

# AN JUNGPALÄOZOISCHEN KARST GEBUNDENE VERERZUNGEN MIT EINEM BEITRAG ZUR GENESE DER SIDERITE DES STEIRISCHEN ERZBERGES

von H. Mostler<sup>\*)</sup>

mit 3 Abb.

## Zusammenfassung

Eine im Jungpaläozoikum weitverbreitete Verkarstung wurde vom Verfasser sowohl im Ostabschnitt als auch im Westteil der Grauwackenzone erstmals nachgewiesen. Zwei zeitlich getrennte Verkarstungen lassen sich auseinanderhalten, wovon die eine dem hochvariskischen, die andere dem spätvariskischen Zyklus zugeordnet werden kann.

Es wird kurz die Vielfalt der Karsthohlraumfüllungen dargelegt, insbesondere galt es, die erzführenden Hohlraumsedimente vorzustellen. Siderit und Magnesit sowie Baryt ohne begleitende Sulfiderze sind ausschließlich an Verkarstungen oberkarbonisch-unterpermischen Alters gebunden.

Fahlerze, vergesellschaftet mit Baryt, scheinen dagegen eher im Zusammenhang mit den zu hochvariskischer Zeit entstandenen Verkarstungen zu stehen. Fahlerz ohne Begleitmineralisation, wie es z.B. in den laminierten roten Dolomiten im Schwazer Raum auftritt, ist dem im Spätvariszikum entstandenen Karstsystem zuzuordnen.

Das Nichterkennen der an Paläokarstsysteme gebundenen Vererzung hat zu folgenschweren Fehlinterpretationen hinsichtlich der genetischen Deutung von Siderit-, Magnesit-, Baryt- und Fahlerzlagerstätten geführt. Die Entstehung der Lagerstätten wurde aus den sedimentären bis diagenetischen Vererzungsbildern der Hohlraumfüllungen, die als Reliktgefüge gedeutet wurden, abgeleitet. So hat man z.B. die Sideritlagerstätte des Steirischen Erzberges und jene in der Radmer als sedimentär entstanden betrachtet. Im Zuge dieser Studie wurde diese Ansicht einer Revision unterzogen und ein neues Modell für die Genese der Siderite des Steirischen Erzberges vorgestellt.

\*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, Universitätsstr. 4, A-6020 Innsbruck

## Summary

Karstification, widespread in the Upper Paleozoic, could be proved by the author in the eastern as well as in the western part of the Greywacke Zone. Two karstifications of different times can be classified, one belonging to the main Variscan (orogenic) cycle, the other to the late Variscan cycle.

The diversity of karst cavity and fissure fillings is briefly discussed, especially the ore-bearing internal sediments. Siderite and magnesite, without accompanying sulphide ores are exclusively bound to karst systems of Upper Carboniferous to Lower Permian age.

Fahlores, associated with baryte, seem to be connected with the karst of the main Variscan cycle. Fahlore without accessory mineralization, as for instance in the laminated red dolomites in the area of Schwaz, belongs to the late Carboniferous karst system.

The non-recognition of the ore mineralization which is bound to paleo-karst systems, led to grave misinterpretations concerning the genetic explanation of siderite-, magnesite-, baryte- and fahlore deposits. The genesis of the deposits was derived from the sedimentary to diagenetic patterns of ore mineralization of the cavity fillings, which were interpreted as relict fabrics. So, the siderite deposits of the "Steirischer Erzberg" and those of Radmer were interpreted to be of sedimentary origin. In this study this opinion is revised and a new model for the genesis of the siderites of the "Steirischer Erzberg" is introduced.

## Inhalt

1. Einleitung und Problemstellung
  2. Zur Genese der Siderite des Steirischen Erzberges
  3. Verkarstungen, dem hoch- und spätvariskischen Zyklus zuordenbar
  4. Sideritvererzung in Karsthohlräumen
  5. Magnesitbildung in Karstspalten
  6. Barytmineralisation im jungpaläozoischen Kluft- und Karstsystem
  7. Fahlerze, an verschieden alte Karstsysteme gebunden
  8. Die Bedeutung der jungpaläozoischen Karsterze in der Grauwackenzone
- Literaturnachweis

## 1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Verkarstungen oberkarbonischen-unterpermischen Alters hat erstmals MOSTLER (1970) in den Kitzbühler Alpen nachgewiesen. Im Zuge von Kartierungsarbeiten der letzten Jahre wurden weitere Paläokarstvorkommen im Westabschnitt der Grauwackenzone entdeckt, was schließlich dazu führte, auch den Ostabschnitt in die Untersuchungen, den Paläokarst betreffend, miteinzubeziehen (MOSTLER, 1984).

Durch eine systematische Erfassung aller Verkarstungsformen war es nun auch möglich, größere Areale, die der jungpaläozoischen Verkarstung zum Opfer fielen, auszuscheiden und die Vielfalt der schon megaskopisch gut unterscheidbaren Karsthohlraumfüllungen aufzuzeigen. So sind einmal dunkelgraue bis fast schwarze Internsedimente sandig-toniger Natur durchaus keine Seltenheit; gelegentlich sind es auch dunkelgraue, gröberklastische Sedimente, die sich meist auf die basalen Partien der Hohlraumfüllungen beschränken. Wesentlich häufiger sind klastische Rotsedimente unterschiedlichster Ausbildung.

In vorliegender Studie interessieren jedoch vor allem jene Hohlraumfüllungen, die durch ihre Vererzung hervorstechen. Sie bestehen zum Großteil aus Füllungen karbonatischer Zusammensetzung. Einerseits sind es rote, z.T. gebänderte Dolomite, andererseits dunkelgraue bis hellgraue laminierte Dolomite, die fast ausschließlich eine Beimengung von Silikatdetritus aufweisen.

Ein besonderes Anliegen war es auch, Kriterien für die Unterscheidung unter- und oberkarbonischer bis unterpermischer Verkarstungen beizubringen.

Da gerade die siderit- und magnesitführenden Internsedimente eine präexistierende Vererzung voraussetzen, schien es angebracht, im Zuge dieser Arbeit auch gleich die Genese der Siderite des Steirischen Erzberges mitzudiskutieren.

## 2. ZUR GENESE DER SIDERITE DES STEIRISCHEN ERZBERGES

Durch Jahrzehnte wurde die Entstehung der Siderite vom Erzberg heftigst diskutiert und erfuhr hiebei die unterschiedlichsten Deutungen. In jüngster Zeit wurde die Diskussion erneut angefacht, nachdem es BERAN & THALMANN (1978) gelang, feinkörnige gebänderte Siderite im Bergbau Radmer-Buchegg nachzuweisen, an deren sedimentärer Natur kein Zweifel bestehen kann. Die im Anschnitt linsenförmig erscheinenden, durch Feinschichtung, Gradierung und Slumping gekennzeichneten Sideritkörper wurden von den obengenannten Autoren als Relikte, die von einer späteren intensiven Stoffmobilisierung einer ursprünglich sedimentär angelegten Lagerstätte verschont blieben, gedeutet, d.h. also, die gesamte Lagerstätte wird als intradevonisch sedimentär entstanden betrachtet.

Wie später noch zu erläutern sein wird, handelt es sich bei den sedimentären Sideriten jedoch um eine permokarbone Karsthohlraumfüllung, die keinesfalls für die Genese der Eisenspatlagerstätten herangezogen werden darf. Das Nichterkennen der Karsthohlraumfüllungen hat auch bei den Spatmagnesitlagerstätten zu folgenschweren Fehlinterpretationen geführt.

Um der Entstehung der Eisenspatlagerstätten des Eisenerzer Raumes näherzukommen, ist es zunächst unbedingt erforderlich, den Zeitpunkt der Vererzung in den Griff zu bekommen. Aber auch diesbezüglich gingen die bisherigen Meinungen weit auseinander (altpaläozoisch, jungpaläozoisch, alpidisch). Jene Autoren, die für eine sedimentäre Entstehung plädieren, sehen in der Vererzung ein intradevonisches Ereignis. Ein Devonalter ist jedoch auszuschließen, weil in den die unterdevonischen Karbonatgesteine überlagernden Aufarbeitungsprodukten nach SCHÖNLAUB et al. (1980), bestehend aus unterdevonischen bis oberdevonischen und tieferunterkarbonischen Geröllen, keine Spur von Sideritkomponenten gefunden werden konnte. Gerade in diesem so untergrundbezogenen Material müßten Sideritgerölle mit den für die Sedimentärerze geforderten Gefügen auftreten.

Die Vererzung kann daher frühestens im hohen Visé eingesetzt haben und mußte spätestens zur unterpermischen Zeit abgeschlossen sein, weil die unterpermischen Präbichlschichten erosionsdiskordant die Eisenkarbonate überlagern. Da das Präbichlkonglomerat auch noch den hochvariskischen Schuppenbau am Erzberg plombiert hat, läßt sich die Zeit der Vererzung noch mehr einengen, d.h. sie muß auf jeden Fall vor der Aufschiebung der ebenfalls vererzten Hangendscholle abgelaufen sein.

Nachdem eine sedimentäre Vererzung für die in den unterdevonischen Karbonatgesteinen auftretenden Eisenerze aus zeitlichen Gründen ausscheidet, ist man gezwungen, sich um eine andere Erklärung für die Genese der Sideritlagerstätten umzusehen, die auch in den oben dargelegten zeitlichen Rahmen paßt. Hiefür bietet sich der saure, wenn auch am Erzberg bescheidene Vulkanismus im höheren Visé an. HAYEK (1966) hat diesen sauren bis intermediären Vulkanismus und die an ihn geknüpften Roteisensteinlager aufgrund ihrer Position (unmittelbare Auflagerung auf unterdevonischem Kalk) in Unkenntnis der Abtragung devonischer bis unterkarbonischer Gesteine (einschließlich basales Visé) als unterdevonisch eingestuft.

Die Vorstellung der Gebundenheit an einen sauren bis intermediären Vulkanismus wird auch durch die Untersuchungsergebnisse von DOLEZEL & SCHROLL (1972) untermauert, die aufgrund der Ni/Co- und Mg/Mn-Verhältnisse die Siderite des Erzberges als "Keratophyrtyp" ausweisen.

Die Bereitstellung der Eisenlösungen über einen sauren bis intermediären Vulkanismus scheint damit gesichert, zumal es außer Streit steht, daß zwischen dem Vulkanismus und Roteisensteinlagern (z.T. Eisenkieselproduktion) einerseits und der Sideritbildung andererseits eine unmittelbare Verbindung besteht. Die hochdringenden Eisenlösungen mußten durch die unterdevonischen Kalke und haben diese dabei unter schwach reduzierenden Bedingungen metasomatisch vererzt. Die über genügend Porenraum verfügenden organodetrithischen Kalke waren dazu besonders geeignet. Nur ein Teil der Lösungen drang bis zur Oberfläche vor und hat dort zur Roteisensteinbildung geführt.

Die Vererzung der großen Eisenspatlagerstätten im Ostabschnitt der Grauwackenzone fällt somit ursächlich mit dem Umbau der variskischen Geosynklinale zusammen und ist daher dem hochvariskischen Zyklus zuzuschreiben.

### 3. VERKARSTUNGEN, DEM HOCH- UND SPÄTVARISKISCHEN ZYKLUS ZUORDENBAR

Aus den Karnischen Alpen beschreibt SCHÖNLAUB (1979) eine tiefgreifende Veränderung im Geosynklinalbau zur Zeit des mittleren Visé. Im Zuge dieses Umbaus kommt es zu Heraushebungen, Verstellungen und Verkarstungen. Auswirkungen analoger Prozesse konnten SCHÖNLAUB et al. (1980) aus der Nördlichen Grauwackenzone nachweisen; sie interpretieren dieses Geschehen im Unterkarbon bereits als Ausdruck früher synorogener Bewegungen im sedimentären Stockwerk.

An die im Zuge des variskischen Umbruchs im Unterkarbon entstandenen Verkarstungen der Karnischen Alpen sind auf einer E-W-Erstreckung von über 100 km Vererzungen gebunden (OMENETTO & BRIGO, 1974). Auffallend ist das mengenmäßig starke Hervortreten von Fahlerzen (Tetraedrit); darüber hinaus ist vor allem Baryt sehr häufig vertreten.

Der Verfasser interpretiert die im Brixlegger Raum auftretenden fahlerz- und baryt führenden Kollapsbreccien als Karsthohlraumfüllungen, die dem hochvariskischen Zyklus zuordenbar sind, also im Zuge des variskischen Umbaus entstanden, worauf im Kapitel, die Fahlerze betreffend, noch eingegangen wird.

Abb. 1 vermittelt über die einschneidenden Ergebnisse im Unterkarbon und zeigt auch den durch hochorogenerische Prozesse ausgelösten Sedimentationsausfall bzw. den für die Verkarstung verfügbaren Zeitraum.

Im Anschluß an das hochvariskische Ereignis, das mit der asturischen Phase abgeschlossen wurde, kam es zur Heraushebung (Montigenese) des von Decken- und Schuppenbau beherrschten Gebirges. Erosion mit konform laufenden starken tektogenetischen Äußerungen und einem auf das Unterperm beschränkten sauren Magmatismus kennzeichnet den nachfolgenden Zeitraum, den wir als spätvariskisch bezeichnen wollen.

Alle durch die stark forcierte Erosion entblößten Karbonatgesteine wurden einer intensiven Verkarstung ausgesetzt, die auch nicht vor den Fe- und Mg-Karbonaten halt machte. Nicht nur die jungpaläozoischen Verkarstungen, sondern auch die mit diesen zusammenhängenden Vererzungen wurden bisher übersehen oder nicht erkannt, obwohl MOSTLER (1970) bereits auf solche im Zusammenhang mit einer Barytmineralisation hingewiesen hat. Dem Verfasser gelang es, an den jungpaläozoischen Karst gebundene Fahlerz-, Baryt-, Magnesit- und Sideritmineralisationen nachzuweisen, die im folgenden hier kurz dargestellt werden.

Vorangestellt sei die Verbreitung der oberkarbonischen bis frühpermischen Verkarstung im Westabschnitt der Grauwackenzone (Abb. 2). Sie ist im Westteil am stärksten und nimmt gegen Osten ab, und fehlt schließlich im Süden ganz. Mit dem Hinweggreifen der Verkarstung über die tektonischen Einheiten II und III wird in diesem Abschnitt der variskische Deckenbau plombiert (MOSTLER, 1973). Verantwortlich für das Verteilungsmuster der jungpaläozoischen Verkarstung ist einmal die Überdeckung mit nicht verkarstungsfähigem Material, zum anderen die Verteilung der Karbonatgesteine innerhalb der variskischen tektonischen Einheiten, sowie die im hohen Karbon und Unterperm ablaufenden taphrogenen Vorgänge.

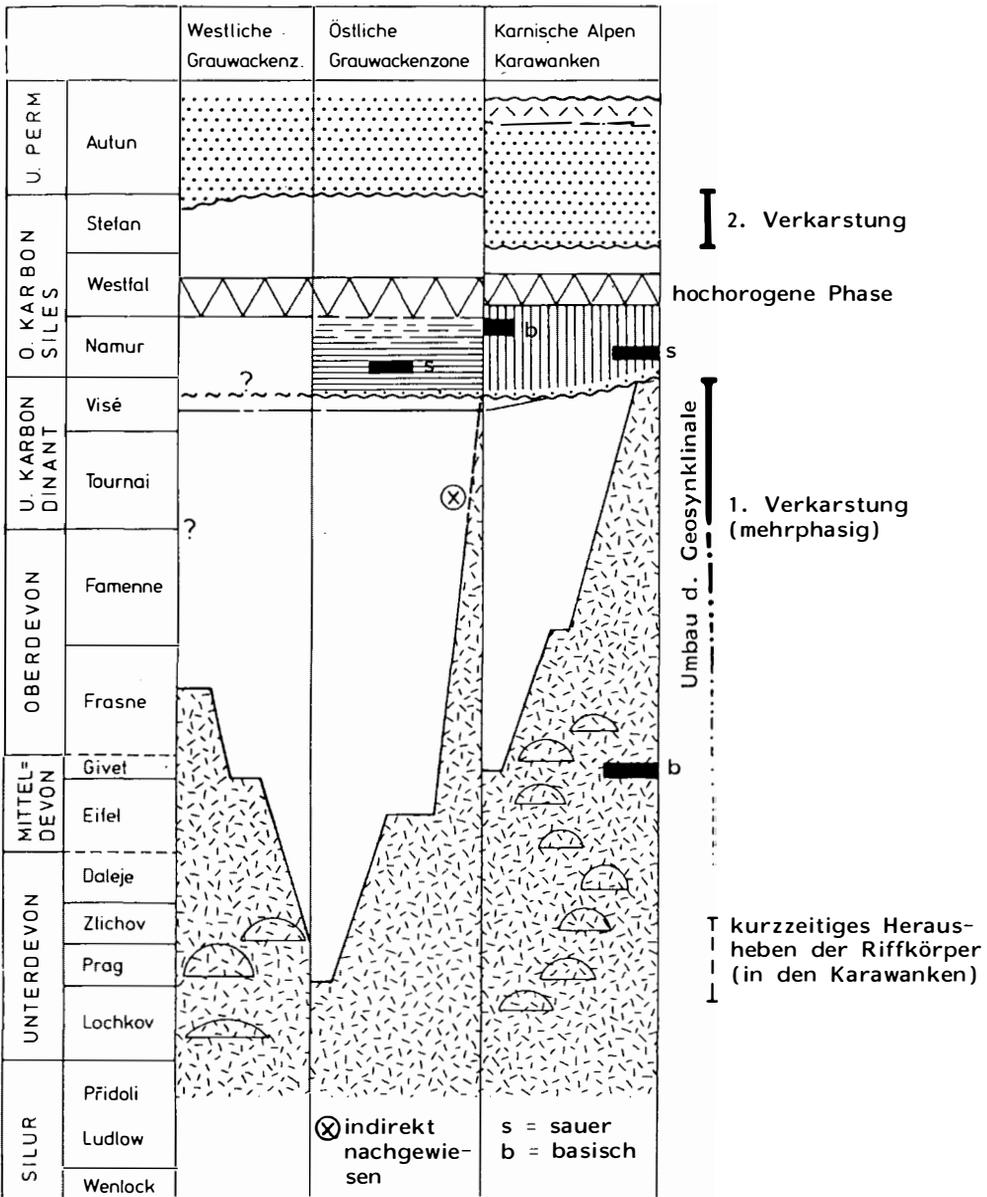


Abb. 1: Die erste Verkarstung ist die unmittelbare Folge des tiefgreifenden Umbaus im Geosynklinalbereich und verläuft wie dieser mehrphasig. Die zweite Verkarstung entstand im Zuge der Montigenese.

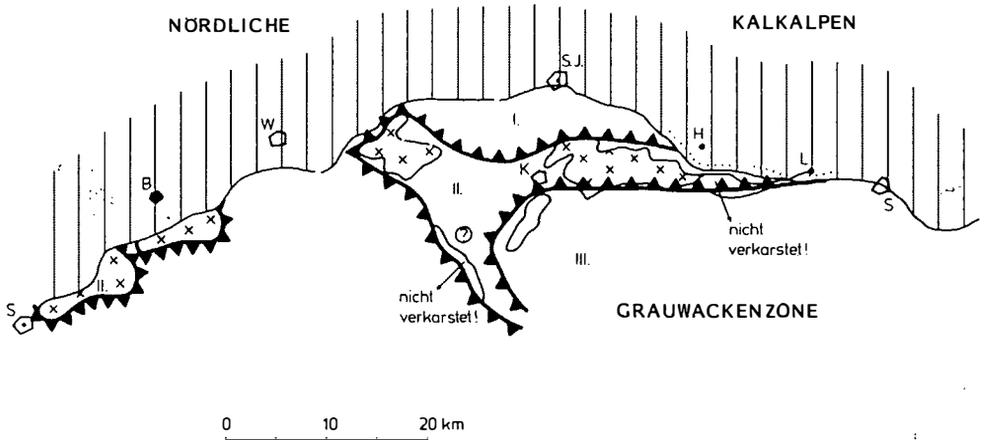


Abb. 2: Überblick über die Verkarstungsareale im Westabschnitt der Grauwackenzone unter Berücksichtigung der variskischen Tektonik; S = Schwaz, W = Wörgl, S.J. = St. Johann, H = Hochfilzen, L = Leogang, S = Saalfelden.

#### 4. SIDERITVERERZUNG IN KARSTHOHLRÄUMEN

Im Bergbau Radmer, aber auch am Erzberg, sind innerhalb der Sideritkörper Hohlraumfüllungen nachweisbar, deren Internsediment aus lagig aufgebautem, im Chemismus stark schwankendem Siderit besteht (BERAN & THALMANN, 1978). Die Form der Hohlräume ist flach taschenförmig. Die Hohlraumsedimente selbst sind sehr feinkörnig, weisen z.T. eine Korngradierung auf; örtlich sind auch Slumpinggefüge beobachtbar. Sehr charakteristisch für derartige Internsedimente aus Karsthohlräumen sind eckige Komponenten, d.h. Bruchstücke, aus der Hohlraumwandung stammend. Dazu kommen noch Einschwemmungen von Quarz und Glimmer sowie aufgearbeitete Tonschiefer, die in Form unterschiedlich großer Komponenten dem Siderit beigemischt sind. Der Anteil an Fremdkomponenten kann bis zu 30% betragen, wodurch sich die Internsedimente sehr deutlich von den Spateisensteinen des Wirtsgesteins unterscheiden; letztere weisen einen unlöslichen Rückstand von höchstens 0,5% auf. Sehr typisch sind auch die Restlumenkristallite, die ein tapetenförmiges Wachstum aus groben Ankeriten und Sideriten aufweisen.

Die Bildung der vorwiegend aus sedimentärem bis frühdigenetischem Siderit aufgebauten Karsthohlräume hat im Grenzbereich zwischen Perkolations- und Zirkulationszone unter schwach reduzierenden Bedingungen stattgefunden. Die Genese von Siderit ergibt sich aus dem hohen Angebot der Eisenlösungen, die bei der Verkarstung des aus Siderit bestehenden Wirtsgesteins angefallen sind. Siderite aus Karstsedimenten sind durchaus keine Seltenheit (GINSBURG, 1966: 69).

## 5. MAGNESITBILDUNG IN KARSTSPALTEN

Obwohl nicht lagerstättenbildend, sei hier jener Magnesit, der in Karsthohlräumen als Internsediment auftritt, besprochen. Dies deshalb, weil gerade dieser Magnesit als Indiz für die Entstehung der Lagerstätte Hochfilzen herangezogen wurde (SCHULZ & VAVTAR, 1977). Im aufgelassenen Tagbau des Ofenbergs sind an mehreren Stellen schmale, z.T. tiefgreifende Karstspalten (durch Lösungsprozesse erweiterte Klüfte; siehe Abb. 3) mit Internsediment verfüllt, das einen strengen Lagenbau aufweist. Es wechsellagern gelblich-weiße Magnesitlagen mit roten Tonlagen, z.T. ist auch ein hohlrauminternes Slumpinggefüge nachweisbar. Die tonigen Sedimente entsprechen in ihrer Zusammensetzung völlig dem Aufbau unterpermischer Schiefertone. Die Magnesitlagen sind syn- bis fröhdiagenetisch in einem Hohlraum entstanden. Die Magnesiumlösungen stammen aus dem das Wirtsgestein aufbauenden Magnesit und Dolomit, wodurch in jedem Fall genügend Mg für die sich im Hohlraum bildenden Magnesite verfügbar war. Dieses vom Wirtsgestein gesteuerte Milieu wurde nicht nur bei Magnesiten festgestellt, sondern Siderite haben sich innerhalb eines sideritischen Wirtsgesteins ebenso gebildet wie die unterpermischen Baryte, die in einem Wirtsgestein entstanden, das zu 10-15% aus Baryt aufgebaut war. Die Karsthohlräume in den Siderit- und Magnesitkörpern sind sehr schmal und halten sich an vorgegebene Klüfte, die durch die Karstkorrosion nur mäßig erweitert wurden, was z.T. auf die schwerere Löslichkeit der Siderite und Magnesite zurückgeht.

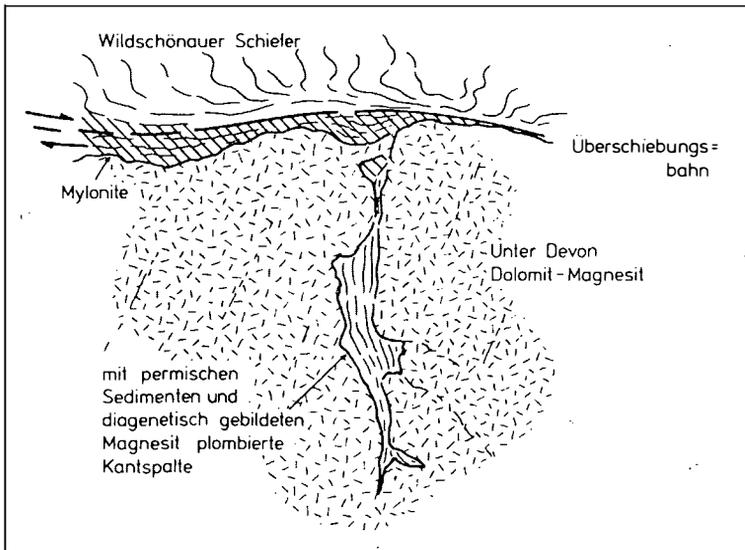


Abb. 3: Im Zuge der variskischen Orogenese aus unterdevonischen Kalken entstandener Dolomit-Magnesit, der im Spätvariszikum von einer Verkarstung erfaßt wurde. Dabei entstandene Karstspalten wurden mit unterpermischem Sediment verfüllt, in welchem sich fröhdiagenetisch auch Magnesit bildete.

Magnetit tritt aber nicht nur in den Karstspalten auf, wo er unter sehr örtlich wirkenden Milieubedingungen entstand, sondern er ist in der unterpermischen Basisserie weitverbreitet. Ebenso tritt er auch in höheren Abschnitten der eben genannten Schichtfolge, dort jedoch meist in Form von Karbonatkonkretionen, auf. Während das konzentrierte Auftreten von Magnetit in den Porenwickeln der Basisbreccie, aber auch in den Quarzkonglomeraten und groben Sandsteinen noch mit dem Magnesiumangebot des Abtragungsgebietes zusammenhängt, wird man für die in den Hangendeinheiten auftretenden Magnetitkonkretionen, die weit über die Grenzen der Spatmagnetite hinausgehen, kaum mit der gleichen Magnesiaquelle operieren können. Jedenfalls zeigt es sich, daß die Basalbreccien, Konglomerate und Sandsteine in der Umgebung der im Hochvariszikum entstandenen Magnetitlagerstätte besonders reich an diagenetisch entstandenem Magnetit sind.

Die Präsenz von Magnetit in den unterpermischen Sedimenten, der das Umsetzungsprodukt der ehemals kalkigen bis dolomitischen Porenwickel darstellt, führte immer wieder zur Meinung, es müßte sich hierbei um marine Bildungen handeln, zumal Magnetite bevorzugt im hochsalinaren Milieu entstehen. Bei den unterpermischen Basalbildungen handelt es sich jedoch um lakustrine Ablagerungen, die in lokalen Depressionen gebildet wurden. Magnetit ist in lakustrinen Ablagerungen durchaus nicht selten. Eines der besten Beispiele hierfür ist das Servia-Becken in Nordgriechenland (WETZENSTEIN & ZACHMANN, 1977), in welchem Magnetitkonkretionen bis zu 1 m Durchmesser keine Seltenheit darstellen.

## 6. BARYTMINERALISATION IM JUNGPALÄOZOISCHEN KLUFT- UND KARSTSYSTEM

Ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen, an jungpaläozoischen Karst gebundenen Vererzungen, hat auch der Baryt im Raum Kitzbühel-Fieberbrunn hinsichtlich seiner Genese die verschiedensten Deutungen erfahren.

VOHRYZKA (1966) hat die Baryte der Kitzbühler Alpen als eine hydrothermal-metasomatische Gangvererzung gedeutet. Obwohl MOSTLER (1970) ihre Bindung an eine unterpermische Verkarstung darlegte, haben MARGARAS, 1971; SCHULZ, 1972, dieselben Baryte als syngedimentäre Bildungen zur unter- bis mitteldevonischen Zeit betrachtet. SCHULZ (1972: 128) sieht darüber hinaus, unter Außerachtlassung aller paläogeographischen Verhältnisse, sogar eine Verbindung zu der Fahlerz-Barytmineralisation des Schwazer-Brixlegger Raumes. Wiederum ist es eine Karsttaschenfüllung permischen Alters, die den oben angeführten Autor veranlaßte, die am Stuckkogel entdeckte Barytmineralisation in einem quarz- und hellglimmerführenden roten Dolomit als eine mit dem Wirtsgestein gleichzeitig entstandene Bildung zu sehen.

Die Prospektion auf Baryt in den letzten Jahren hat ergeben, daß dieser ein Produkt mehrphasiger Bildungsabläufe ist. Er hat zunächst die im unterdevonischen Dolomit angelegten schmalen Karsthohlräume, die sich an präexistierenden Klüften ausgerichtet haben, mineralisiert. Die bevorzugte Orientierung an eine bestimmte Kluftrichtung und die Erweiterung der Karsthohlräume bis über 2 m zum Liegenden hin, haben VOHRYZKA (1966) in der Meinung bestärkt, daß es sich hierbei um eine Gangvererzung handeln müsse. Der erst im Zuge der variskischen Orogenese aus biotritischen Kalken

hervorgegangene Dolomit wurde, durch die Verkarstungsprozesse hervorgerufen, einer neuerlichen Umkristallisation unterworfen, wodurch offene Porenzwickel entstanden, die sich örtlich konzentrierten und durch Lösung gebildete Muster vom Aussehen eines Zebradolomits herbeiführten. In diesen mehr oder minder lagig entwickelten Hohlräumen setzte sich Baryt ab, wodurch Verdrängungsgefüge vorgetäuscht wurden. Daß diese Dolomit-Baryt-Zebamuster noch intrapermischen Alters sind, beweisen jene Komponenten, die sich aus mineralisierten Dolomiten zusammensetzen und Bestandteil des unterpermischen Basalkonglomerats darstellen.

Die anhaltende Verkarstung führte zur Lösung der baryt führenden Dolomite, wodurch der schwerer lösliche Baryt in die z.T. neu geschaffenen Hohlräume stürzte und somit ein zusätzlicher Bestandteil der Karsthohlraum-sedimente wurde; Hohlraumfüllungen dieser Art sind oberflächennah entstanden. In tieferen Bereichen, in welche Grobmaterial nicht vordringen konnte, Sauerstoff jedoch noch Zutritt hatte, setzten sich rote, siltige Tonsteine ab, mit einem reichen Angebot an Ba-Ionen. In diesem Sediment haben sich frühdiagenetische Barytkonkretionen gebildet.

Die Baryte des Kitzbühler Raumes sind völlig frei von Sulfidbeimengungen und stellen somit hochwertige, wirtschaftlich nutzbare Rohstoffe dar, die infolge des hohen Reinheitsgrades als Blütenspat angesprochen werden dürfen. Es kann daher nicht von Cu-Barytlagerstätten (SCHROLL & PAK, 1980: 6) die Rede sein. Überdies haben diese Autoren  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte, die dem Perm zuzuschreiben sind, nachgewiesen.

## 7. FAHLERZE, AN VERSCHIEDEN ALTE KARSTSYSTEME GEBUNDEN

Die Fahlerze vom Typus Schwaz-Brixlegg wurden bereits in Verbindung mit den hochvariskischen Ereignissen angesprochen, da im Zuge der unterkarbonischen Trogumgestaltung nicht nur eine intensive Erosionstätigkeit entfaltet wurde, die zur Abtragung bis in das Unterdevon führte, sondern auch eine weit ausgreifende Verkarstung, die aller Wahrscheinlichkeit nach auch im Westabschnitt die unter- bis mitteldevonischen Karbonatgesteine der Grauwackenzone erfaßt hatte. An diese ist ein Teil der Fahlerze gebunden. Analoge Vererzungen sind zur gleichen Zeit in den Karnischen Alpen weitverbreitet (BRIGO & COLBERTALDO, 1972).

Die wesentlich stärker durchgreifende Verkarstung zu hochoberkarboner bis unterpermischer Zeit erfaßte erneut den Schwazer Dolomit und überlagerte somit das früher angelegte Karstsystem, was zu einer schwer durchschaubaren und zeitlich kaum entflechtbaren Verkarstung führte. Dementsprechend schwierig steht es mit der Datierung der Internsedimente und der an sie geknüpften Vererzung.

Der Verfasser glaubt jedoch, vorerst genügend Daten gesammelt zu haben, die in einigen Fällen eine Trennung von unterkarbonischen und unterpermischen Karsthohlraumsedimenten erlauben.

Die jüngste Verkarstung hat z.T. ein hohes Reifestadium erlangt. Zeugen tiefliegender Hohlraumfüllungen, die in der Imbibitionszone ablaufen, wurden vor allem im Schwazer-Brixlegger Raum entdeckt. Es handelt sich hierbei um graue, feinlaminierte Dolomite, vergesellschaftet mit Pyrit und Fahlerz; die nur wenige Dezimeter mächtigen Internsedimente füllen flache Hohlräume auf. Die von GSTREIN, 1978, beschriebenen rinnen- und wannen-förmigen Gebilde, mit erzführenden Sedimenten ausgefüllt, sind nicht als

submarine Erosionsrinnen zu deuten, sondern den tiefliegenden Karsthöhlräumen zuzuordnen. Die grauen, pflanzenhäcksselführenden sandigen Dolomite sind über die Zirkulationszone gerade noch bis in das Karststockwerk mit vornehmlich stagnierendem Karstwasser transportiert worden, während die im Kogelrevier mit wandständigem Fahlerz tapezierten Hohlräume ihre Auskleidung zweifelsohne im tiefphrätischen Bereich erfahren haben. Veränderungen im Karstsystem, die zur Tieferlegung der Karstwasserabfuhr führten, haben zu einer Erweiterung der Zirkulationszone geführt, was schließlich zur Schließung der Restlumina durch Baryt führte. Charakteristisch ist auch die Vergesellschaftung des Baryts mit den Kollapsbreccien.

Die meisten nachgewiesenen Hohlraumsedimente stammen aus dem hochphrätischen Stockwerk, das durch einen mehr oder minder starken Durchfluß der Karstwasser charakterisiert ist. An erster Stelle sind hier die Kollapsbreccien zu nennen, die infolge der starken chemischen Lösung durch die unterirdische Drainage zum Einbruch der Firste oder oft ganzer Hohlräume geführt haben. Sie sind im Gebiet von Schwaz weniger stark entwickelt, treten aber im Bergrevier Kogel sehr häufig auf. Wohl eines der schönsten Beispiele einer reich verzerten Kollapsbreccie wurde von SCHULZ (1972: 120) beschrieben, allerdings von diesem Autor als submarine Bildung, entstanden durch Seebeben zur unterdevonischen Zeit, gedeutet. Der mehrere Meter mächtige Breccienkörper weist etwa 30 m Breite und eine Länge von über 150 m auf. Diese Vererzung dürfte allerdings eher dem an das Hochvariszikum gebundenen Karstsystem angehören.

Neben den Karstbreccien sind noch Hohlraumfüllungen aus diesem Stockwerk zu nennen, die reich an Quarzbeteiligung sind (Quarzsand bis Quarzgerölle von 3 cm Durchmesser). Die gleichzeitig damit auftretenden eckigen Phyllitkomponenten belegen ihre Herkunft aus den Wildschönauer Schiefen, die ihr Gefüge und die schwache Metamorphose erst im Zuge der variskischen Orogenese, also zur hochvariskischen Zeit, erworben haben. Dies ist z.B. ein klares Indiz für eine Verfüllung, die erst nach dem Hochvariszikum vor sich gehen konnte. Da die Wildschönauer Schiefer der Erosion erst nach der Montigenese zugänglich waren, läßt sich das Alter der Hohlraumsedimente noch weiter einengen. Zu diesen zählen auch graue Sedimente mit hohen Quarz- und Glimmeranteilen, die häufige Hohlraumablagerungen im Schwazer Dolomit darstellen.

Die der Perkolationszone und z.T. nur dem oberflächennahen Karst zuordenbaren Hohlraumsedimente sind weithin verbreitet und herrschen gegenüber den eben beschriebenen Karstfüllungen vor. Sie setzen sich vorwiegend aus rot gefärbten Sedimenten zusammen und ähneln z.T. den unterpermischen Ablagerungen. Charakteristisch sind rote tonige Sedimente mit Quarzgeröllen, häufiger jedoch sind es laminierte rote Dolomite mit z.T. gradierten Lagen und Quarz- und Glimmereinschaltungen. Sie wurden von GSTREIN; 1978, als Flachwasserdolomite, in Erosionsrinnen entstanden, gedeutet. Die eben genannten Sedimente zeigen z.T. sehr ausgeprägte hohlrauminterne Slumpinggefüge. Im Gebiet der Grat Spitze sind es bis 4 m tief in den Schwazer Dolomit eingreifende Hohlräume, die mit rotem Dolomit verfüllt sind.

Die oberflächennahe Verkarstung hat örtlich auch zu einer starken Verkieselung geführt; so sind einzelne Hohlräume am Rand stark mit Fe-pigmentierter Kieselsäure imprägniert; im Gebiet von Thierberg sind derartige Verkieselungen sehr häufig, z.T. verfüllen sie enge, schlauchartige, fast senkrecht zu den Bankflächen des Schwazer Dolomits orientierte Hohlräume.

## 8. DIE BEDEUTUNG DER JUNGPALÄOZOISCHEN ERZE IN DER GRAUWACKENZONE

Die an die jungpaläozoische Verkarstung gebundene Siderit- und Magnesitbildung ist zweifelsohne in direktem Zusammenhang mit präexistierenden Lagerstätten zu sehen.

In der Umgebung von Eisenerz sind es die Sideritlagerstätten des Erzberges und der Radmer, die durch ein auf Metasomatose zurückgehendes Gefüge gekennzeichnet sind. Dieses haben sie beim Hochdringen eisenreicher Lösungen in Verbindung mit dem sauren bis intermediären Vulkanismus im Visé erworben. In hochoberkarboner Zeit hat im Anschluß an die Montigenese auch den Eisenerzraum eine Verkarstung erfaßt und, dem Chemismus des Wirtsgesteins Rechnung tragend, ein eher unreifes Karstsystem geschaffen, das sich an dem vorgegebenen Kluftnetz orientierte. Es kam in den eisenreichen Karbonaten nur zu klufterweiternden Hohlräumen. Vor allem bildeten sich Karsthohlräume entlang den Horizontalklüften in Form von schmaler linsenförmiger Gestalt. In diesen entstanden sedimentäre bis frühdiagenetische Siderite.

Die Spatmagnesitlagerstätten im Westabschnitt der Grauwackenzone sind nach Ansicht des Verfassers (1973) im Zuge der variskischen Orogenese, also im hochvariskischen Zyklus entstanden; als solche fielen sie der spätvariskischen Verkarstung zum Opfer. In der Lagerstätte am Ofenberg bei Hochfilzen entstanden durch Karsterosion nur schwach ausgeweitete Klüfte. Analog zu den Verkarstungen in den Eisenkarbonaten sind es auch hier vorwiegend an Horizontalklüften orientierte schmale Hohlräume, die frühdiagenetisch gebildeten Magnesit führen.

Die Anwesenheit eines vorgegebenen Karbonatgesteins ist überhaupt erst die Voraussetzung, daß sich Magnesit im sedimentären Bereich bilden kann. Es müssen Lösungen mit einer hohen Calcium-Magnesiumkonzentration verfügbar sein, zumal Magnesit nicht nur in den Karsthohlräumen entstand, sondern auch das calcitisch-dolomitische Bindemittel der unterpermischen Basalbreccien und der Sandsteine auf diagenetischem Wege in Magnesit umwandelte.

Bei Kartierungsarbeiten ist aufgefallen, daß im unmittelbaren Einzugsgebiet der Magnesitlagerstätte Ofenberg die basalen Schichtglieder des Perm, soweit es das karbonatische Bindemittel betrifft, aber auch die ursprünglich aus Dolomit zusammengesetzten Komponenten in Magnesit umgesetzt wurden. Dies hat auch dazu geführt, daß SIEGL (1964) eine Entstehung der Spatmagnesitlagerstätten zur Zeit, als die Basalbreccie bereits abgelagert war, in Erwägung zog.

Die sedimentäre bis diagenetische Bildung von Siderit und Magnesit innerhalb der spätvariskischen Hohlraumfüllungen ist nur von wissenschaftlichem Interesse. Ihr kommt ein besonderer Stellenwert im Hinblick auf das Verständnis der Genese der Eisenspat- und Spatmagnesitlagerstätten in der Grauwackenzone zu. Wirtschaftlich sind sie schon allein aufgrund ihrer räumlichen Begrenztheit völlig bedeutungslos.

Anders verhält es sich bei der an den spätvariskischen Karst gebundenen Barytmineralisation des Kitzbühler Raumes. Hier ist die gesamte Lagerstättenbildung im Zusammenhang mit dem Paläokarst zu sehen. Unter- bis mitteldevonische Kalke wurden im Zuge der variskischen Orogenese zumeist in Dolomit umgewandelt. Zeugen hiefür sind die Dolomitgerölle in den unter-

permischen Basalbreccien. Die hochoberkarbone Verkarstung hat sich danach an dem im Hochvariszikum erworbenen Kluffgefüge orientiert, wobei besonders eine Kluffrichtung von der Barytmineralisation bevorzugt wurde. Dies hat dazu geführt, daß frühere Bearbeiter die Baryte des Kitzbühler Raumes als hydrothermale Ganglagerstätten gedeutet haben (VOHRZYKA, 1968).

Die auf Karstspalten beschränkte ältere Barytmineralisation wurde örtlich von einer weiteren intensiven wirksamen Verkarstung erfaßt. Es entstanden somit größere Hohlräume, die zunächst die Lösungsresiduen der Karbonatgesteine aufnahmen. Die schwerer verwitterbaren Baryte der Spalten ragten aus den rascher zurückwitternden Dolomiten in Form von Barytbruchstücken heraus und sind schließlich nachgebrochen und gelangten so in die Karsthohlräume. In den Barytlagerstätten Sardinien konnte der Verfasser subrezente Bildungen dieser Art studieren (MOSTLER, 1981). Nur ein Teil des Baryts ging in Lösung und das Barium wurde von den Rückstandstonen der Hohlräumfüllung adsorptiv gebunden. In einem späteren Stadium ist auf lateralsekretionärem Weg wiederum Baryt in linsenförmigen Körpern, z.T. aber auch in Form von Konkretionen ausgefallen.

Es handelt sich hier also um eine mehrphasige Barytentstehung, wobei nur die erste Phase zur eigentlichen Lagerstättenbildung beigetragen hat. Die Baryte der weiteren Phasen, die in den größeren Hohlräumen entstanden, haben zu keiner wirtschaftlich interessanten Anreicherung geführt.

Wesentlich schwieriger auszudeuten ist die Fahlerzgenese in den Karsthohlräumen. Die weitverbreiteten, an den unterkarbonen Karst der Karnischen Alpen gebundenen Vererzungen mit vorwiegend Fahlerz haben die unterschiedlichsten Deutungen erfahren. So hat man versucht, den Vulkanismus der transgredierenden Hochwipfelschichten für die Herkunft der Metalle verantwortlich zu machen. Andere wiederum vermuten die Metallquelle im nahegelegenen Ozean; der Bezug der Metalle sollte über Upwelling oder über Aktivität des Ozeanischen Rückens vonstatten gehen, und schließlich wird auch noch das gängigste Modell für an Paläokarst gebundene Vererzungen ventiliert, nämlich die Metalle über pedogenetische Anreicherungsprozesse direkt aus dem kontinentalen Hinterland zu beziehen. Aus diesen so kontroversen Deutungen geht eindeutig hervor, wie wenig Konkretes über die Entstehung derartiger Karsterztypen bekannt ist.

Die Vererzung bei Brixlegg wurde vom Verfasser in dieser Studie als eine dem hochvariszischen Zyklus zuordenbare betrachtet. Über die Genese dieser frühen Vererzung, außer daß sie in Karsthohlräumen in Verbindung mit Kollapsbreccien entstand, kann zur Zeit nichts beigebracht werden. Es wäre jedoch durchaus denkbar, daß die viel stärker durchgreifende spätvariszische Verkarstung das ältere Karstsystem erosiv erfaßt hat, und daß auf diesem Weg feinverteilte Fahlerze in die jüngeren Hohlräumfüllungen (viele Karstsedimente führen Tenorit) gelangt sind. Doch hierfür gibt es noch keine sicheren Anhaltspunkte.

Sollte letztere Vorstellung zutreffen, so wäre für den Werdegang der an Karsthohlräume gebundenen Vererzungen in der Grauwackenzone folgender Ablauf festzuhalten. Magnesit- und Sideritlagerstätten von wirtschaftlicher Bedeutung wurden im Hochvariszikum gebildet. Die im Spätvariszikum entstandene Verkarstung fand also bereits vorhandene Lagerstätten vor und hat zur Bildung von sedimentärem bis diagenetischem Siderit und Magnesit in Karsthohlräumen geführt. Für die Barytlagerstätten des Kitzbühler Raumes ist nur der in der ersten Karstphase an Spalten gebundene Baryt wirtschaftlich bedeutend. Die größeren, mit roten Sedimenten plombierten Karsthohlräume führen nur sporadisch Baryte; sie haben zu keiner stärkeren Konzentration beigetragen.

Fahlerz mit Baryt ist auf die älteste Verkarstung beschränkt, die ebenfalls zu einer wirtschaftlichen Anreicherung führte. Die auf das Spätvariszikum beschränkte Vererzung (Fahlerz ohne Baryt) scheint nach den bisherigen Untersuchungen eher für eine Umverteilung gesorgt zu haben.

Es hat demnach den Anschein, daß die früh angelegten Verkarstungen wirtschaftlich interessante Lagerstätten hervorgebracht haben, während die später entstandenen mehr zur Umlagerung und Dekonzentrierung der im Hochvariszikum gebildeten Lagerstätten geführt haben dürften.

### Literaturnachweis

- BERAN, A. & F. THALMANN (1978): Der Bergbau Radmer-Buchegg - ein Beitrag zur Genese alpiner Sideritlagerstätten. - *TMPM Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 25, 287-303.
- BRIGO, L. & D. di COLBERTALDO (1972): Un nuovo orizzonte metallifero nel Paleozoico delle Alpi Orientali. - 2<sup>nd</sup> International Symposium on the Mineral Deposits of the Alps, *Geological Transactions and Reports*, vol. 15, 109-124, Ljubljana.
- DOLEZEL, P. & E. SCHROLL (1972): Zur Geochemie der ostalpinen Siderite. - 2<sup>nd</sup> International Symposium on the Mineral Deposits of the Alps, *Geological Transactions and Reports*, vol. 15, 343-359, Ljubljana.
- GSTREIN, P. (1978): Neuerkenntnisse über die Genese der Fahlerzlagerstätte Schwaz (Tirol). - Unveröff. Diss., Univ. Innsbruck.
- HAJEK, H. (1966): Über das Auftreten roteisensteinführender Porphyroidhorizonte im Steirischen Erzberg. - *Archiv. Lagerstättenforsch.*, 4, 3-36, Leoben.
- MARGARAS, S. (1971): Die Barytvorkommen im Paläozoikum der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Kitzbühel und Fieberbrunn. - Unveröff. Diss., Univ. Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1970): Zur Baryt-Vererzung des Kitzbühler Horns und seiner Umgebung (Tirol). - *Archiv. Lagerstättenforsch. Ostalpen* 11, 101-112.
- MOSTLER, H. (1973): Alter und Genese ostalpiner Spatmagnesite unter besonderer Berücksichtigung der Magnesitlagerstätten im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). - Veröff. Univ. Innsbruck, Bd. 86, Festschrift Heißel, 237-266, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1981): Selected geological characteristics for comparison of ore deposits of the "Mississippi Valley Type". The ore-district of Sulcis-Iglesiente in the south-west part of Sardinia (Italy). - Projektbericht Bundesanstalt f. Geowiss. u. Rohstoffe Hannover, 1-19.
- MOSTLER, H. (1984, in Druck): Nachweis einer weitverbreiteten jungpaläozoischen Verkarstung und einer damit verbundenen Fahlerz-, Baryt-, Magnesit- und Sideritmineralisation in der Nördlichen Grauwackenzone.
- OMENETTO, P. & L. BRIGO (1974): Metallogenese nel quadro dell'orogene ercinico delle Alpi (con particolare riguardo al versante italiano). - *Mem. Soc. Geol. It.*, 13/1, 339-362.

- SCHÖNLAUB, H.P. (1979): Das Paläozoikum in Österreich. - Abh. Geol. B.-A., Bd. 33, 3-124, Wien.
- SCHÖNLAUB, H.P., FLAJS, G. & F. THALMANN (1980): Conodontenstratigraphie am Steirischen Erzberg (Nördliche Grauwackenzone). - Jb. Geol. B.-A., Bd. 123, H. 1, 169-229, Wien.
- SCHROLL, E. & E. PAK (1980): Schwefelisotopenzusammensetzung von Baryten aus den Ost- und Südalpen. - TMPM Tschermaks Min. Petr. Mitt. 27, 79-91.
- SCHULZ, O. (1972): Unterdevonische Baryt-Fahlerz-Mineralisation und ihre steilachsige Verformung im Großkogel bei Brixlegg (Tirol). - TMPM Tschermaks Min. Petr. Mitt. 18, 114-128.
- SCHULZ, O. & F. VAVTAR (1977): Sedimentary magnesite fabrics within the sparry magnesite deposit Hochfilzen (Tyrol). - In: KLEMM, D.D. & H.-J. SCHNEIDER (Ed.): Time- and Strata-Bound Ore Deposits, 260-270, Springer-Verlag.
- SIEGL, W. (1964): Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume Leogang bis Hochfilzen, sowie Ellmau in Tirol. - Radex Rundschau, H. 3, 178-191.
- VOHRYZKA, K. (1968): Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik. - Jb. Geol. B.-A. 111, 3-88.
- WETZENSTEIN, W. & D. ZACHMANN (1977): Sedimentäre magnesiumkarbonatische Bildungen im Servia-Becken/Nordgriechenland. - Radex-Rundschau, H. 1, 29-49