

Die Vererzung vom Siegrabener Kogel (Burgenland)

Mit 11 Abbildungen und 1 Tabelle

VON WERNER TUFAR *), Aarhus

Zusammenfassung: Aus der mittelostalpinen Siegrabener Deckscholle wird eine präalpidische, durchbewegte Eisenlagerstätte beschrieben, die sich als Besonderheit durch eine reiche Granatführung auszeichnet. Die eigentliche Vererzung besteht nur aus Magnetit und Hämatit. Der Eisenglanz der Lagerstätte entstand durch Martitisierung des Magnetites und kann als ein Produkt einer alpidischen Diaphthorese aufgefaßt werden. Sämtliche Übergangsstufen von reinem Magnetit als Ausgangsprodukt, über schwach martitisierten Magnetit, Hämatit mit Magnetitresten bis zu reinem Eisenglanz konnten in der Lagerstätte nachgewiesen werden. Ein mit dieser Lagerstätte bis zu einem gewissen Grade vergleichbares Vorkommen ähnlicher Entstehung und Paragenese stellt in den östlichen Zentralalpen nur das ebenfalls präalpidische Vorkommen im Buchwald ober Waldbach (Oststeiermark) dar.

Summary:

From the Middle East Alpine „Siegrabener Deckscholle“ is described a pre-Alpine tectonically disturbed iron deposit which is characterised in particular by its rich garnet mineralisation. The actual ore mineralisation consists of only magnetite and haematite. The haematite (i. e. martite) of the deposit is pseudomorphous after the magnetite and can be considered as a product of an Alpine diaphthoresis. All the various steps in the transformation of the original pure magnetite through slightly martitised magnetite, haematite with remaining magnetite, to pure haematite could be proved in this deposit. An occurrence which has a similar mode of formation and paragenesis, and is to a certain degree comparable with this deposit, is represented by another pre-Alpine occurrence in the Eastern Central Alps, that at Buchwald ober Waldbach in East Styria.

Am Siegrabener Kogel (P. 650) NW von Siegraben, an der engsten Stelle des Burgenlandes findet sich ein sowohl geologisch als auch mineralogisch sehr interessantes und reizvolles Vorkommen, eine „Kleinstlagerstätte“. Die einzige Erwähnung dieses Vorkommens macht F. KÜMEL, der vom O- und SO-Hang des Siegrabener Kogels Hämatit-Quarz-Gänge erwähnt. F. KÜMEL beschreibt weiters auch Lesesteine von dunklem Magnetit W P. 542 („Königsbügel“) in Amphibolit, wobei es sich hierbei um eine ehemalige magmatische Ausscheidung handeln soll.

Dieses zweitgenannte Vorkommen, das sich auf einer Erhebung („Königsbügel“) etwa zwei Kilometer S des Siegrabener Kogels befinden soll, konnte vom Verfasser nicht mehr aufgefunden werden. Von diesem Amphibolit, der nur in Rollstücken gefunden wurde, wurden ebenfalls Dünnschliffe angefertigt.

Der Amphibolit ist in den vorliegenden Proben sehr feinkörnig, hat reichlich neugesproßte Hornblende, intermediären Plagioklas, der auffallenderweise kaum

*) Adresse des Autors: Dr. WERNER TUFAR, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, Aarhus C, Dänemark.

verzwillingt ist, relativ viel Epidot, perthitischen Kalifeldspat (Orthoklas, da kleiner Achsenwinkel), etwas Biotit in Verbindung mit der Hornblende, etwas Quarz, viel Titanit, weiters etwas Granat, Diopsid und Apatit sowie Spuren von Karbonat. Petrographisch handelt es sich um einen Amphibolit der Amphibolitfazies, der vielleicht als Orthoamphibolit aufgefaßt werden kann, wofür letztlich auch der relativ hohe Titanitgehalt sprechen würde. Der Gehalt an Erzmineraleien ist gering, diese treten nur akzessorisch auf. Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich also auf das Vorkommen vom Siegrabener Kogel.

Geologisch betrachtet liegt die Lagerstätte vom Siegrabener Kogel (und der o. a. Amphibolit) in der sogenannten „Siegrabener Deckscholle“. Diese Deckscholle besteht aus stärker metamorphen Gesteinsserien — Distingneise und Eklogit-amphibolite seien als sehr charakteristisch daraus genannt — und unterscheidet sich also deutlich vom unterlagernden epizonalen Kristallin. Dieses stärker metamorphe präalpidische Kristallin wurde durch die alpidische Orogenese über das unterlagernde unterostalpine epizonale Altkristallin überschoben, auf dem es eine Auflagerung bildet. Ähnliche Auflagerungen finden sich z. B. auch bei Schäffern und Vorau und bilden dort jeweils auch stärker metamorphe Kristallindeckschollen auf dem unterlagernden unterostalpinen Altkristallin. Nach A. TOLLMANN wird die Deckscholle von Siegraben dem Mittelostalpin zugezählt.

Die Gesteine der Siegrabener Deckscholle sind leider sehr schlecht aufgeschlossen, aber einen informativen Überblick über die Gesteinsserien und deren Verbreitung und Ausdehnung vermittelt die Karte von F. KÜMEL.

Die Vererzung selbst konnte einstweilen nirgends anstehend aufgefunden werden, aber Rollstücke und kleinere Erzblöcke finden sich sehr häufig am S- und SO-Hang des Siegrabener Kogels. Als das diesen Rollstücken aus der Vererzung nächste anstehende Gestein am O-Hang des Siegrabener Kogels konnte in einem kleinen Aufschluß ein Granatbiotitschiefer, der von einem Biotitschiefer unterlagert wird, aufgefunden werden.

Der Biotitschiefer bildet ein feinkörniges, schön geschiefertes Gestein. Quarz und Plagioklas sind granoblastisch entwickelt. Der Plagioklas hat intermediäre Zusammensetzung (Andesin) und einen Durchmesser bis 0,15 mm und ist am Aufbau des Gesteins mit wesentlich mehr als 15% beteiligt. Der Quarz ist zumeist größer als der Plagioklas, stellenweise auch länglich gestreckt und manchmal verzahnt und immer sehr stark undulös. Der Biotit liegt in kleineren Scheitern schön eingeregelt in der Schieferung. Akzessorisch findet sich auch etwas Granat, Epidot, weiters Zirkon (bis 25 μ lang) und Apatit. Als Ausgangspunkt vor der Metamorphose dürfte ein grauackonähnliches Gestein vorgelegen haben. Obwohl der Plagioklasgehalt und somit der Feldspatgehalt größer als 10% ist, wird dieses Gestein wegen seiner geringen Korngröße und schön ausgeprägten Schieferung noch als Schiefer bezeichnet.

Überlagert wird dieser Biotitschiefer von einem Granatbiotitschiefer. Der Biotit in diesem Gestein ist wesentlich größer entwickelt als im unterlagernden Biotitschiefer und besitzt oft viele Einschlüsse. Charakteristischer Gemengteil dieses Gesteines ist der Granat, der in den vorliegenden Dünnschliffen bis 6 mm Durchmesser erreicht. Der Granat ist stark zerbrochen, ausgewalzt und wird von Biotitscheitern durchspießt, die gerne entlang Bruchstellen des Granates in diesem eingelagert sind und sich aus diesem bilden. Die Biotitaggregate enthalten oft kleine Granatbruchstücke und Reste des Granates. Der Quarz ist in diesem Gestein ebenfalls granoblastisch ausgebildet und sehr stark undulös. Weiters treten Lagen von länglichem, ebenfalls stark undulösem und oft zerbrochenem Quarz auf, wobei

der Quarz dann eine Länge von 0,5 mm erreicht, bei einem Durchmesser bis zu 0,2 mm. Der Plagioklas ist zum Teil zerbrochen und kommt nur als Nebengemengteil vor. Akzessorisch findet sich auch etwas Epidot, Zirkon, Apatit, Titanit und kleinkörnige Disthenaggregate! Als Ausgangsprodukt für dieses Gestein kann ebenfalls ein pelitisches bis semipelitisches Gestein in Betracht gezogen werden. Sowohl im Granatbiotitschiefer, wie im Botitschiefer konnte in den vorliegenden Dünnschliffen kein Chlorit nachgewiesen werden.

In beiden Gesteinen finden sich Rollstücke von Pegmatit. Dem petrographischen Befund nach handelt es sich bereits um einen Augengneis. Hauptgemengteil ist ein 4 bis 6 mm großer, stellenweise perthitischer Mikroklin, der stark tektonisch beansprucht ist. Er ist zerbrochen und wird von kleinem Quarz, der Rekristallisation zeigt, verheilt, manchmal aber auch von kleinem Mikroklin. Die Gitterung des Mikroklin ist nur ganz schwach ausgebildet. Um den Mikroklin bilden sich Lagen und Säume von neugesproßtem Muskovit, der jünger als die Durchbewegung ist. Der Mikroklin enthält als Fülle oft parallele Züge von Muskovitnadeln mit einer maximalen Länge von 20 bis 50 μ und einer Breite von 3 μ . Der Quarz ist langgestreckt, tektonisch verbogen, zerbrochen, stark undulös und wird oft von kleinen, rekristallisierten Quarzkörnern umgeben, Gerundete Quarzkörner, die nur schwach undulös sind, treten als Einschluß im Mikroklin auf.

Die in allen untersuchten Gesteinsproben beobachtete tektonische Beanspruchung und Durchbewegung kann auch in allen Gesteinen der Lagerstätte selbst beobachtet werden. Der Mineralinhalt der Lagerstätte, ebenso wie der der untersuchten Nebengesteine ist stärker metamorph und stellt eine Bildung zumindest der Mesozone dar. Die bearbeiteten Proben des Vorkommens selbst waren alle sehr frisch und Brauneisen fand sich immer nur sehr selten.

Der Inhalt der Siegrabener Lagerstätte, zutreffender und besser wegen der geringen Ausdehnung wäre eigentlich der Ausdruck Vorkommen, beschränkt sich sich auf nur wenige Mineralien. Die Gangart wird hauptsächlich von Granat, Quarz und Epidot gebildet. Daneben finden sich selten akzessorisch Apatit, Titanit, zersetzter Feldspat und kleinste Hornblende aktinolithisch-tremolitischer Zusammensetzung. Als Erze konnten in den vorliegenden Anschliffen nur Magnetit und Hämatit beobachtet werden, wenn man von sehr wenig Brauneisen als Verwitterungsbildung absieht. Sulfide konnten einstweilen in keinem Anschliff nachgewiesen werden, nicht einmal Pyrit, ebenso fehlen in der Gangart auch vollkommen Karbonate.

Schon makroskopisch ist an den Handstücken eine starke Durchbewegung zu erkennen. Der Granat ist zerbrochen und ausgewalzt, die Erze sind ebenso verschiefert. Die Erze und die Gangarten werden von einigen Millimeter breiten jüngeren Quarzgängen durchschlagen, die sich gegenseitig durchkreuzen und vollkommen erzleer sind. Makroskopisch fällt bei manchen Stufen eine gewisse Ähnlichkeit mit Itabiriteisenerzen auf, vor allem bei den Stücken, die hauptsächlich aus Quarz- und Magnetit-, bzw. Hämatitlagen bestehen.

Alle makroskopisch gemachten Beobachtungen sind natürlich im mikroskopischen Bereich wiederzufinden und, wie etwa die starke tektonische Beanspruchung sowohl an den Gangarten, als auch an den Erzen, deutlich ausgeprägt.

Sehr charakteristisch für diese Lagerstätte ist der Granat. Er ist derb ausgebildet und kann, je nach seinem Anteil an den vorgefundenen Rollstücken oft fast reine Granatfelse bilden, die nur wenig martitisierten Magnetit, Epidot, Quarz und die o. a. akzessorischen Silikate enthalten. Immer aber ist der Granat sehr stark zerbrochen. Zwischen Granat und Epidot sind stellenweise

Kristallflächen ausgebildet, zumeist sind die Verwachsungen aber unregelmäßig und im Granat finden sich unregelmäßige körnige Epidoteinschlüsse und umgekehrt unregelmäßige Granateinschlüsse im Epidot. Der Epidot ist zumeist unregelmäßig körnig, stellenweise auch verzwilligt. Reste von ausgewalztem, zerbrochenem Granat und etwas Epidot finden sich meist auch noch in Stücken, die hauptsächlich aus Erz und Quarz bestehen.

Granat als ein Hauptgemengteil der Vererzung ist aus den Ostalpen sonst eigentlich nur aus der Lagerstätte vom Buchwald ober Waldbach bekannt (W. TUFAR), in den Südalpen beschrieb ihn E. CLAR von Schneeberg in Südtirol.

Der Granat vom Siegggrabener Kogel wurde chemisch analysiert und zum Vergleich dazu seien auch die Analysen des Granates aus der Vererzung vom Buchwald ober Waldbach und Schneeberg in Südtirol nach W. TUFAR angeführt.

	Siegggraben	Buchwald	Schneeberg
	%	%	%
SiO ₂	36,73	35,55	36,08
Al ₂ O ₃	8,92	14,12	19,50
Fe ₂ O ₃	18,53	13,92	3,06
FeO	9,13	20,77	28,44
TiO ₂	0,20	0,33	0,32
MnO	0,10	6,90	3,54
CaO	25,03	4,90	5,44
MgO	1,56	3,72	3,81
	100,20	100,21	100,19

Die rein formale mineralogische Verrechnung des Granates von Siegggraben ergab:

	Gew.% : Mol. Gew.	Mol. Gew. × 1000	
SiO ₂	36,73 : 60	612	612 : 13 = 204
Al ₂ O ₃	8,92 : 102	87	
Fe ₂ O ₃	18,53 : 160	116	
TiO ₂	0,20 : 80	3	206
FeO	9,13 : 72	127	
MnO	0,10 : 71	1	614 : 3 = 205
CaO	25,03 : 56	447	
MgO	1,56 : 40	39	
Grossular		14,4%	
Pyrop		5,2%	
Almandin		21,1%	
Andradit		58,9%	

Beim Vergleich der Analysenwerte fällt vor allem der hohe Calcium- und Fe⁺³-Gehalt beim Granat von Siegggraben auf. Dementsprechend bildet die Andraditkomponente den Hauptanteil dieses Granates. Dies ist weiter nicht verwunderlich, da ja Epidot stellenweise sehr stark an der Gangart beteiligt ist und daher von Haus aus ein calciumreicher Granat vermutet werden konnte. Daher ist beim Granat von Siegggraben die Almandinkomponente im Gegensatz zum Granat von Schneeberg/Südtirol und bis zu einem gewissen Grad ebenfalls beim Granat von Buchwald ober Waldbach relativ nieder.

Der Granat von Schneeberg/Südtirol wurde als mesozonale Bildung der Regionalmetamorphose („Tauernkristallisation“ nach E. CLAR) gedeutet, während der Granat vom Buchwald ober Waldbach nach W. TUFAR die Bildung einer präalpidischen Metamorphose darstellt. Der Granat von Siegggraben kann auf Grund seines Chemismus, z. B. der hohen Andraditkomponente, als tiefer meta-

morphe Bildung aufgefaßt werden. Es stimmt also der Granat mit den übrigen Gesteinen der Siegrabener Deckscholle im Metamorphosegrad überein.

Wie schon eingangs erwähnt, besteht die eigentliche Vererzung der Lagerstätte nur aus Magnetit und Eisenglanz.

Der Magnetit bildet mehrere Millimeter lange und 1 bis 2 mm breite allotriomorphe Aggregate und Lagen, die in die Gangart eingeregelt sind und deutlich eine Schieferung abbilden. Gegen die älteren Gangarten zeigt der Magnetit keine Kristallformen, also am Rande der Aggregate, aber im Innern derselben zeigt sich, daß die Magnetite gegeneinander öfters Kristallflächen scharf und deutlich ausgebildet haben. Die einzelnen Körner zeigen oft Risse und Sprünge, z. T. als Folge einer tektonischen Beanspruchung. Entlang diesen Rissen und Sprüngen, aber auch nach den Korngrenzen in den Aggregaten wird der Magnetit aszendiert von Eisenglanz verdrängt, es kommt zur Martitisierung des Magnetites, die neben der Granatführung eine zweite Besonderheit der Siegrabener Lagerstätte darstellt. Diese Martitisierung des Magnetites wird ausführlich bei der Besprechung des Hämatites dieses Vorkommens behandelt.

Ätzt man diese hauptsächlich magnetitführenden Anschliffe, so zeigt sich vor allem, daß sich besonders die Eisenglanzadeln im Magnetit sehr gut ätzen lassen. Daneben werden aber die Sprünge und Risse in den einzelnen Magnetitkörnern deutlich angeätzt, ebenso die Korngrenzen des Magnetites in den ausgewalzten Lagen, wobei diese Korngrenzen nun ebenfalls sehr deutlich zu erkennen sind. Nach der Ätzung (konzentrierte Salzsäure, 5 Sekunden) zeigen die wenig martitisierten und daher wenig angeätzten Magnetite stellenweise kleine Schwankungen im Reflexionsvermögen, das heißt, einige Körner sind etwas dunkler. Kleine allotriomorphe Magnetite in der Gangart lassen auch nach dem Ätzen keine Kornform erkennen.

Aber auch der Magnetit seinerseits tritt als Verdränger auf. Er verdrängt die ältere Gangart, vor allem den zerbrochenen Granat, wird aber wieder vom Eisenglanz verdrängt. Der Magnetit führt manchmal Gangart als Einschuß, die stellenweise idiomorph sein kann, desgleichen findet sich ebenfalls Magnetit als Einschuß in den Gangartkörnern.

Wesentlich häufiger als der Magnetit und eigentliches Haupterz von Siegraben ist der Eisenglanz. Manche Anschliffe bestehen fast nur aus Hämatit mit wenig Gangart, wobei diese hauptsächlich von Quarz, einigen ausgewalzten und zerbrochenen Granatlagen und etwas Epidot gebildet wird.

Der Hämatit zeigt ebenfalls deutliche Einregelung in die Schieferung. Beim Zurücktreten der quarzigen Gangart ist der Eisenglanz stellenweise mehr körnig entwickelt, bei stärkerem Vorherrschen von quarziger Gangart ist in den Einzelkörnern zumeist die Basis {0001} ausgebildet, z. T. bildet der Eisenglanz dann oft allotriomorphe Aggregate oder Lagen, die denen des Magnetites entsprechen und in denen man die einzelnen Individuen durch die Anisotropie und Ausbildung der Basis unterscheiden kann.

Der Eisenglanz ist von Korn zu Korn verschieden stark nach {1011} verzwillingt. Es handelt sich dabei um eine Druckverzwillingung. Mancher Eisenglanz ist überhaupt nicht verzwillingt, manche Körner zeigen nur eine oder zwei Lamellen, die durch Bruch um kleine Beträge gegeneinander verschoben sein können. Stellenweise ist der Hämatit aber sehr stark verzwillingt. Diese Verzwillingung geht wohl hauptsächlich auf tektonische Beanspruchung zurück, die ebenso zu Translationen nach der Basis {0001} und zur Verbiegung einzelner

Zwillingslamellen führt, außerdem noch eine stellenweise undulöse Auslöschung des Hämatites bewirkt. Als Folge der tektonischen Beanspruchung ist der Eisenglanz an manchen Stellen zerbrochen und um unregelmäßige Hämatitkörner finden sich Säume von kleineren Körnern desselben Mineralen, die Rekristallisation zeigen können, sowie kleine Gangartkörner. Eine Pseudospaltbarkeit des Eisenglanzes nach {1011} konnte ebenfalls in manchen Anschliffen beobachtet werden. Im Hämatit findet sich Gangart als Einschluß, desgleichen Eisenglanz als Einschluß in den Gangarten.

Die Verdrängung von Magnetit durch Hämatit nach {111} die sogenannte „Martitisierung“ wurde schon eingangs bei der Besprechung des Magnetites erwähnt und soll nun hier genau und ausführlich besprochen werden, weil sie für die Beurteilung der altersmäßigen Stellung des Eisenglanzes zum Magnetit besonders wichtig ist.

Die Martitisierung des Magnetites wurde durch azzendente Lösungen bewirkt und ist besonders stark an Korngrenzen, Rissen und Sprüngen des tektonisch beanspruchten Magnetites ausgebildet, aber auch im Innern des Magnetites finden sich vereinzelt Eisenglanzadeln.

Wie schon oben angeführt wurde, zeigen Hämatitkörner und -aggregate oft die gleiche oder ähnliche Form wie die Magnetitaggregate und -körner. Dies ist weiter nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß der gesamte Eisenglanz der Lagerstätte von Siegraben durch Verdrängung des Magnetites entstanden ist. Neben der oft sehr auffallenden Ähnlichkeit der Formen von Magnetit- und Hämatitkörnern und Aggregaten sind aber gerade die folgenden Beobachtungen von besonderer Wichtigkeit:

Manche Eisenglanzscheiter und -körner enthalten stellenweise noch die Reste des ursprünglichen Magnetites, wobei jeweils nach der Größe dieser Magnetitreste, diese sogar noch Eisenglanzadeln zeigen können. Manchmal findet man aber als Relikt im Eisenglanz gerundeten, idiomorphen Magnetit, der martitisiert ist. Vereinzelt und recht selten kann in Hämatitaggregaten, die in ihren Umrissen ganz denen von Magnetitaggregaten entsprechen, noch ein idiomorpher Magnetit, der aber keine Martitisierung zeigt, beobachtet werden, während sich im angrenzenden Eisenglanz noch Reste von Magnetit finden können.

Vereinzelt wird der Magnetit vom Hämatit auch nach lamellaren Druckzwillingen nach {111} verdrängt, wobei sich diese Druckzwillingslamellenreste des Magnetites ebenfalls als Relikte im jüngeren Eisenglanz finden.

Schon in Anschliffen, die keinen „freien“ Hämatit, sondern nur martitisierten Magnetit als Erz führen, konnte die Beobachtung gemacht werden, daß kleinere, ausgewalzte martitisierte Magnetitkörner an schmalen Stellen schon vollkommen von Hämatit verdrängt wurden, sich also die Magnetitreste auf die breiteren Stellen dieser Lamellen beschränken.

Ohne einstweilen auf die einzelnen tektonischen Phasen näher einzugehen, kann, was das Verhältnis von Hämatit zu Magnetit betrifft, folgendes festgestellt werden: Der Magnetit ist überall älter als der Hämatit. Durch azzendente Lösungen kommt es zur Martitisierung von Magnetit, also zur Verdrängung von Magnetit durch Eisenglanz. Es konnten in der Lagerstätte vom reinen Magnetit über den schwach martitisierten Magnetit alle Zwischenglieder bis zu reinem Hämatit nachgewiesen werden und somit konnte auch bewiesen werden, daß der gesamte Eisenglanz dieser Lagerstätte durch Verdrängung, also Oxyda-

tion des Magnetites durch ascendente Lösungen entstand. Selbst in den reinen Hämatitstücken findet sich vereinzelt als Relikt ein kleiner Magnetiteinschluß. Oft nimmt noch der Hämatit die Kornform des ursprünglichen Magnetites oder der Magnetitaggregate ein und man kann diese Bildungen als Pseudomorphosen von Hämatit nach Magnetit auffassen und bezeichnen.

Selbstverständlich hatte diese Verdrängung des Magnetites durch Eisenglanz und die damit verbundene Umkristallisation oft auch eine Ausbildung von Kristallflächen des Eisenglanzes zur Folge, das heißt, es wurden die äußeren Umrisse der Magnetitaggregate und -körner vom Eisenglanz übernommen, aber dennoch bildeten Hämatitkörner die Basis aus.

Es bleibt also noch die Frage zu klären, ob gleichzeitig neben der Umbildung von Magnetit zu Hämatit sich dieser auch selbständig gebildet hat. Da in allen Proben, vor allem in solchen, die nur Hämatit führen, sich an diesem bezüglich der Kornform und Relikte immer die Beobachtungen machen lassen, daß es sich um verdrängten, ursprünglichen Magnetit handelt, wie oben dargelegt wurde, weiters nirgends typisch selbständig neugebildeter und daher idiomorpher Eisenglanz nachgewiesen werden konnte, abgesehen von kleinsten Eisenglanztäfelchen, die sich aber auch mit dem Martit finden und daher von dort das Material bezogen, darf also mit größter Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß der gesamte Eisenglanz dieser Lagerstätte aus ursprünglichem Magnetit entstand.

Auf die Magnetitreste der Eisenglanze ist auch das scheinbare magnetische Verhalten dieser Hämatite zurückzuführen. Ähnliche Erscheinungen fanden z. B. SOSMAN & HOSTETTER bei den Eisenglanzen von Elba, denn auch dort gehen die magnetischen Eigenschaften der Eisenglanze auf eingelagerte Magnetitreste zurück.

Wie aus den Verwachsungen der einzelnen Mineralien untereinander ersehen werden kann, fand die Bildung der Sieggrabener Lagerstätte unter Metamorphosebedingungen statt und läßt sich in mehrere Etappen gliedern. Obwohl die Lagerstättenbildung und somit der Inhalt dieses Vorkommens auf eine Regionalmetamorphose zurückzuführen sind, hat die Lagerstätte Ähnlichkeit mit einer Skarnlagerstätte. Es sei hier aber auch betont, daß es sich bei der Lagerstätte von Sieggraben um keine magmatische Kontaktbildung handelt.

Wie schon aus dem Mineralinhalt und dessen Verwachsung hervorgeht, fand die Bildung der Lagerstätte unter den Bedingungen einer Regionalmetamorphose statt. Es ist nun nicht immer unbedingt nötig, als Lieferant für eine Lagerstätte ein Magma und dessen Differentiation usw. heranziehen zu müssen. Es genügen zur Bildung von Lagerstätten oft, wie hier etwa, die durch die Metamorphose hervorgerufenen Mobilisationen in den Gesteinen, wobei im vorliegenden Falle vielleicht an eine primäre sedimentäre Anreicherung gedacht werden darf. Man kann also die Lagerstätte von Sieggraben als metamorphogene Lagerstätte, das heißt, als Lagerstätte der „Metamorphen Abfolge“ bezeichnen.

Älteste Bildung ist Granat mit Epidot und etwas Quarz, während der Magnetit etwas jünger ist. Vor der Bildung des Magnetites, der ebenfalls noch unter Metamorphosebedingungen entstand, kam es zu einer Durchbewegung, die sich darin äußert, daß der Granat zerbricht und von Magnetit verheilt und verdrängt wird. In der genetisch ähnlichen Lagerstätte vom Buchwald ober Waldbach (W. TUFAR) sind aber Granat und Magnetit etwa gleich alt und Ilmenit und Magnetit bilden dort auch verlegte Einschlußzüge im Granat. Solche Erscheinungen fehlen natürlich in Sieggraben.

Eine starke tektonische Durchbewegung bewirkt die Verschieferung der Lagerstätte, wobei aber vor allem azendente Lösungen zur Verdrängung von Magnetit durch Eisenglanz führen. Mit diesen Lösungen dürfte ein Teil des Quarzes der Magnetit- und Hämatitquarzpartien zugeführt worden sein. In diesen Magnetit- und Hämatitquarzpartien findet sich mit den beiden Erzen immer wieder etwas älterer, ausgewalzter Granat und Epidot. Wie schon eingangs erwähnt wurde, haben gerade diese quarzreichen Magnetit- und Hämatitlagen eine gewisse Ähnlichkeit mit Itabiriteisenerzen.

Es sind also unabhängig voneinander zwei Hauptphasen der Lagerstättenbildung vorhanden, nämlich eine Metamorphose, die die Bildung der Lagerstätte bewirkte (Granat, Epidot, Quarz, Spuren von Apatit, Titanit, Hornblende, Feldspat, etwas später Magnetit) und wesentlich später eine Orogenese, die zur Verschieferung der Lagerstätte führt und bei der durch azendente Lösungen die Umbildung von Magnetit in Eisenglanz („Martitisierung“) erfolgt.

Jüngste Bildung sind erlereerte reine Quarzgängchen, die die Schieferung deutlich verqueren, die Lagerstätte also diskordant durchadern. Aber auch diese vollkommen erlereerten Quarzadern, die in das ältere Gestein eindringen und es auseinanderpreßten, zeigen noch gewisse stärkere tektonische Beanspruchung.

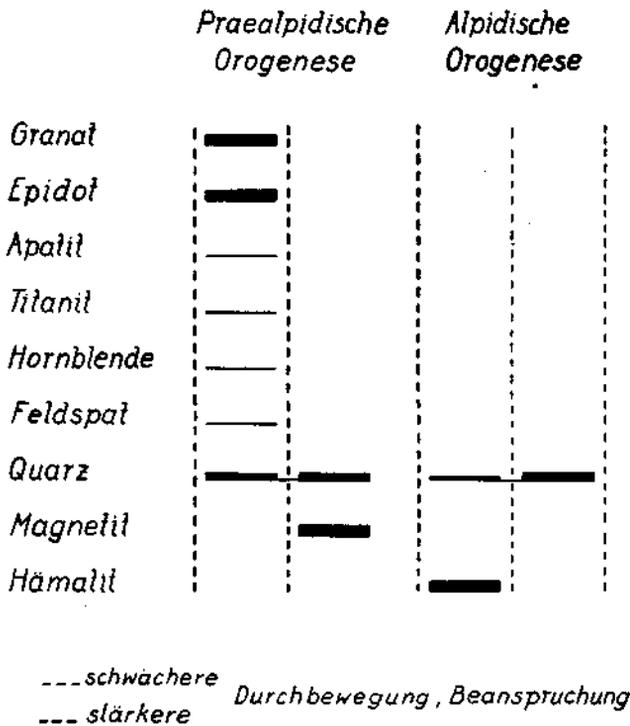
Die altersmäßige Einstufung der Siegrabener Lagerstätte und der einzelnen Phasen ergibt sich aus der Stellung der Lagerstätte in der Siegrabener Deckscholle. Die allgemein als präalpidisch angenommene Regionalmetamorphose, die die Ausbildung des Kristallins der Siegrabener Deckscholle bewirkte, führte auch zur Bildung der Lagerstätte, wobei es zu Mobilisationen während dieser Regionalmetamorphose kam. Der ersten Phase der Lagerstättenbildung gehören also Granat, Epidot, Apatit, Titanit, Hornblende und Feldspat, ein Teil des Quarzes und der Magnetit an. Der Lagerstätteninhalt stimmt also auch in bezug auf die Tiefenstufe mit den übrigen stärker metamorphen Gesteinen der Siegrabener Deckscholle überein und gehört zumindest der zweiten Tiefenstufe an. Ob vielleicht ein gewisser Zusammenhang zu benachbarten Eklogit-amphiboliten besteht, konnte einstweilen noch nicht geklärt werden, wäre aber durchaus möglich, wenngleich aber der größte Teil des Lagerstätteninhaltes wohl auf eine sedimentäre Anreicherung vor der Metamorphose zurückgeführt werden kann.

Die alpidische Orogenese, die die Überschiebung der mittelostalpinen Siegrabener Deckscholle über das unterostalpine Altkristallin zur Folge hatte, auf dem sie ja eine Deckscholle bildet, traf das Vorkommen bereits fertig gebildet an und verschieferte es. Außerdem kommt es dabei zur Verdrängung von Magnetit durch Eisenglanz. Diese Martitisierung des Magnetites kann als Diaphthorese aufgefaßt werden, die aber stärker war als z. B. in der Lagerstätte vom Buchwald ober Waldbach, denn dort wird nach W. TUFAR durch die alpidische Diaphthorese eine Chloritisierung hervorgerufen, die aber im Vorkommen von Siegraben vollkommen zu fehlen scheint. Vielleicht ist auch die Verdrängung von Granat durch Biotit in Granatbiotitschiefern am Siegrabener Kogel auf denselben Vorgang zurückzuführen.

Jüngste Bildung sind diskordante Quarzadern und -gängchen, die vollkommen erlereert sind, aber noch eine gewisse stärkere tektonische Beanspruchung erkennen lassen.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß es sich beim Vorkommen von Siegraben um eine unter Metamorphosebedingungen entstandene präalpidische Eisenlagerstätte handelt, die mehrmals stark tektonisch beansprucht

Mineralisationsphasen der
Lagerstätte Siegggraben



und auch metamorph wurde. Ein Teil dieser tektonischen Beanspruchung wurde durch die Überschiebungen während der alpidischen Orogenese hervorgerufen, die auch zur Diaphthorose der Lagerstätte (Martitisierung!) führt.

Obwohl die Lagerstätte von Siegggraben in einem tektonisch höherem Stockwerk (Mittelostalpin) liegt als die Lagerstätte vom Buchwald oder Waldbach (Unterstalpin), finden sich neben ähnlichem Mineralinhalt (Granat mit Magnetit) auch im Grade der tektonischen Beanspruchung und Durchbewegung Parallelen. Das ebenfalls präalpidische Vorkommen vom Buchwald ober Waldbach zeigt aber nach W. TUFAR einen reicheren Mineralinhalt, wie z. B. Sulfide, weiters Siderit, Mineralien, die in Siegggraben vollkommen zu fehlen scheinen. Auch im Buchwald kommt es zu einer alpidischen Diaphthorose (Chloritisierung), die aber schwächer war als die der Lagerstätte von Siegggraben.

Die Martitisierung des Magnetites von Siegggraben stellt aber keinen Einzelfall in diesem Gebiet dar. Martitisierung des Magnetites wurde von W. TUFAR ebenso aus einer anderen Lagerstätte des Semmering-Wechselgebietes beschrieben, nämlich vom Arzberg ober Waldbach (Wechsel Fenster, Pennin). Bei diesem Vorkommen kann vielleicht ebenfalls auf eine z. T. präalpidische Anlage gedacht werden, wofür die für dieses Gebiet ungewöhnliche Paragenese (hauptsächlich Magnetit) sprechen würde.

Neuerdings konnte vom Verfasser Hämatit als aszendenter Verdränger in Form von Martit im derben Magnetit in der Lagerstätte vom Buchwald ober Waldbach vereinzelt nachgewiesen werden, doch wird darüber noch gesondert berichtet werden. In beiden Lagerstätten, sowohl Arzberg als auch Buchwald, wird die Martitisierung des Magnetites durch aszendente Lösungen, hervorgerufen durch die alpidische Orogenese und der damit verbundenen Metamorphose bewirkt und stellt ebenso wie in Siegraben eine rückschreitende alpidische Metamorphose oder Diaphthorese an präalpidischen, also „alten“ Lagerstätten dar.

Der umgekehrte Fall, die Verdrängung von Eisenglanz durch Magnetit konnte vom Verfasser im Semmering-Wechselgebiet ebenfalls nachgewiesen werden, und zwar in den Eisenerzlagerstätten in der Semmering-Trias im Fröschnitzgraben. Dabei handelt es sich nach W. TUFAR um junge Karbonatlagerstätten (Siderit, Sideroplesit usw.), die stellenweise sehr viel Hämatit führen, wobei dieser Eisenglanz durch neuerliche tektonische Beanspruchung von Magnetit verdrängt wird und dieser sogar Pseudomorphosen nach Eisenglanz bildet („Muschketoffit“) und sich stellenweise in den idiomorphen Eisenglanztafeln nur mehr die Reste des Hämatites finden, während der größte Teil der Tafel vom jüngeren Magnetit eingenommen wird.

*

Für wertvolle Diskussion sei Herrn Univ.-Prof. Dr. E. SCHROLL (BVFA Arsenal-Wien) sowie Herrn Lektor Dr. F. KALSBECK (Aarhus) gedankt. Ferner gilt mein Dank für manchen wertvollen Hinweis Herrn M. WENINGER und P. REINOLD (beide BVFA Arsenal-Wien).

Literatur

- CLAR, E., & FRIEDRICH, O.: Über einige Zusammenhänge zwischen Vererzung und Metamorphose in den Ostalpen. Zeitschrift f. prakt. Geologie, 41. Jg., H. 5, 73—79, 1933.
 KÜMEL, F.: Geologische Karte Mattersburg—Deutschkreutz 1 : 50.000 sowie Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg—Deutschkreuz (Redaktion: H. KÜPPER). Wien 1957.
 SOSMAN, R. B., & HOSTETTER, C.: The ferrous iron content and magnetic susceptibility of some artificial and natural oxides of iron. Trans. Amer. Inst. Min. Eng. 58, 409—433, 1918.
 TOLLMANN, A.: Der Deckenbau der Ostalpen auf Grund der Neuuntersuchungen des zentral-alpinen Mesozoikums. Mitt. Ges. Geol. Bergbau Stud. Wien, Bd. 10, 1—62, Wien 1959.
 TUFAR, W.: Die Erzlagerstätten des Wechselgebietes. Joanneum, Mineralogisches Mitteilungsblatt, H. 1, 1—60, Graz 1963.

Abb. 1. Siegrabener Kogel. Allotriomorpher Magnetit wird entlang Sprüngen und Rissen sowie von Korngrenzen ausgehend besonders stark von Eisenglanz nach {111} verdrängt. Drei Richtungen des Oktaeders liegen in Lamellen vor, eine etwa flächenhaft in der Anschliffenebene (Magnetit: lichtgrau, Eisenglanz: fast weiß, Gangart: schwarz). (Ölimmersion, Vergrößerung 130×.)

Abb. 2. Siegrabener Kogel. Ausschnitt aus einem stark martitisierten Magnetit. Durch besonders hartes Kopieren konnte der Unterschied Magnetit (fast schwarz) und Eisenglanz (lichtgrau) besonders deutlich gemacht werden. Bei den in der Anschliffenebene liegenden Eisenglanzblättchen ist die Bireflexion des Hämatites deutlich zu erkennen (lichtgrau in verschiedenen Tönen). (Ölimmersion, Vergrößerung 285×.)

Abb. 3. Siegrabener Kogel. Martitisierter Magnetit verdrängt und verheilt älteren, zerbrochenen Granat (Magnetit: lichtgrau, Eisenglanz: Spur heller, fast weiß, Lamellen!, Granat fast schwarz). (Ölimmersion, Vergrößerung 130×.)

Abb. 4. Siegrabener Kogel. Martitisierter idiomorph-körniger Magnetit (mittelgrau), Eisenglanzlamellen (etwas heller, lichtgrau) als Einschluss in älterem, zerbrochenen Granat (fast schwarz, Innenreflexe), der von martitisierendem Magnetit entlang den Rissen „amöbenhaft“ verdrängt und verheilt wird. (Ölimmersion, Vergrößerung 130×.)

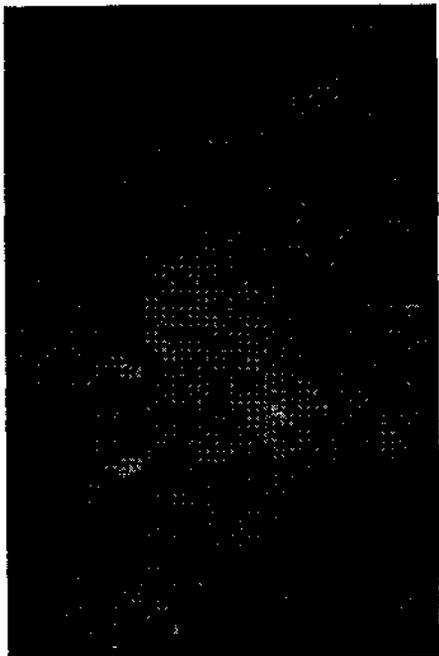


Abb. 1.

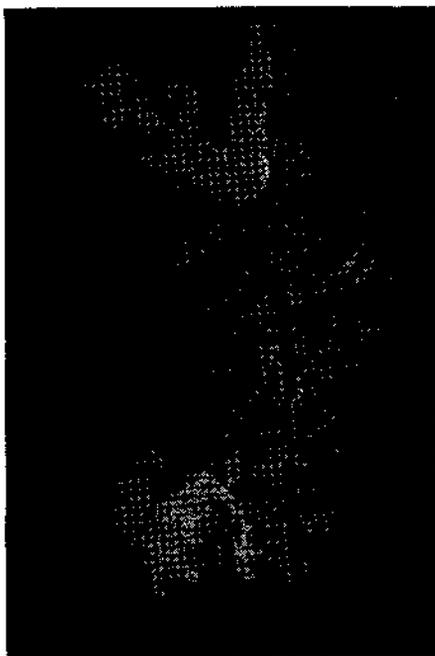


Abb. 2.



Abb. 3.



Abb. 4.

Abb. 5. Sieggrabener Kogel. Zerbrochener, in Schieferung liegender länglicher, allotriomorpher Magnetit (mittelgrau) bis auf wenige Reste schon fast vollkommen nach {111} von Eisenglanz verdrängt (Eisenglanz: lichtgrau). (Gangart: schwarz.) (Ölimmersion, Vergrößerung 285 ×.)

Abb. 6. Sieggrabener Kogel. Eisenglanzaggregate (lichtgrau), zum Teil mit angedeuteter Basis, entstehen durch Martitisierung aus Magnetitaggregaten. In einem Hämatitkorn finden sich noch die Reste des ursprünglichen Magnetits (mittelgrau). Bei starker Vergrößerung sind in den Magnetitresten Eisenglanzlamellen, die den Magnetit nach {111} verdrängen und vom umgebenden Eisenglanz eindringen, zu erkennen (Gangart: schwarz). (Ölimmersion, Vergrößerung 130 ×.)

Abb. 7. Sieggrabener Kogel. Ursprüngliches Magnetitaggregat, das schon zum größten Teil von Eisenglanz (lichtgrau) verdrängt wurde. Im Aggregat befindet sich noch ein idiomorpher, nicht martitisierter Magnetit (mittelgrau) als Rest sowie im Eisenglanz in einem Korn noch Reste des ursprünglichen Magnetites. Der Eisenglanz übernimmt zum Teil die ursprüngliche Form der Magnetitkörner (Gangart: fast schwarz). (Vergrößerung 85 ×.)

Abb. 8. Sieggrabener Kogel. Detail aus Abbildung 7, Magnetitreste im Eisenglanz. Im Eisenglanz (lichtgrau) sind die Reste des Magnetites (mittelgrau) zu erkennen, der vom Eisenglanz nach {111} verdrängt wird, wobei deutlich die vom Eisenglanz in den Magnetit gehenden Lamellen zu sehen sind (Gangart: schwarz, 1 Innenreflex erscheint hell). (Ölimmersion, Vergrößerung 285 ×.)



Abb. 5.



Abb. 6.



Abb. 7.



Abb. 8.

Abb. 9. Siegrabener Kogel. Allotriomorphes Hämatitkorn, entstanden aus Magnetit. Im Eisenglanz (lichtgrau) findet sich ein körnig-idiomorpher Magnetitrest (dunkelgrau), der martitisiert ist, wobei die Eisenglanzadeln vom umgebenden Hämatit in den Magnetit eindringen und diesen verdrängen (Gangart: schwarz). (Olimmersion, Vergrößerung 285 ×.)

Abb. 10. Siegrabener Kogel. Tektonisch stark beanspruchter Eisenglanz, postkristallin stark deformiert. Der aus Magnetit entstandene Eisenglanz zeigt als Folge der starken tektonischen Beanspruchung Druckzwillingsbildung nach $\{10\bar{1}1\}$, wobei die Zwillingslamellen außerdem noch verbogen wurden. Als weitere Folge der starken tektonischen Beanspruchung löscht der Eisenglanz sehr stark undulös aus (weiß—schwarz). (Umgebender Eisenglanz: je nach Auslöschung weiß bis schwarz, die Gangart ist durch Innenreflexe stark aufgehellt.) (Olimmersion, Nicols +, Vergrößerung 130 ×.)

Abb. 11. Fröschnitzgraben, Eingang ins Tal, Neuer Schurfbau. Großer, idiomorpher Eisenglanz (lichtgrau) wird von Magnetit (etwas dunkler) verdrängt. Der Magnetit übernimmt deutlich die Kristallform des Eisenglanzes, bildet also eine Pseudomorphose nach Eisenglanz („Muschke-toffit“). Gangart (Sideroplesit), zum Teil auch als kleiner Einschluß im Eisenglanz und Magnetit, läßt deutlich den starken Reflexionspleochroismus erkennen (Dunkelgrau in verschiedenen Tönen). (Vergrößerung 85 ×.)



Abb. 9.



Abb. 10.



Abb. 11.