

Neuergebnisse über die Entstehung paläozoischer Erzlagerstätten am Beispiel der Nordtiroler Grauwackenzone

Oskar Schulz

Zusammenfassung

Gefügeanalytische Untersuchungen an Erzlagerstätten der Nordtiroler Grauwackenzone brachten Neuergebnisse über ihre Entstehung in den alt- bis jungpaläozoischen Gesteinsserien. Eine auffallende räumliche Formationsgebundenheit syngenetischer und epigenetischer Erzkörper ist durch deren zeitliche Beziehungen zum Nebengestein bedingt. Die Neuergebnisse beziehen sich auf altpaläozoische Kupferkies-Pyrit- und Eisenkarbonat-Anreicherungen, auf Fahlerz- und Baryt-Konzentrationen in devonischen Dolomiten und auf wahrscheinlich permische Eisen-Kupfer-Uran-Ausfällungen.

1. Ein Vererzungszyklus, der in Zusammenhang mit dem initialen Vulkanismus der altpaläozoischen Geosynklinale zu bringen ist, hat Mineralanreicherungen der Paragenese *Kupferkies-Pyrit-Pistomesit-Ankerit-Quarz-(Fahlerz)* gebracht. Stoffkonkordant im Nebengestein eingeschaltete Lager ist die dominierende Form der Erzkörper. Das Nebengestein besteht aus Serizit- und Chloritphylliten mit phyllonitischer Prägung. Als Leithorizonte gelten Ti-reiche Phyllite. Es treten auch reine Eisenkarbonat-Quarz-Anreicherungen auf.

Für die Ausgestaltung des Gefüges der Erzlager ist ebenso wie für das Nebengestein eine Reihe von zeitlich sich überlagernden Faktoren maßgebend. Sie begannen sich bereits im Sedimentationsraum auszuwirken und haben dann im Zuge tektonischer Faltungen, Zerscherungen und schwacher epizonaler Metamorphose zu Umkristallisationen und Stoffwanderungen geführt.

Dieser Vererzungstyp ist in den Grauwackenschiefern der Kitzbüheler Alpen vom Paß Thurn-Fieberbrunn über Kitzbühel bis Alpbach nachgewiesen. Wahrscheinlich gehört auch die »Ganglagerstätte« Rerobichl zu diesem genetischen Typ.

2. Eine genetisch jüngere, nämlich an unterdevonische Dolomitgesteine gebundene Mineralparagenese besteht hauptsächlich aus *Fahlerz* und *Baryt*, gelegentlich begleitet von etwas Kupferkies u. a. Cu-Sulfiden, Pyrit, Bleiglanz, Antimonit, Hämatit, Quarz, Anhydrit, Fluorit, Calcit,

Aragonit und Coelestin. Die Mineralisation folgt primär schichtdiskordanten Spaltensystemen, schlauchförmigen Deformationsbreccien-Zonen und bildet unregelmäßige Nester und Putzen. Nur vereinzelt sind synsedimentäre Barytausscheidungen nachweisbar.

Soweit kluftgebundene Vererzungen vorliegen, handelt es sich um auskristallisierte Zerrspalten, die zu vorpermischen tektonischen Formungen statistisch ac-Lagen aufweisen. Nach vorläufigen Untersuchungen ist aber nicht auszuschließen, daß es sich um formationsgebundene syndiagenetische Spaltenbildungen handelt. Die primär azendent-hydrothermale Mineralisation ist zwischen höherem Unterdevon und vor dem Perm einzureihen. Ein Großteil des Stoffbestandes wurde zumindest alpidisch deformiert und war Lieferant für dadurch ausgelöste jüngere Stoffmobilisierungen. Hauptverbreitungsgebiete dieses Vererzungstyps sind Schwaz (Fahlerzgänge vom »Typus Schwaz«) und Brixlegg, doch sind kleine Vorkommen auch in den devonischen Dolomitgesteinen zwischen Hoher Salve, Kitzbühel und Fieberbrunn bekannt.

3. Synsedimentäre chemische Erzanlagerungen haben sporadisch zu schichtparalleler, relativ schwacher Vererzung in permotriadischen (permischen?) feinklastischen Sedimenten geführt. Die Metallzufuhr ist in diesem Fall auf Verwitterungslösungen zurückzuführen. Lokal angereichert wurden Eisen, Kupfer, Uran, Barium und Magnesium.

Die in den paläozoischen bis permotriadischen Gesteinen primär enthaltenen Erzmineralkonzentrationen bildeten den Stoffbestand für häufig nur lokale, in einigen Fällen aber bis in die mittlere Trias reichende Stoffumlagerung alpidischen Alters.

Die dargelegten Ergebnisse über paläozoische (voralpidische) Erzlagerstätten lassen auf analoge Beispiele in der gesamten Grauwackenzone schließen. Sie weisen zusammen mit schon veröffentlichten Neuergebnissen anderer Autoren über Siderit-, Magnesit-, Scheelit-, Antimonit- und Quecksilbervererzungen auf grundlegend neue Vorstellungen über die ostalpine Metallogenese.

1. Einleitung

Bezüglich der Deutung ostalpiner Minerallagerstätten herrscht in den letzten Jahrzehnten ein großes Angebot von Hypothesen. Nach den konventionellen Ansichten über die Ostalpenvererzung stellen die meisten in den paläozoischen Gesteinsserien der Nördlichen Grauwackenzone enthaltenen Mineralanreicherungen vor allem mit Eisen, Kupfer und Magnesium epigenetische Bildungen dar und werden zum alpidischen Vererzungszyklus gerechnet. Die Meinungen über die zeitliche Einstufung dieser Vererzungen schwanken zwischen Tertiär und Perm: Clar (1953, 1956), Friedrich (1953, 1962, 1968), Meixner (1953, 1970), W. Petrascheck (1926, 1945), W. E. Petrascheck (1952, 1966), Vohryzka (1968).

Davon abweichende Auffassungen mit paläozoischem Bildungsalter dieser Lagerstätten vertraten für Teilprobleme vor allem Angel-Weiss (1953), Angel-Trojer (1955), Bernhard (1966), Karl (1953),

Leitmeier (1953), Leitmeier-Siegl (1954), Llarena (1953), Rohn (1950), Siegl (1955), und Wenger (1964).

Neuerdings treten Höll-Maucher (1967), Maucher-Höll (1968) und Schulz (1968, 1971 a, b) für synsedimentäre Mineralkonzentrationen in paläozoischen Gesteinen ein und beziehen eine hydrothermale Stoffbelieferung vom nachweisbaren Geosynklinalvulkanismus.

Eine Arbeitsgruppe des Institutes für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck versucht die in den paläozoischen Gesteinsserien der *Tuxer* und *Kitzbüheler Alpen* bekannten Erzlagerstätten im Hinblick auf ihre genetische Abstammung neu zu bearbeiten. Die bis jetzt vorliegenden Teilberichte stellen gegenüber bisherigen Annahmen Neuergebnisse dar und werden hier bekanntgegeben.

Für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojektes wird dem österreichischen FONDS ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG gedankt.

2. Formationsgebundenheit der Erzkörper

Die Verteilung der Lagerstätten ist deutlich inhomogen. Betrachtet man hierzu die dazugehörigen Gesteinsserien, so wird eine Abhängigkeit der Mineralparagenesen von den Begleitgesteinen wahrnehmbar.

Noch nicht abgeschlossen ist die Bearbeitung von Mineralvorkommen der zur Nordtiroler Grauwackenzone i. w. S. zu zählenden *Quarzphyllitzone*, über deren Altersstellung zwischen Altpaläozoikum und Präkambrium Ungewißheit herrscht. Dasselbe gilt für das Gebiet des *Schwazer Augengneises*, ein zwischen Quarzphyllit und Wildschönauer Schiefern lokal eingelagerter Gesteinszug.

a) Tiefere »Wildschönauer Schiefer« = Grauwackenschiefer (Ordovizium)

Im Raume Paß Thurn—Wildseeloder—Kitzbüchel—Spertental—Brixental—Kelchsauer Tal—Alpbach ist in den Wildschönauer Schiefern eine Reihe von kleinen, derzeit nicht bauwürdigen Lagerstätten und Vorkommen bekannt, in welchen hauptsächlich teils *Eisenkarbonate*, teils Kupfer- und Eisensulfide dominieren. Einige Vorkommen führen neben *Kupferkies* auch Fahlerz. Die Minerale treten offenbar in mehreren stoffkonkordanten Lagern auf. Soweit die Lokalitäten im Kitzbüheler Raum liegen, ist die Erzmineralführung — nach Mostler's stratigraphischen Arbeiten (1968) — in tieferen Wildschönauer Schiefern enthalten, die er als ordovizisch einstuft. Kennzeichnende Begleitgesteine dieser sericitisch-chloritischen Phyllonitserie sind diabasische Einschaltungen als Zeugen eines submarinen Geosynklinalvulkanismus.

In dieser stratigraphischen Einheit liegt auch die einst berühmte Lagerstätte Rerobichl (Röhrrerbüchel) zwischen Kitzbüchel und St. Johann.

b) Dolomite und Phyllite (»Tonschiefer«) (Obersilur-Unterdevon)

Die mit Phylliten und Metadiabasen vergesellschafteten Dolomitgesteine, welche bei Lanersbach im Zillertal die *Magnesit-* und *Scheelit-*Lagerstätte enthalten, werden zwischen oberstes Ludlow und Unter-Ems

eingestuft (Höll-Maucher, 1967). Diese Bearbeiter fassen den schichtig angeordneten Lagerstättenkörper bezüglich seines ersten stofflichen Auftretens als sedimentär bis paradiagenetisch entstanden auf und bringen die Lagerstättenbildung nach Befunden im Wangl-Lager und im Wanglhochalm-Lager mit dem »unmittelbar vorausgegangenen untermeerischen basischen Vulkanismus« in Zusammenhang; ein Befund, den auch Wenger (mündl. Mitt.) bestätigt.

Altersverwandt im Sinne einer magmatogen-sedimentären Herkunft sind die Magnesitlager von Weißenstein und Bürglkopf (SSW Hochfilzen), Inschlag Alpe (E Spielberg-Horn) und Entachen Alpe (E Saalfelden). Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Doz. Dr. Mostler sind die dolomitischen Nebengesteine dieser Vorkommen Obersilur-Unterdevon.

c) »Schwazer Dolomit« (Unterdevon)

Wenn als Titel des Kapitels »Formationsgebundenheit« gewählt wurde, so deshalb, weil darunter nicht allein s-parallel angeordnete, horizontgebundene Mineralkonzentrationen fallen. An den Schichtkomplex des Schwazer Dolomits sind z. B. s-diskordante Fahlerz-Baryt-Gänge räumlich gebunden.

Schneiderhöhn (1962, S. 128) widmet diesen Vererzungen einen eigenen Untertitel: »Fahlerzgänge vom Typus Schwaz«. Charakteristische Vererzungen sind bekannt aus den nach Mostler (1968) unterdevonischen Dolomitgesteinen des Raumes Schwaz—Brixlegg. Als paragene-tische Fortsetzung nach Osten — soweit auf Tiroler Gebiet — könnte man betrachten ein Vorkommen NNW Brixen i. T. und eine Reihe von kleinen, erzarmen oder erzfreien Barytvorkommen S und WNW Kitzbühel bis S Fieberbrunn, wenn auch hier wahrscheinlich nicht genaue altersmäßige Übereinstimmung herrscht: Die barytführenden Gesteine werden nach Mostler (mündl. Mitt.) als mitteldevonisch bezeichnet. Eine synsedimentäre Barytausscheidung mit, nach bisherigen Kenntnissen nur geringer lokaler Verbreitung fand ich im Unterdevon-Dolomit am Stuckkogel E Kitzbühel.

Damit ergibt sich eine Abnahme des Fahlerzes von Schwaz nach Osten zu. Brixlegg ist auch als Barytlagerstätte zeitweise von wirtschaftlichem Interesse.

d) Buntsandstein (Perm bis Skyth)

Auf den paläozoischen Dolomitgesteinen der Grauwackenzone transgredieren grobklastische Basalbildungen und Sandsteine mit tonigsericitischen Zwischenlagen. Deutlich schichtgebundene, aber nur spurenhafte Erzführung ist in den feinklastischen Sedimenten SW von St. Johann, insbesondere WSW—S—SE Fieberbrunn bis S Hochfilzen bekanntgeworden. Die starke Vegetationsbedeckung erlaubt nicht die genaue Niveaubeständigkeit zu überprüfen. Die synsedimentäre Erzausfällung (Schulz-Lukas, 1970) tritt in mehreren petrographisch und chemofaziell gekennzeichneten Zwischenschichten des Sandsteinkomplexes auf und enthält eine Fe-Cu-U-Mineralparagenese. Ein offenbar ähnliches

Vorkommen, allerdings — soweit die bescheidenen Haldenbestände eine Beurteilung erlauben — nur mit sehr geringem U-Gehalt, liegt bei Lehen NE Gratl-Spitze. Spurenhafte Uranführung gibt es auch ganz lokal im Buntsandstein der Kundler Klamm.

Andere syngedimentäre Mineralanreicherungen ebenfalls nur bescheidenen Ausmaßes gibt es südlich von Hochfilzen—Fieberbrunn—St. Johann, sowie auch am N-Fuß des Kaisergebirges: *Magnetit*-Knollen sind in mehreren Sandsteinbänken schichtparallel angereichert. Desweiteren führen südlich des Kitzbüheler Horns Breccien und rote Sandsteine lokal *Baryt*, der als mechanische und chemische Umlagerung aus älteren, unterlagernden Gesteinen aufgefaßt wird (Margaras, 1971).

3. Altpaläozoische Eisen-Kupfer-Mineralisationen in »Wildschönauer Schiefer« (Grauwackenschiefer)

Abgesehen vom Durchläufer *Pyrit* treten vor allem karbonatische Eisenerze in Erscheinung, sei es als allein auftretende Paragenese oder als Gangart in den Kupferanreicherungen. Eigentlicher Siderit wurde nicht beobachtet, vielmehr liegen die $\text{FeCO}_3/\text{MgCO}_3$ -Mischkristalle *Pistomesit* und *Sideroplesit* mit schwachem Mn-Gehalt vor, ferner Ankerit, Ferrocalcit, sowie Dolomit, Calcit und Quarz.

Das dominierende Kupfermineral ist *Kupferkies*. In einigen Fundorten tritt daneben nur untergeordnet *Fahlerz* auf. Falls die derzeit nicht erforschbare alte Lagerstätte Rerobichl zu diesem genetischen Typ gezählt wird, wofür Argumente vorliegen, ist ein stärkerer, bis zum Kupferkiesgehalt ansteigender Fahlerzgehalt gegeben. Einige der alten Erzlagerstätten enthalten anscheinend nur Eisenkarbonate und Pyrit, ohne Kupferkies und ohne Fahlerz: Lannern—Göbra—Foidling. Typische Lokalitäten mit Kupferkies sind die s-parallelen Erzzüge Kelchalpe—Bachalpe—Wildalpe.

Die auffälligsten und für die genetische Klassifikation wichtigsten Befunde sind: der *stoffkonkordante Verlauf der Erzlager* im großen und im kleinen zusammen mit kennzeichnenden *Leitschichten* in den Begleitgesteinen, die *gemeinsamen tektonischen Verformungen* von Erzlagern und Hüllgestein, nachweisbar »jüngere« *Stoffwanderungen* und *Kristallisationen* und die »jüngsten« *gemeinsamen Zerschuerungen* von Erzkörpern samt Nebengestein.

Der stoffkonkordante Verlauf der Metallisation zeigt sich bei einem Großteil der Vorkommen dieses genetischen Typs an der »Lagergang«-Form. Es ist zwar keiner der besprochenen Grubenbaue befahrbar, doch besteht auf Grund von Beschreibungen, Grubenplänen, Skizzen von ehemaligen Ortsbildern und durch Bezugnahme dieser Angaben auf das kartierbare geologisch-tektonische Bild kein Zweifel an der Richtigkeit. Zudem beweist das Haldenmaterial eine Wechsellagerung von Erzmineralen, Gangartmineralen und Begleitgestein, was auf primär inhomogenen Stoffbestand im Sinne einer sedimentären Feinschichtung zurückzuführen ist (Abb. 1). Es fällt allgemein auf, daß falbgelbe Phyllonite häufig die Kupferkies- und Eisenkarbonatlager begleiten: es sind titanreiche,

viel feinstkörnigen Rutil führende Phyllite und Chloritphyllite. Der Rutil stammt zum Teil von umgewandelten Ilmeniten oder Titanomagnetiten, die in seltenen Fällen als skelettförmige Relikte zu finden sind. Die Ursache der schichtig bis feinschichtig wechselnden Titananhäufung ist in magmatischen Ereignissen zu suchen. Submariner basischer bis intermediärer Vulkanismus ist durch mehrere stoffkonkordante, deckenförmige Laven- und Tuffhorizonte bekannt, teilweise scheinen aber auch ϵ -diskordante stockförmige Körper vorzuliegen. Chloritreiche Phyllite sind zumindest zum Teil von umgewandeltem pyroklastischen Material herzuleiten. Das Sedimentationsmilieu dürfte das tonig-sandiger Seichtwasserbildungen gewesen sein, welche durch submarine vulkanische Tätigkeit in mehreren Zyklen beeinflusst wurden. Dieser initiale Geosynklinalvulkanismus wird als mittelbarer Lieferant metallführender Hydrothermen angesehen.

Der phyllonitische Gesteinskomplex mit den Lagerstätten liegt in niedrigtemperierter Grünschieferfazies vor. Das gemeinsame Auftreten von Erzschiefern, vulkanogenem und normalem detritischen Material im Sedimentationsraum bedingte gemeinsame Überprägungen durch schwache, epizonale Metamorphose und tektonische Durchbewegungen

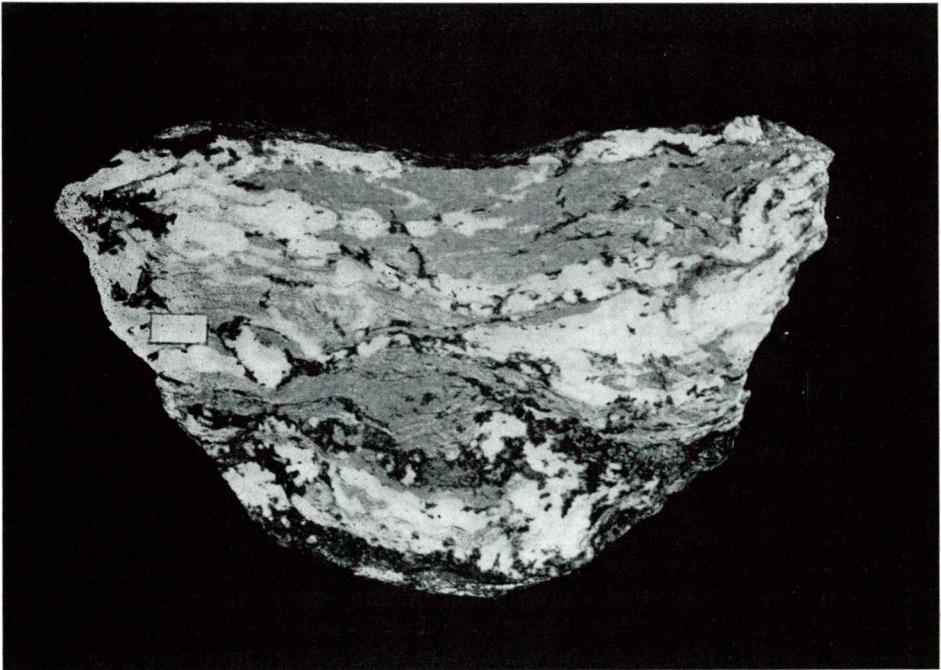


Abb. 1. Feinschichtige Abfolge von Quarzit (weiß), Ti-reichem Phyllit (hellgrau), Chloritphyllit (dunkelgrau, nur oberer Bildrand) und Kupferkies (grauschwarz bis schwarz). Großanschliff, Marke = 1 cm lang. Alter Bergbau Kelchalpe



Abb. 2. Tektonische Verformung von »Siderit«-(Pistomesit)-Sericit-Chlorit-Feinschichten durch Fältelung und nachfolgende Rupturenbildung mit Pistomesit-Quarz-Kristallisation. Großanschliff, Marke = 1 cm lang. (Pistomesit: grau bis dunkelgrau, Sericit mit Feinquarz: weißgrau, Quarz: dunkelgrau).
Alter Bergbau Lannern-Göbra

(Abb. 1, 2, 3). Das festigkeitsanisotrope Verhalten, nicht nur von Erzlagern und Nebengestein, sondern auch der Mineralaggregate innerhalb der Erzlager selbst, war die Ursache für sehr ungleichförmige stetige und rupturelle Formungen jeder Größenordnung. Die selektive Durchbewegung ist an der Prägung von S- und B-Tektoniten mit linsigen, s-parallelen und s-diskordanten Entmischungen, an Zerschörungen und Verschwenkungen von schollenförmigen Gesteins- und Erzkörpern, sowie an Umkristallisations- und Ausheilungsprozessen auffallend. Weiters sind intragranulare Korndeformationen, wie Achsenverlagerungen bei den

Karbonaten und bei Quarz, Druckzwillingsbildungen und Auswalzung bzw. Kataklase an sulfidischen Erzen, ferner eine deutliche, wenn auch nicht scharfe Tektonitregelung z. B. an Eisenkarbonat (Schulz, 1971a) nachzuweisen.

Umkristallisationen und lokale Stoffverschiebungen durch isochemische Lösungsumlagerungen im Bereich der Erzlager sind durch rupturale Unterbrechungen primärer, z. T. auch schon sekundärer Erzgefüge erkennbar, wobei in den Reißfugen die Erz- und Gangartminerale als jüngere Generationen mit entsprechend abweichendem Gefüge abermals aufscheinen (Abb. 1). Diese Fugenkristallisate weisen teilweise Anzeichen von Deformationen auf.

Bezüglich der gemeinsamen Zerscherungen und Blockverschiebung von Nebengestein samt Erzkörper ist eine Trennung voralpidischer und alpidischer Ereignisse mangels mesozoischer Deckschichten nicht durchführbar.

4. Obersilurisch-unterdevonische Magnesit- und Scheelitvererzung

Zu den zuletzt erschienenen Deutungen (Angel-Weiss, 1953; Angel-Trojer, 1955; Wenger, 1964), die alle für einen ursprünglich paläozoischen Magnesitstoffbestand eintreten, insbesondere Höll-Maucher (1967) für synsedimentäre bis paradiagenetische Metallzufuhr im Zusammenhang mit einem basischen Geosynklinalvulkanismus, seien noch folgende Bemerkungen hinzugefügt.

Die zweifellos dominierenden, metasomatischen Vererzungsbilder mit z. T. Wachstumsgefügeregelung (Sander, 1948, 1950) werden von den Gegnern der sedimentären Deutung als Beweis gegen eine syngenetische Magnesitanlagerung gewertet. Tektonitregelung in Magnesiten (Ladurner, 1965) sowie Umkristallisationen mit Verwischung von Primärgefügen sind sicher nachgewiesen. Es muß aber meines Erachtens nicht jedes »metasomatische« Gefüge als umkristallisiert gelten. Die Magnesitmetasomatose kann das Kalk-Dolomitgestein in einem frühdiagenetischen Stadium erfaßt und zur Wachstumsgefügeregelung geführt haben. Nachfolgende variszische und alpidische mechanische Beanspruchungen müssen keineswegs durchgreifend markante Spuren der Durchbewegung, etwa Tektonitregelung (Sander, 1948, 1950) verursacht haben. Die Unempfindlichkeit von Magnesit und Siderit bei mechanischer Korndeformation bezüglich Zwillingsbildungen, im Gegensatz zu Calcit und Dolomit müßte bei der Beurteilung passiver Gefügeregelung bei Karbonaten mehr Beachtung finden. Wohl aber zeigen Eisenkarbonate und Magnesite oft beträchtliche intragranulare Beanspruchung durch Verlagerung der Kristall-c-Achsen (undulös gefelderte Körner).

Wenn in Magnesit- und Sideriterzkörpern aufgrund fehlender passiver Gefügeregelung, aber auffallender Wachstumsregelung, immer wieder an »jüngste« posttektonische Kristallisationen gedacht wird, so ist dies nicht stichhältig. Schließlich kann ein derart »unbeschädigtes« Gefüge durch selektive Gesteinsumformung in Großbereichen erhalten bleiben: Magnesit-, Dolomit- oder Sideritkörper können innerhalb hochteilbe-

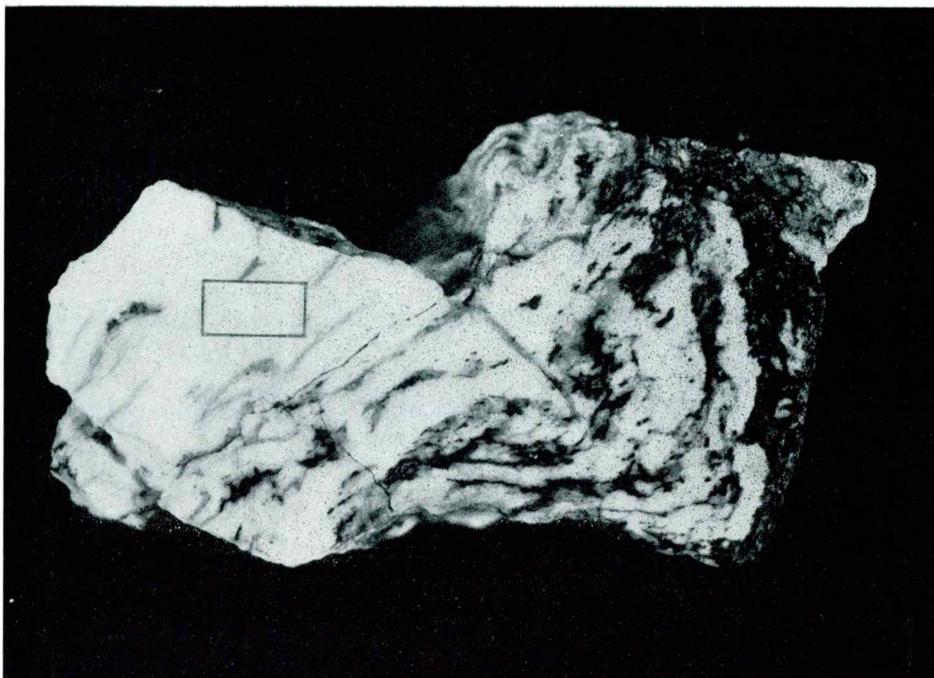


Abb. 3. Teilfalte durch Biegegleitung im erzführenden Quarzitlager. (Quarz: weiß, Ti-reicher Phyllit: grau, Kupferkies und Pyrit: grauschwarz — schwarz). Großanschliff, Marke = 1 cm lang. Alter Bergbau Kelchalpe

weglicher phyllonitischer Gesteinszüge von mechanischen Einwirkungen weitgehend verschont geblieben und nur von Zerschörungen mit Blockbewegungen betroffen worden sein.

Die Beachtung dieser Möglichkeiten wird den von Höll-Maucher (1967) vertretenen Standpunkt über synsedimentäre bis paradiagenetische Magnesitbildungen noch glaubhafter machen.

5. Die Fahlerzgänge vom Typus Schwaz und die Barytführung im Schwazer Dolomit

Nach den von Schmidegg (1951, 1953), Pirkl (1961) und Lukas (1971a, b) vorliegenden Berichten über die Fahlerzlagerstätte »Schwaz« und die Fahlerz-Baryt-Lagerstätte »Brixlegg« folgt die Mineralisation grundsätzlich diskordant zur Schichtung verlaufenden Fugen und Zerrüttungszonen. Der Schwerpunkt der bergmännischen Aufschließungen liegt anscheinend im jüngeren Teil des unterdevonischen Schwazer Dolomit-Zuges. Eine genetische Klassifizierung der diskordanten Fugensysteme versuchte Lukas (1971a, b) und fand einen Großteil von Erzgängen in ac-Stellung zu ein bis zwei vortriadischen, demnach variszisch angelegten Faltenachsen.

Einen wegen seines starken Fahlerz- bzw. Barytgehaltes wichtigen Typ von Lagerstättenkörpern stellen schlauchförmige, zu s unregelmäßig diskordant verlaufende Breccienzonen dar. Über diese max. 100 m breiten und mindestens 250 m tiefen Erzkörper liegen bis heute, vor allem wegen der Unzulänglichkeit der maßgeblichen Grubenbaue, keine konkreten genetischen Aussagen vor. Lukas (1971b) vertritt auch dafür prätriadisches Alter. Obwohl es sich zweifellos um eine Deformationsbreccie handelt, liegt auf Grund der z. T. polymikten Komponenten und des Gefüges des Bindemittels keine typische tektonische Breccie vor (Abb. 4).

Meines Erachtens müßte man bei diesen nachkristallin deformierten Fahlerz-Baryt-Breccienschläuchen auf die Möglichkeit intradevonischer Bildung achten. Das Großgefüge, aber auch Probestücke, zeigen gewisse Ähnlichkeit mit einem aus der Pb-Zn-Lagerstätte Mežica beschriebenen 550 m tiefen und mehrere Dekameter breiten, schräg zur Schichtung verlaufenden Breccienerzgang (Kostelka, 1965). Auch in Bleiberg gibt es vergleichbare s-diskordante Breccienerzgänge im Wettersteinkalk (Schulz, 1960, 1966), wobei an diesen triadischen Beispielen horizontgebundene, syndiagenetische Anlage bewiesen werden konnte.

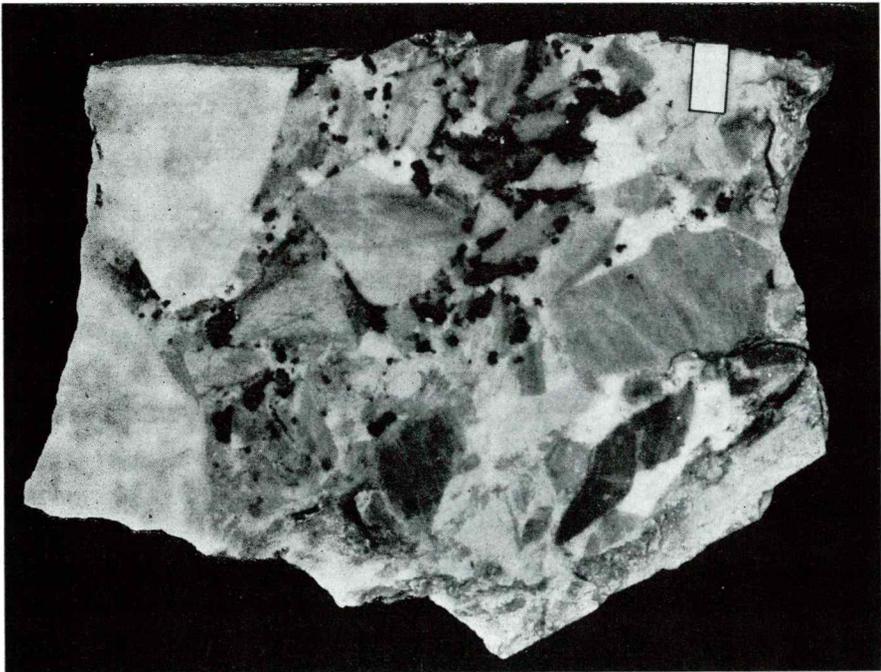


Abb. 4. Fahlerz im Bindemittel von regional z. T. schlauchförmig weit ausgedehnten Deformationsbreccien. Großanschliff. Marke = 1 cm breit. Alter Bergbau Schwaz

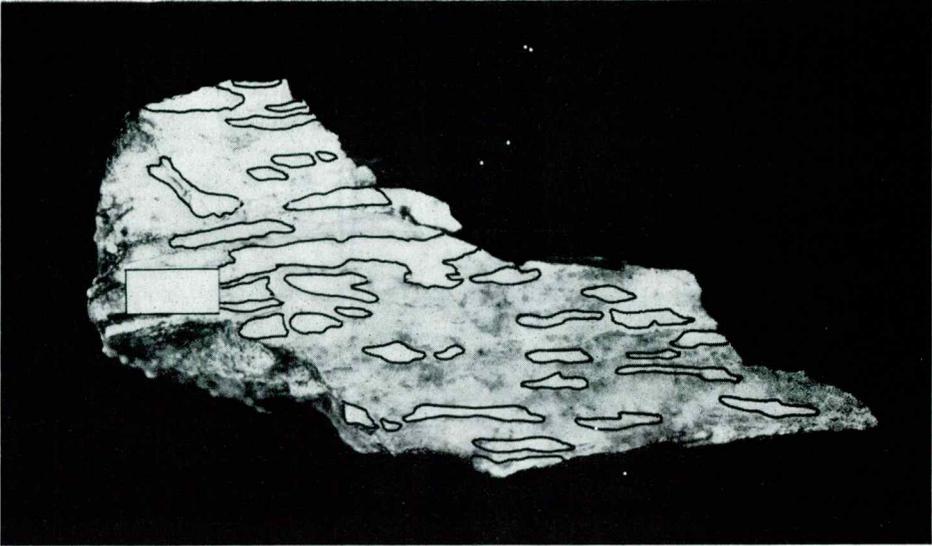


Abb. 5. Sedimentäre Barytanlagerung in unterdevonischem Dolomit. Barytlinsen durch schwarze Umrandung deutlich gemacht. Großanschliff \perp s. Marke 1 cm lang. Stuckkogel

Man wird also vorläufig, bis exakte Befunde vorliegen, die Fahlerz-Baryt-Vererzung im schwach epimetamorphen Schwazer-Dolomit vorsichtigerweise zwischen höherem Unterdevon und einschließlich Perm einstuft und könnte entfernte Beziehungen zu dem basischen Vulkanismus im Unterdevon oder Obergotlandium (Höll-Maucher, 1967) und seinen sedimentären bis syndiagenetischen Scheelit-Magnesit-Lagerstätten vermuten, dies umso mehr, als auch baryt- und fahlerzführenden Schwazer Dolomit (meines Wissens bisher nicht erwähnte) geringmächtige schichtparallele tuffitische Einschaltungen vom Typ der »Falbenschiefer« vorliegen. Jünger als die Breccienerzkörper und Erzgänge mit »altem« Stoffbestand, erweisen sich nach Lukas (1971a, b) Scherbewegungen alpidischen Alters, die relativ geringe mechanische Erztransporte sowie syn- oder posttektonische Lösungstransporte ebenfalls nur geringen Ausmaßes verursachten. Haditsch-Mostler (1969) halten als Ursache der Fahlerz-Barytführungen der an den Schwazer Dolomit grenzenden Trias eine Mobilisation älterer, nämlich vermutlich »oberkarbonischer bis oberpermischer Vererzung« für möglich. Zu einer analogen Erklärung kommt auch Lukas (1970b).

Bis jetzt nicht beschriebene, meines Erachtens *syndimentäre Barytausscheidungen* gibt es am Stuckkogel östlich von Kitzbüchel, und zwar in Quarz-, Sericit- und Hämatit-führenden rötlichen Dolomitgesteinen (Abb. 5). Diese gehören nach Mostler's mikropaläontologischen Untersuchungen (mündl. Mitteilung) in das Unterdevon. Die sehr schwache Barytführung besteht aus linsenförmigen, mit den Quarz- und Glimmerlagen subparallel angeordneten grobtafeligen Aggregaten des Zentimeter-

bis Dezimeterbereiches. Es ergeben sich hiermit bemerkenswerte genetische Aspekte zum Baryt bzw. Fahlerz von Schwaz und Brixlegg sowie zu den anderen paragenetisch verwandten Mineralisationen in mitteldevonischen Dolomitgesteinen. Auch diskordante, das Primärgefüge unterbrechende Spaltenfüllungen liegen vor. Während der überwiegende Dolomitspatit im Durchlicht nur teilweise Undulierung und selten Zwillinglamellierung zeigt, lassen die genannten, im Dolomitgestein spärlich vorhandenen »Fremdeinlagerungen« symmetriekonstante Überprägung durch tektonische Fältelung im Zentimeter- bis Meterbereich erkennen. Analoge Deformationen und Rekristallisationen fand *Margaras* (1971) an den zahlreichen, in den mitteldevonischen Dolomiten diskordant auftretenden Barytvorkommen zwischen Kitzbühel und Fieberbrunn. Die Barytplatznahme wird während des Devons vermutet.

6. Fe-Cu-U-Erze im Buntsandstein

Die syndiagenetische Anlagerung der Erzparagenese wird begründet durch ihre Gebundenheit an graue Zwischenschichten innerhalb mächtiger hämatitpigmentierter roter Sandsteine. Auf Grund reichlich vorhandener pyritvererzter Bakterien und bis zu Schungit inkohlten Pflanzenresten, die zum Großteil die Erze, besonders das Uran (Pechblende) binden, sowie aufgrund der in der Intergranularen der Sericit-Quarzsandsteine auftretenden Fe-Cu-Erze (Pyrit, Markasit, Kupferkies, Fahlerz, Bornit u. a.) wird auf ein Seichtwassermilieu mit reduzierenden Bildungsbedingungen geschlossen (*Schulz-Lukas*, 1970). Die Herkunft der Metalle aus Verwitterungslösungen wird für wahrscheinlich gehalten. Bezüglich Magnesit und Baryt siehe 2d.

7. Schlußbemerkung

Mit den vorgelegten Teilergebnissen über lagerstättenbildende Vorgänge im Paläozoikum der Grauwackenzone wird ein Beitrag gegeben zum allgemein klassischen Streit: »Sedimentär-syndiagenetischer« oder »postdiagenetisch-tektonischer« Vererzungsprozeß. Speziell aber geht es um die Frage: alpidische oder voralpidische, variszische oder vorvariszische Lagerstättenbildung?

Wenn auch die Gefügestudien noch nicht abgeschlossen sind und die Entstehung der Erzanreicherung in der Quarzphyllitzone und im Schwarzer Augengneis noch offen ist, so stehen die bisherigen Neuergebnisse im Widerspruch zu den herkömmlichen Hypothesen über die Ostalpenvererzung. Sie decken sich aber mit den von *Höll-Maucher* (1967), *Maucher-Höll* (1968), *Tufar* (1968), und *Höll* (1970) veröffentlichten Ansichten über z. T. andere als hier besprochene Mineralparagenesen der Ostalpen.

Die genetische Beziehbarkeit von Lagerstätten unmittelbar auf ihre Begleitgesteine, bzw. mittelbar auf die weitere Gesteinsformation sollte auch im übrigen Raum paläozoischer Gesteine der Ostalpen überprüft werden.

Literatur

- Angel, F., Trojer, F. 1955, Zur Frage des Alters und der Genesis alpiner Spatmagnetite. Radex-Rundschau, 2, 375—392.
- Angel, F., Weiss, P. 1953, Die Tuxer Magnetitlagerstätten. Radex-Rundschau, 7/8, 335—352.
- Bernhard, J. 1965, Die Mitterberger Kupferkieslagerstätte, Erzführung und Tektonik. Jb. Geol. B. A., 109, 3—90.
- Clar, E. 1953, Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. Geol. Rundschau, 42, 107—127.
- Clar, E. 1956, Zur Entstehungsfrage der ostalpinen Spatmagnetite. Carinthia II, 20. Sonderh., 22—32. Klagenfurt.
- Friedrich, O. M. 1953, Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. Radex-Rundschau, 7/8, 371—407.
- Friedrich, O. M. 1962, Neue Betrachtungen zur ostalpinen Vererzung. Karinthin, 45/46, 210—228.
- Friedrich, O. M. 1968, Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. Arch. f. Lagerstättenforschung i. d. Ostalpen, 8, 1-136. Leoben.
- Haditsch, J. G., Mostler, H. 1969, Die Fahlerzlagerstätte auf der Gratspitze (Thierberg bei Brixlegg). Arch. f. Lagerstättenforschung i. d. Ostalpen 9, 169—194.
- Höll, R., Maucher, A. 1967, Genese und Alter der Scheelit-Magnetit-Lagerstätte Tux. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Klasse, Sitzungsber. 1—11.
- Höll, R. 1970, Die Zinnobervorkommen im Gebiet der Turracher Höhe (Nock-Gebiet/Österreich) und das Alter der Eisenhut-Schieferserie. N. Jb. Geol. Pal. Mh. 4, 201—224.
- Karl, F. 1953, Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden am Beispiel eines Bergbaues (Kupferbergbau Mitterberg, Salzburg). Neues Jb. Mineral., Abh. 85, 2, 203—246.
- Kostelka, L. 1965, Eine genetische Gliederung der Blei-Zinkvererzungen südlich der Drau. Carinthia II, 75, 29—38. Klagenfurt.
- Ladurner, J. 1965, Über ein geregeltes Magnesitgefüge. Tscherm. Min.-Petr. Mitt. 10, 430—435.
- Leitmeier, H. 1953, Die Entstehung der Spatmagnetite in den Ostalpen. Tscherm. Min.-Petr. Mitt. III. Folge 3, 302—351.
- Leitmeier, H., Siegl, W. 1954, Untersuchungen an Magnetiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnetite der Ostalpen. Berg- u. Hüttenm. Mh. 99, 11/12, 201—235.
- Llarena, J. G. De 1953, Über die sedimentäre Entstehung des ostalpinen Magnesits, Typus Veitsch. Montanztg. 96, 55—62. Wien.
- Lukas, W. 1971a, Tektonisch-genetische Untersuchung der Fahlerz-Lagerstätte am Falkenstein bei Schwaz/Tirol. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1, 47—63.
- Lukas, W. 1971b, Tektonisch-genetische Untersuchung der Lagerstätte Großkogel-Kleinkogel. Verh. Geol. B. A. 1.
- Margaras, S. 1971, Die Barytvorkommen im Paläozoikum der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Kitzbühel und Fieberbrunn. Diss. Univ. Innsbruck (nicht veröffentlicht).
- Maucher, A., Höll, R. 1968, Die Bedeutung geochemisch-stratigraphischer Bezugshorizonte für die Altersstellung der Antimonitlagerstätte von Schlaining im Burgenland, Österreich. Mineral. Deposita, 3, 272—285.
- Meixner, H. 1953, Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen. Radex-Rundschau 7/8, 445—458.
- Meixner, H. 1970, Anschliffbeobachtungen zu verschiedenen Metasomaten in österreichischen Lagerstätten karbonatischer Eisenerze. Arch. f. Lagerstättenf. i. d. Ostalpen, 10, 61—74. Leoben.
- Mostler, H. 1968, Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 18, 89—150. Wien.
- Petrascheck, W. 1926, Metallogenetische Zonen in den Ostalpen. C. R. 14, Congr. Geol. Inst. Madrid, 108—110.

- Petrascheck, W. 1945, Die alpine Metallogenese. Jb. Geol. B. A. 90, 129—149.
- Petrascheck, W. E. 1952, Zu H. Schneiderhöhns neuer Auffassung der alpinen Metallogenese. Berg- u. Hüttenm. Mh. 97, Wien.
- Petrascheck, W. E. 1966, Die zeitliche Gliederung der ostalpinen Metallogenese. Österr. Akad. Wiss. Math.-Naturw. Klasse, Sitzungsber. 175, 57—74.
- Pirkkl, H. 1961, Geologie des Trias-Streifens und des Schwazer Dolomits südlich des Inn zwischen Schwaz und Wörgl (Tirol). Jb. Geol. B. A. 104, 1—150.
- Rohn, Z. 1950, Zur Frage der Entstehung des kristallinen Magnesites, Montanzeitung 66, 1—5. Wien.
- Sander, B. 1948, 1950, Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, I und II, Springer, Wien.
- Schmidegg, O. 1951, Die Erzlagerstätten des Schwazer Bergbaugebietes, besonders des Falkensteins. »Schwazer Buch« (Schlern-Schriften 85) 36—58. Wagner, Innsbruck.
- Schmidegg, O. 1953, Die Erzlagerstätten am Reiter Kopf und am Reiter Kogel. Schlern-Schriften 101 (Jenbacher Buch) 17—25, Wagner, Innsbruck.
- Schneiderhöhn, H. 1962, Erzlagerstätten. Gustav Fischer. Stuttgart.
- Schulz, O. 1960, Beispiele für synsedimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteindolomit von Bleiberg-Kreuth. Berg- u. Hüttenm. Mh. 1, 1—11.
- Schulz, O. 1966, Die diskordanten Erzgänge vom »Typus Bleiberg« syndiagenetische Bildungen. Atti del Symp. Internazionale sui giacimenti minerali delle Alpi. Vol. 1, 149—161. Saturnia. Trento.
- Schulz, O. 1968, Schicht- und zeitgebundene paläozoische Zinnober-Vererzung in Stockenboi (Kärnten). Bayer. Akad. d. Wiss. Math.-Naturw. Klasse, Sonderdruck 9, 113—139.
- Schulz, O. 1971a, Horizontgebundene altpaläozoische Eisenspatvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. Tscherm. Min. Petr. Mitt. 15, 232—247.
- Schulz, O. 1971b, Horizontgebundene altpaläozoische Kupferkiesvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. Tscherm. Min.-Petr. Mitt. 16.
- Schulz, O., Lukas, W. 1970, Eine Uranerzlagerstätte in permotriadischen Sedimenten Tirols. Tscherm. Min. Petr. Mitt. 14, 213—231.
- Siegl, W. 1955, Zur Entstehung schichtiger und strahliger Spatmagnesite. Berg- u. Hüttenm. Mh. 1, 79—84.
- Tufar, W. 1968, Der Alpen-Ostrand und seine Erzparagenesen. Freiburger Forschungshefte, 275—294, Leipzig.
- Vohryzka, K. 1968, Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik. Jb. Geol. B. A. 111, 3—88.
- Wenger, H. 1964, Die Scheelitlagerstätte Tux. Radex-Rundschau 2, 109—132.

New Results on the Origin of Paleozoic Ore Deposits from the Example of the North Tyrolean Greywacke Zone

Oskar Schulz

SUMMARY

Petrofabric analysis investigations at ore deposits of the North Tyrolean Greywacke Zone furnished new results on their origin in the early to late Paleozoic succession. The age relationship between syngenetic and epigenetic ore bodies and their host rock calls for a striking spatial relationship between these ore bodies and a certain part of the

succession. The new results refer to early Paleozoic chalcopyrite, pyrite and iron carbonate enrichments, to tetrahedrite and barite concentrations in Devonian dolomite and to iron-copper-uranium precipitates of probably Permian age.

1. A cycle of mineralization which can be connected with the initial volcanism of the early Paleozoic geosyncline has furnished mineral enrichment of the chalcopyrite-pyrite-pistomesite-ankerite-quartz-(tetrahedrite) paragenesis. The prevailing form of the ore bodies is that of a seam which is conformable to the bedding of the host rock. The host rock consists of sericite and chlorite phyllites with a phyllonitic structure. Phyllites rich in Ti rank as markers. Enrichment of pure iron carbonate-quartz also occurs.

The development of the fabric of both, the ore deposit and the host rock are controlled by a number of factors which overlap in time. They started to make themselves felt already in the sedimentation area and they led to recrystallization and redeposition as a consequence of tectonic folding, shearing and low grade epizonal metamorphism.

This type of mineralization can be proved in the Greywacke Zone of the Kitzbüheler Alps from Pass Thurn-Fieberbrunn via Kitzbühel to Alpbach. Probably, the "vein deposit" Rerobichl which, in addition, contains tetrahedrite belongs also to this genetic type.

2. A genetically later mineral paragenesis, connected with early Devonian dolomite formations consists mainly of tetrahedrite and barite, occasionally accompanied by some chalcopyrite a. o. Cu-sulfides, pyrite, galena, antimonite, hematite, quartz, anhydrite, fluorite, calcite, aragonite and celestite. The mineralization follows primarily fissure systems which cut across the bedding, pipe shaped zones of tectonic breccia and also forms irregular nests and patches. Isolated syn-sedimentary deposits of barite are found.

Mineralization tied up to fissures occurs as vugs in tension cracks. These cracks were formed as a result of pre-Permian tectonic and they show, statistically, an ac-trend. Judging from preliminary investigations it cannot be excluded that these cracks are of syn-diagenetic origin and are confined to a narrow part of the succession.

The primary juvenile hydrothermal mineralization is from late early Devonian to Permian. Almost certainly a large part of the minerals was deformed during the Alpine folding and supplied material for the redeposition which was caused by this deformation.

Main areas of distribution of this type of mineralization are Schwaz (tetrahedrite veins of the "Schwaz" type) and Brixlegg, but smaller deposits are known also in the early Devonian dolomites between the Hohe Salve mountain, Kitzbühel and Fieberbrunn.

3. Syn-sedimentary chemical mineral accumulations have, sporadically, led to comparatively weak stratabound mineralization in Permian-Triassic (Permian?) fine grained clastic sediments. The mineral supply in this case must be ascribed to leaching of weathered surface material. Iron, copper, uranium, barium and magnesium have been locally enriched in this way.

The primary mineral concentrations in the Paleozoic to Permo-Triassic formations were the source for limited Alpine redepositions. However, in some cases these redepositions would extend into the Middle Triassic.

From the findings on Paleozoic (pre-Alpine) ore deposits set forth here, it can be concluded that similar examples will occur in the entire Greywacke Zone. Together with previously published new results from other authors on magnesite, tungsten, mercury and antimonite mineralizations they point to fundamentally new conceptions about the origin of East Alpine ore deposits.

DISCUSSION

Petrascheck: Ich glaube, daß die Diskussion über die Grundfragen des Alters der Vererzung in den Ostalpen sehr gut für den Nachmittag vorzubehalten ist, da ein großes komplexes Gebiet ist. Da ich aber selbst da leider wohl nicht anwesend sein werde, möchte ich bloß bezogen auf den jetzigen Vortrag bemerken, daß die syngenetische Natur der 1. Gruppe der Lagerstätten von Kupferkies und Siderit durch Herrn Schulz ganz überzeugend bewiesen worden ist. Das ist dagegen schwerer bei einer Vererzung, die in diskordanten Breccien auftritt, die bis 200 Meter tief quer durch die Schichtfolge laufen. Es ist außerdem nicht erwähnt worden, daß nach Pirkl solche Schwerspat-Fahlerzvererzung nicht nur in Devon, sondern auch in darüberliegenden Triaskalken vorkommt. Wobei man es, wie ich in Manuskript sah, leichterhand mit der Remobilisierung abgetan hat. Hier scheint mir doch eine sorgfältigere Argumentation notwendig, um eine paläozoische Vererzung dieser Fahlerz-Schwerspatgruppe zu beweisen.

Schulz: Die Auffassung vom regional verbreiteten und zeitlich an das Devon gebundenen Auftreten von Baryt und Fahlerz wurde hier nur kurz dargelegt. An ausführlichen Hinweisen zur Stützung der Ansicht wird noch gearbeitet.

Für die schwache Fahlerz-Kupferkies-Mineralisation in Triaskalken und -dolomiten halten Haditsch und Mostler (1969) und Lukas (1971b) eine Mobilisierung eines paläozoischen Stoffbestandes für möglich. Eigene Arbeiten hierüber sind noch nicht abgeschlossen.

Drovenik: Wir haben hier einen Großanschliff mit Quarz und Sideritgängen gesehen und ich möchte gerne wissen: sind nebenbei auch Sulfide in diesem Erze oder nicht?

Schulz: In dem vorgeführten Bild sind keine Sulfide zu sehen. Es handelt sich also um reine Siderit-Quarz-Gänge.

Drovenik: Aber wenn Sulfide mit in der Paragenese sind, sind sie dann auch in Gängen anwesend?

Schulz: Ja. Bei Anwesenheit von Fe- und Cu-Sulfiden in der Primärparagenese sind diese als jüngere Generation in Spalten zu finden. Diese Kluftfüllungen sind häufig ebenfalls mechanisch durchbewegt. Man darf wohl annehmen, daß schon diagenetische Umkristallisationen und dann metamorphe Beeinflussung und mechanische tektonische Umformungen zu verschiedenen starken Stoffverschiebungen geführt haben.