

Verh. Geol. B-A.	Jahrgang 1978	Heft 3	S. 479-489	Wien, Dezember 1979
Proceed. 3 <sup>rd</sup> ISMIDA (Leoben, Oct. 7-10, 1977)			S. 305-315	Wien, Dezember 1979

## Zur Eisenspatvererzung in der nördlichen Grauwackenzone am Beispiel des Erzberges bei Eisenerz und Radmer/Bucheck

VON FRIEDRICH THALMANN\*)

Mit 5 Abbildungen

Schlüsselwörter

*Eisenerzer Alpen: Steirischer Erzberg  
Siderite: sedimentäre  
Grauwackenzone  
Schichtgebundene Erzlagerstätten  
Paläozoikum  
Vulkanismus  
Metasomatose  
postvariszische Orogenesen*

### Zusammenfassung

Im Bergbau Radmer wurden feinschichtige gebänderte Siderite gefunden, die schollenförmig in einem nicht tektonisch durchbewegten Erzhorizont auftreten. Aufgrund ihres Chemismus werden diese als Relikte einer primären schichtgebundenen Eisenspatvererzung aus dem Paläozoikum gedeutet. Ähnliche „Altstrukturen“ am Erzberg lassen eine allgemeine, frühe sedimentäre Uranlage der Eisenspatlagerstätten in diesem Raum erkennen. Die Herkunft der Erzlösungen wird mit einem Vulkanismus im Devon bzw. Unterkarbon in Zusammenhang gebracht. Während der nachfolgenden Orogenesen erfolgt eine Umkristallisation der Lagerstätten, in deren Verbindung lokale metasomatische Verdrängungen des Nebengesteins auftreten. Zusätzliche laterale Stoffwanderungen können nicht ausgeschlossen werden.

### Abstract

In the iron mine of Radmer near Eisenerz, previously unknown fine-banded siderite ore was found occurring as block-shaped bodies of dm- to m-size within a tectonically undisturbed spathic ore body. Because of the different chemical composition of the banded ore blocks they are interpreted as relics from a primary, stratified siderite mineralization. Similar phenomena at the Erzberg mine indicate a primary sedimentary deposition of the siderite deposition of the siderite deposits in this area in Palaeozoic times.

The origin of the ore solutions is attributed to a devonian or lower-Carboniferous volcanism. During the subsequent orogenesis a recrystallization of the deposits took place which was accompanied by local metasomatic replacements of the host rocks. Additionally, a lateral supply of Mg cannot be excluded.

Insbesondere die Eisenspatlagerstätte Steirischer Erzberg aber auch das Sideritvorkommen Radmer-Bucheck sind das Herzstück einer an Naturschönheiten sehr reichen und wirtschaftlich sehr wichtigen Region. Beide Lagerstätten stehen im Abbau, der Steirische Erzberg blickt auf eine jahrhundert lange Tradition zurück.

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. FRIEDRICH THALMANN, VOEST-Alpine-Montan AG, Lagerstättenforschung Leoben, Österreich.

Der Steirische Erzberg und der Bergbau Radmer-Bucheck gehören dem bekannten Eisen-spatzug in der Nördlichen Grauwackenzone an, der zwischen Liezen und Payerbach/Gloggnitz an zahlreichen Stellen im Laufe der vergangenen Jahrhunderte beschürft wurde.

Ursprünglich sah man in den Erzen eine sedimentäre Ablagerung (SCHOUPPE 1854, VACEK 1900, REDLICH 1903, ROSZA 1926, SCHWINNER 1925). Später wurde eine metasomatische Entstehung in geologisch junger Zeit, im Rahmen einer mehr oder weniger einheitlichen alpidischen Vererzungsphase als Folgewirkung alpidischen Magmatismus und Metamorphose angenommen. Der Erzberg galt hierfür gleichsam als „locus typicus“ (TAFFANEL 1903, REDLICH ab 1905, HERITSCH 1908, LEITMEIER 1916, PETRASCHECK 1932, CLAR und FRIEDRICH 1933, ANGEL 1939, KERN 1942 und 1952, RAGUIN 1958 und andere). Eine, diese Hypothesen verbindende Deutung gaben BECK 1901, KERN 1927 und vor allem HIESSLEITNER 1929: sedimentäre Urananlage der Erze, die jedoch später durch Rekristallisation und Metasomatose verwischt wurde.

In den Jahren nach dem Krieg setzte sich die Anschauung von Metasomatose und Hohlraumfüllung mehr oder minder durch (MEIKNER 1970), blieb jedoch auch nie unwidersprochen. So mehren sich gerade in neuerer Zeit Deutungsversuche, die bei zahlreichen Lagerstätten eine primäre variszische Erzausfüllung annehmen (SCHULZ 1971, 1974, TUFAR 1972, 1974 u. a.).

Sowohl am Steirischen Erzberg als auch im Bergbau Radmer konnte während der letzten Jahre in Zusammenarbeit mit der Geologischen Bundesanstalt und der Universität Wien eine Reihe bisher offener Fragen, etwa das Alter und die Stellung des Zwischenschiefers, oder der Chemismus der Eisenkarbonate gelöst oder deren Lösung zumindest vorangetrieben werden.

FLAJS und SCHÖNLAUB gelang eine fundierte biostratigraphische Gliederung des Paläozoikums im Raum Eisenerz und Radmer (FLAJS 1967, FLAJS und SCHÖNLAUB 1973). Im engeren Lagerstättenbereich des Steirischen Erzberges lagern über dem Caradoc-Porphyröid Kieselschiefer des Silurs, mächtige Kalkschiefer, Mergel, bunte Kalke und Flaserkalke des Unter- und Mitteldevons, sowie geringmächtige Karbonatserien des Oberdevon-Unterkarbon. Der Zwischenschiefer ist mit Wende Unter/Oberkarbon zu datieren und ist ein stratigraphisches Schichtglied der Liegendscholle mit teilweise beachtlicher Tuff-Einschaltung. Erst über diesem tritt die tektonische Fläche auf, die die devonen Schichten der Hangend-scholle von denen der Liegendscholle trennt (THALMANN 1973, SCHÖNLAUB 1977). Der bereits variszisch angelegte Deckenbau wird diskordant von Werfener Schichten, mit den bekannten Kalkbreccien an der Basis, überlagert.

BERAN bearbeitet eingehend den Chemismus der Eisenkarbonate und wird zusammenfassend darüber nachfolgend berichten.

Im Spateisensteinbergbau Radmer/Bucheck wurde im Spätherbst 1976 auf Abbaustufe-VI in den Abbauen 3 Nord und 4 Nord, nahe der westlichen Lagerstättengrenze (= Hangendbereich der Lagerstätte), eine schmale Erzzone gefunden. In dieser treten neben den bekannten spätigen Siderit-Ankerit-Verwachsungen Schollen von dunkelgrau bis hellbraun gefärbten, feinkörnigen, gebänderten Sideriten auf. Diese etwa 10–15 cm mächtigen und etwa 40–50 cm langen Schollen liegen konkordant im Schichtverband. Am Rande dieser, Rhythmiten nicht unähnlichen Sideritkörper erfolgt ein nahtloser Übergang in grobkörnigen, spätigen, hellbraunen Siderit, der mit grobkörnigem, weißem Ankerit, teilweise auch nestartig, verwachsen ist. Von diesen grobspätigen Eisenkarbonaten ziehen eine Reihe mm bis cm starker Gänge quer durch die feinspätigen gebänderten Sideritschollen. Eine Zerlegung dieser Schollen, bedingt durch tektonischen Einwirkungen, ist nicht erkennbar. Die Fortsetzung dieser gebänderten Sideriterze wurde streichend in der Versatzstrecke 24 m höher auf Abbaustufe -V gefunden (BERAN/THALMANN 1977).

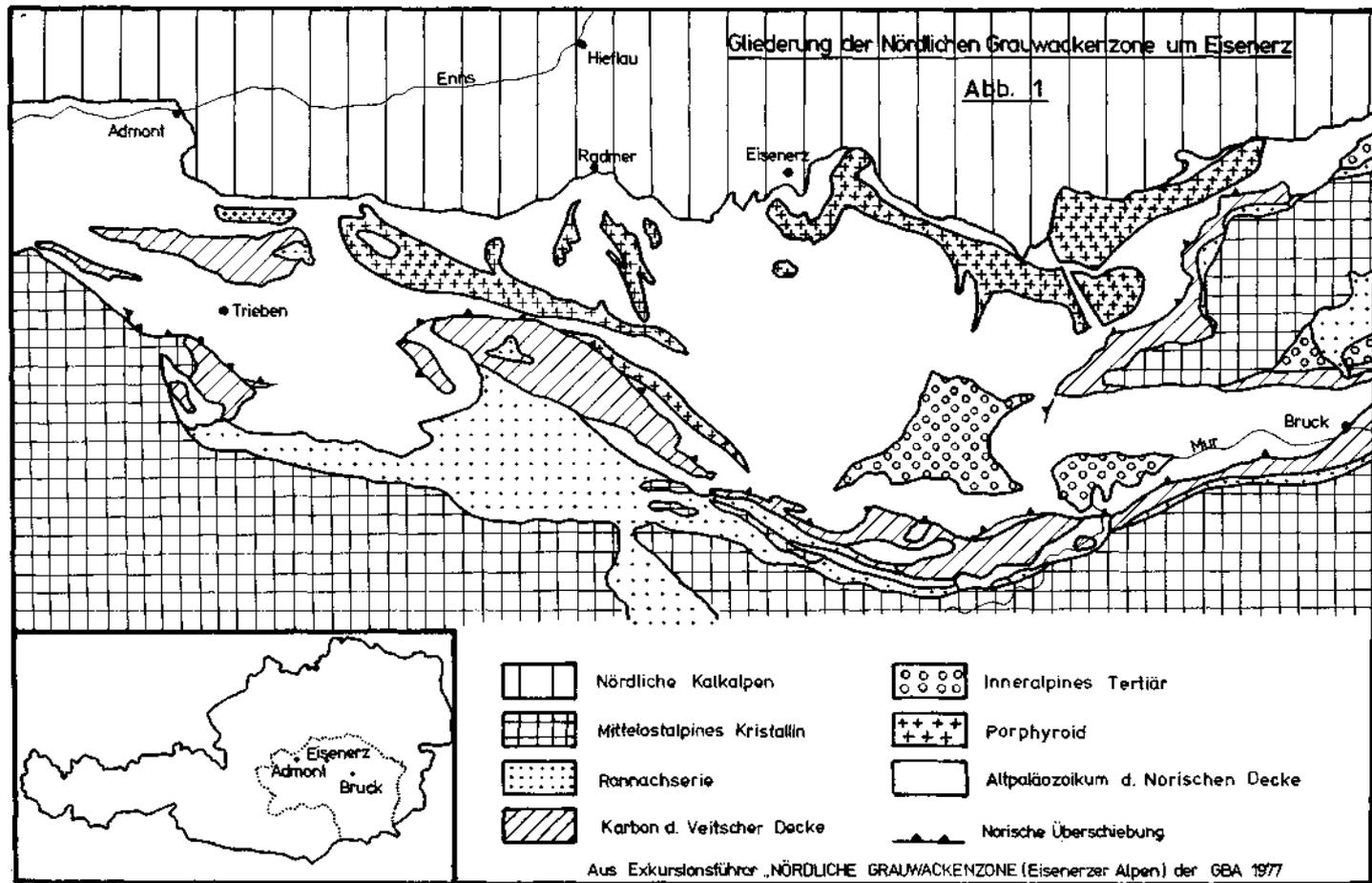


Abb. 1

Diese Zone mit Schollen von Bändererzen geht im Streichen in sogenannte „Tigererze“ über. Es ist dies eine Wechsellagerung von dichtem, dunkelgrauem Siderit mit mittel- bis grobspätigem, lichtbraunem, stellenweise auch pinolitähnlichem Eisenspat. Häufig durchbrechen bzw. verdrängen die spätigen lichtbraunen Siderite die dichten grauen Lagen. Daher sind letztere häufig nur noch als kleine, längsgestreckte Linsen, Putzen oder Schollen reliktsch erhalten und geben dem Erz das tigerartig gesprenkelte Aussehen. Die dichten, grauen Sideritpartien deuten in ihrer Längserstreckung das ursprüngliche Ablagerungsgefüge an. Im dichten grauen Siderit beobachtet man u. d. M. reichlich xenomorphen Quarz, Pyrit, kohlige Substanz und Serizit. Der grobspätige Sideritkornverband ist arm an Einschlüssen. Die nicht karbonatische Mineralbeimengung wird vor sich hergeschoben und reichert sich im Grenzbereich zum dichten Siderit an (siehe auch KERN 1927 u. a.). Derartige Tigererze sind auch vom Steirischen Erzberg bekannt (Abb. 4).

Eine Abart hiezu ist die Wechsellagerung von lichtem, spätigem Siderit mit hellgrauem, dichtem Ankerit, die bereits von PETRASCHECK 1932 als Bändersiderit beschrieben worden ist. Hiebei verdrängt dichter, grauer Ankerit jedoch den lichten Eisenspat. Die tigerartig gesprenkelte Zeichnung fehlt weitgehendst. Zur klaren Begriffsbestimmung mögen diese Erze nunmehr als „ankeritische Bändererze“ bezeichnet werden.

Am Steirischen Erzberg wurde Ende der sechziger Jahre ein weiterer, bisher kaum beachteter interessanter Erztyp im südlichen Tagbaubereich zwischen den Etagen Hell und Maschin großflächig freigelegt. Es ist dies ein sideritführender, dünnbankiger mittel- bis feinspätiger, gelblichgrauer Ankerit. Innerhalb der einzelnen Lagen tritt Siderit auf, der eindeutig älter ist als der ihn verdrängende Ankerit. Der Siderit ist nur noch in Form ausgefränkter Nester, schnurartig aneinander gereiht, vorhanden. Eine schwache Fältelung, die die ganze Zone erfaßt, überwältigt auch diesen Siderit, der den gekrümmten Bankungen folgt. Gegen Süden geht dieser Komplex in die s. g. „schwere Rohwand“ über. Für den Bergmann handelt es sich hiebei um ein deutlich gebanktes Ankeritgestein, mit für Rohwand hohem Eisengehalt, das ein äußerst ungünstiges Aufbereitungsverhalten aufweist. In meist fein- bis mittelspätigem Ankerit tritt makroskopisch nicht sichtbar reliktsch ein nicht oder nur kaum oxydierter dichter Siderit auf.

Die Restsiderite bilden im Ankerit wenige my-große Aggregate. Sind dagegen einzelne gröbere Sideritnester von bis 1 mm Durchmesser erhalten, so sind diese bei entsprechender Beleuchtung durch intensiven Glanz auch freijugig erkennbar.

Diese Ankeritzone (Abb. 5) deutete der Verfasser seit Jahren als Reliktstruktur einer älteren Eisenspatvererzung, die von jüngeren Eisenkarbonaten – Ankerit und Kluftsiderit – überprägt wurde. Im direkten Kontakt hangend zu dieser Erzzone lagern oberdevone Kalke.

Alle Erztypen, die ein feinbankiges bis feinkörniges, schichtiges Sideritgefüge zeigen oder zumindest andeuten, treten in einem tektonisch bzw. stratigraphisch vergleichbaren Niveau auf, und zwar im höheren Teil der Liegendscholle am Erzberg bzw. im Hangendbereich des Erzkörpers in der Radmer. In beiden Komplexen ist höheres Devon anzunehmen.

Vor allem die Aufschlußbilder im Bergbau Radmer drängen zu nachfolgender Deutung, wobei weitere Untersuchungen geologischer, mineralogischer und vor allem auch stratigraphischer Art noch zu einer Modifizierung führen können:

Im höheren Devon kommt es in bestimmten, vermutlich eng begrenzten Bereichen, unter schwach reduzierenden Bedingungen – bei mittleren PH-Werten – allenfalls begleitet von einem lokalen Vulkanismus – grüne Tonschieferlagen (mögliche Tuffeinstreuungen bzw. Porphyroid im höheren Erzbergbereich, HAJEK 1968), zu einer primären, sedimentären Sideritausfällung. Ein Hinweis auf eine primäre Ankeritbildung hat sich bis jetzt nicht gefunden.

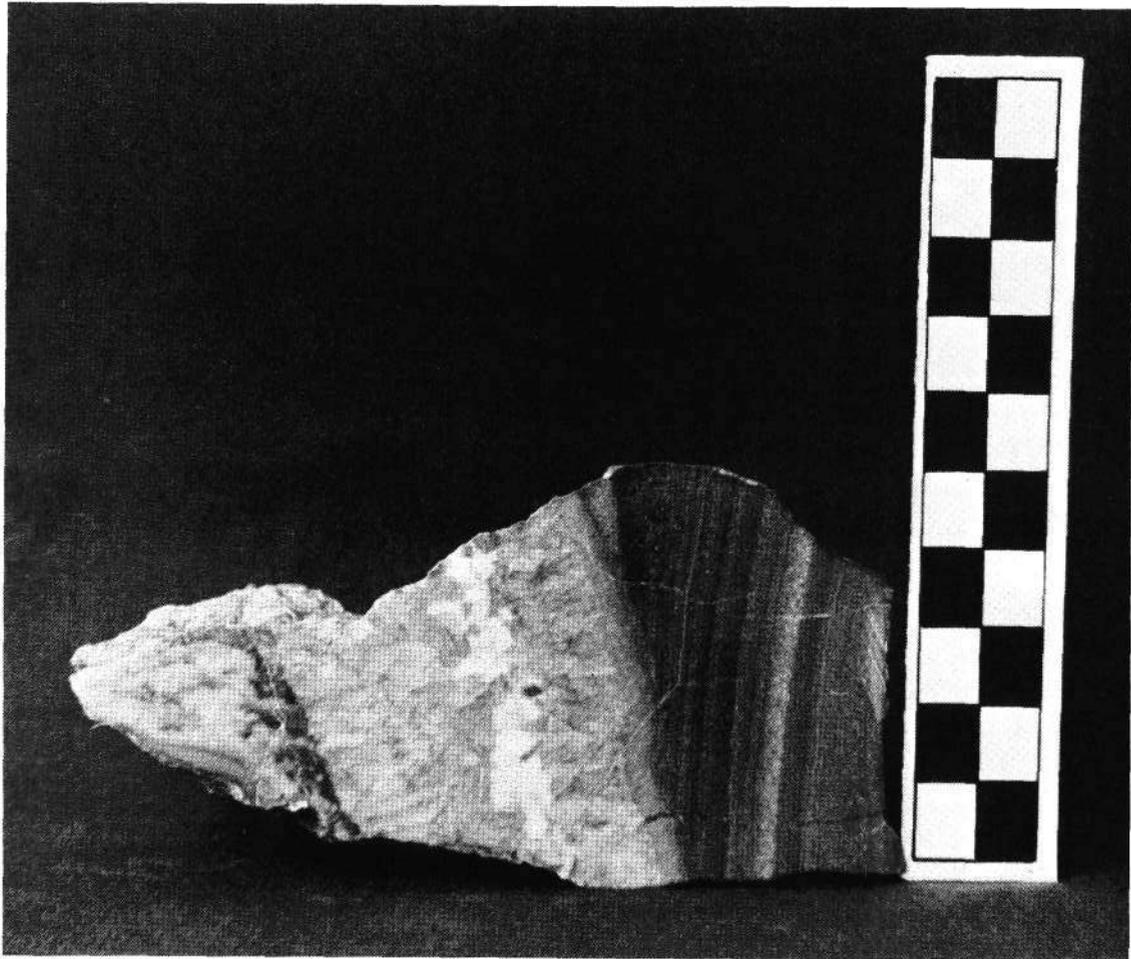


Abb. 2: Bändersiderit aus Radmer mit angrenzendem, grobkörnigen, jüngeren, remobilisierten Siderit als Gangfüllung.

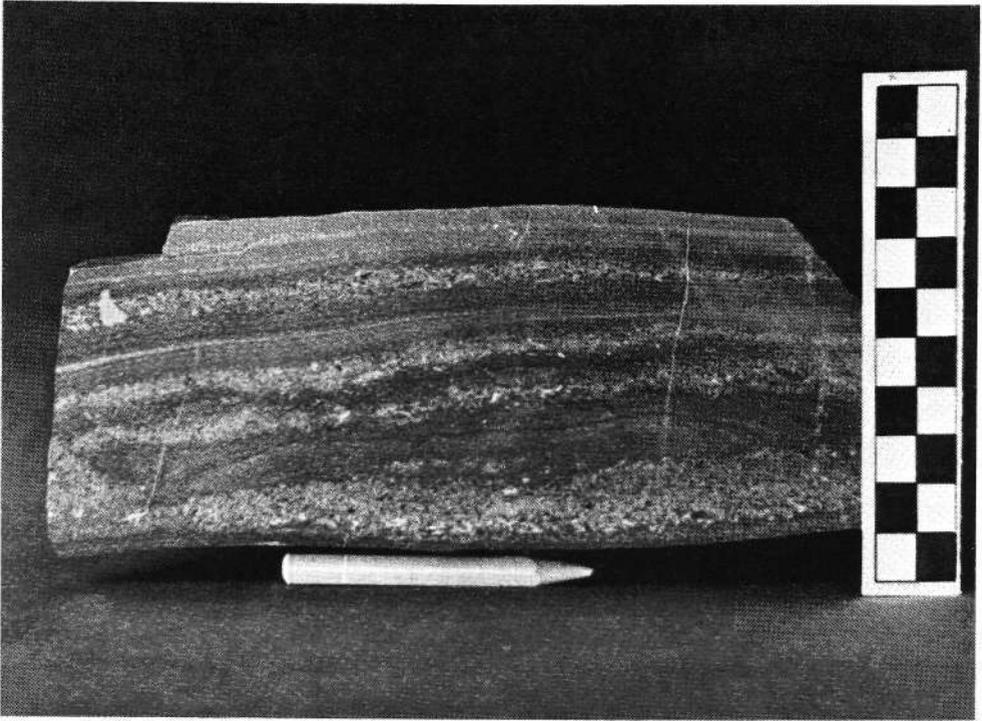


Abb. 3: Bändersiderit aus Radmer (Abbaustufe -V) mit Wechsellagerung von feinspätigem, grau gebänderten Siderit mit nicht tuffähnlichen Schieferbröckchen.

Im Zuge der nachfolgenden Gebirgsbildungen, vornehmlich jedoch zu alpidischer Zeit, erfolgt während der Überleitung durch die höheren Deckeneinheiten eine „Aufwärmung“ des Gebirges. Es beginnt eine Rekristallisation der primär gebänderten feinspätigen Siderite zu den grobspätigen Eisenspaten. Bei fortschreitender „Aufwärmung“ erfolgt auch eine Re-Mobilisation des Stoffbestandes.

Teilweise wird geringfügig Kalzium und Magnesium aus dem Eisenkarbonat freigesetzt bzw. wandert aus dem umgebenden Karbonatgestein lateral zu. Nunmehr bilden sich die verschiedenen Ankerite, die ihrerseits teilweise auch den bereits rekristallisierten Siderit aufzehren. Remobilisierte Lösungen dringen in angrenzende Komplexe, wie Kalk, Übergangsporphyroid und Basisbreccien der Werfener Überlagerung ein, lokal metasomatisch Eisenspat und Ankerit bildend, bzw. füllen feine Spalten und Risse im Gebirge. Das aus dem Kalk infolge lokaler metasomatischer Verdrängung freigesetzte Kalzium braucht nicht weit abzuwandern, sondern bildet die hohlraumfüllenden Restkristallite, wie Kalzit und Dolomit in den sogenannten Roßzähnen.

Diese Vorstellung wird gedanklich insofern erleichtert, als angenommen werden könnte, daß die die Lagerstätte umhüllenden Schiefer eine Art geschlossenes System bilden (Anregung O. SCHULZ). Da die jeweilige Umformung in Teilbereichen der Lagerstätte einsetzt und diese nicht als Ganzes erfaßt und schließlich auch nicht in jedem Teilbereich das gleiche Stadium erreichen muß, wird die stark inhomogene chemische Zusammensetzung der Ankerite verständlich (BERAN 1975 und 1977). Nun wird auch leichter erklärbar, daß die Siderit- und Ankeritvererzung nicht in einzelnen deutlich abgrenzbaren, weithin verfolg-



Abb. 4: Tigererz vom Steirischen Erzberg (Etage Polster-Tagbau).

baren Kristallisationsgenerationen erfolgte. Die Form der Vererzung hinterläßt in beiden Lagerstätten den Eindruck einer nicht abgeschlossenen Umformung. Eisenspat und Ankerit kämpfen um den Bestand, wobei u. d. M. letzterer stets jünger ist und zeigt, daß er den Siderit auflösen bzw. verdrängen will.

Das Kristallisationsgefüge der grobspätigen Siderite und Ankerite liefert keinen Hinweis auf Rekrystallisation, Re-Mobilisation, lokale oder regionale Metasomatose, da alle diese Um- und oder Neuformungen unter annähernd gleichen Temperatur- und Druckbedingungen stattfanden.

Für die grobspätigen Siderite und für die Ankerite im allgemeinen gilt die Feststellung von PETRASCHECK (1932), daß sie im allgemeinen jünger sind, als der große alpine Überschiebungsbau, aber daß sie noch betroffen werden von jüngeren und lokalen Verschiebungen und Brüchen. Diese jüngeren Störungen erzeugen zwar örtlich noch Zerschörungen und Verformungen, nie aber eine sogenannte differentielle Verformung, Durchbewegung

und Verschiebung des ganzen Lagerstättenkörpers (CLAR 1952). So dringen remobilisierte Erzlösungen nur in tektonisch ungestörte, nicht ausgewalzte Breccienlagen (Werfener Basisbreccien) und führen im Meter- bis Zehnermeterbereich zur metasomatischen Umwandlung der kalkigen Geröllkomponenten in Eisenspat oder Ankerit.

Auf die Frage nach der Herkunft der Erzlösungen, dem Fehlen der sichtbaren Zufuhrwege, der lagerförmigen Ausbildung der Erzkörper, der auffallend bevorzugten Vererzung der Devonkalke konnte die bisherige Deutung einer epigenetisch-regionalmetasomatischen jungen Erzbildung keine überzeugende Antwort geben.



Abb. 5: Etage Christof-Süd: dünnbankige Ankeritzone mit älterem Siderit.

Die hangenden Werfener Schiefer sowie die die Hangend- von Liegendsscholle am Erzberg trennenden Zwischenschiefer wurden als Permeabilitätsgrenzen für die ascendente Erzlösungen angesehen. So wie das Eisen aus diesen Lösungen anstelle des Kalziums Platz gewonnen hatte, mußten nunmehr diese bisher stauenden Schichten durchlässig werden, um eine weitere Zirkulation der Lösungen zu gewährleisten. Unbeantwortet blieb auch die Frage nach dem Wohin des freigesetzten Kalziums – immerhin gab es ein mächtiges Deckgebirge und es wäre durchaus denkbar, daß Kalzitgänge reliktsch darin erhalten geblieben waren.

Somit führen vor allem die anfangs angeführten Reliktstrukturen der feinspätigen schichtigen Bändererzschollen in der Radmer zurück zu den Gedanken HIESSLEITNERS 1929. Die Lagerungsverhältnisse zahlreicher Erz- und Rohwandvorkommen in der näheren und weiteren Umgebung des Steirischen Erzberges, sowie im Gebiet der Radmer, insbesondere jedoch die Schubsscholle des Vorkommens am Kressenberg veranlaßten HIESSLEITNER, die ursprüngliche Sedimentationstheorie (SCHOUPE 1854, VACEK 1900, REDLICH 1903, ROZSA 1926, SCHWINNER 1925) nicht gänzlich abzulehnen, sondern entgegen der Auffassung einer jüngeren metasomatischen Lagerstättenbildung (TAPPANEL 1903, HOFER 1903, REDLICH ab 1905 u. a.), doch eine sedimentäre Uranlage verbunden mit nachträglicher jüngerer Remobilisation der älteren Erzgesteine anzunehmen (BECK 1902, KERN 1927). Damit in Zusammenhang können sehr wohl die metasomatischen Umbildungserscheinungen der Erzansammlungen

im paläozoischen Kalkmuttergestein gebracht werden. Ob im Altpaläozoikum nur eine oder mehrere Metallzufuhren auftraten, wird nur durch die verstärkte Mithilfe der Paläontologie zu klären sein. Am Erzberg scheint die Hauptmasse des Spates an höhere Devon-einheiten gebunden zu sein. Nur untergeordnet treten auch in tieferen stratigraphischen Niveaus kleinere Erzlager auf. Da eine primäre, periodische schichtige Erzanlage zwischen U-Silur bis U-Karbon auch nicht gerade überzeugend vorstellbar ist, könnte der Gedanke FRIEDRICHS 1968 und 1972 bezüglich einiger Blei-Zinklagerstätten modifiziert eine Lösung anzeigen. Die im Zuge eines Devon-Vulkanismus aufsteigenden Erzlösungen verursachen in tieferen Lagen, im Stadium der Diagenese eine frühe metasomatische Erzbildung. Weiter östlich im Gebiet Gollrad und Neuberg wurde von BAUMGARTNER 1976 und WEBER 1977 ebenfalls Mehrphasigkeit der Eisenkarbonatvererzung beobachtet, wobei auch teilweise eine variszische schichtgebundene Vererzung nicht ausgeschlossen wird und spätige Eisenkarbonate in Klüften als Produkt remobilisierter Lösungen angesprochen werden.

Zusammenfassend sei festgehalten: die reliktsch schollenförmig erhaltenen feinbändrigen Erze in der Radmer und gewisse „Altstrukturen“ am Erzberg lassen eine frühe sedimentäre Uranlage der Eisenspatlagerstätten in diesem Raum erkennen. Die Erzlösungen werden mit einem Vulkanismus im Devon bzw. U-Karbon in Zusammenhang gebracht (siehe auch SCHÖNLAUB 1977). In geologisch junger Zeit erfolgte eine Umkristallisation der Lagerstätten verbunden mit lokalen, metasomatischen Verdrängungen des Nebengesteines. Somit gelingt es, eine Reihe von bisher offener Fragen im Rahmen der Diskussion betreffend Bildung alpiner Eisenspatlagerstätten plausibler zu beantworten.

Der VOEST-Alpine-Montan AG, insbesondere Herrn Vorstandsdirektor Bergrat h. c. DI. JUVANCIC und den Bergdirektoren DI. MANFREDA und DI. REITER wird für die Unterstützung und Publikationsgenehmigung gedankt.

#### Literatur

- ANGEL, F.: Unser Erzberg. – Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk. 75, 227–321, Graz 1939.
- BAUMGARTNER, W.: Zur Genese der Erzlagerstätten der östlichen Grauwackenzone und der Kalkalpenbasis (Transgressionsserie) zwischen Hirschwang/Rax und Neuberg/Mürz. – BHM, 121, 51–54, Wien 1976.
- BECK, R.: Lehre von den Erzlagerstätten. – Berlin: Borntraeger 1901.
- BERAN, A.: Mikrosondenuntersuchungen von Ankeriten und Sideriten des Steirischen Erzberges. – Tschermaks Min. Petr. Mitt. 3. F. 22, 250–265, Wien 1975.
- BERAN, A.: Die Klufankerite des Steirischen Erzberges und ihre mögliche Verwendung als Geothermometer. – Miner. Dep. 12, 90–95, Berlin 1977.
- BERAN, A. & F. THALMANN, 1977: Feinkörnige gebänderte Siderite im Spateisensteinbergbau Radmer-Buchegg. – Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Anzeiger 1977, 57–62, Wien 1977.
- BORCHERT, H.: Die Bildungsbedingungen mariner Eisenerzlagerstätten. – Chem. Erde 16, 49–74, Jena 1953.
- CLAR, E.: Geologisches Gefüge und Formentwicklung von metasomatischen Karbonatlagerstätten (Siderit und Magnesit) der Ostalpen. – Congrès géologique international Alger 1952.
- CLAR, E.: Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. – Geol. Rundschau 42, 107–127, Stuttgart 1953.
- CLAR, E. & O. M. FRIEDRICH: Über einige Zusammenhänge zwischen Vererzung und Metamorphose in den Ostalpen. – Z. prakt. Geol. 41, 74–79, Berlin 1933.
- CORNELIUS, H. P.: Gesteine und Tektonik im Ostabschnitt der nordalpinen Grauwackenzone, vom Alpenostrand bis zum Aflenzler Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien 42–43, (1949–1950), 1–234, Wien 1952.
- FLAJS, G.: Zum Alter des Blasseneck-Porphyroids bei Eisenerz (Steiermark, Österreich). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1964, 368–378, Stuttgart 1964.
- FLAJS, G.: Conodontenstratigraphische Untersuchungen im Raum von Eisenerz, Nördliche Grauwackenzone. Mitt. Geol. Ges. Wien 59, (1966) 157–212, Wien 1967.

- FLAJS, G. und H. P. SCHÖNLAUB: Bemerkungen zur Geologie um Radmer (Nördliche Grauwackenzone, Steiermark). – Berh. Geol. Bundesanst. 1973, 245–254, Wien 1979.
- FRIEDRICH, O. M.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. Radex-Rundschau 1953, 371–407, Radenthein 1953.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. – Archiv Lagerstättenforschung 8, 1–136, Leoben 1968.
- FRIEDRICH, O. M.: Geosynklinolbildung und Lagerstätten. – Archiv Lagerstättenforschung 13, 3–33, Leoben 1972.
- GRANIGG, P.: Über die Erzführung der Ostalpen. – Mitt. Geol. Ges. Wien 5, 345–367, Wien 1912.
- HAJEK, H.: Über das Auftreten roteisensteinführender Porphyroidhorizonte im Steirischen Erzberg. – Archiv Lagerstättenforschung 4, 3–36, Leoben 1966.
- HERITSCH, F.: Zur Genesis des Spateisensteinlagers des Erzberges bei Eisenerz in Obersteiermark. – Mitt. Geol. Ges. Wien 1, 396–401, Wien 1908.
- HERITSCH, F.: Zur Tektonik des Gebietes um Eisenerz. – Verh. Geol. Bundesanst. Wien 1932, 203–240, Wien 1932.
- HIESSELEITNER, G.: Zur Geologie der Umgebung des Steirischen Erzberges. Jb. Geol.-B.-A. 79, 203–240, Wien 1929.
- HIESSELEITNER, G.: Zur Geologie der Erz führenden Grauwackenzone von Radmer bei Hieflau. – Jb. Geol. B.-A. 81, 49–80, Wien 1931.
- HOLZER, H. F., and PIRKL, H. R.: The iron ore deposits of the Republic of Austria. – Iron Ore Dep. Europe 1, 91–96, Hannover 1976.
- KERN, A.: Zur geologischen Neuaufnahme des Steirischen Erzberges 1925–1926. – Berg-Hüttenm. Jb. 75, 23–29 und 49–55, Wien 1927.
- KERN, A.: Raumform und Raumlage der Erzführung der nördlichen Grauwackenzone von Payerbach bis Liezen. – Diss. Montanuniv. Leoben 1942.
- KERN, A.: Eisenerzlagerstätten in Österreich. – Symp. gisem. fer monde, Alger 1952.
- LEITMAIER, H.: Einige Bemerkungen über die Entstehung von Magnesit- und Sideritlagerstätten. – Mitt. Geol. Ges. Wien 9, 159–166, Wien 1916.
- MEIXNER, H.: Mineralogisches zu Friedrichs Lagerstättenkarte der Ostalpen-Radex-Rundschau 1953, 434–444, Radenthein 1953.
- MEIXNER, H.: Anschliffbeobachtungen zu verschiedenen Metasomatosen in österreichischen Lagerstätten karbonatischer Eisenerze. – Archiv f. Lagerstätten in d. Ostalpen 10, 61–74, Leoben 1970.
- METZ, K.: Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der steirischen Grauwackenzone. – Mitt. Geol. Ges. Wien 44, (1951), 1–84, Wien 1953.
- PETRASCHECK, W.: Die Magnesit- und Siderite der Alpen. Vergleichende Lagerstättenstudien. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. 141, 195–242, Wien 1932.
- PETRASCHECK, W.: Die alpine Metallogenese. – Jb. Geol. B.-A., 90, (1945), 129–149, Wien 1947.
- PETRASCHECK, W. E.: Die alpin-mediterrane Metallogenese. – Geol. Rundschau 53, 376–389, Stuttgart 1963.
- PETRASCHECK, W. E.: Problems of the age and plutonic affiliation of the siderite deposits in the eastern alps. – Colloque sci. intern. E. RAGUIN 1973, 399–403, 1973.
- RAGUIN, E.: Erscheinungen der Siderit-Metasomatose. – BHM 103, 240–243, Wien 1958.
- REDLICH, K. A.: Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der Steirischen Alpen. – Jb. Geol. R.-A. Wien 53, 285–294, Wien 1903.
- REDLICH, K. A.: Der Kupferbergbau Radmer an der Hasel, die Fortsetzung des Steirischen Erzberges. – Berg-Hüttenm. Jb. 1–38, Leoben/Pörsbrunn 1905.
- REDLICH, K. A.: Die Genesis der Pinolitmagnesite, Siderite und Ankerite der Ostalpen. – Tschermaks Min. Petr. Mitt. N. F., 26, 499–505, Wien 1907.
- REDLICH, K. A.: Der Steirische Erzberg. – Mitt. Geol. Ges. Wien 9, 1–62., Wien 1916.
- REDLICH, K. A.: Der Erzzug Vordernberg-Johnsbachtal, I. Eisenerz. – Mitt. Geol. Ges. Wien 15, 207–262, Wien 1922.
- REDLICH, K. A.: Sind die ostalpinen Karbonatagerstätten und die mit ihnen genetisch verwandten Talke sedimentären Ursprungs? – Z. prakt. Geol. 34, 65–67, Berlin 1926.
- REDLICH, K. A.: Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten. Wien-Berlin: Springer, 1931.

- REDLICH, K. A. und K. PRECLIK: Zur Tektonik und Lagerstättengeneses des Steirischen Erzberges. – Jb. Geol. B.-A. 80, 231–260, Wien 1930.
- ROZSA, M.: Erzgang im Eisenerzer Porphyroid. – Zentralbl. Min. Geol. Paläont. 1926 A, 275–278, Stuttgart 1926.
- SCHOUPE, A.: Geognostische Bemerkungen über den Erzberg bei Eisenerz und dessen Umgebungen. – Jb. Geol. R.-A., 5, 396–406, Wien 1854.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Exkursionsführer – Nördliche Grauwackenzone (Eisenerzer Alpen). – Wien: Geol. Bundesanst. 1977.
- SCHULZ, O.: Horizontgebundene altpaläozoische Eisenspatvererzung in der Nordtiroler Grauwackenzone, Österreich. – Tschermaks Min. Petr. Mitt. 3. F. 15, 232–247, Wien 1971.
- SCHULZ, O.: Metallogenese im Paläozoikum der Ostalpen. – Geol. Rundschau 63, 93–104, Stuttgart 1974.
- SCHULZ, O.: Typical and nontypical sedimentary ore fabrics. – In: Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits. vol. 3. (Edit. K. H. Wolf) Amsterdam: Elsevier 1976.
- SCHWINNER, R.: Das Paläozoikum am Brenner. Vergleiche und Wertungen. – Zentralbl. Min. Geol. Paläont. 1925 B, 241–273, Stuttgart 1925.
- SCHWINNER, R.: Ostalpine Vererzung und Metamorphose als Einheit? Verh. Geol. B.-A. 1946, 52–61, Wien 1949.
- SPENGLER, E.: Warum liegt die weitaus größte Sideritlagerstätte der steirischen Grauwackenzone gerade am Erzberg bei Eisenerz? – Z. prakt. Geol. 34, 86–91, Berlin 1926.
- TAFFANEL, M. J.: Le gisement de fer spatique de l'Erzberg. – Ann. mines 4, 24, Paris 1903.
- THALMANN, F.: Probleme der Abbauplanung und Qualitätssteuerung am Steirischen Erzberg in Abhängigkeit von den geologisch-mineralogischen Verhältnissen. – Mitt. Geol. Ges. Wien 66–67, (73–74), 245–263, Wien 1974.
- TUFAR, W.: Neue Aspekte zum Problem der ostalpinen Spätlagerstätten am Beispiel einiger Paragenesen vom Ostrand der Alpen. – 2<sup>nd</sup> Intern. Symp. Min. Dep. Alps, 221–235, Geologija: razprave in poročila 15, Ljubljana 1972.
- TUFAR, W.: Zur Altersgliederung der ostalpinen Vererzung. – Geol. Rundschau 63, 105–124, Stuttgart 1974.
- VACEK, M.: Skizze eines geologischen Profils durch den Steirischen Erzberg. Jb. Geol. R.-A. 50, 23–32, Wien 1900.
- WEBER, L.: Alter und Genese der Eisenspat-Eisensilikatvererzung im Westteil der Gollrader Bucht. – BHM, 122. Jg. H 2 a, 78–80, Wien 1977.