufgezeigt wurden.

Fertiggestellte Arbeiten: H. FUCHS 1978, H. FUCHS 1979, O. SCHULZ 1979.

Anreicherungen vom Fe, Mn, W, Cu, Pb, Zn, U im Zentralgneis, in den Schieferhüllen und in der Matreier Zone Osttirols

Osttirol bietet mit einer großen Anzahl kleiner Erzlagerstätten und -vorkommen in unterschiedlich regionalmetamorphen Gesteinsserien verschiedener Faziesseinheiten ein wichtiges Forschungsgebiet auch auf dem Lagerstättensektor. Bezugnehmend auf die Dissertation von NEINAVAIIE (1979) kann bereits eine weitgehend klare genetische Zusammenstellung der Neuergebnisse gemacht werden.

Die meisten Erkenntnisse beziehen sich auf die Metamorphite der penninischen

Deckensysteme. Im Zentralgneis als saurer Magmatit im allgemeinen, im Bereich Badgastein auch im besonderen durch nachgewiesene Uranminerale, sind radiometrische Anomalien seit langem bekannt.

Im oberen Tauernental sind innerhalb einer aus Augengneis bestehenden, tektonischen Lamelle im Bereich der Schieferhülle decke bankungsgebunden bemerkenswert hohe γ -Strahlungen nachweisbar. Bei der Schildalpe SE des Matreier Tauernhauses taucht eine durch Radioaktivität besonders auffallende, wenige Dekameter mächtige Gesteinsabfolge auf und zieht in das Steilgehänge nach Westen hoch. Sie liefert einerseits schon im gesamten überdurchschnittlich hohe Werte, andererseits aber noch lokal hervortretende Anomalien.

Die mikroskopische Diagnose im Durch- und Auflicht sowie Untersuchungen mit der Elektronenstrahlmikrosonde ergaben, daß als U- und Th-Träger akzessorische Minerale wie Zirkon, Orthit, Apatit und Y-Titanit in Frage kommen. Auf Grund der offensichtlich bankungsgebundenen stärkeren Radioaktivität könnte man auf, von anatektischen Vorgängen nicht verwischte stoffliche Inhomogenitäten präexistenter Gesteine schließen.

Als eine dankbare Aufgabe kann die Suche und Verfolgung von Wolframanreicherungen in den metamorphen altpaläozoischen Gesteinen der Habachserie der Unteren Schieferhülle angesehen werden, nachdem HÖLL (1970, 1971, 1975) grundlegende Vorarbeit geleistet hat und so auch als Fortsetzung der neu entdeckten Scheelitlagerstätte Felbertal einige Vorkommen auf Osttiroler-Gebiet markiert hat. Immerhin ließen sich im Felbertauerngebiet beim Schwarzen See, Grauen See und auf der Meßling-Scharte Scheelitanreicherungen zusammen mit den schon bekannten Leitgesteinen, nämlich Hornblendeschiefern sowie Albit-Biotit-Gneisen, lagergebundene und z. T. auch feinklamierte Scheelitkonzentrationen verfolgen. Sie bestätigen und ergänzen nur die grundlegenden Ergebnisse von HÖLL sowie zusammenfassend von MAUCHER (1977).

Im übrigen ist in dieser Hülle noch ein Kies-(Cu)-vorkommen in Quarziten und Glimmerschiefern im hinteren Maurertal (Essener-Rostocker Hütte) und ein an Quarzitlagen gebundenes Bleiglanz-Zinkblende-Vorkommen mit Kupferkies und Pyrit in Paragneisen und Glimmerschiefern beim Defreggerhaus bekannt und untersucht worden. Beide Erzvorkommen erweisen sich als stoffkonkordante Lager prämetamorpher, sedimentärer Anlage.

Im Grenzbereich Untere/Obere Schieferhülle (nach SCHMIDEGG 1961) läßt sich ein durch Radioaktivitätsanomalien auffallender schmaler, offensichtlich geochemischer Leithorizont vom Raneburgsee nach W in die Gletscherregion zum Eissee und vermutlich nach Südtirol verfolgen, wo am Umbaltörl und im Windtal (Hinteres Ahrntal) ebenfalls schichtig-stoffparallele U-Anreicherungen bekannt sind. Als Ursache der radioaktiven Strahlung konnte bei Raneburg und im Ahrntal Uraninit nachgewiesen werden, der in Karbonat-Glimmer-Quarziten und Glimmer-Quarzit-Schiefern angereichert ist. Für diese und die U-Vorkommen südlich des Hochfeiler in Südtirol besteht die große Wahrscheinlichkeit, daß die Trägergesteine metamorphe Permsedimente repräsentieren.

Am Dabernitzkogel und bei Achsel im Froßnitztal sind Magnetit-Pyrit-Magnetkies-(Kupferkies)-Lager mit teils Amphiboliteklagen, teils Karbonatquarziten und Granatglimmerschiefern vergesellschaftet und werden (von NEINAVALE, 1979) als metamorphosierte Erzlagertstätten in mesozoischen Sedimenten angesehen.

Eine regional streng stratiforme Anordnung, nämlich eine Gebundenheit an jurassische Ophiolithe (Grünschiefer, Serpentinite), zeigen Kies- und Cu-Lagerstätten, die auf 110 km streichende Länge in Form zahlreicher, aber meist kleiner Vorkommen zu finden sind. Die Serie beginnt im Westen bei Sterzing mit den Lokalitäten Afens und

Leitnerwald im Pfitschertal, beinhaltet im Ahrntal die schon historisch berühmt gewordene Lagerstätte Prettau und ist im Virgental, im Kalsertal und weiter bis in das obere Mölltal bei Heiligenblut und Fragant mehrfach wieder zu finden. Die von SCHMIDT (1973) für Prettau erarbeiteten Kenntnisse sind in vielerlei Beziehung für diese Vorkommen abzuwandeln. Der ursächliche genetische Zusammenhang von Metallausscheidung und Vulkanismus liefert einen auffälligen geochemischen Leithorizont im Penninikum der Ostalpen.

Auch in der Matreier Zone sind in den altersäquivalenten metamorphen Gesteinen Erzbildungen, allerdings einer Mn-Paragenese zu finden. Sie bieten den Vergleich mit der Mn-Schiefer-Hornsteinformation der Nordtiroler Kalkalpen an. NEINAVAIE (1979) fand eine deutliche Stoffkonkordanz der hauptsächlich aus Braunit, Manganomelan, Mangankarbonat, (Pyrit, Magnetit) bestehenden Erzparagenese, die in eine B-tektonische Verformung samt einer Quarzitlage in einem mesozonalen Kalkglimmerschiefer-Komplex eingeschlossen ist.

Noch nicht abgeschlossen sind die Untersuchungen im Osttiroler Anteil des mittelostalpinen Altkristallins in der Zone der Alten Gneise im Defereggengebirge. Soweit bis jetzt, bezugnehmend auf die Bearbeitung von GHASSEM, eine Übersicht gegeben werden kann, sind die alten Kupferlagerstätten im Tölgischbach-Tal und beim Blindnissee (beide „Knappengruben“ N St. Jakob im Defereggental), weiters das Vorkommen Staniska (im äußeren Kalsertal) sowie die Magnetkiesanreicherungen von Schober (Bergersee, S Prägraten) und die kleinen Arsenkieslagerstätten Hopfgarten, Grünalm (WSW Rudnig, S Hopfgarten), Michlbachtal (SW St. Johann i. W.), Ainet, Tratte bei Ainet und Thurn (N Lienz) durchwegs stoffkonkordante, meist polymetallische Kiesvorkommen (As, Fe, Cu, Pb, Zn, Au), die auf Grund bisheriger Erfahrungen als prämetamorphe Metallanreicherungen bezeichnet werden können. Es handelt sich um metamorphe Lagerstätten. Dasselbe gilt auch für die früher abgebauten Magnetkieslager am Schloßberg W Lienz.

Dieselbe genetische Klassifikation ist auch für die altpaläozoischen, heute schwach metamorphen Cu-As-Fe-Kiese (mit Au) in der Thurntaler Quarzphyllitzone im Drautal, mit der bekanntesten Lagerstätte bei Tessenberg, durch HÖLL (1975) bekannt.

Eine wirtschaftlich wichtige Serie von Scheelitvorkommen hat ebenfalls HÖLL (1975) vom Villgratental über die Tafen-Alpe bis zum Grenzkamm Hochrast-Gumriaul-Markinkele bekanntgemacht. Sie alle lassen deutlich eine Bindung an einen Grünschiefer- bzw. Amphibolit-Leithorizont erkennen. Zu diesem Thema ist der Innsbrucker Beitrag nur sekundär.

Zu den altpaläozoischen, heute metamorphen Lagerstätten sind auch die Antimonitvorkommen im Altkristallin der Kreuzeckgruppe (an der Landesgrenze Osttirol/Kärnten: Rabant) und im Gailtalkristallin W Obertilliach, insbesondere die kleine Antimonit-Bleiglanz-Fahlerz-Kupferkies-Pyrit-Lagerstätte am Oberberg zu zählen. Ihre genetische Stellung als geochemischer Leithorizont hat erstmals LAHUSEN (1969, 1972) bewiesen.

Besonderes Interesse kommt einer, mit den gangförmigen tertiären Tonalitporphyriten im Iseltal vergesellschafteten Magnetkiesanreicherung zu. FRIEDRICH (1941, 1953) macht die periadriatischen Plutonite für eine Reihe von heißthermalen Kieslagerstätten u. a. im Iseltal verantwortlich. Zwar erweisen sich nach unserer derzeitigen Auffassung die meisten dieser schon vorhin erwähnten Kieslagerstätten mit komplexem Metallgehalt in der Zone der Alten Gneise als stoffkonkordante metamorphe Bildungen ohne sichtbare Zusammenhänge mit den alpidischen Magmatiten, doch besteht immerhin bei den Vorkommen von Göriach SW Schläiten eine Kontaktbildung im Sinne von FRIEDRICH (1941, 1953). Nach unserer Auffassung spricht die Gesamtsituation aber

hier für eine kontaktmetamorphe Veränderung durch die zufällige Intrusion des Tonalits in eine Biotitgneis-Marmor-Fe-Kies-Abfolge. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Fertiggestellte Arbeiten: H. NEINAVAI 1979.

Mineralische Rohstoffe in Nord-, Ost- und Südtirol

Die Anfertigung einer Karte „Mineralische Rohstoffe“ für ganz Tirol machte die Befassung mit mehreren Problemen über die österreichische Landesgrenze hinaus erforderlich, Probleme, die im heutigen österreichischen Anteil der Ostalpen nicht zur Diskussion standen. Es sind besonders die um die variszischen Magmatite der Sarntaler Alpen gereihten hydrothermalen, polymetallischen Ganglagerstätten und die Ganglagerstätten im Gefolge des permischen Quarzporphyrs um Bozen mit hauptsächlich Fluorit, Baryt, Bleiglanz und Zinkblende.

Zum Verständnis der Gesamtsituation war die Zusammenarbeit mit den Kollegen an den Universitäten Padua (Prof. Dr. P. OMENETTO) und Mailand (Prof. Dr. L. BRIGO) sehr fruchtbar. Der Südtirol-Anteil der Lagerstättenkarte konnte durch die freundliche Mitarbeit von L. BRIGO bewältigt und auf den neuesten Stand gebracht werden. Die vorliegenden Kenntnisse tragen zur Beurteilung der Metallogenese in den Ostalpen wesentlich bei (OMENETTO & BRIGO 1974, SCHULZ & BRIGO 1977, BRIGO & OMENETTO 1979, SCHULZ 1979a, b).

Ein Überblick über die Entwicklung der lagerstättenkundlichen Forschung und über den derzeitigen Stand der Kenntnisse über die Erz-, Steinsalz-, Bitumen- und Kohlenlagerstätten wurde von SCHULZ (1979c) gegeben.

Fertiggestellte Arbeiten: O. SCHULZ 1974, O. SCHULZ 1977a, O. SCHULZ & L. BRIGO 1977, O. SCHULZ 1979a, b, c.

Zusammenfassende regionale Betrachtung

Eine neuere zusammenfassende Darstellung der Metallogenese der Ostalpen versuchten HÖLL & MAUCHER (1976) auf Grund der damals vorliegenden Erkenntnisse. Nun ist es nicht Zweck des hier veröffentlichten Beitrages, die gesamten Lagerstätten und Mineralvorkommen der Ostalpen in einem genetischen Schema neu aufzuzählen, obwohl hiezu schon wieder weitere Unterlagen zur Verfügung stünden. Unter Berücksichtigung unserer sowie der von anderen Forschern eingelangten Neuergebnisse, soll aber zu verschiedenen Problemkreisen Stellung genommen werden und dabei bestehende Auffassungen bestätigt oder auch widersprochen werden.

In der Verteilung der Metallagerstätten der Ostalpen, aber auch der salinaren Gesteine und der Kohlen zeigen sich bemerkenswerte Inhomogenitäten, oft mit E—W-verlaufenden Reihungen und Erstreckungen. Die in einzelnen Fällen sogar rhombisch-symmetrische Verteilung von Lagerstättenformationen ist aber nicht als Zonarbau um einen zentralen magmatischen Herd entstanden (W. E. PETRASCHECK 1961), sondern ist in den überwiegenden Fällen vom Verlauf der Gesteinskomplexe bedingt, die als Faziesseinheiten und Deckensysteme den charakteristischen E—W-Verlauf des Alpenstreichens einnehmen. Für eine große Anzahl von Fällen ist nämlich die genetische Gebundenheit, die ursächliche Zusammengehörigkeit von Lagerstätten- und Gesteinskörper als stratiform oder bodiform durch viele neuere Arbeiten bewiesen. Auf diese generell wichtige Möglichkeit hat unter den neueren Forschern HEGEMANN (1948, 1957, 1958, 1960a) aufmerksam gemacht.

Naturgemäß fällt die Beurteilung von Lagerstättengenesen im Altkristallin, dessen

altersmäßige Zuordnung noch nicht in wünschenswertem Ausmaß vorliegt, besonders schwer. In den mittelostalpinen polymetamorphen Kristallinabfolgen der Silvretta, der Ötztaler- und Stubai Alpen fallen einige angereicherte Erzparagenesen auf. Es handelt sich einerseits um eine polymetallische Sulfidformation mit z. B. Pyrit, Arsenkies, Kupferkies, Cubanit, Fahlerz, Zinkblende, Bleiglanz, Magnetkies, Mackinavit, Markasit, (Au), welche Lagerposition aufweist und eine gewisse regionale Bindung an Amphibolitzüge wahrnehmen läßt (VAVTAR 1979a). Gemeint sind drei Vorkommen im Kühtal bzw. Sautens im Ötztal, in einer weiteren Gruppe die Vorkommen im Platzertal und eine Lagerstättengruppe um Nauders. Diese Metallanreicherungen lassen nach den begonnenen Studien (VAVTAR 1979b) auf primäre genetische Zusammenhänge mit dem Paragestein schließen, weisen Charakteristika der dem Nebengestein aufgeprägten P-T-Veränderungen auf und stehen ihrem Ursprung nach mit der nahen Deckengrenze und Überschiebungsbahn nicht im Zusammenhang.

Eine ähnliche polymetallische Sulfidvergesellschaftung, aber mehr einer Kies-Cu-Formation tritt im äußeren Kaunertal sowie in der westlichen Fortsetzung der Silvretta und Verwallgruppe südlich des Stanzertales an zahlreichen Lokalitäten früherer Bergbaue hervor.

Zu einer hydrothermalen Pb-(Ag)-Zn-Formation mit komplexer Paragenese ebenfalls im Verbands von Paragneisen gehören die vielen, zwischen Pferschtal, Ridnauntal und Passeiertal verbreiteten Lagerstätten mit der Typuslokalität Schneeberg (Monte Neve). Dazu bietet sich in den westlichen Ötztaler Alpen im Glockturmkeim und östlich Nauders eine anscheinliche Gruppe von Vorkommen an. Wenn zwar generell mit prämetamorphen Erzansammlungen in einem sedimentären Bildungsraum zu rechnen ist, so bietet doch das Beispiel der Lagerstätte Tönsen auch den Hinweis, daß stoffkonkordante Erzlager auch Gänge, also Lagergänge sein können, was freilich durch eine Mobilisierung eines präexistenten Metallbestandes verursacht sein kann.

Zu diesen bisher aus dem Altkristallin der westlichen Ostalpen aufgezählten Erzparagenesen lassen sich auch Beispiele aus der Zone der alten Gneise vor allem für die Kies-Cu-Paragenese anführen, nämlich aus der Ortlergruppe (Martelltal), SW Meran und Ultental, Passeiertal, Jaufen, dann vor allem im Defereggengebirge in Osttirol und in der Kreuzeckgruppe. Für sie alle sind die vorhin genannten genetischen Aspekte zutreffend.

Auch für die vorhin erwähnten Pb-Zn-Paragenesen gibt es noch weitere vergleichbare Beispiele, nämlich in der Laaser Serie S Schlanders (BRIGO & OMENETTO 1979) und im Murtaler Altkristallin, dort in Glimmerschiefern. Außer der von TUFAR (1971) als prämetamorph klassifizierten Lagerstätte Ramingstein im Lungau sind bezugnehmend auf die in Ausarbeitung befindliche Dissertation von J. BAUER auch die Nachbarkommen im Ramingsteiner Bergrevier sowie die Kette der zahlreichen Vorkommen in der Ossiacher Antiklinale (TOLLMANN 1977) offenbar in dieselbe genetische Gruppe zu stellen. Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang auch die im Altpaläozoikum der oberostalpinen Gurktaler Decke enthaltenen vielen kleinen Pb-Zn-Vorkommen.

Gegenüber den bisherigen Typen von Lagerstättenkörpern aus dem Schema fallende, nämlich diskordante Cu-Co-Pyrit-Sideritgänge, sind in Randbereichen des Schwazer Augengneises bekannt, wo allerdings WENGER (1979) bei der Kaunzalm auch zusätzlich eine verbandskonkordante, prämetamorphe Metallanreicherung fand. Dieser genetisch besonders interessante Fall deutet Mobilisationen eines Alterzbestandes an; zur besseren Charakterisierung dieser gesuchten, weil seltenen Vererzungstypen sind weitere Untersuchungen im Gange.

Für die bisher hier zusammengefaßten stoffkonkordanten Lagerstätten wird eine im weiteren Sinne syngenetische Anlage vertreten, so daß hinsichtlich der Alterseinstufung

die den kristallinen Gesteinsserien anhaftenden Unsicherheiten auch für die Lagerstättenkörper gelten. Somit muß für gewisse Regionen mit präkambrischem Alter (PURTSCHALLER 1967, FÖRSTER & LEONHARDT 1972, H. FLÜGEL 1976, TOLLMANN 1977), zum Teil aber auch mit sicher altpaläozoischen Produkten gerechnet werden, vor allem wenn sich geochemische Leithorizonte wie in der Goldeck-Kreuzeckgruppe und im Gailtalkristallin mit den Sb-(W)-Hg-Lagerstätten anbieten (MAUCHER & HÖLL 1968, LAHUSEN 1969, 1972, SCHULZ 1969).

Zu den zeitlich nicht geklärten Erzvorkommen müssen vorerst noch die Sideritlager im Marmor von Hüttenberg gezählt werden, obwohl nach FUCHS (1978, 1979) und SCHULZ (1979) mit einer vormetamorphen Fe-Anreicherung in einem marinen Ablagerungsraum zu rechnen ist. Die Einstufung der Hüttenberger Lagerstätte in eine devonische Karbonatabfolge (WEISENBACH 1975, PILGER 1975) scheint durch die devonische Einstufung der Sideritlagerstätten in der Radmer und am Steirischen Erzberg (BERAN & THALMANN 1978) — dort allerdings in der Nördlichen Grauwackenzone — eine Stütze bekommen zu haben.

Zeitlich glaubhaft zu reihende Lagerstättenparagenesen sind zahlreich in der oberostalpinen *Nördlichen Grauwackenzone* verteilt. In altpaläozoischen, schwach metamorphen Serien sind Lagerstätten einer *Kies-Cu-Fe-Spat-Formation*, mit unterschiedlichem Vorkommen der Komponenten, von den *ordovizischen Phylliten* des Kitzbüheler Raumes (SCHULZ 1971a, 1972a, b, CHATZIDIMITRIADIS 1972, ILKHANI 1971) über Zell am See (UNGER 1972) nach Bischofshofen zahlreich vertreten, wo bemerkenswerterweise im Mitterberger Südrevier drei Lagergänge mit einer komplexen Sulfidzparagenese auf 3 km Erstreckung in der Schichtabfolge durch WEBER et al. (1972) bekanntgemacht wurden. TOLLMANN (1977, S. 551) hält sie vergleichend mit den westlichen Kiesvorkommen für ordovizisch, kaledonisch. Zu dieser Reihe der Lagererztypen paßt auch die polymetallische Kieslagerstätte Walchen S Öblarn im Ennstal.

Mit diesen syngenetisch angelegten Lagerstätten der Grauwackenzone sind paragenetisch ähnliche Vorkommen in der unterostalpinen *Innsbrucker Quarzphyllitserie* auffallend, wobei allerdings die kiesige Formation an der Grenze *Silur/Devon* durch Scheelitführung bis zur lagerstättenbildenden Anreicherung (Tux-Lanersbach) und erwähnenswerte Au-Gehalte im Pyrit bis zu gewinnbaren Gehalten (Goldlagerstätte Zell am Ziller) ausgezeichnet ist.

In diesem Zusammenhang ist die wegweisende Studie von HÖLL & MAUCHER (1967) über die *Scheellagerstätte Tux* als Beispiel für vulkano-sedimentäre, metamorphe Erzlagerstätten in Erinnerung zu bringen, ein Ergebnis, das durch die nachfolgenden praktisch-wirtschaftlichen Erfolge besonders im Penninikum der *Unteren Schieferhülle* durch die Entdeckung der Lagerstätte Felbertal (HÖLL 1975) bestätigt ist. Weitere damit vergleichbare altpaläozoische Scheelitanreicherungen und eine Reihe von *Kies-Cu-As-(Au)*-Vorkommen liegen stoffparallel im *Thurntaler Quarzphyllit-Komplex* (Oberostalpin (?), TOLLMANN 1977, S. 354). Auch für diese ursprünglich sedimentären Erzanreicherungen sind Grünschiefer bzw. Amphibolite, z. T. auch graphitische Leithorizonte als Hinweise für vulkano-sedimentäre Zusammenhänge belegt.

Und auch der südalpine *Brixner Quarzphyllit* weist zahlreiche in der Mineralvergesellschaftung einer *Kies-Cu-Formation*, z. T. mit *Pb, Zn, As* sowie graphitischen und chloritischen Begleitgesteinen auffallende Übereinstimmungen mit den bisher erwähnten Lagerstätten auf, so daß die im Altpaläozoikum regional weit verbreitete Metallisation vielfältig zur Geltung kommt.

Zum Thema *Spatmagnetit* wurden in letzter Zeit weitgehend befriedigende Lösungen gefunden, die für eine paläozoische Genese sprechen.

Während HADITSCH (1969) noch mit Argumenten gegen eine sedimentäre oder

paradiagenetische Genese auftritt, liegen vor allem durch HÖLL & MAUCHER (1967), SIEGL (1969), SIEGL & FELSER (1973), VAVTAR (1976), SCHULZ & VAVTAR (1977), FELSER (1977) glaubhafte Belege für eine i. w. s. synsedimentäre Magnesitbildung, also einschließlich paradiagenetischen Kristallisationen und Verdrängungen, vor. Gerade die Bereitschaft der Karbonate zu Sammelkristallisationen und Metasomatosen ist meines Erachtens schon in einem frühdiagenetischen Entwicklungsstadium von großem Einfluß auf Detailgefüge im kleinen und Magnesitkörper im großen gewesen.

Eine andere Erklärung für paläozoische Magnesitbildung finden allerdings MOSTLER (1974) und HADITSCH & MOSTLER (1979), nämlich mit einer faziesgebundenen Mg-Voranreicherung durch Echinodermaten und eine durch CO₂-Metasomatose, in Verbindung mit der variszischen Metamorphose, ausgelöste Magnesitkristallisation.

Ausgehend von der Nördlichen Grauwackenzone wird auf die Neuergebnisse über die „*Fahlerzgänge*“ *Typ Schwaz* aufmerksam gemacht, für die nunmehr ein *unterdevonischer* Auftritt, auch mit schichtigen Erzkörpern (GSTREIN 1978, 1979) analog dem Beispiel Brixlegg (SCHULZ 1972c) und weiteren kleinen Vorkommen in den Kitzbüheler Alpen (VAVTAR 1977) sichergestellt ist. Auf Grund zahlreicher s-diskordanter Ergzgänge im Raum Schwaz-Brixlegg werden hier die Befunde über Zufuhrspalten, synorogene Stoffwanderungen sowie über rupturale Deformationen noch über die bisherigen Kenntnisse hinausgehende Einblicke in verschiedener wissenschaftlicher Sicht im Zuge angewandter Forschungen ermöglichen.

Silurisch-devonische, an eine Karbonatphyllitserie mit Grünschiefern und Schwarzschiefern stratiform gebundene Pb-Zn-Vererzungen wurden aus dem *Grazer Paläozoikum* durch TUFAR (1972c), SIEGL (1974), WEBER (1977) bekannt gemacht.

Von im *Unterkarbon* zustande gekommenen schichtigen Pb-Zn-Cu-Fe-F-Ba-Si-Anreicherungen auf einem Paläokarstrelief aus devonischen Karbonargesteinen und in Karsttaschen und Klüften berichten BRIGO & DI COLBERTALDO (1972) aus dem langen italienisch-österreichischen Grenzkamm der Karnischen Alpen. Wegen der Begleitung des etwa 50 km verfolgbaren Erzhorizontes durch spilitische Vulkanite weisen die Autoren auf die Möglichkeit extrusiv-sedimentärer Erzbildung hin. Mit diesen Transgressionsvererzungen sind zeitlich vergleichbare Lagerstätten in den Österreichischen Alpen offenbar nicht bekannt.

Auch für die typischen *diskordanten Ganglagerstätten* im Gefolge der *variszischen Magmatite* in Südtirol (OMENETTO & BRIGO 1974, BRIGO & OMENETTO 1979) gibt es auf österreichischem Bundesgebiet nichts vergleichbares: Gangscharen im und um den Diorit („Klausenit“) NW Klausen (mit Pfunderer Bergbau) enthalten die Paragenese *Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Pyrit, Ag-Minerales*, und die subparallelen Erzgänge rund um die Kreuzberg-, Ifinger- und Brixner *Granitintrusionen* zeichnen sich durch mitunter bedeutende *Fluoritgehalte* aus (Bergbau Rabenstein), vergesellschaftet mit Bleiglanz, Zinkblende, z. T. auch mit Kupferkies, Baryt und Siderit. Auch der zweite Großbereich mit diskordanten Gangschwärmen im *Bozner Quarzporphyr* um Bozen, am Ritten, im Etschtal, bei Meran, im Eggental, Brantental, Joch Grimm, beim Kalterer See und bei Auer, fällt allgemein durch hohe *Fluoritgehalte* auf (Lagerstätten im Brantental); dazu kommen Baryt, Bleiglanz, Zinkblende (z. B. alter Bergbau Terlan). Die Mineralisationen werden als hydrothermaler Nachhall der *unterpermischen* sauren Effusionen betrachtet (OMENETTO & BRIGO 1974, BRIGO & OMENETTO 1979). In einzelnen Fällen brachte der Vulkanismus mit seinen Hydrothermen auch Uranpecherz in den Gängen zur Anreicherung. Die Anwesenheit von Uran im Quarzporphyr bildet die Voraussetzung für die nachfolgende sedimentäre U-Anreicherung durch mechanische, hauptsächlich aber durch chemische Anlagerung.

Die *permischen Sandsteine* der italienischen, jugoslawischen und österreichischen Alpen

weisen zahlreiche Radioaktivitätsanomalien und eine Reihe von Lagerstättenbildenden U-Anreicherungen auf. Die exogen-sedimentäre Herkunft und die überwiegend chemische Anlagerung der *Uranminerale*, meist als Zement der häufigen Quarz-Glimmer-Sandsteine, gegebenenfalls mit Bindung an inkohlte Holzreste, fällt allgemein auf und ist signifikant für Sandsteinerze vom Coloradoplateau-Typ. Meinungsverschiedenheiten über die Genese liegen bei diesem Thema zwischen italienischen, jugoslawischen und österreichischen Forschern nicht vor. Verglichen mit den beachtlichen Lagerstätten in den Bergamasker Alpen und vor allem mit Žirovski Vrh in Slowenien sind die österreichischen Vorkommen sehr bescheiden. Eine Zusammenstellung derselben gab W. E. PETRASCHECK (1975). Die wirtschaftlich aussichtsreichsten Lokalitäten sind heute Forstau bei Radstadt und Tweng-Mauterndorf (ERKAN 1977), Fieberbrunn (SCHULZ & LUKAS 1970) und Mühlbach (HOLZER 1977).

Die stratigraphische Bindung der U-Anreicherungen mit vorwiegend Uraninit und Pechblende an das Perm ist auch im österreichischen Gebiet auffallend. Das gilt nicht nur für die auf weite Distanz nachgewiesenen Erzlinien von Hochfilzen über St. Johann bis Wörgl (vermutlich noch Unterperm) sondern auch für die Uranlinien in den Violetten Schiefern von Mühlbach (nach MOSTLER 1972, Unterperm), und schließlich beurteilt ERKAN (1979) auch die U-führende Sericitquarzitserie der Lagerstätte Forstau im metamorphen Unterostalpin als unterpermisch. Die mit Permsedimenten auch verbundenen Cu-Pb-Zn-Erzausscheidungen sind heute wirtschaftlich nicht von Interesse.

In der alpinen *Mitteltrias* stehen die zahlreichen *Pb-Zn*-Vorkommen in den Nördlichen Kalkalpen sowie die in der Nähe der periadriatischen Naht liegenden Lagerstätten Salafossa bei Sappada, Raibl, Bleiberg-Kreuth und Miß (Mežica) sowie Topla neuerdings wieder in vielseitiger Erforschung. Wenn auch über die Entstehung der Zinkblende-Bleiglanz-Erze mit häufig Markasit, Pyrit, Fluorit, Baryt, Quarz und Karbonaten bezüglich des triadischen Alters und der sedimentären Anreicherung eine Übereinstimmung erzielt wurde, bestehen hinsichtlich der Details über Extern- und Internanlagerungen, diagenetische Stoffumsätze, orogentektonische Einflüsse, vor allem aber über die Metallherkunft noch beschämend differierende Auffassungen. Geochemische Untersuchungen werden zur Klärung noch beitragen (SCHROLL & KÖPPEL 1979). M. E. sind allenfalls extrusiv- und intrusiv-thermale Stoffbewegungen für das Gefüge und die Position der Erzkörper als wesentlich zu bezeichnen.

Eine der Kies-Cu-Fe-Spat-Formation im Ordovizium ähnliche, ausgedehnte E-W-verlaufende Kette von *Pyrit-Kupferkies* (z. T. *Fahlerz*-, *Au*-) Lagerstätten erscheinen im Pennin, und zwar in den Metamorphiten der *Oberen Schieferhülle* und der *Matreier Zone* mit deutlich räumlicher Bindung an die basischen Metavulkanite in *Jurasedimenten*. Ihre Verbreitung reicht von Sterzing in Südtirol bis in das obere Mölltal in Kärnten. Auf die Möglichkeit der Zusammenhänge submarinthermaler Aktivitäten mit den basischen Ophiolitextrusionen macht schon HEGEMANN (1948) aufmerksam und heute ist an dieser Auffassung nicht zu zweifeln.

Die marine Thermentätigkeit als extrusiver Metalllieferant wird weiters noch für die jurassischen *Mn-Lager* (mit der metamorphen Paragenese Braunit, Manganomelan, Mn-Karbonat, Pyrit, Magnetit) in der Matreier Zone beim Lucknerhaus in Osttirol (NEINAVAIK 1979) in Betracht gezogen und erinnert an die in der Nordalpinen Fazies vom Arlberggebiet (Eisenspitze, Davinalpe) bis in die Salzburger Kalkalpen mit mehreren Vorkommen bekannten Rhodochrosit-Pyrit-Lager, für die GERMANN (1973) durch den Nachweis von Seladonit in den sedimentären Erzlagen die Einstufung zur „entfernt vulkanogen-kieseligen Gruppe“ der *Mn-Schiefer-Hornsteinformation* erbracht hat.

Über die lagunäre Brackwassergenese der mit der Transgression des *Oberkreidemeeres* auf ein Erosionsrelief zusammenhängenden *Bauxitlagerstätten* und -vorkommen in den

Nördlichen Kalkalpen von Niederösterreich über Oberösterreich (dort die Lagerstätte Präflingkogel-Unterlaussa), Steiermark, Salzburg bis in das Unterinntal Tirols haben SCHROLL & SAUER (1964) und zusammenfassend RUTNER (1971) berichtet. Diese Deutung wird heute allgemein akzeptiert.

Mit der *Kreidezeit* verbindet man seit der fossilmäßig durch Schwamm-Spiculae gelungenen Einstufung (SCHÖNLAUB 1973) des Pennins der *Rechnitzer Schieferinsel* am Alpenostrand (TOLLMANN 1977) die wirtschaftlich für Österreich bedeutende *Antimonit-Ganglagerstätte* von Schlaining im Burgenland. Die hydrothermale Paragenese Sb-Hg ist auch über 10 km entfernt bei Maltern bekannt (BASHOURAN 1971). Die in einem schwach metamorphen Kalkschieferpaket diskordanten, aber horizontgebundenen bisher vier subparallelen Erzgangspalten mit einer Teufenerstreckung bis etwa 40 m stehen im Zusammenhang mit kurzen apophysenförmigen Lagergängen. Überlagernde Grünschiefer und stratiforme Sb-Spurengehalte machen für MAUCHER & HÖLL (1968) primär magmatogen-sedimentäre Metallanreicherungen mit Umlagerungen in Klüfte wahrscheinlich, doch liegt bezugnehmend auf die Darstellungen von LUKAS (1970a, b) noch kein makellooses, unwidersprechbares und eindeutiges Bild von der Lagerstätten-genese vor.

Junge, *alpidische Metallausscheidungen* werden aber außerdem noch als lokale Ereignisse, verursacht durch Stoffverschiebungen, als Lösungsumlagerungen und als Umkristallisationen im Zusammenhang mit der alpidischen Orogenese und Metamorphose zu beachten sein. Sie bleiben ein, wenn auch bescheidener Beleg für eine, einst mit großzügiger Verbreitung im Ostalpenraum vermutete Metallverteilung im Sinne von W. PETRASCHECK (1926, 1945). So sind im Mitterberger Hauptgang der Kupferlagerstätte in Mühlbach auch junge, nämlich kretazische Stoffverschiebungen nachgewiesen (W. E. PETRASCHECK, ERKAN & SIEGL 1977, W. E. PETRASCHECK 1970, SIEGL 1972). Für die Cu-Co-Siderit-Erzgänge in Randzonen der Schwazer Augengneisscholle (WENGER 1979) und die Mobilisate in der devonischen Fahlerzlagerstätte Schwaz-Brixlegg (GSTREIN 1978, 1979) sind Rejuvenationen präexistenter Metallbestände schon glaubhaft gemacht worden.

Wenn im Rahmen dieser abschließenden, verallgemeinernden Übersicht von stratiformen, schicht- und zeitgebundenen Erzanreicherungen bevorzugt berichtet wurde, so ist dies einerseits eine Folge des Überwiegens derartiger Lagerstättentypen, andererseits aber auch durch die Auswahl der Forschungsthemen zu erklären. Diese anscheinende Bevorzugung stoffkonkordanter Metallansammlungen hängt allerdings auch mit unseren fortschreitenden Kenntnissen über i. w. S. syngenetische Lagerstätten zusammen, während die Zusammenhänge von Erzgängen mit diagenetischen und metamorphen Stoffmobilisationen und die Beurteilung submariner Metallzufuhrwege derzeit noch zu den diffizilen Aufgaben gehören. Die in Südtirol im hydrothermalen Gefolge der jungpaläozoischen Magmatite bekannten zahlreichen Erzgänge sollten aber das Interesse an diesen epigenetischen Erzkörpern wecken und die Entwicklung unserer Kenntnisse fördern helfen.

Zusammenarbeit mit anderen Institutionen

Mit Dankbarkeit wird an die langjährige Zusammenarbeit auf dem geochemischen Sektor mit dem Geotechnischen Institut der BVFA-Arsenal, mit w. Hofrat, Univ.-Prof. Dr. E. SCHROLL und seinen Mitarbeitern erinnert. Viele Exkursionen und Diskussionen mit Fachkollegen im Ausland brachten wichtige Erweiterungen der dargelegten Kenntnisse: in der Bundesrepublik Deutschland (Prof. Dr. H. J. SCHNEIDER, Freie Universität Berlin; Prof. Dr. Ing. A. MAUCHER, Universität München; Prof. Dr. Ing. H. BORCHERT, Technische Universität Clausthal;) in Italien (Prof. Dr. P. OMENETTO, Universität Padua; Prof. Dr. L. BRUGO, Universität Mailand; Dr. W. MÜNCH, S.A.M.I.M. Rom); in Jugoslawien

(Prof. Dr. Ing. M. DROVENIK, Universität Laibach; Dr. Ing. ŠTRUCL, Rudnik Mežica; Prof. Dr. Ing. St. KARAMATA, Universität Belgrad), in Polen (Prof. Dr. St. DZULYNSKI, Frau Doz. Dr. M. SASS-GUSTKIEWICZ, Bergakademie Krakau); in der Schweiz (Doz. Dr. V. KÖPPEL, E. T. H. Zürich) und Schweden (Prof. Dr. H. J. KOARK, Universität Uppsala).

Aber auch so manche Kontakte mit fachferneren Instituten an der Universität Innsbruck brachten gegenseitig Vorteile:

Im Zusammenhang mit Funden von Erzen, gefrittetten Erzen und Schlacken in der Schottergrube der Firma Wimpassinger bei Kundl sowie von Keramikresten im alten Schwazer Bergbauggebiet erwies sich der Arbeitskontakt mit Univ.-Prof. Dr. O. MENGHIN (Institut für Ur- und Frühgeschichte) und Herrn Baumeister Albert KOFLER, Angath, sehr wertvoll.

Die Herausgabe einer Karte über die mineralischen Rohstoffe von Nord-, Ost- und Südtirol in einer Lieferung des Tirol-Atlas brachte eine Zusammenarbeit mit dem Institut für Landeskunde, Univ.-Prof. Dr. A. LEIDLMAIR.

Schließlich konnten wir Univ.-Ass. Dr. K. HASELWANDTER, Institut für Mikrobiologie, bei der Auswahl von Fundorten für die Aufsammlung von uranspeichernden Pilzen beraten. Der Forscher beschäftigte sich mit dem U-Gehalt in Fruchtkörpern von Basidiomyceten. Erzspeichernde Pflanzen sind für die Erzprospektion in manchen Fällen von Interesse.

Und schließlich ließen wir bescheidene Hilfe Herrn Univ.-Prof. Dr. WIESER, Institut für Zoologie, Ordinariat Zoophysiology, bei der Auswahl von Regionen für seine Untersuchungen über Kupfergehalte in Bodentieren in Abhängigkeit von ihrer Nahrung bzw. ihrem Lebensraum zukommen.

Literatur

Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes fertiggestellte Arbeiten:

- CHATZIDIMITRIADIS, E.: Eisenspatlagerstätten Gebra bei Kitzbühel, Foidling-Alm bei Fieberbrunn und Schwader Eisenstein bei Schwaz. — Bull. of the Geol. Soc. of Greece T. IX, S. 317—386, Athen 1972.
- FUCHS, H.: Korngefügeanalytische Untersuchungen der Sideritlagerstätte Hüttenberg, Kärnten. — Diss. Univ. Innsbruck, 1978.
- FUCHS, H.: Korngefügeanalytische Untersuchungen der Sideritlagerstätte Hüttenberg, Kärnten. — Tscherms. Min. Petr. Mitt. (im Druck), Wien 1979.
- GSTREIN, P.: Neuerkenntnisse über die Genese der Fahlerz-Lagerstätte Schwaz, Tirol. — Diss. Univ. Innsbruck, 1978.
- GSTREIN, P.: Neuerkenntnisse über die Genese der Fahlerz-Lagerstätte Schwaz, Tirol. — Mineralium Deposita (im Druck), 1979.
- NEINAVAE, H.: Schichtgebundene Metallanreicherungen in den Schieferhüllen und in der Matreier Zone Osttirols. — Diss. Univ. Innsbruck, 1979.
- SCHULZ, O.: Unterdevonische Baryt-Fahlerz-Mineralisationen und ihre steilachsige Verformung im Großkogel bei Brixlegg (Tirol). — Tscherms. Min. Petr. Mitt., 18, S. 114—128, Wien 1972c.
- SCHULZ, O.: Wirtschaftlich bedeutende Zinkanreicherung in syndiagenetischer Deformationsbreccie in Kreuth (Kärnten). — Tscherms. Min. Petr. Mitt. 20, S. 280—295, Wien 1973.
- SCHULZ, O.: Metallogenie im Paläozoikum der Ostalpen. — Geol. Rundschau, 63, S. 93—104, Stuttgart 1974.
- SCHULZ, O.: Resedimentbreccien und ihre möglichen Zusammenhänge mit Zn-Pb-Konzentrationen in mitteltriadischen Sedimenten der Gailtaler Alpen (Kärnten). — Tscherms. Min. Petr. Mitt. 22, S. 130—157, Wien 1975a.
- SCHULZ, O.: Erdwissenschaftliche Forschung im Dienste des Bergbaues Bleiberg. — Berg- u. Hüttenm. Monatsh., 120, S. 464—465, Wien, 1975b.
- SCHULZ, O.: Typical and nontypical sedimentary ore fabrics. — In: K. H. WOLF (Ed.): Handbook of strata bound and statiform ore deposits. S. 295—338. Elsevier Publishing Comp., Amsterdam, 1976.
- SCHULZ, O.: Mineralische Rohstoffe in Nordtirol, Osttirol und Südtirol. Karte 1: 300.000. — In: TIROL-ATLAS, Universitätsverlag Wagner, 5. Lieferung, Innsbruck 1977a.
- SCHULZ, O.: Syndimentäre Fe-Anreicherung in der Innsbrucker Quarzphyllitzone am Beispiel der Sideritlagerstätte Eisenkar, Mölstal (Tuxer Voralpen). — Veröff. Museum-Ferdiandeum, Band 57, S. 103—117, Innsbruck 1977b.
- SCHULZ, O.: Tektonische Gefügeanalyse der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth, Kärnten. — Carinthia II, 34. Sonderheft, S. 1—71, Klagenfurt 1978a.

- SCHULZ, O.: Kolloforme ZnS-Lagengefüge und ihre Genese in Karbonatgesteinen. — Schriftenreihe der Erdwissenschaftl. Komm. Österr. Akad. Wiss., Band 3, S. 159—168, Wien 1978b.
- SCHULZ, O.: Metallogene in den Österreichischen Ostalpen. — Proc. 3rd ISMIDA, Leoben (1977), Verh. Geol. B. A., Wien 1979a.
- SCHULZ, O.: Die Lagerstätten Nord-, Ost- und Südtirols (eine genetische Betrachtung). — ERZ-METALL, 1, 32. Band, S. 12—17, Stuttgart 1979b.
- SCHULZ, O.: Die mineralischen Rohstoffe in Nord-, Ost- und Südtirol. (Zur Karte im TIROL-ATLAS). — Innsbrucker Geographische Studien, 6, (LEIDLMAIR-Festschrift), S. 121—139, Innsbruck 1979c.
- SCHULZ, O.: Die Sideritlager in den Paragneisen von Bärenbach bei Hüttenberg. Kärnten. — Carinthia II, 169/89. Jg, S. 37—57, Klagenfurt 1979d.
- SCHULZ, O. & L. BRIGO: Zusammenstellung der Lagerstätten Mineralischer Rohstoffe in Nord-, Ost- und Südtirol. — Begleittexte IV zu TIROL-ATLAS, Tiroler Heimat, Jb. für Geschichte und Volkskunde, 41. Band, S. 25—38 bzw. 39—40, Innsbruck 1977.
- SCHULZ, O. & E. SCHROLL: Die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth. Stand der geowissenschaftlichen Forschung 1976 (Projekte 2437, 2776 S). — Verh. Geol. B. A., H. 3, S. 375—386, Wien 1977.
- SCHULZ, O. & F. VAVTAR: Sedimentary Magnesit fabric within the Spar Magnesit deposit Hochfilzen (Tirol). — MAUCHER-Festschrift, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, S. 260—270, Time- and Strata-Bound Ore Deposits (KLEMM—SCHNEIDER), 1977.
- TISCHLER, S.: Die Verrucano- und Buntsandsteinerze in Nordtirol. — Diss. Univ. Innsbruck, 1977.
- TISCHLER, S.: Upper Permian ore mineralization within the Austro-Alpine unit. — Proc. 3rd ISMIDA, Leoben, 1977, Verh. Geol. B. A., Wien 1979.
- VAVTAR, F.: Gefügeanalytische Untersuchungen der Magnesitlagerstätte Bürglkopf-Weissenstein bei Hochfilzen, Tirol. — Diss. Univ. Innsbruck, 1974.
- VAVTAR, F.: Gefügeanalytische Untersuchungen der Magnesitlagerstätte Bürglkopf-Weissenstein bei Hochfilzen, Tirol. — Verh. Geol. B. A., H. 2, S. 147—182, Wien 1976.
- VAVTAR, F.: Die Kupfer-Lagerstätten Blaufeldalm, Brunnalm und Traholz (Nördliche Grauwackenzone) im Rahmen einer paläozoischen Metallogene. — Veröff. Museum-Ferdinandum, Band 57, S. 53—62, Innsbruck 1977.
- VAVTAR, F.: Ein polymetallisches Erzlager in Paragneisen des Wörgetales (Ötztalkristallin). — Tscherm. Min. Petr. Mitt. 26, S. 175—185, Wien 1979a.
- VAVTAR, F.: Syngenetische, metamorphe Erzgefüge der Kies- und Kupferlagerstätte Tschingl bei Feichten im Kaunertal (Ötztalkristallin). — Veröff. Museum-Ferdinandum, Band 59, Innsbruck 1979b.
- WENGER, H.: Syngenetisches Eisenspatvorkommen von Lamark (Hochfügen, Zillertal). Veröff. des Tir. Landesmuseum Ferdinandum, 53, S. 289—296, Innsbruck 1973.
- WENGER, H.: Syngenetische Eisenspatvererzung von Kleinboden (Uderns), Zillertal. Radex-Rundschau, 2, S. 127—130, Radenthein, 1974.
- WENGER, H.: Horizontgebundene Eisen-Kupferkiesvererzung in der Innsbrucker Quarzphyllitzone. — Veröff. Museum-Ferdinandum, S. 171—184, Band 57, Innsbruck 1977a.
- WENGER, H.: Stellung und Genese des Eisen-Kupferkiesvorkommens bei der Krantalm-Kelchsau. — Veröff. Museum-Ferdinandum, S. 163—169, Band 57, Innsbruck 1977b.
- WENGER, H.: Syngenetische Eisenspatvererzung von Pfunds (Hochfügen) im Finsingtal (Tuxer Voralpen). Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 109—115, Wien 1978.
- WENGER, H.: Diskordante und konkordante Kupferkies- und Eisenspatvererzung im Bereich des Kaunzalm-Hochlegers im Öxeltal (Tuxer Voralpen). — Veröff. Museum-Ferdinandum, Band 59, Innsbruck 1979.

Weitere zitierte Literatur

- BASHOURAN, M.: Petrographische und geochemische Untersuchungen des Antimonitvorkommens von Maltern und Umgebung in Niederösterreich Burgenland. — Diss. Univ. Innsbruck, 1971.
- BERAN, A. und THALMANN, F.: Der Bergbau Radmer-Buchegg, ein Beitrag zur Genese alpiner Sideritlagerstätten. — Tscherm. Min. Petr. Mitt. 25, S. 287—303, Wien 1978.
- BORCHERT, H.: Geosynklinale Lagerstätten, was dazu gehört und was nicht dazu gehört, sowie deren Beziehungen zu Tektonik und Magmatismus. — Freiburger Forschungshefte, C 79, Freiberg 1960, S. 7—61.

- BORCHERT, H.: Über Faziestypen von marinen Eisenerzlagern. *Berichte Geolog. Ges. DDR*, 9, 2., S. 161—300, Berlin 1964.
- BORCHERT, H.: Formation of marine sedimentary iron ores. J. P. Riley und G. Skirrow (Editors) *Chemical Oceanography*, Vol. 2, S. 159—204, Academ. Press, London 1965.
- BORCHERT, H.: Die Unterscheidung und Genese varistischer und postvaristischer magmatogener Lagerstätten Mitteleuropas. *Freiberger Forschungshefte*, C 209, S. 47—63, Freiberg 1967.
- BRIGO, L. & DI COLBERTALDO, D.: Un nuovo orizzonte metallifero nel Paleozoico delle Alpi Orientali. 2nd ISMIDA, Bled 1971, *Geologija — Razprave in Porocila* — 15. Knjiga, S. 109—124, Ljubljana 1972.
- BRIGO, L. & OMENETTO, P.: Metallogenese in den Italienischen Ostalpen. *Proc. 3rd ISMIDA*, Leoben 1977, *Verh. Geol. B.-A.*, Wien 1979.
- ERKAN, E.: Uran- und gipsführendes Perm in den östlichen Ostalpen. *Berg- u. Hüttenm. Mh.* 122, 2a, S. 9—17, Wien 1977.
- ERKAN, E.: Permische Uran- und Gipslagerstätten der östlichen Ostalpen. *Proc. 3rd ISMIDA*, Leoben 1977, *Verh. Geol. B.-A.*, Wien 1979.
- FELSER, K. O.: Die stratigraphische Stellung der Magnesitvorkommen in der östlichen Grauwackenzone (Steiermark, Österreich). *Berg- u. Hüttenm. Mh. Jahrgang* 122, 2a, S. 17—23, Wien 1977.
- FLÜGEL, H.: Fortschritte in der Stratigraphie des alpinen Paläozoikums (1970 bis 1975). *Zb. Geol. Paläont. Teil I*, S. 656—684, Stuttgart 1976.
- FÖRSTER, H. & LEONHARDT, J.: Die Ötztaler Masse — ein präkambrisches Element in den Ostalpen? *Geol. Rundschau*, 61, 1, S. 69—87, Stuttgart 1972.
- FRIEDRICH, O. M.: Notizen über ein Magnetkiesvorkommen bei Schläiten im Iseltal, Osttirol. — *Berg- u. Hüttenm. Monatsh.* 89, S. 101—102, Wien 1941.
- FRIEDRICH, O. M.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. — *Radex-Rundschau*, 7/8, S. 371—407, Radenthein 1953.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. — *Archiv Lagerstättenforsch. Ostalpen* 8, S. 1—136, Leoben 1968.
- GERMANN, K.: Deposition of Manganese and Iron Carbonates and Silicates in Liassic Marls of the Northern Limestone Alps (Kalkalpen). In: *Ores in Sediments* (Edited by G. C. Amstutz and A. J. Bernard), S. 129—138, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1973.
- HADITSCH, J. G.: Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten. *Radex Rundschau*, 1, S. 426—438, Radenthein 1969.
- HADITSCH, J. G. & MOSTLER, H.: Beiträge zur Kenntnis ostalpiner Kupfer-Lagerstätten I. Die Fahlerz-lagerstätte auf der Gratspitze (Thierberg bei Brixlegg). — *Archiv Lagerstättenforschung Ostalpen*, 9, S. 169—194, Leoben 1969.
- HADITSCH, J. G. & MOSTLER, H.: Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen. — *Proc. 3rd ISMIDA*, Leoben 1977, *Verh. Geol. B. A.*, Wien 1979.
- HEGEMANN, F.: Über sedimentäre Lagerstätten mit submariner vulkanischer Stoffzufuhr. — *Fortschr. Mineral.* 27, S. 54—55, Stuttgart 1948.
- HEGEMANN, F.: Über die „alpine Metallogenese“. — *Fortschr. Min.* 35, 1, S. 34—35, Stuttgart 1957.
- HEGEMANN, F.: Über extrusiv-sedimentäre Erzlagerstätten der Ostalpen I: Magnetit- und Hämatit-lagerstätten. — *ERZMETALL*, Band XI, 5, S. 209—217, Stuttgart 1958.
- HEGEMANN, F.: Über extrusiv-sedimentäre Erzlagerstätten der Ostalpen II: Blei-Zinkerz-lagerstätten. — *ERZMETALL*, Band XIII, S. 79—84 und S. 122—127, Stuttgart 1960a.
- HEGEMANN, F.: Die Entstehung der kalkalpinen Blei-Zinkerz-lagerstätten. — *N. Jb. Miner. Mh.*, 7/8, S. 170—185, Stuttgart 1960b.
- HÖLL, R.: Scheelitprospektion und Scheelitvorkommen im Bundesland Salzburg/Österreich. — *Chem. Erde*, 28, S. 185—203, Jena 1970.
- HÖLL, R.: Scheelitvorkommen in Österreich. — *ERZMETALL*, 24, S. 273—282, Stuttgart 1971.
- HÖLL, R.: Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen. — *Bayerische Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., Abh., Neue Folge*, 157 A, S. 1—114, München 1975.
- HÖLL, R. & MAUCHER, A.: Genese und Alter der Scheelit-Magnetit-Lagerstätte Tux. — *Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl.*, S. 1—11, München 1967.
- HÖLL, R. & MAUCHER, A.: The strata-bound ore deposits in the Eastern Alps. — In: K. H. WOLF (Ed.):

- Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits 1—36, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam 1976.
- HOLZER, H.: Über Uran-Indikationen im Kupferbergbau Mitterberg (Salzburg). — *Berg- u. Hüttenm. Mh.*, 122. Jg., H. 8, S. 302—304, Wien 1977.
- ILKHANI, E.: Die Erzlagerstätten südöstlich von Kitzbühel (Tirol). — Diss. Univ. Innsbruck 1971.
- KLEINSCHMIDT, G., SASSI, F. & ZANFERRARI, A.: A new interpretation of the metamorphic history in the Saualpe basement (Eastern Alps). — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, S. 653—670, Stuttgart 1976.
- LAHUSEN, L.: Die schicht- und zeitgebundenen Antimonit-Scheelit-Vorkommen und Zinnobervererzungen der Kreuzeck- und Goldeckgruppe in Kärnten und Osttirol, Österreich. — Diss. Univ. München, 1969.
- LAHUSEN, L.: Die schicht- und zeitgebundenen Antimonit-Scheelit-Vorkommen und Zinnobervererzungen in Kärnten und Osttirol/Österreich. — *Miner. Deposita*, 7, S. 31—60, Berlin 1972.
- LUKAS, W.: Tektonische Analyse der Antimonitlagerstätte Schläining (Burgenland). — *Verh. Geol. B. A.*, 1, S. 34—60, Wien 1970a.
- LUKAS, W.: Zur Genese der Antimonitlagerstätte Schläining (Burgenland). — *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, 14, S. 87—101, Wien 1970b.
- MARGARAS, S.: Die Barytvorkommen im Paläozoikum der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Kitzbühel und Fieberbrunn. — Diss. Univ. Innsbruck, 1971.
- MAUCHER, A.: Zur „alpinen Metallogenese“ in den bayerischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. — *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, 4, S. 1—4, S. 454—463, Wien 1954.
- MAUCHER, A.: Die Antimon-Wolfram-Quecksilber-Formation und ihre Beziehungen zu Magmatismus und Geotektonik. — *Freiberger Forschungsh. C* 186, S. 173—188, Freiberg 1965.
- MAUCHER, A.: Entdeckung und Erschließung der Scheelitlagerstätte Mittersill. Lagerstättenkundliche Theorie als Grundlage praktischen Erfolges. — *ERZMETALL*, 30, 1, S. 15—21, Stuttgart 1977.
- MAUCHER, A. & HÖLL, R.: Die Bedeutung geochemisch-stratigraphischer Bezugshorizonte für die Altersstellung der Antimonitlagerstätte von Schläining im Burgenland, Österreich. — *Miner. Deposita*, 3, S. 272—285, Berlin 1968.
- MAUCHER, A. & SCHNEIDER, H. J.: The Alpine Lead-Zinc Ores. — *Economic Geology Monograph*, 3, 71—89, USA 1967.
- MEIXNER, H.: Minerale und Lagerstätten im Bereich der Saualpe, Kärnten. — *Clausth. geol. Abh.*, Sdb. 1, S. 199—217, Clausthal 1975.
- MOSTLER, H.: Zur Gliederung der Permoskyth-Schichtfolge im Raume zwischen Wörgl und Hochfilzen (Tirol). — *Verh. Geol. B. A.*, S. 155—162, Wien 1972.
- MOSTLER, H.: Alter und Genese ostalpiner Spatmagnesite unter besonderer Berücksichtigung der Magnesitlagerstätten im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). — *Veröff. Univ. Innsbruck*, 86, S. 237—266, Innsbruck (1973) 1974.
- MOSTLER, H.: Innsbrucker Quarzphyllit bzw. unterostalpinen Mesozoikum und Altkristallin an der Brenner-Bundesstraße und Ellbögener Straße. — *Exkursionsführer zur Herbsttagung Öst. Geol. Ges. Innsbruck* 1978.
- OMENETTO, P. & BRIRO, L.: Metallogenesi nel quadro dell'orogene ercinico delle Alpi (con particolare riguardo al versante italiano). — *Mem. Soc. Geol. Italiana*, 13, S. 1—24, Pisa 1974.
- PETRASCHECK, W.: Metallogenetische Zonen in den Ostalpen. — *C. R. Congr. Géol. Int.* 14e Madrid, S. 1—13, Madrid 1926.
- PETRASCHECK, W.: Die alpine Metallogenese. — *Jahrb. Geol. B. A.*, 90, S. 129—149, Wien 1945.
- PETRASCHECK, W. E.: Lagerstättenlehre. — Springer Verlag, Wien 1961.
- PETRASCHECK, W. E.: Die zeitliche Gliederung der ostalpiner Metallogenese. — *Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-Naturwiss. Kl.*, 175, S. 57—74, Wien 1966.
- PETRASCHECK, W. E.: Methoden und Aufgaben der Lagerstättensuche in Österreich. Festvortrag in der Feierlichen Sitzung der Österr. Akad. Wiss. am 27. Mai 1970. — *Almanach Österr. Akad. Wiss.*, 120, S. 172—182, Wien 1970.
- PETRASCHECK, W. E.: Uranerz in Österreich. — *Berg- u. Hüttenm. Mh.*, 120. Jg., 8, S. 353—355, Wien 1975.
- PETRASCHECK, W. E.: Zur Altersbestimmung einiger ostalpiner Erzlagerstätten. — *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 68, (1975), S. 79—87, Wien 1978.
- PETRASCHECK, W. E., ERKAN, E. & 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, (M. J. Jones), S. 71—75, London 1977.
- PILGER, A.: Die zeitlich tektonische Entwicklung des Saualpen-Kristallins. — *Clausth. geol. Abh.*, Sdb. 1, S. 143—154, Clausthal 1975.
- PORTSCHELLER, F.: Zur Gliederung der Metamorphose im Bereich des Ötztal-Stubaier Altkristallins. — *Miner. Mittbl. Joanneum*, 1—2, S. 80—85, Graz 1967.
- RUTTNER, A. W.: Die Bauxit-Vorkommen der Oberkreide in den Ostalpen und deren Paläogeographische Bedeutung. — *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, Vol. LIV, Fasc. 3, S. 131—134, Budapest 1971.
- SCHMID, H.: Geochemisch-Lagerstättenkundliche Untersuchungen im Bereich der Kieslagerstätte Prettau, Ahrntal. — Diss. Univ. München 1973.
- SCHMIDEGG, O.: Der geologische Bau des Bergbaugesbietes von Schwaz. — *Jahrb. d. Reichsanst. f. Bodenforsch.* 63, S. 185—193, Wien 1943.
- SCHMIDEGG, O.: Die Erzlagerstätten des Schwazer Bergbaugesbietes, besonders des Falkenstein. — „Schwazer Buch“, (Schlern Schriften 85), S. 36—58, Innsbruck 1951.
- SCHMIDEGG, O.: Die Erzlagerstätten am Reiter Kopf und Reiter Kogel (Schwaz). — *Schlern Schriften* 101, S. 17—25, Innsbruck 1953.
- SCHMIDEGG, O.: Geologische Übersicht der Venediger-Gruppe. — *Verh. Geol. B. A.*, S. 35—56, Wien 1961.
- SCHNEIDER, H. J.: Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. — *Fortschr. Mineralogie*, 32, S. 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, S. 1—37, München 1954.
- SCHNEIDER, H. J.: Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zone concentration in the Ladinian geosyncline of the eastern Alps. — G. C. Amstutz (Editor), *Sedimentology and Ore Genesis*, Develop. Sedimentol., 2. Elsevier, S. 29—45, Amsterdam 1964.
- SCHNEIDER, H. J.: The influence of connate water on ore mobilization of lead-zinc deposits in carbonate sediments. — *Convegno sulla rimobilizzazione dei Minerali metallici e non metallici*, 315—322, Cagliari 1969.
- SCHNEIDERHÖHN, H.: Erzlagerstätten, Kurzvorlesungen. — Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart 1962.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Schwamm-Spiculae aus dem Rechnitzer Schiefergebirge und ihr stratigraphischer Wert. — *Jahrb. Geol. B. A.*, 116, S. 35—49, Wien 1973.
- SCHROLL, E. & SAUER, D.: Ein Beitrag zur Geochemie der seltenen Elemente in Bauxiten. — Symposium sur les Bauxites, Oxydes et Hydroxydes d'Aluminium, Académie Yougoslave des Sciences et des Arts, Zagreb 1963, Vol. 1, S. 201—225, Zagreb 1964.
- SCHROLL, E. & KÖPPEL, V.: Bleiisotopenzusammensetzung von Bleierzzen aus dem Mesozoikum der Ostalpen. — *Proc. 3rd ISMIDA*, Leoben 1977, *Verh. Geol. B. A.*, 1979.
- SCHULZ, O.: Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn-Grubenreviers Vomperloch, Karwendelgebirge, Tirol. — *Berg- u. Hüttenm. Mh.*, 100, 9, S. 259—269, Wien 1955.
- SCHULZ, O.: Beispiele für synsedimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteindolomit von Bleiberg-Kreuth. — *Berg- u. Hüttenm. Mh.*, 105, 1, S. 1—11, Wien 1960a.
- SCHULZ, O.: Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max) als Beispiel submariner Lagerstättenbildung. — *Carinthia II*, 22. Sonderh., S. 1—93, Klagenfurt 1960b.
- SCHULZ, O.: Die synsedimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). — *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, Bd. 12, 2—3, S. 230—289, Wien 1968.
- SCHULZ, O.: Schicht- und zeitgebundene paläozoische Zinnober-Vererzung in Stockenboi (Kärnten). — *Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss. Mathem. Naturwiss. Kl.* 1968 (9), S. 113—139, München 1969.
- SCHULZ, O.: Horizontgebundene altpaläozoische Eisenspatvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 15, S. 232—247, Wien 1971a.
- SCHULZ, O.: Neue Erzmineralfunde im Buntsandstein von Fieberbrunn (Tirol). — *Veröffentl. Museum Ferdinandeum* 51, S. 155—160, Innsbruck 1971b.
- SCHULZ, O.: Neuere Ergebnisse über die Entstehung paläozoischer Erzlagerstätten am Beispiel der Nordtiroler Grauwackenzone. — *2nd ISMIDA-Bled*, 1971, *Geologija*, 15, S. 125—140, Ljubljana 1972a.
- SCHULZ, O.: Horizontgebundene altpaläozoische Kupferkiesvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 17, S. 1—18, Wien 1972b.

- SCHULZ, O. & LADURNER, J.: Der ehemalige Bergbau von Haderlehen (Ötztal). — Veröff. Museum Ferdinandeum, Bd. 49, Jahrgang 1969, S. 101—108, Innsbruck 1969.
- SCHULZ, O. & LUKAS, W.: Eine Uranerzlagstätte in permotriadischen Sedimenten Tirols. — Tscherma's Min. Petr. Mitt. 14, S. 213—231, Wien 1970.
- SIEGL, W.: Zur Vererzung der Pb-Zn-Lagerstätten von Bleiberg. — Berg- u. Hüttenm. Mh., 101, 5, S. 108—111, Wien 1956.
- SIEGL, W.: Entwurf zu einer salinar-sedimentären Entstehung der Magnesite vom Typ Entachen (Salzburg). — Mineral. Deposita, 4, S. 225—233, Berlin 1969.
- SIEGL, W.: Die Uranparagenese von Mitterberg (Salzburg, Österreich). — Tscherma's Min. Petr. Mitt. (3), 17, S. 263—275, Wien 1972.
- SIEGL, W.: Ein Beitrag zur Genese der Vererzung des Grazer Paläozoikums. — Mineral. Deposita, 9, S. 289—295, Berlin 1974.
- SIEGL, W. & FELSER, K. O.: Der Kokardendolomit und seine Stellung im Magnesit von Hohentauern/Trieben. — Berg- u. Hüttenm. Mh., 118, 8, S. 251—256, Wien 1973.
- TAUPITZ, K. C.: Die verschiedene Deutbarkeit von „metasomatischen“ Gefügen auf „telethermalen“ Blei-Zink-Lagerstätten. — Fortschr. Mineralogie, 32. Bd., S. 30—31, Stuttgart 1953.
- TAUPITZ, K. C.: Die Blei-Zink- und Schwefelerzlagstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loischach. — Diss. Bergakad. Clausthal 1954.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. — Band 1. Franz Deuticke, Wien 1977.
- TUFAR, W.: Die Kupferlagstätte von Trattenbach (Niederösterreich). — Tscherma's Min. Petr. Mitt., Dritte F., Bd. 12, H. 2—3, S. 140—181, Wien 1968.
- TUFAR, W.: Das Problem der ostalpinen Metallogenese, beleuchtet am Beispiel einiger Erzparagenesen vom Alpenostrand. — Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Math. Naturwiss. Kl., Abt. I, 177, S. 1—20, Wien 1969.
- TUFAR, W.: Bleiglanz-Granat-Verwachsungen in der Lagerstätte von Ramingstein im Lungau (Salzburg). — N. Jb. Miner. Mh., S. 181—192, Stuttgart 1971.
- TUFAR, W.: Die Eisenlagstätte von Pitten (Niederösterreich). Ein Beitrag zum Problem der ostalpinen Spätlagerstätten. — Mineral. Mitteilungsbl. Joanneum 1972, S. 101—154, Graz 1972a.
- TUFAR, W.: Neue Aspekte zum Problem der ostalpinen Spätlagerstätten am Beispiel einiger Paragenesen vom Ostrand der Alpen. — 2nd ISMIDA-Bled 1971, Geologija, 15, S. 221—235, Ljubljana 1972b.
- TUFAR, W.: Zur Blei-Zink-Vererzung des Grazer Paläozoikums. — Miner. Mittbl. Joanneum 2, S. 256—267, Graz 1972c.
- UNGER, H.: Die Kupfer- und Schwefelkies-Lagerstätten (Alpine Kieslager) im Bereich der Nördlichen Grauwackenzone. — 2nd ISMIDA-Bled, 1971, Geologija, 15, S. 141—157, Ljubljana 1972.
- WEBER, L., PAUSWEG, F. & MEDWENITSCH, W.: Zur Mitterberger Kupfervererzung im Südravenn (Arthurstollen). — Mitt. Geol. Ges., S. 209—218, Wien 1972.
- WEBER, L.: Die Stellung der stratiformen Blei-Zinkvererzungen im Grazer Paläozoikum, beleuchtet an Hand der Lagerstätten Schrems-Rechberg, sowie Kaltenberg—Burgstall (Oststeiermark). — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, H. 38, S. 123—141 (S. 269—287), Graz 1977.
- WEISSENBACH, N.: Gesteinsinhalt und Seriengliederung des Hochkristallins in der Saualpe. — Clausth. geol. Abh., Sdb. 1, S. 61—114, Clausthal 1975.
- WENGER, H.: Die Scheelitlagstätte Tux. — Radex Rundschau 2, S. 109—132, Radenthein 1964.
- WINKLER, H. G. F.: Die Genese der metamorphen Gesteine. — 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin etc. 1967.
- WINKLER, H. G. F.: Petrogenesis of Metamorphic Rocks. — Springer Verlag, Berlin etc. 1974.

Die mit dem Schwerpunkt N 26 der ÖSTERREICHISCHEN REKTORENKONFERENZ zusammenhängenden Forschungen wurden dankenswerterweise vom FONDS ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG gefördert.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 6. 2. 1979.