

## Zur Altersgliederung der ostalpinen Vererzung

Von WERNER TUFAR, Marburg/Lahn \*)

Mit 17 Abbildungen

### Zusammenfassung

In den Ostalpen weist nur eine kleine Zahl von Lagerstätten ein alpidisches Alter auf. Die größere Anzahl von Vorkommen geht auf eine präalpidische Anlage zurück. Syngenetische Erzmineralisationen sind durchaus verbreitet. Allgemein zeigen die präalpidischen Vererzungen starke tektonische Beanspruchung und liegen in metamorpher Form vor. Damit verbunden sind Mobilisationen des primären Stoffbestandes.

### Abstract

In the Eastern Alps only a small number of ore deposits are of Alpine age. The greater number of these deposits were formed in pre-Alpine time, in which also syngenetic ore mineralisations are common. In general, the deposits of pre-Alpine age show marked effects of tectonism and are metamorphosed. These processes led to mobilizations in the primary deposits.

### Résumé

Dans les Alpes orientales un petit nombre seulement de gisements métallifères datent de l'ère alpine. La majeure partie de ces gisements métallifères s'est formée durant l'ère pré-alpine, durant laquelle des minéralisations syngénétiques sont assez répandues. En général les dépôts de l'ère pré-alpine montrent des effets tectoniques très marqués et sont métamorphosés. A cela s'ajoute la mobilisation des dépôts primaires.

### Краткое содержание

В Восточных Альпах лишь незначительное количество рудных месторождений имеет альпийский возраст. Образование большинства месторождений имело место в до-альпийскую эпоху. Здесь довольно часто встречаются сингенетические рудные минерализации. На до-альпийских оруднениях отмечают сильное воздействие тектонических процессов; эти рудные тела перетерпели некий метаморфизм, при чём происходила мобилизация их первичного вещественного состава.

### Einführung

Seit Jahrzehnten wird die Vererzung der Ostalpen, wie den Untersuchungen von E. CLAR & O. FRIEDRICH (1933), E. CLAR (1947, 1953 a, 1953 b, 1956, 1965), O. M. FRIEDRICH (1933 a, 1933 b, 1933 c, 1935, 1936, 1937 a, 1937 b, 1942, 1947, 1948, 1951, 1953, 1959, 1962, 1963, 1967, 1968 a, 1968 b, 1969), O. M. FRIEDRICH & MITARBEITER (1968), H. MEIXNER (1953 a, 1953 b), W. PETRASCHECK (1926 a, 1926 b, 1926 c, 1927, 1932, 1947), W. E. PETRASCHECK (1955, 1963, 1966, 1972) und anderen Forschern zu entnehmen ist, nur auf einen, nämlich den alpi-

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. W. TUFAR, Fachbereich Geowissenschaften der Philipps-Universität Marburg, Mineralogie, Kristallographie und Petrologie, 355 Marburg/Lahn, Lahnberge.

dischen Zyklus zurückgeführt bzw. verteilt. Wurde noch vor kurzem die ostalpine Metallogenese als ein sehr junger, einheitlicher Vorgang innerhalb des alpidischen Zyklus angesehen und in das Tertiär („Tertiäre Metallogenese“) gestellt, so wird jetzt etwas modifiziert — in Anlehnung an das von H. STILLE (1940) gegebene Schema über das Verhältnis von Orogenese und Magmenförderung — die Vererzung der Ostalpen auf den gesamten alpidischen Zyklus verteilt. Dabei werden aber noch immer wesentliche Teile der ostalpinen Vererzung in den Zeitraum Kreide bis Tertiär eingeordnet. Diese „unitarische“ Betrachtungsweise schließt, von den bekannten wenigen Ausnahmen abgesehen, präalpidische Erzmineralisationen, also variszische oder noch ältere Vererzungen, in den Ostalpen aus.

Nur eine kleine Zahl ostalpiner Lagerstätten tritt in alpidischen Schichtgliedern auf und ist somit sicher alpidisch einstuftbar.

Hier kam es bereits, wie das Beispiel der kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten zeigt, in letzter Zeit aufgrund der Ergebnisse von R. SCHWINNER (1949 a, 1949 b), F. HEGEMANN (1950, 1957, 1960), A. MAUCHER (1954, 1957), H.-J. SCHNEIDER (1953, 1954 a, 1954 b, 1964, 1969), K.-C. TAUPITZ (1954 a, 1954 b, 1954 c), O. SCHULZ (1955, 1960, 1966, 1968 a, 1968 b, 1968 c, 1969 a) und anderen Forschern zu schwerwiegenden Korrekturen an der „unitarischen“ Auffassung. Galten die kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten vom Typ Bleiberg-Kreuth (Kärnten) bis dahin selbst unter den alpidischen Vererzungen als ausgesprochen jung, epigenetisch und als klassisches Glied in einer hydrothermalen Abfolge mit zonarer Anordnung der Lagerstätten, so wurde nun nachgewiesen, daß syngenetische Lagerstätten triadischen Alters vorliegen.

Die weitaus größte Anzahl ostalpiner Vorkommen findet sich in den ausgedehnten paläozoischen Schichtgliedern und in den weit verbreiteten präalpidischen Kristallingebieten, dem „Altkristallin“.

Im folgenden sei daher auf Lagerstätten und Paragenesen aus diesen präalpidischen Schichtgliedern eingegangen, welche zur Beweisführung für die „junge“, also alpidisch-epigenetische, nicht metamorph überprägte Vererzung der Ostalpen angeführt werden.

### Spatlagerstätten

Eine „zonare Anordnung“ und genetische Verknüpfung der Spatvorkommen wird bereits durch deren Auftreten in den verschiedenen tektonischen Einheiten widerlegt. In bezug auf die oberostalpine Norische Decke (= Obere Grauwacken-Decke) und die oberostalpine Veitscher Decke (= Untere Grauwacken-Decke) zeigen die als höher temperiert (tektonisch tiefer) aufgefaßten Magnesit-Vorkommen und die dagegen als tiefer temperiert (tektonisch höher) angesehenen Siderit-Lagerstätten eine Niveaubeständigkeit bzw. eine Schichtgebundenheit. Die Magnesite treten im Karbon der Unteren Grauwacken-Decke auf, während die Siderite das kalkige Altpaläozoikum der Oberen Grauwacken-Decke verzerzen.

Für die Magnesit-Vorkommen im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone ist nach A. MAVRIDIS & H. MOSTLER (1970) und H. MOSTLER (1970) eine strenge Bindung an die „Südfazies“ gegeben, im wesentlichen an Gesteine höchstsilurischen bis unterdevonischen Alters.

Im Hangenden der Siderite der Oberen Grauwacken-Decke, in den tektonisch höheren, ebenfalls oberostalpinen Nördlichen Kalkalpen treten aber in der Trias wieder Vorkommen von Magnesit und Siderit auf.

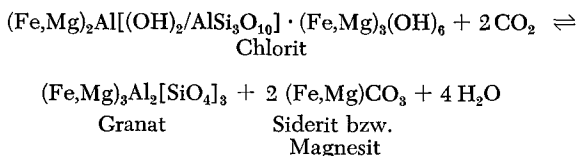
Allerdings sind Unterschiede zwischen den Spatvorkommen in den präalpidischen Schichtgliedern und jenen in den Nördlichen Kalkalpen nicht zu übersehen. Neben der tektonischen Beanspruchung weisen die Magnesit-Vorkommen in den präalpidischen Schichtgliedern mineralparagenetische Unterschiede gegenüber den Vorkommen in der Trias auf. Talk tritt als häufiger Begleiter von Magnesit in den in präalpidischen Schichtgliedern gelegenen Vorkommen auf; jetzt vorliegende Mineralparagenesen zeigen Übereinstimmung mit dem Metamorphosegrad des Nebengesteins. Mehrfach zeichnen sich die Magnesite dieser Lagerstätten durch einen relativ sehr niedrigen Eisengehalt aus, während die „Spatmagnesite“ der Trias aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung eigentlich nicht mehr als Magnesite, sondern richtig als Breunnerite zu klassifizieren sind. Von O. M. FRIEDRICH (1963) als Beweis für eine genetische Zusammengehörigkeit der kalkalpinen Magnesite mit den Spatlagerstätten in tieferen tektonischen Einheiten vorgelegte „Hochtemperatur-Entmischungen“ hielten einer näheren Überprüfung nicht stand und stellen nach W. TUFAR (1972 a, 1972 d) descendente Umwandlungen dar.

Obendrein finden sich im Liegenden der Unteren Grauwacken-Decke, unter dem Oberostalpin und somit tektonisch tiefer, ebenfalls Siderit- und Magnesit-Vorkommen, und zwar sowohl im Mittelostalpin, wie im Unterostalpin. Karbonspäte sind auch aus Lagerstätten im Pennin bekannt.

Dieser mehrmalige Wechsel, bzw. das Nebeneinander und Übereinander von Magnesit- und Siderit-Vorkommen schließt deren gemeinsame Entstehung bzw. genetische Verknüpfung („Blutsverwandtschaft“) mit zonarer Anordnung der Lagerstätten aus.

Diese Schlußfolgerungen werden durch die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen bestätigt. Hydrothermalversuche von W. JOHANNES (1966, 1967, 1968, 1969 a, 1969 b, 1970) ergaben zwar, daß Siderit und Magnesit gleichzeitig aus einer Lösung gebildet werden können, allerdings nur unter der Voraussetzung eines Temperaturgefälles.

Experimentelle Untersuchungen von W. TUFAR (1972 d) lassen als eine weitere Bildungsmöglichkeit von Magnesit- sowie von Siderit-Lagerstätten auch an folgende Reaktion denken:



Hinweise für das Vorliegen präalpidischer Erzmineralisationen, sowohl Spatlagerstätten wie Sulfid-Vererzungen (z. B. Mitterberg/Salzburg), gibt auch in der Nördlichen Grauwackenzone neben der Schichtgebundenheit von Vorkommen die bekannte Erscheinung, daß die Lagerstätten auf die paläozoische Nördliche Grauwackenzone beschränkt bleiben und nicht in die hangenden mesozoischen Nördlichen Kalkalpen übersetzen, sieht man von lokalen jüngeren Mobilisatio-

nen, z. B. am steirischen Erzberg („sideritisch vererztes Basiskonglomerat der Werfener Schiefer“), ab.

Für diese jüngeren Mobilisationen ist die große Reaktionsfreudigkeit von Karbonaten — dies gilt auch für Sulfide — verantwortlich, die dann eine wesentlich jüngere Anlage der Vorkommen vortäuschen kann. Am Beispiel des steirischen Erzberges zeigt sich dies besonders eindrucksvoll. Jenes äußerst geringmächtig „sideritisch vererzte Basiskonglomerat der Werfener Schiefer“ kann nämlich nicht mit der primären Anlage der Großlagerstätte im altpaläozoischen Kalk („Erzführender Kalk“) in Zusammenhang stehen, sondern ist auf eine jüngere Mobilisation zurückzuführen. Da W. JOHANNES (1968) aufgrund seiner Hydrothermalversuche zur Sideritbildung feststellt „... , daß sowohl relativ als auch absolut niedrige Konzentrationen an gelöstem  $\text{FeCl}_2$  genügen, um Calcit in Siderit überzuführen ... , daß Lösungen, die bei niedrigen Temperaturen mit Calcit in Kontakt standen und nicht zur Bildung von Siderit führten, sehr arm an  $\text{Fe}^{2+}$  gewesen sein müssen ...“, darf man schließen, daß nach den physikalisch-chemischen Gegebenheiten am steirischen Erzberg zwangsläufig jüngere Mobilisationen eine Sideritbildung herbeiführten.

Hier anzuschließen wäre als ein weiteres Beispiel für junge Mobilisationen Kristalldrusen von Siderit „... als sicherer Hohlraumabsatz ...“ in der Lagerstätte von Hüttenberg/Kärnten, die im Schrifttum ebenfalls als primär und beweisend für eine junge Entstehung dieser Lagerstätte angesehen werden.

Gerade bei den Spatlagerstätten wird vor allem zu klären sein, wie weit in den Vorkommen jeweils noch primäre Bildungen erhalten sind, die nicht durch jüngere Mobilisationen mit den bekannten Erscheinungsformen der „Metasomatose“ verwischt wurden.

Ergänzend sei die Eisenspat-Lagerstätte von Pitten/Niederösterreich angeführt. Sie liegt in der Grobgnesserie des unterostalpinen Altkristallins, somit tektonisch tiefer als die Magnesite des Oberostalpins und des Mittelostalpins. Nach W. TUFAR (1970 a, 1972 a) zeichnen sich die Siderit-Lagergänge von Pitten durch einen größeren Mineralarten-Reichtum aus und enthalten als einen charakteristischen Gemengteil gediegen Gold (Elektrum). Sowohl in präalpidischer wie in alpidischer Zeit wurde die Lagerstätte regionalmetamorph überprägt. Die alters-

---

Abb. 1. Pitten/Niederösterreich. Ausschnitt aus Siderit-Rekristallinat mit Resten eines größeren alten, stark postkristallin deformierten und zerbrochenen Eisenspat-Kornes (undulöses Auslösch; ein Bruchstück weist deutlich Druckzwillingslamellen nach  $\{01\bar{1}2\}$  auf). Anschliff, Polarisatoren +.

Abb. 2. Pitten/Niederösterreich. Magnetit-Idioblast (mittelgrau) nach  $\{111\}$  in sideritischem Karbonat und Gangart (beide schwarz) weist starke Brucherscheinungen auf und läßt Spaltbarkeit nach  $\{111\}$  erkennen. Diese wird durch die Verkittung der Spalt-  
risse mit mobilisiertem Kupferkies (fast weiß), sideritischem Karbonat und Gangart  
noch verdeutlicht. Anschliff.

Abb. 3. Pitten/Niederösterreich. Kataklastischer Magnetit (mittelgrau; „Magnetit-Breccie“) wird von mobilisiertem sideritischem Karbonat und Gangart (beide schwarz) verheilt.  
Neben Magnetit ist etwas Pyrit (fast weiß) zu beobachten. Anschliff.

Abb. 4. Pitten/Niederösterreich. Detail aus körnigem Rekristallinat von Magnetit. Er zeigt deutliche Anisotropieeffekte und läßt dadurch jeweils die Kornform erkennen. Kleine Einschlüsse von sideritischem Karbonat werden durch Innenreflexe aufgehellt.  
Anschliff, Polarisatoren +



Abb. 1

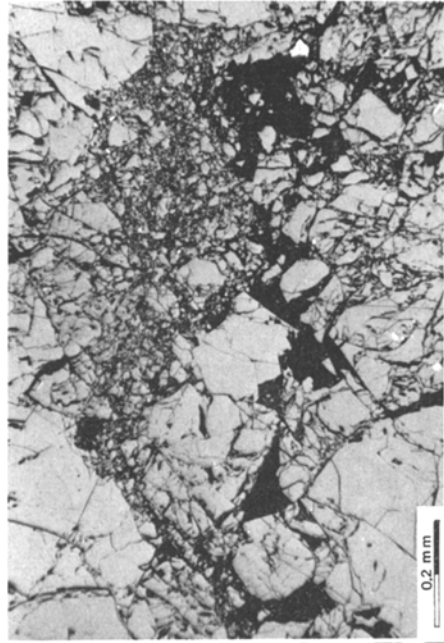


Abb. 3

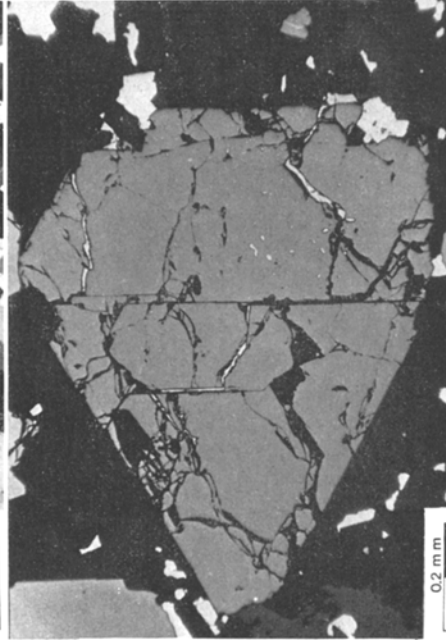


Abb. 2

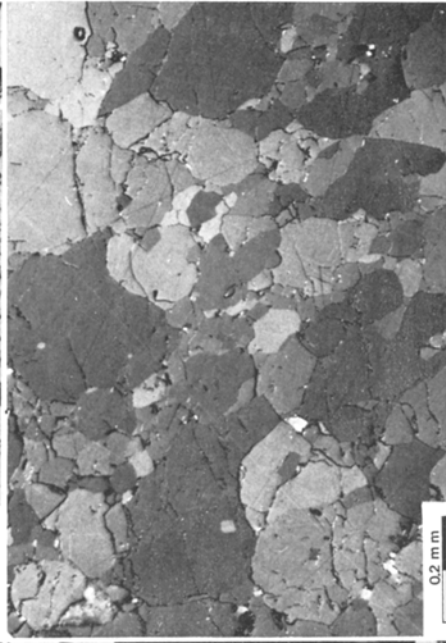


Abb. 4

Abb. 1—4. Legenden auf S. 108.

mäßige Einstufung der Vererzung ermöglichen auch Kristalle von Siderit als alte Einschlüsse in Mikroklin-Tektonoklasten des präalpidischen Orthogneises. Im Gegensatz zur bisher vertretenen Ansicht (O. M. FRIEDRICH 1962), es gäbe keinen durchbewegten und rekristallisierten Siderit, ist jedoch durchbewegter und rekristallisierter Eisenspat (vgl. Abb. 1) typisch für Pitten und andere Siderit-Vorkommen. Die präalpidische Metamorphose führte in Pitten u. a. zur Sprossung von Magnetit im Siderit. Aber auch dieser Magnetit wurde tektonisch noch stark beansprucht und weist selbst Rekristallisation auf (vgl. Abb. 2—4).

Einen anderen Typ von Siderit-Vererzungen stellen die von W. TUFAR (1963, 1965, 1968 a, 1968 d, 1969, 1970 b, 1971 b) beschriebenen syngenetischen Eisenspat-Vorkommen präalpidischen Alters im Altkristallin um Vorau/Oststeiermark dar. Die altersmäßige Einstufung dieser Vererzungen ist u. a. durch die Verdrängung des Siderites durch den präalpidischen Granat gesichert, der sogar im Siderit-Rekristallinat sproßte (vgl. Abb. 5—7, 9). Granat wird seinerseits in alpidischer Zeit bei der Diaphthorese von Chlorit verdrängt. Ausgeprägt ist die starke tektonische Beanspruchung am Magnetkies zu beobachten; sie bewirkte an diesem Erz eine Drucklamellierung (vgl. Abb. 8). Als charakteristische Gemengteile treten hier, wie auch anderen Orts (z. B. in den Branden der Zinkwand und Vöttern bei Schladming/Steiermark), Graphit und Molybdänglanz auf (vgl. Abb. 9—10). Beide Erze geben durch ihr Auftreten in diesen Vorkommen Hinweise auf euxinische Verhältnisse im ursprünglichen Sediment vor der präalpidischen Regionalmetamorphose und zeigen, daß die Mitwirkung syngenetischer und sedimentärer sowie biogener Prozesse bei der ostalpinen Metallogenese, sogar bei der Bildung von Spatlagerstätten, erheblich in Betracht zu ziehen ist.

### Sulfid-Vererzungen

Der Vergleich ostalpiner Spatlagerstätten verdeutlicht, daß genetisch und altersmäßig unterschiedliche Mineralisationen vorliegen. Ihre Bildung erfolgte sowohl in präalpidischer, wie in alpidischer Zeit.

Für Parallelisierungen ist es außerdem nicht unwesentlich, ob die schichtgebundenen Karbonspäte in „metasomatischen Stöcken“ vorliegen, oder ob die Platznahme in bunt zusammengesetzten Ganglagerstätten erfolgte.

Siderit, Magnesit und andere Karbonspäte treten als Gemengteile in diversen Sulfid-Mineralisationen auf und werden, wie dem umfangreichen Schrifttum zu entnehmen ist, häufig als Beweis für eine genetische Zusammengehörigkeit unterschiedlicher Lagerstätten-Typen angesehen.

Die Zahl ostalpiner Sulfid-Lagerstätten ist sehr groß. Entsprechend ihrem Mineralinhalt lassen sich verschiedene Typen unterscheiden, z. B. Kieslagerstätten (vorherrschend Pyrit und Magnetkies), Kupferlagerstätten (vorherrschend

---

Abb. 5. Buchwald ober Waldbach/Oststeiermark. Granat-Porphyroblasten, gesproßt in feinkörnigem Siderit-Rekristallinat, enthalten reichlich kleine Eisenspat-Körner und verdrängen diese entlang Korngrenzen, intergranular. Dünnschliff, Abb. 5 a: 1 Polarisator, Abb. 5 b: Polarisatoren +

Abb. 6. Dörflerbachgraben bei Vorau/Oststeiermark. Granat verdrängt sideritisches Karbonat und Quarz entlang den Korngrenzen und bildet um beide Mineralien Intergranularfilme („Matrix“). Dünnschliff, Abb. 6 a: 1 Polarisator, Abb. 6 b: Polarisatoren +

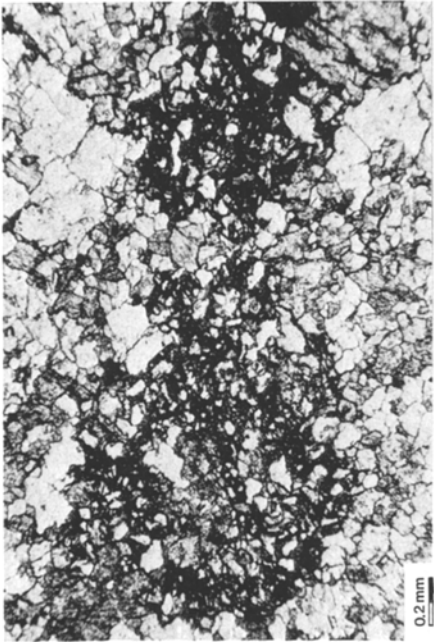


Abb. 5a

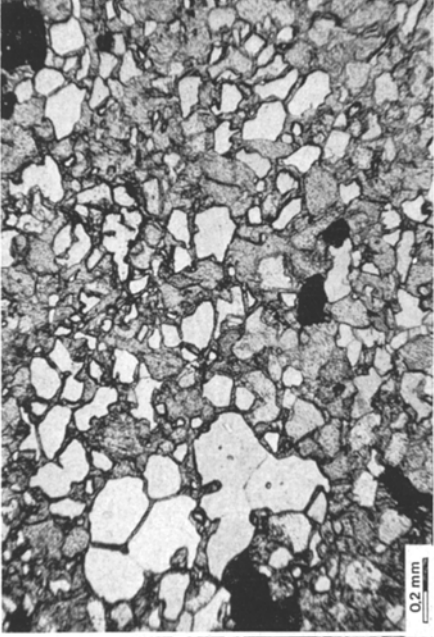


Abb. 6a

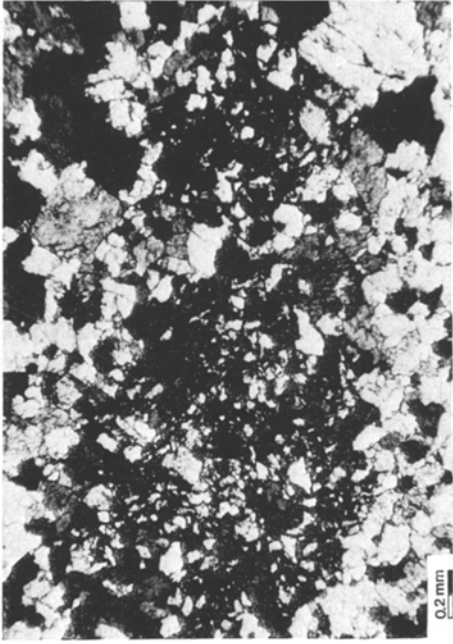


Abb. 5b

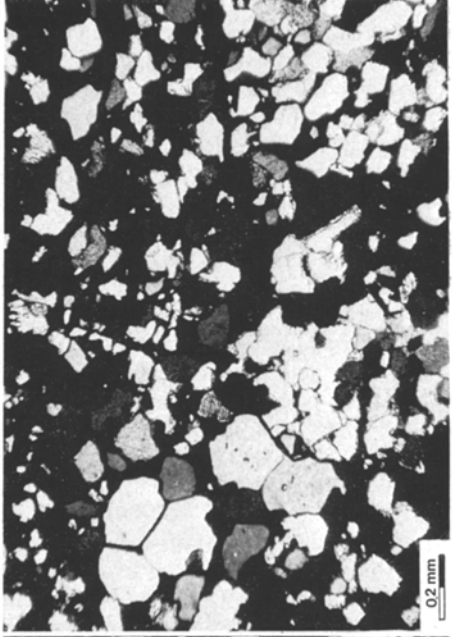


Abb. 6b

Abb. 5 u. 6. Legenden auf S. 110.

einerseits Kupferkies, andererseits Fahlerz), oder ausgesprochene Blei-Zink-Mineralisationen, die öfters auch wegen ihres Silbergehaltes abgebaut wurden. Als eine Besonderheit sei außerdem auf die Ni-Co-Vorkommen der Zinkwand und Vöttern bei Schladming/Steiermark verwiesen.

Auffällig ist bei diesen Mineralisationen wieder, daß sie — sieht man von den nicht hierher gehörenden kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten ab — auf präalpidische Schichtglieder beschränkt bleiben. Vererzt ist sowohl das Paläozoikum, als auch das verschiedenen tektonischen Einheiten angehörende Altkristallin.

Seit langem ist für zahlreiche Vorkommen bekannt, daß diese einerseits konkordant in der Schieferung des Nebengesteins liegen, „Lagergänge“ bilden und andererseits, wie aus den Paragenesen ersichtlich ist, einen „metamorphen Charakter“ aufweisen. Für diese als „alpine Lagergänge“ (vgl. z. B. O. M. FRIEDRICH 1968 b) aufgefaßten Mineralisationen — wie das Beispiel der Kieslagerstätten ersehen läßt, sind solche Typen weltweit verbreitet und nicht nur auf die Alpen beschränkt — wird nach E. CLAR & O. FRIEDRICH (1933), E. CLAR (1947, 1953 a, 1953 b), O. M. FRIEDRICH (1933 a, 1933 b, 1933 c, 1935, 1936, 1937 a, 1937 b, 1942, 1948, 1953, 1962, 1968 a, 1968 b) und anderen Forschern eine Verknüpfung der Lagerstätten-Anlage mit der alpidischen Regionalmetamorphose („Tauernkristallisation“) vertreten. Eine metamorphe Überprägung vorhandener älterer Vererzungen, somit das Vorliegen von metamorphen Lagerstätten wird ausgeschlossen. Außerdem wäre eine enge Beziehung zwischen Erzlagerstätten und Deckenbau bzw. Überschiebungsbahnen gegeben.

Wie bereits bei Spatvorkommen (z. B. Pitten/Niederösterreich, Siderit-Granat-Vererzungen um Vorau/Oststeiermark) ersichtlich war, kann ebenso bei Sulfid-Vererzungen gezeigt werden, daß die Vorkommen schon in präalpidischer Zeit regionalmetamorph überprägt wurden.

Als charakteristische Gemengteile konnten in Spatmineralisationen, wie in Sulfid-Vererzungen Mineralien (z. B. Granat, kubischer Hochtemperatur-Kupferkies) nachgewiesen werden, die hochtemperierte Bildungsbedingungen anzeigen. Diese waren in den betreffenden Alpteilern in alpidischer Zeit nicht mehr gegeben, wie ein Vergleich mit kalkalpinen Paragenesen oder den Mineralbildungen bzw. Auswirkungen der alpidischen Regionalmetamorphose bzw. Diaphthorese im jeweiligen Altkristallinteil erkennen läßt.

Ein typisches Erz für Pitten/Niederösterreich und für die Siderit-Granat-Vererzungen um Vorau/Oststeiermark stellt kubischer Hochtemperatur-Kupferkies dar (vgl. Abb. 11.—12). Ferner konnte er bisher in einer Reihe anderer Vorkommen

Abb. 7. Dörflerbachgraben bei Vorau/Oststeiermark. Synkinematisch in sideritischem Karbonat kristallisierter Granat enthält dieses, als Verdrängungsreste, reichlich in den gedrehten Einschlüßzügen („si“). Dünnschliff, Abb. 7 a: 1 Polarisator, Abb. 7 b: Polarisatoren +

Abb. 8. Dörflerbachgraben bei Vorau/Oststeiermark. Postkristallin stark deformierter Magnetkies weist undulöses Auslöschen und ausgeprägte Drucklamellierung auf. Anschliff, Polarisatoren +

Abb. 9. Dörflerbachgraben bei Vorau/Oststeiermark. Granat (mittelgrau) enthält Einschlüsse von Quarz (dunkelgrau, Innenreflexe) sideritischem Karbonat (mittel- bis dunkelgrau, Reflexionspleochroismus!), Ilmenit (lichtgrau), Magnetkies (fast weiß) und Graphit (licht- bis dunkelgrau, Reflexionspleochroismus!; Pfeile). Granat verdrängt intergranular sideritisches Karbonat und Quarz. Anschliff.



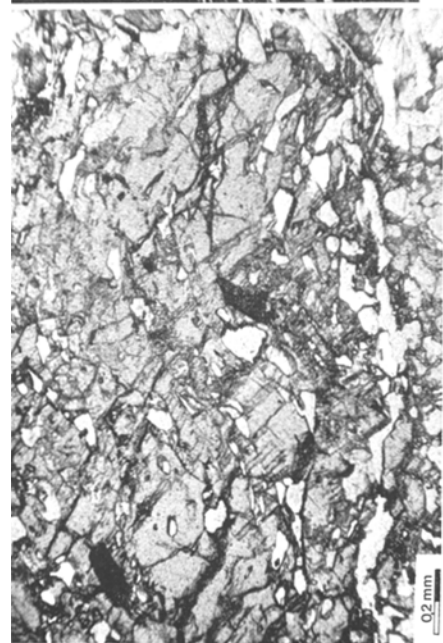


Abb. 7a



Abb. 8

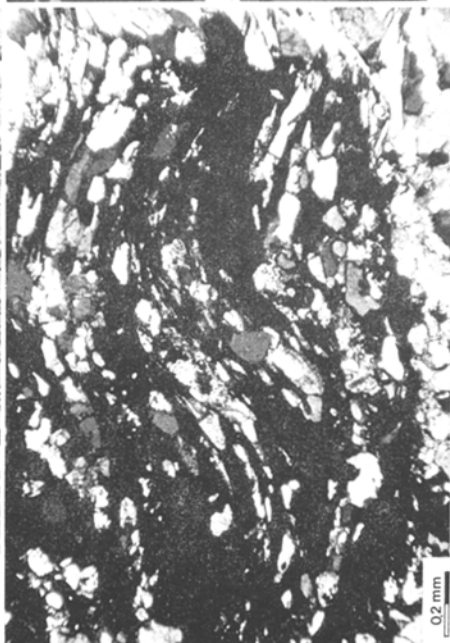


Abb. 7b

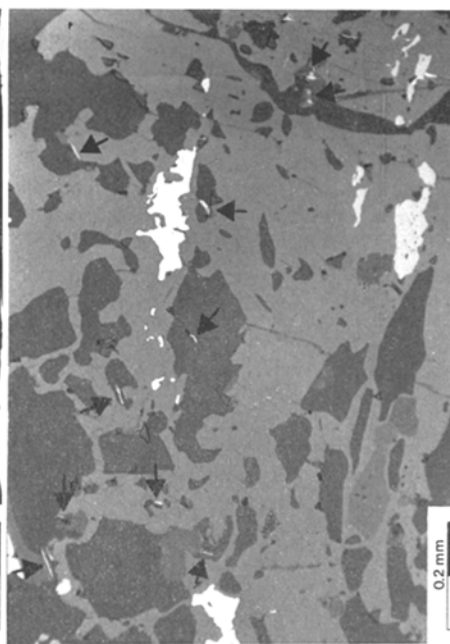


Abb. 9

Abb. 7—9. Legenden auf S. 112.

nachgewiesen werden, z. B. in den Sulfid-Vererzungen von Meiselding/Kärnten, Panzendorf-Tessenberg/Osttirol, St. Christoph am Arlberg/Tirol, Großer Schafkopf (Knappental) bei Nauders/Tirol.

Nach eingehenden Untersuchungen im System Cu-Fe-S unterstreichen R. A. YUND & G. KULLERUD (1966) den Nachweis von Hochtemperatur-Kupferkies als geologisches Thermometer. Als Umwandlungstemperatur von tetragonalem Kupferkies in eine Hochtemperatur-Mischkristallphase geben J. E. HILLER & K. PROBSTHAIN (1956)  $550^{\circ}\text{C}$  an. In den Experimenten von R. A. YUND & G. KULLERUD (1961, 1966) betrug der Umwandlungspunkt tetragonaler Kupferkies — kubischer Hochtemperatur-Kupferkies für synthetischen Kupferkies  $547^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , während sich synthetischer tetragonaler Kupferkies im Gleichgewicht mit Cubanit bei annähernd  $480^{\circ}\text{C}$  in die kubische Modifikation umwandelte. Der Umwandlungspunkt tetragonaler Kupferkies — kubischer Hochtemperatur-Kupferkies sinkt nach G. KULLERUD, P. M. BELL & J. L. ENGLAND (1965) und R. A. YUND & G. KULLERUD (1966) mit steigendem Druck durchschnittlich um  $4^{\circ}\text{C}$  pro 1000 Bar und liegt bei 40 Kilobar bei  $400^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Hochtemperatur-Kupferkies tritt mehrfach zusammen mit gediegen Gold (Elektrum) in ostalpinen Vererzungen auf, wie auch Erstfunde nach W. TUFAR (1970 b, 1972 b) aus unterschiedlichen Paragenesen zeigten.

Eine Neuuntersuchung (W. TUFAR 1963, 1968 c, 1972 b) des in der Literatur als „östlichster Tauerngoldgang“ eingestuften Vorkommens vom Puchegg im Altkristallin der Oststeiermark ergab: Es liegt kein Tauerngoldgang vor, sondern ein tektonisch stark beanspruchter, metamorpher präalpidischer Albit-Pegmatit; er zeichnet sich durch eine Gold-führende Vererzung (z. B. Arsenkies, Zinkblende, Magnetkies, Bleiglanz, Hochtemperatur-Kupferkies) aus. Eindrucksvoll läßt sich die starke tektonische Beanspruchung am Albit demonstrieren. Er weist als Folge davon starke postkristalline Deformation auf (vgl. Abb. 13). Sie äußert sich im undulösen Auslöschen und in Brucherscheinungen, wobei es in zerriebenen Partien sogar zur Rekristallisation von Albit kommt.

Gediegen Gold läßt sich als Brücke zu den sogenannten „alpinen Kieslagern“ verwenden. Davon sei als Beispiel das Silberloch bei Ratten/Oststeiermark aus dem unterostalpinen Altkristallin (Grobgnéisserie) angeführt. Trotz einer regionalmetamorphen Überprägung des Vorkommens in präalpidischer Zeit und einer Diaphthorese in alpidischer Zeit, kann in der ursprünglichen Wechselfolge von Sediment und Erz sogar noch Schrägschichtung nachgewiesen werden (vgl. Abb. 14).

Abb. 10. Dörfnerbachgraben bei Vorau/Oststeiermark. Postkristallin stark deformierter Graphit (lichtgrau bis schwarz, Reflexionspleochroismus!); verwachsen mit Molybdän-glanz (fast weiß) in Granat (dunkelgrau-schwarz, Innenreflexe). Anschliff, Ölimmersion.

Abb. 11. Pitten/Niederösterreich. Kupferkies mit oleanderblatt- bis lanzettförmigen Umwandlungslamellen der Hochtemperaturform. Anschliff, Polarisatoren +

Abb. 12. Buchwald ober Waldbach/Oststeiermark. Kupferkies weist oleanderblatt- bis lanzettförmige Umwandlungslamellen der Hochtemperaturform auf. Stellenweise ist polysynthetische Verzwillingung zu erkennen. Anschliff, Polarisatoren +

Abb. 13. Puchegg/Oststeiermark. Albit-Rekristalliat, darin etwas Muskowit, enthält noch Reste eines größeren alten, postkristallin stark deformierten und zerbrochenen Albit-Kornes (undulöses Auslöschen; verbogene Albit-Zwillingslamellen!). Dünnschliff, Polarisatoren +



Abb. 10

Abb. 12



Abb. 11

Abb. 13



Abb. 10—13. Legenden auf S. 114.

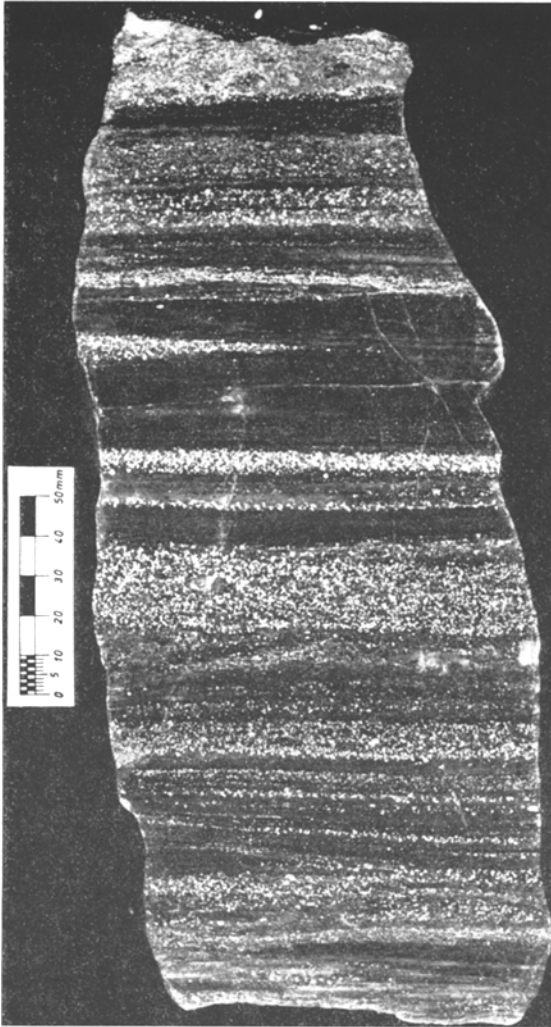


Abb. 14. Silberloch bei Ratten/Oststeiermark. Ausschnitt aus Wechselfolge von konkordanten Erz- und Nebengesteinslagen mit Schrägschichtung. Die Erzlagen sind zumeist durch helle Pyrit-Körner (Kristallform!) gegenüber den (dunklen) Nebengesteinslagen gekennzeichnet.

Von den Blei-Zink-Vorkommen sei die Lagerstätte von Ramingstein/Salzburg erwähnt. Für diese Vererzung (z. B. Bleiglanz, Zinkblende, Hochtemperatur-Kupferkies, Ilmenit, Graphit) konnte von W. TUFAR (1971 a, 1971 b) durch den Nachweis von älteren Erzeinschlüssen im Granat (vgl. Abb. 15), dessen Kristallisation in diesem Altkristallinteil ebenfalls auf eine präalpidische Regionalmetamorphose zurückgeht, eine präalpidische syngenetische Anlage belegt werden. Deutlich ist in dieser Lagerstätte zu beobachten, wie alte Einschlüsse von Bleiglanz und an-

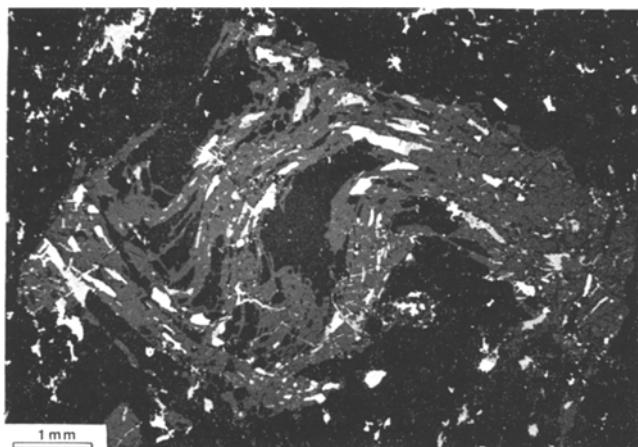


Abb. 15. Ramingstein/Salzburg. Synekinematisch gesproßter Granat (mittelgrau) mit gedrehten Einschlußzügen („si“), bestehend aus Gangart (schwarz; vorwiegend Quarz), Bleiglanz (fast weiß), Zinkblende (lichtgrau) und etwas Ilmenit (ebenfalls lichtgrau). Randlich ist ein Übergang von einem Externgefüge („se“) „Erz-Gangart“ in ein Interngefuge von „Erz und Gangart in Granat“ verfolgbar. Entlang jüngeren Rissen ist im Granat eine Mobilisation seiner alten Erz- und Gangart-Einschlüsse zu beobachten. Anschliff.

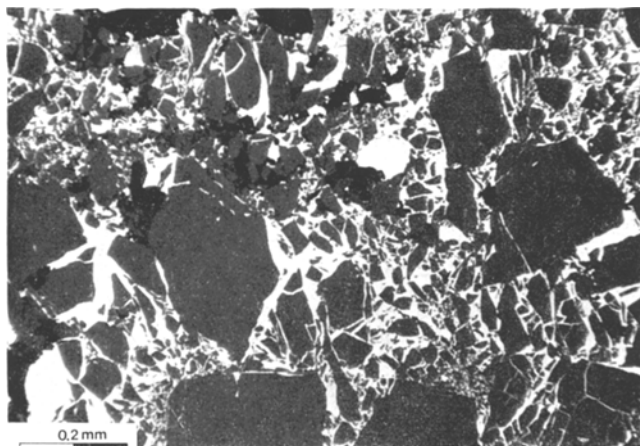


Abb. 16. Ramingstein/Salzburg. Mobilisierter Bleiglanz (fast weiß) und Quarz (schwarz) verheilen kataklastischen Granat (dunkelgrau; „Granat-Breccie“). Anschliff.

deren Erzen in Granat entlang jüngeren Rissen dieses Mineralies mobilisiert werden und dadurch eine jüngere Anlage der Vererzung vortäuschen können (vgl. Abb. 15—16).

Schicht- und zeitgebundene, syngenetische Erzmineralisationen stellen nach W. TUFAR (1965, 1972 c) auch die zahlreichen Blei-Zink-Lagerstätten im Devon des Grazer Paläozoikums dar. Hier konnte am Beispiel der Typuslokalität dieser

Blei-Zink-Vorkommen, Rabenstein bei Frohnleiten/Steiermark, gezeigt werden, daß die Erzanreicherung gleichzeitig mit der Ablagerung des Nebengesteins, einem tonigen Sediment, erfolgte und diese Wechselfolge variszische Faltenstrukturen aufweist.

Als weiteres Beispiel für präalpidische syngenetische Vererzungen ist die polymetallische Sulfid-Lagerstätte von Meiselding/Kärnten (u. a. Bleiglanz, Zinkblende, Magnetkies, Pyrit, Hochtemperatur-Kupferkies, gediegen Gold [Elektrum]) im metamorphen Paläozoikum der Gurktaler Decke anzuführen. Für die altersmäßige Einstufung dieser Vererzung war wichtig, daß sich Erze als alte, syngenetische Bildungen im „ss“ beobachten lassen und diese Wechselfolge von



Abb. 17. Moosburg/Kärnten. Detail aus Wechselfolge von konkordanten hellen Marmor- und dunklen Erzlagen.

Erz und Sediment präalpidische Faltenstrukturen aufweist. Deutlich ist auch in diesem Vorkommen eine Mobilisierung von Erzen, und zwar entlang „ac“-Rissen, zu erkennen.

Die Neuuntersuchung der benachbarten, im Altkristallin gelegenen Sulfid-Magnetit-Lagerstätte von Moosburg bei Pörschach am Wörther See/Kärnten ergab einen schichtig vererzten Lagenmarmor („Bändermarmor“), dessen Erzführung (vgl. Abb. 17) ebenfalls syngenetischer Entstehung ist. Bereits in präalpidischer Zeit wurde dieses Vorkommen regionalmetamorph überprägt und verschiefert.

Zahlreiche andere Vorkommen mit teilweise sehr unterschiedlichen Paragenesen wären hier anzuschließen, wie z. B. die in der Wechselserie gelegene Kupferlagerstätte von Trattenbach/Niederösterreich. In dieser ist nach W. TUFAR (1968 b) ebenfalls deutlich die metamorphe Überprägung eines Altbestandes zu erkennen.

### Schlußbemerkungen

Die Neubearbeitung ostalpiner Vererzungen aus den präalpidischen Serien, nämlich Altkristallin und Paläozoikum, ergibt: Diese Vorkommen und deren Paragenesen weisen Charakteristika auf, die eine Korrelation mit alpidischen

Vererzungen unmöglich machen und somit eine alpidische Anlage der Lagerstätten ausschließen. Es wurden bisher zur Beweisführung einer „jungen“, d. h. alpidischen und epigenetischen Metallogenese der Ostalpen Vorkommen angeführt, die jedoch ein präalpidisches Alter aufweisen, wobei syngenetische Erzmineralisationen durchaus verbreitet sind. Die Vererzungen zeigen allgemein starke tektonische Beanspruchung und wurden regionalmetamorph überprägt.

In dieses Bild fügen sich auch die Untersuchungen von N. GRÖGLER, M. GRÜNENFELDER & E. SCHROLL (1961, 1965), R. HÖLL & A. MAUCHER (1968), R. HÖLL (1970 a, 1970 b, 1971), R. HÖLL, A. MAUCHER & H. WESTENBERGER (1972), L. LAHUSEN (1972), O. SCHULZ (1969 b, 1971, 1972 a, 1972 b) und anderen Forschern über ostalpine Lagerstätten.

Aus den jetzt zur Verfügung stehenden Ergebnissen ist ersichtlich: Die bisher vertretene „unitarische“ Auffassung einer fast ausschließlich alpidischen Vererzung der Ostalpen trifft für die große Anzahl von Vorkommen in den präalpidischen Schichtgliedern, vom Wechsel Fenster im Osten bis zum Engadiner Fenster im Westen, nicht zu. Es entbehren dadurch auch weitere bisher vertretene Vorstellungen über die ostalpine Vererzung der Grundlage, nämlich:

- zonare Anordnung der ostalpinen Lagerstätten;
- Bindung von Lagerstätten an alpidische Überschiebungsbahnen bzw. Deckengrenzen;
- „Blutsverwandtschaft“ der ostalpinen Siderit- und Magnesit-Lagerstätten;
- Werfener Schichten als abdichtender Stauhorizont bzw. Permeabilitätsgrenze gegen die Nördliche Grauwackenzone.

Nach den vorliegenden Ergebnissen muß geklärt werden, welche Vorkommen bzw. Paragenesen in den präalpidischen Schichtgliedern die Kriterien für eine alpidische Anlage erfüllen.

In den Ostalpen kann heute zwischen einer kleineren Gruppe von Lagerstätten alpidischen Alters und einer wesentlich größeren Anzahl von Vorkommen mit präalpidischer Anlage unterschieden werden. Eine über präalpidisch hinausgehende altersmäßige Einstufung ostalpiner Vorkommen ist teilweise schon möglich, z. B. Blei-Zink-Lagerstätten im Devon des Grazer Paläozoikums, teilweise aber, wie Vererzungen aus Altkristallinserien zeigen, z. B. Moosburg/Kärnten, Silberloch/Oststeiermark, noch nicht weiter durchführbar, da die detaillierte stratigraphische Gliederung dieser Altkristallinserien aussteht.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Bereitstellung einer Sachbeihilfe gedankt.

#### Literatur

- CLAR, E., & FRIEDRICH, O.: Über einige Zusammenhänge zwischen Vererzung und Metamorphose in den Ostalpen. — Zeitschrift f. prakt. Geologie, **41**, 5, 73—79, Halle (Saale) 1933.
- CLAR, E.: Ostalpine Vererzung und Metamorphose. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, **1945**, 1—12, 29—37, Wien 1947.
- : Geologische Begleitbemerkungen zu O. M. Friedrichs Lagerstättenkarte der Ostalpen. — Radex-Rdsch., **1953**, 7/8, 408—416, Radenthein 1953 a.
- : Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. — Geol. Rdsch., **42**, 107—127, Stuttgart 1953 b.

- : Zur Entstehungsfrage der ostalpinen Spatmagnesite. — Carinthia II, **66**, Prof. Angel-Festschrift, 22—31, Klagenfurt 1956.
- : Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, Sonderheft C, 11—35, Wien 1965. — Z. deutsch. geol. Ges., **116**, **1964**, 2. Teil, 267—291, Hannover 1965.
- FRIEDRICH, O.: Die Erze und der Vererzungsvorgang der Kobalt-Nickel-Lagerstätte Zinkwand-Vöttern in den Schladminger Tauern. — Berg- u. Hüttenmänn. Jb., **81**, 1, 1—14, Wien 1933 a.
- : Über Kupfererzlagertstätten der Schladminger Tauern. — Berg- u. Hüttenmänn. Jb., **81**, 2, 54—61, Wien 1933 b.
- : Silberreiche Bleiglanz-Fahlerzlagertstätten in den Schladminger Tauern und allgemeine Bemerkungen über deren Vererzungsvorgang. — Berg- u. Hüttenmänn. Jb., **81**, 3, 84—99, Wien 1933 c.
- : Zur Geologie der Goldlagertstättengruppe Schellgaden. — Berg- u. Hüttenmänn. Jb., **83**, 1/2, 1—19, Wien 1935.
- FRIEDRICH, O. M.: Über die Vererzung des Nockgebietes. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Mathemat.-naturw. Kl., Abt. I, **145**, 7—10, 227—258, Wien 1936.
- : Kurzer Überblick über die Metallprovinz der Ostalpen und ihre Vererzung. — Z. deutsch. geol. Ges., **89**, **1937**, 5, 281—283, Berlin 1937 a.
- : Überblick über die ostalpine Metallprovinz. Besprochen an der Vererzung des Tauern-Ostrandes. — Z. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich, **85**, 241—253, Berlin 1937 b.
- : Tektonik und Erzlagertstätten in den Ostalpen. — Berg- u. Hüttenm. Mh., **90**, 9, 131—136, Wien 1942.
- : Die Talklagertstätten des Rabenwaldes, Oststeiermark. — Berg- u. Hüttenmänn. Mh., **92**, 4/5, 66—85, Wien 1947.
- : Überschiebungsbahnen als Vererzungsfächen. — Berg- u. Hüttenm. Mh., **93**, 1—3, 14—16, Wien 1948.
- : Zur Genese ostalpiner Spatmagnetit- und Talklagertstätten. — Radex-Rdsch., **1951**, 7, 281—298, Radenthein 1951.
- : Zur Erzlagertstättenkarte der Ostalpen. — Radex-Rdsch., **1953**, 7/8, 371—407, Radenthein 1953.
- : Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnetit-Lagertstätten. — Radex-Rdsch., **1959**, 1, 393—420, Radenthein 1959.
- : Neue Betrachtungen zur ostalpinen Vererzung. — Der Karinthin, **1962**, Folge 45/46, 210—228, Klagenfurt 1962.
- : Zur Genesis des Magnetites vom Kaswassergraben und über ein ähnliches Vorkommen (Diegrub) im Lammertal. — Radex-Rdsch., **1963**, 2, 421—432, Radenthein 1963.
- : Die Genese des Magnetits — der heutige Stand der Erkenntnisse. — Erzmetall, **20**, 11, 538—540, Stuttgart 1967.
- FRIEDRICH, O. M., & MITARB.: Beiträge über das Gefüge von Spatlagertstätten. — Radex-Rdsch., **1968**, 2, 113—126, Radenthein 1968.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. — Der Karinthin, **1968**, Folge 58, 6—17, Klagenfurt 1968 a.
- : Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. — Archiv f. Lagertstättenforschung in den Ostalpen, **8**, 1—136, Leoben (Selbstverlag O. M. Friedrich) 1968 b.
- : Beiträge über das Gefüge von Spatlagertstätten, IV Teil. — Radex-Rdsch., **1969**, 3, 550—562, Radenthein 1969.
- GRÖGLER, N., GRÜNENFELDER, M., & SCHROLL, E.: Bleiisotopenhäufigkeiten in Bleiglanzen der Ostalpen. — Anz. Österr. Akad. Wiss., Mathemat.-naturw. Kl., **1961**, 9, 106—111, Wien 1961.



- : Ein Hinweis auf Jungpräkambrium und Altpaläozoikum im Altkristallin Kärntens. — *Tschermaks min. u. petr. Mitt.*, **10**, 1—4, 586—594, Wien 1965.
- HEGEMANN, F.: Über sedimentäre Lagerstätten mit submariner vulkanischer Stoffzufuhr. — *Fortschr. Miner.*, **27**, 1948, 54—55, Stuttgart 1950.
- : Geochemische Untersuchungen zur Entstehung der alpinen Blei-Zink-Erzlagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen. — *Berg- u. Hüttenmänn. Mh.*, **102**, 9, 233—234, Wien 1957.
- : Über extrusiv-sedimentäre Erzlagerstätten der Ostalpen. II. Teil: Blei-Zinkerz-lagerstätten. — *Erzmetall*, **13**, 2, 79—84, 3, 122—127, Stuttgart 1960.
- HILLER, J. E., & PROBSTHAIN, K.: Thermische und röntgenographische Untersuchungen am Kupferkies. — *Z. f. Kristall.*, **108**, 108—129, Frankfurt/Main 1956.
- HÖLL, R., & MAUCHER, A.: Genese und Alter der Scheelit-Magnetit-Lagerstätte Tux. — *Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-Naturwiss. Kl.*, **1967**, 1—11, München 1968.
- HÖLL, R.: Die Zinnober-Vorkommen im Gebiet der Turracher Höhe (Nock-Gebiet/Österreich) und das Alter der Eisenhut-Schieferserie. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1970**, 4, 201—224, Stuttgart 1970 a.
- : Scheelitprospektion und Scheelitvorkommen im Bundesland Salzburg/Österreich. — *Chemie der Erde*, **28**, 3/4, 185—203, Jena 1970 b.
- : Scheelitvorkommen in Österreich. — *Erzmetall*, **24**, 6, 273—282, Stuttgart 1971.
- HÖLL, R., MAUCHER, A., & WESTENBERGER, H.: Synsedimentary-Diagenetic Ore Fabrics in the Strata- and Time-Bound Scheelite Deposits of Kleinarl and Felbertal in the Eastern Alps. — *Mineral. Deposita*, **7**, 2, 217—226, Berlin 1972.
- JOHANNES, W.: Experimentelle Magnetitbildung aus Dolomit +  $MgCl_2$ . — *Contr. Mineral. and Petrol.*, **13**, 51—58, Berlin 1966.
- : Experimente zur metasomatischen Magnetitbildung. — *N. Jb. Miner. Mh.*, **1967**, 11, 321—333, Stuttgart 1967.
- : Experimentelle Sideritbildung aus Calcit +  $FeCl_2$ . — *Contr. Mineral. and Petrol.*, **17**, 155—164, Berlin 1968.
- : Siderit-Magnetit-Mischkristallbildung im System  $Mg^{2+} - Fe^{2+} - CO_3^{2-} - Cl_2^- - H_2O$ . — *Contr. Mineral. and Petrol.*, **21**, 311—318, Berlin 1969 a.
- : An experimental investigation of the system  $MgO - SiO_2 - H_2O - CO_2$ . — *Amer. Journ. of Science*, **267**, 1083—1104, New Haven, Connecticut 1969 b.
- : Zur Entstehung von Magnetitvorkommen. — *N. Jb. Miner. Abh.*, **113**, 3, 274—325, Stuttgart 1970.
- KULLERUD, G., BELL, P. M., & ENGLAND, J. L.: High pressure differential thermal analysis. — *Carnegie Institution Washington Year Book*, **64**, 1964—1965, 197—199, Washington 1965.
- LAHUSEN, L.: Schicht- und zeitgebundene Antimonit-Scheelit-Vorkommen und Zinnober-Vererzungen in Kärnten und Osttirol/Österreich. — *Mineral. Deposita*, **7**, 1, 31—60, Berlin 1972.
- MAUCHER, A.: Zur „alpinen Metallogenese“ in den bayerischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. — *Tschermaks min. u. petr. Mitt.*, **4**, Prof. Sander-Festband, 454—463, Wien 1954.
- : Die Deutung des primären Stoffbestandes der kalkalpinen Pb-Zn-Lagerstätten als syngenetisch-sedimentäre Bildung. — *Berg- u. Hüttenmänn. Mh.*, **102**, 9, 226—229, Wien 1957.
- MAVRIDIS, A., & MOSTLER, H.: Zur Geologie der Umgebung des Spielberghorns mit einem Beitrag über die Magnetitvererzung (Nördliche Grauwackenzone, Tirol-Salzburg). — *Festband 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck*, 523—546, Innsbruck 1970.
- MEIXNER, H.: Mineralogisches zu Friedrichs Lagerstättenkarte der Ostalpen. — *Radex-Rdsch.*, **1953**, 7/8, 434—444, Radenthein 1953 a.

## Aufsätze

- : Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen. — Radex-Rdsch., 1953, 7/8, 445—458, Radenthein 1953.
- MOSTLER, H.: Ein Beitrag zu den Magnesitvorkommen im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol u. Salzburg). — Archiv f. Lagerstättenforschung in den Ostalpen, 11, 113—125, Leoben (Selbstverlag O. M. Friedrich) 1970.
- PETRASCHECK, W.: Das Alter alpiner Erze. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1926, 4, 108—109, Wien 1926 a.
- : Metallogenetische Zonen in den Ostalpen. — Comptes rendus Congrès Géol. Int. Madrid, 1—13, Madrid 1926 b.
- : Metallogenetische Zonen der Alpen. — Congreso Geológico Internacional, XIV Sesión, Resumen de las Comunicaciones Anunciadas, 97—98, Madrid 1926 c.
- : Metallogenic Zones in Eastern Alps. — The Pan-American Geologist, 47, 2, 109—120, Des Moines, Iowa 1927.
- : Die Magnesite und Siderite der Alpen. Vergleichende Lagerstättenstudien. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 141, 3/4, 195—242, Wien 1932.
- : Die alpine Metallogenese. — Jb. Geol. Bundesanst. Wien, 1945, 90, 129—149, Wien 1947.
- PETRASCHECK, W. E.: Großtektonik und Erzverteilung im mediterranen Kettensystem. — Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 164, 3, 109—130, Wien 1955.
- : Die alpin-mediterrane Metallogenese. — Geol. Rdsch., 53, 376—389, Stuttgart 1963.
- : Die zeitliche Gliederung der ostalpinen Metallogenese. — Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 175, 1—3, 57—74, Wien 1966.
- : Beziehungen zwischen kryptokristallinem und spätem Magnesit. — Radex-Rdsch., 1972, 5, 339—350, Radenthein 1972.
- SCHNEIDER, H.-J.: Lagerstättenkundliche Untersuchungen am Oberen Wettersteinkalk der bayerischen Kalkalpen östlich der Loisach. — Diss. Univ. München, München 1953.
- : Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. — Fortschr. Miner., 32, 1953, 26—30, Stuttgart 1954 a.
- : Die sedimentäre Bildung von Flußspat im oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl., Neue Folge 66, 1954, 1—37, München 1954 b.
- : Facies Differentiation and Controlling Factors for the Depositional Lead-Zinc Concentration in the Ladinian Geosyncline of the Eastern Alps. — Developments in Sedimentology, 2, Sedimentology and Ore Genesis, 29—45, Amsterdam 1964.
- : The influence of connate water on ore mobilization of lead-zinc deposits in carbonate sediments (Summary). — Convegno sulla Rimobilizzazione dei Minerali Metallici e non Metallici, 315—322, Cagliari 1969.
- SCHULZ, O.: Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn-Grubenreviers Vomperloch, Karwendelgebirge (Tirol). — Berg- u. Hüttenmänn. Mh., 100, 259—269, Wien 1955.
- : Beispiele für synsedimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteinkalk von Bleiberg-Kreuth. — Berg- u. Hüttenm. Mh., 105, 1—11, Wien 1960.
- : Neuergebnisse an synsedimentären Mineralen der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth. — Anz. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturw. Kl., 1966, 10, 215—219, Wien 1966.
- : Die diskordanten Erzgänge vom „Typus Bleiberg“ syndiagenetische Bildungen. — Atti Symposium Internazionale sui Giacimenti Minerari delle Alpi, Trient 1966, 1, 149—161, Trient 1968 a.

- : Sedimentäre Barytgefüge im Wettersteinkalk der Gailtaler Alpen. — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **12**, 1, 1—16, Wien 1968 b.
- : Die syndimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **12**, 2—3, 230—289, Wien 1968 c.
- : Gefügekundliche Arbeitsergebnisse als Beitrag zum genetischen Problem der kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten. — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **13**, 311—313, Wien 1969 a.
- : Schicht- und zeitgebundene paläozoische Zinnober-Vererzung in Stockenboi (Kärnten). — Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl., **1968**, 113—139, München 1969 b.
- : Horizontgebundene altpaläozoische Eisenspatvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **15**, 3, 232—247, Wien 1971.
- : Horizontgebundene altpaläozoische Kupferkiesvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **17**, 1—18, Wien 1972 a.
- : Unterdevonische Baryt-Fahlerz-Mineralisation und ihre steilachsige Verformung im Großkogel bei Brixlegg (Tirol). — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **18**, 114—128, Wien 1972 b.
- SCHWINNER, R.: Ostalpine Vererzung und Metamorphose als Einheit? — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, **1946**, 4—6, 52—61, Wien 1949 a.
- : Die Blei-Lagerstätten im Lichte der Isotopenforschung. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, **1947**, 7—9, 132—134, Wien 1949 b.
- STILLE, H.: Zur Frage der Herkunft der Magmen. — Abh. Preuß. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl., **1939**, 19, 1—31, Berlin 1940.
- TAUPITZ, K.-C.: Die verschiedene Deutbarkeit von „metasomatischen“ Gefügen auf „telethermalen“ Blei-Zink-Lagerstätten. — Fortschr. Miner., **32**, 1953, 30—31, Stuttgart 1954 a.
- : Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. — Diss. Bergakademie Clausthal, Clausthal 1954 b.
- : Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typs „Bleiberg“. — Erzmetall, **7**, 343—349, Stuttgart 1954 c.
- TUFAR, W.: Die Erzlagerstätten des Wechselgebietes. — Joanneum, Mineralog. Mitteilungsbl., **1963**, 1, 1—60, Graz 1963.
- : Die alpidische Metamorphose an Erzlagerstätten am Ostrand der Alpen. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, Sonderheft G, 256—264, Wien 1965. — Z. deutsch. geol. Ges., **116**, 1964, 2. Teil, 512—520, Hannover 1965.
- : Geochemische Untersuchungen an österreichischen Baryten. — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **9**, 3, 242—251, Wien 1965.
- : Der Alpen-Ostrand und seine Erzparagenesen. — Freiburger Forschungshefte, C 230 Mineralogie — Lagerstättenlehre: Probleme der Paragenese von Mineralen, Elementen und Isotopen, Teil I, Breithaupt-Kolloquium 1966 in Freiberg, 275—294, Leipzig 1968 a.
- : Die Kupferlagerstätte von Trattenbach (Niederösterreich). — Tscherma's min. u. petr. Mitt. **12**, 2/3, 140—181, Wien 1968 b.
- : Fuchsit vom Puchegg bei Vorau (Oststeiermark). — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **12**, 2/3, 182—203, Wien 1968 c.
- : Die Eisenlagerstätte vom Buchwald ober Waldbach (Oststeiermark). — Tscherma's min. u. petr. Mitt., **12**, 4, 350—391, Wien 1968 d.
- : Das Problem der ostalpinen Metallogenese, beleuchtet am Beispiel einiger Erzparagenesen vom Alpenostrand. — Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, **177**, 1—3, 1—20, Wien 1969.
- : Die Eisenlagerstätte von Pitten (Niederösterreich) — Eine metamorphe Siderit-

- lagerstätte aus den Ostalpen. — Fortschr. Miner., **48**, Beiheft 1, 95—96, Stuttgart 1970 a.
- : Neue Vererzungen aus der Steiermark. — Joanneum, Mineralog. Mitteilungsbl., **1970**, 1/2, 27—37 (201—211), Graz 1970 b.
- : Bleiglanz-Granat-Verwachsungen in der Lagerstätte von Ramingstein im Lungau (Salzburg). — N. Jb. Miner. Mh., **1971**, 4, 183—192, Stuttgart 1971 a.
- : Syngenetische präalpidische Lagerstätten aus den Ostalpen. — Fortschr. Miner., **49**, Beiheft 1, 122—123, Stuttgart 1971 b.
- : Die Eisenlagerstätte von Pitten (Niederösterreich) — Ein Beitrag zum Problem der ostalpinen Spatlagerstätten. — Joanneum, Mineralog. Mitteilungsbl., **1972**, 1, 1—54 (101—154), Graz 1972 a.
- : Gold in ostalpinen Erzparagenesen. — Fortschr. Miner., **50**, Beiheft 1, 100—101, Stuttgart 1972 b.
- : Zur Blei-Zink-Vererzung des Grazer Paläozoikums. — Joanneum, Mineralog. Mitteilungsbl., **1972**, 2, 64—75 (256—267), Graz 1972 c.
- : Neue Aspekte zum Problem der ostalpinen Spatlagerstätten am Beispiel einiger Paragenesen vom Ostrand der Alpen. — Geol. Transactions and Reports, **15**, Proceedings of the 2nd International Symposium on the Mineral Deposits of the Alps, 221—235, Laibach 1972 d.
- YUND, R. A., & KULLERUD, G.: The System Cu-Fe-S. — Carnegie Institution Washington Year Book, **60**, **1960—1961**, 180—181, Washington 1961.
- : Thermal Stability of Assemblages in the Cu-Fe-S System. — Journ. of Petrology, **7**, 3, 454—488, Oxford 1966.

## Prätektonisches Sulfiderz aus dem Pinzgauer Phyllit westlich Mitterberg (Salzburg)

VON DIETMAR CLASEN, Heidelberg \*)

Mit 11 Abbildungen

### Zusammenfassung

Das Nebengestein der Mitterberger Kupfererzlagerstätte wird in zwei Einheiten untergliedert: die Violette Serie im Hangenden und die Pinzgauer Phyllitzone im Liegenden. Es wird der epigenetische Charakter der Vererzung innerhalb der Violetten Serie bestätigt. Aus der liegenden Phyllitzone wird ein schichtförmiger Erzbestand beschrieben, der ca. 4 km westlich Mitterberg auftritt. Dieser primäre Erzbestand und die in Mitterberg selbst beobachteten Reliktstrukturen sprechen für eine Entstehung der gangförmigen Vererzung in der Violetten Serie als Folge einer partiellen Remobilisation.

### Abstract

The country rocks occurring with the copper ore-deposit at Mitterberg/Austria have been divided into two different units: the Violet Series and the underlying Pinzgau Phyllite Zone. The epigenetic character of the ore within the Violet Series has been confirmed. Within the Pinzgau Phyllite Zone a stratabound ore band, which occurs about 4 km west of Mitterberg, has been described. The primary nature of this ore

\*) Anschrift des Verfassers: D. CLASEN, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Heidelberg, 69 Heidelberg, Berliner Straße 19.