

ÜBER DAS AUFTRETEN
ROTEISENSTEINFÜHRENDER PORPHYROIDHORIZONTE
IM STEIRISCHEN ERZBERG

Von
Harald HAJEK (Eisenerz)

Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen. Bd. 4, 1966:3–36

Über das Auftreten
roteisensteinführender Porphyroidhorizonte
im Steirischen Erzberg

Der Porphyroid der Grauwackenzone wird in der Literatur als das Ergebnis großer, mehr oder weniger einzeitiger Deckenergüsse betrachtet (G. HIESSLEITNER, 1929: 214, 1931: 58; H. P. CORNELIUS, 1952: 48; K. METZ, 1953: 19; H. FLÜGEL, 1964: 417). Um dessen Einstufung hat sich G. FLAJS (1964) mittels Conodonten-Faunen bemüht und seine Platznahme auf den Zeitraum zwischen Ashgill und unteres Wenlok eingeschränkt.

Nun zeigte aber eine Bohrung (Geyereck I), welche in den Jahren 1939/40 nördlich von Eisenerz am Fuße des Pfaffensteins niedergebracht wurde und eine Teufe von 903,3 m erreichte (und damit die bisher tiefste Bohrung im Grenzbereich Kalkalpen-Grauwackenzone darstellt), daß unter dem Porphyroidhorizont, welcher das Liegende der Sideritlagerstätte des Steirischen Erzberges darstellt, noch drei Porphyroidhorizonte – eingeschaltet in Tonschiefer – liegen. Diese Porphyroidhorizonte treten mit großer Wahrscheinlichkeit im Normalverband auf.

In den letztvergangenen Jahren ist es im Zuge der Aufschlußtätigkeit mittels Kernbohrungen, mittels Auffahrungen von Strecken in der Aus- und Vorrichtung in der Grube und im Zuge der Tagbaukartierung gelungen, im erzführenden Kalk (im Hangenden des Porphyroids des Lagerstättenuntergrundes) zwei weitere Porphyroidhorizonte festzustellen, in deren Verband sich Roteisensteinlagen befinden. Weiters wurde erkannt – belegt durch Material aus der Probensammlung der geologischen Abteilung und durch Aussagen von Mitgliedern des Aufsichtspersonals – daß auch der Porphyroid des Lagerstättenuntergrundes Roteisenerz führt.

Die Gesteinsfolge des Steirischen Erzberges umfaßt vom Liegenden zum Hangenden: Porphyroid (als Liegendes der Sideritlagerstätte), Kalkschiefer und bankige Kalke der Liegendscholle, quarzitisches und graphitisches Schiefer des sog. Zwischenschieferhorizontes, bankige Kalke und massige Rifffalke der Hangendscholle. Die karbonatische Folge samt dem Zwischenschiefer wird als Erzformation bezeichnet. Über diese paläozoische Schichtfolge transgredieren mit Winkeldiskordanz Werfener Schiefer mit Sandstein - und Gipseinlagerungen.

Die Begriffe: Liegendscholle und Hangendscholle sind in die Literatur eingeführt worden und werden weiterverwendet, wobei unter Liegendscholle die Kalk- und Kalkschieferfolge unter dem Zwischenschiefer verstanden wird, unter Hangendscholle die Kalke im Hangenden davon. Mit diesen Begriffen werden keine Vorstellungen der Art verbunden, daß es sich um tektonische Wiederholungen handle.

Das Auftreten von Porphyroid in der Liegendscholle

Bisher konnte das Auftreten von Porphyroid innerhalb der Liegendscholle an vier Stellen nachgewiesen werden, und zwar durch Kernbohrungen im Saigerschnitt \cos^{+1} -2500 und \cos -2300 sowie durch das Auffahren von Strecken in den Gruben Elias und Liedemann. In allen Fällen tritt der Porphyroid im selben Horizont auf, und zwar 80 bis etwa 120 m im Hangenden des Porphyroids des Lagerstättenuntergrundes.

A 1. Im Zuge der Auswertung von Bohrkernen wurde festgestellt, daß die Bohrung Cr. 24/60 (= Crälius Nr. 24 aus dem Jahre 1960) mit dem Ansatzpunkt \cos -2500, \sin +12970, 45° abwärts gegen Ost in der Höhe von 683 m ü. d. M. (das ist etwa 80 m im Hangenden des Porphyroids des Lagerstättenuntergrundes in der räumlichen Position von

⁺ \sin und \cos geben Koordinaten des markscheiderischen Netzes an. \sin gibt die Position östlich des Lugauer, \cos die Position südlich des Lugauers an.

AUSSCHNITT aus dem SAIGERSCHNITT Ost-West cos-2500 (vereinfacht)

BEILAGE 1

WEST

EI/AS 973 m

LIEDEMANN 908 m

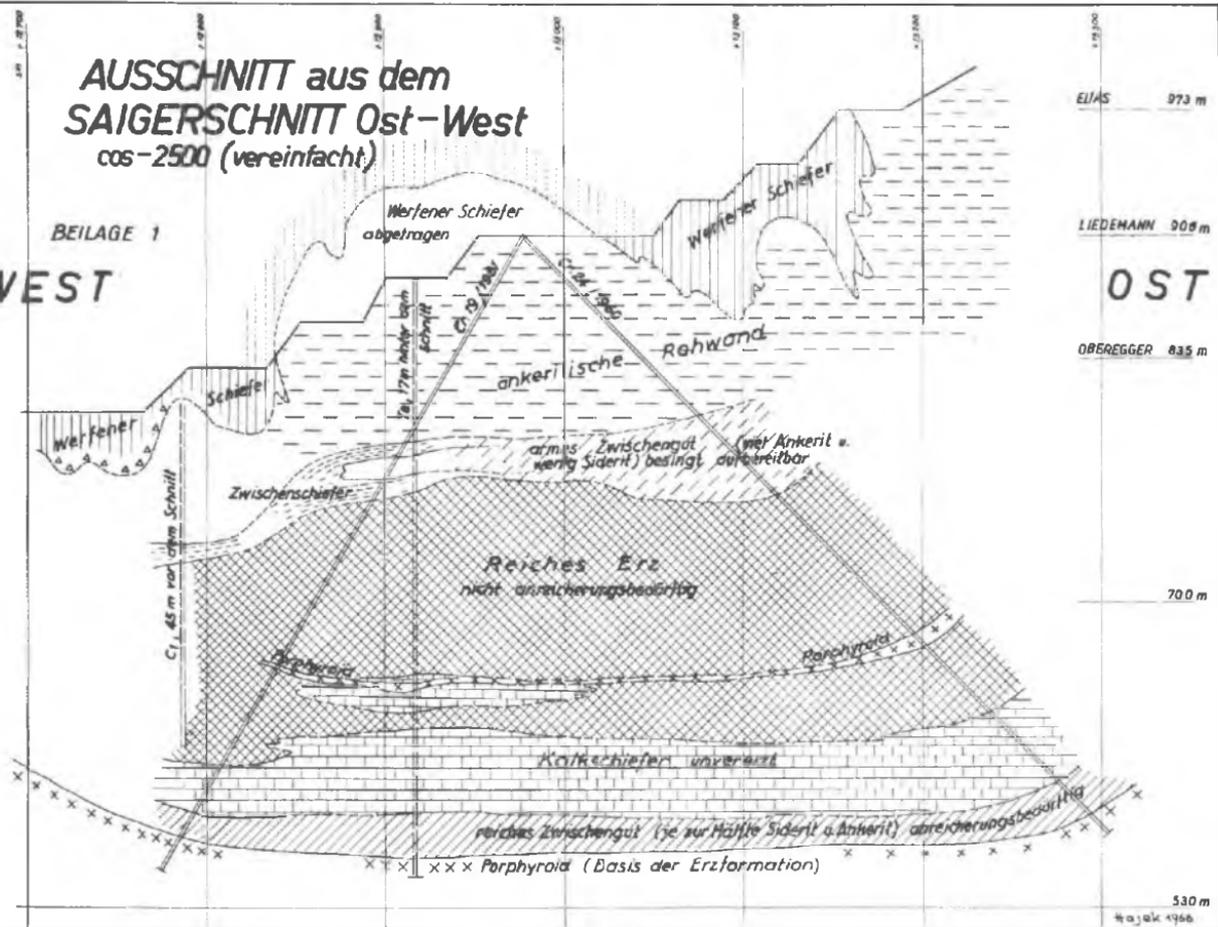
OST

OBREGGER 835 m

700 m

530 m

4.2.56



cos -2500, sin +13190) eine etwa 5 m mächtige Schicht einer mittelkörnigen Breccie durchteuft. Diese Breccie setzt sich aus grünen Tonschieferfetzen von mm bis max. 1 cm im ϕ und Quarzkörnern zusammen, von denen die größeren (max. 1/2 cm im ϕ) milchigweiß-fettglänzend sind und oft einen roten Saum zeigen, während die kleineren Individuen rötlich bis rot erscheinen. In der Grundmasse tritt überdies noch Ankerit als Bindemittel unregelmäßig auf. Makroskopisch sieht dieses Gestein rot-grün-braun-weiß-fleckig aus. Eine Schichtung ist nur andeutungsweise erkennbar. In dieser Breccie waren einige dünne, rote Schlieren eingeschaltet, welche makroskopisch Quarzkristalle in felsitischer Grundmasse zeigen.

U. d. M. zeigen sich größere, gut ausgebildete, jedoch zersprungene Quarzeinsprenglinge in einer feinfilzigen Serizitgrundmasse. In ihr tritt relativ viel Erz (Hämatit) in rundlich-lappigen Körnern in zeilenförmiger Anordnung auf. Es handelt sich demnach um einen stark serizitisierten, jedoch nicht deformierten Porphyroid.

Bei der Bohrung T8 mit dem Ansatzpunkt cos -2483, sin +12918, saiger, welche 17 m hinter dem Saigerschnitt von cos -2500 abgeteuft wurde, hat A. KERN auf Höhe 655 m ü. d. M. (das sind etwa 95 m über dem Porphyroid des Lagerstättenuntergrundes) eine wenige Meter mächtige Schicht aus grünlichem Schiefer mit Pyrit und etwas Quarz eingetragen und mit der Bezeichnung: Zwischenschiefer? versehen.

Nach der Bohrung Cr 19/61, cos -2500, sin +12970, 60° abwärts gegen West, tritt in etwa demselben sin. 110 m im Hangenden der soeben besprochenen Schicht pyritreicher, grüner Tonschiefer und Tonschiefermylonit auf, welcher nach Position und Aussehen dem Zwischenschiefer entspricht.

Bei der aus pyrithaltigem Tonschiefer und Quarz bestehenden Einlagerung in der Bohrung T8 dürfte es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um die Fortsetzung des in der Bohrung Cr. 24/60 erwähnten porphyroidhaltigen Horizonts handeln. Siehe Beilage 1.

A 2. Die Bohrung XH50 27/1959, $\cos -2300$, $\sin 13527$, saiger, durchteufte 115 m im Hangenden des Porphyroids des Lagerstättenuntergrundes (vom Hangenden zum Liegenden) eine 30 cm lange Zone aus lichtgrünem Schiefer mit Quarz, dann rot-violett-weißgefaserten Schieferkalk, darauf eine Zone schlieriger, rotviolett gefärbter Rohwand (mit Roteisenerzschlieren, Anm. des Verf.), die in dichtes Roteisenerz übergeht, welches Pyritnester führt. Darauf folgt wiederum rotviolett-weißer Schieferkalk. (Bohrkernbeschreibung: O. LOTTRITSCH). Die Bohrkerne aus dichtem, etwas sideritführendem Roteisenstein liegen vor. Bei der Zone aus grünem Schiefer und Quarz dürfte es sich um Porphyrtuff oder Tuffit handeln. Die Abfolge: rotvioletter Kalk im Hangenden und Liegenden des Roteisensteinhorizonts entspricht einer fast gleichen Abfolge auf der Etage Ferdinand (in der Hangendscholle), welche noch besprochen wird.

B. Im Nordfeld der Grube Elias wurde im Zuge der Auffahrung von Kopf- und Abbaustrecken (ebenfalls in der Liegendscholle) eine Linse von Porphyroid in der Erzformation festgestellt. Der Porphyroid wird von pyritführenden Tonschiefern begleitet und zum Teil zwischenlagert. Die Linse ist über 100 m lang und mehrere Meter bis max. 15 m mächtig. Bemerkenswerter Weise liegt diese Porphyroidlinse ebenfalls etwa 80–100 m im Hangenden des Porphyroids des Lagerstättenuntergrundes. Zum Unterschied zu dem unter Pkt. A beschriebenen Vorkommen, bei welchem es sich um quarzporphyrmaterialhaltige Breccien und um Tuffe und Tuffite handelt, mit nur geringem Anteil an echter Lava, liegt bei der auf Grube Elias aufgeschlossenen Linse ein massiger Porphyroid mit Tuffen vom Typus des Lagerstättenuntergrundes vor, in deren streichender Verlängerung nach N und S noch einige weitere, kleinere Linsen beobachtet wurden. Siehe Beilage 2 (stellt gleichzeitig ein gutes Beispiel für eine epigenetische, selektive, hydrothermal-metasomatische Vererzung dar).

Sohle ELIAS

Abbaue 1-17 NORD

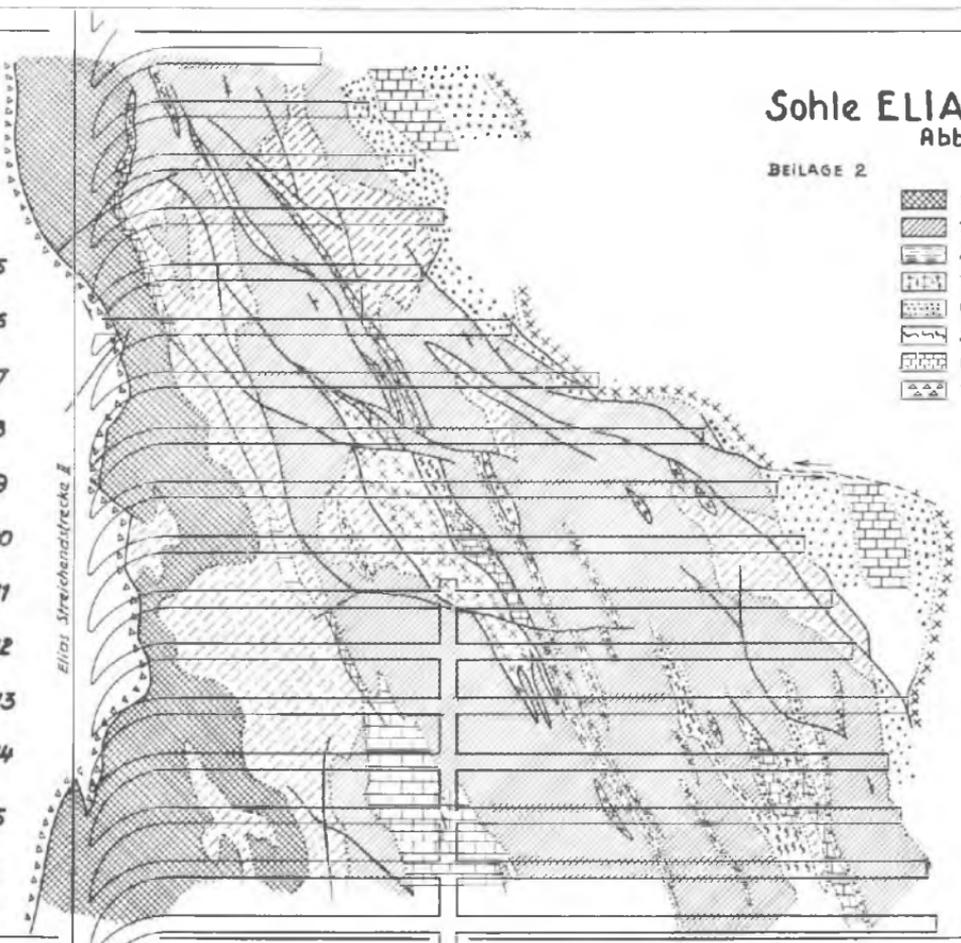
BEILAGE 2

Legende:

-  Reiches Erz
-  Reines Zwischengut
-  Ankeritische Rohwand
-  Porphyroid
-  Übergangs-Porphyrroid
-  Zwischenschiefer d. Lgdsh.
-  Kalkschiefer, unvererzt
-  Werfener Schiefer

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

Elias-Streichenatfrecke II



Bei der Vorrichtung des Südfeldes der Grube Liedemann konnte auf den Sohlen Antoni und Schiller ebenfalls eine mehrere Meter mächtige Einlagerung von z. T. massigem, z. T. verschiefertem Porphyroid über 80 m streichender Länge (nach den gegenwärtigen Aufschlußverhältnissen) verfolgt werden.

Es handelt sich demnach um mehrere isoliert auftretende Porphyroidlinsen bzw. geringmächtige porphyroidmaterialhaltige Lagen, welche aber in ein und demselben Niveau erscheinen. Es liegt durchaus im Bereich des Möglichen, daß durch weitere Aufschlußtätigkeit im selben Horizont noch weitere Porphyroideinlagerungen gefunden werden.

Das Auftreten von Porphyroid in der Hangendscholle

Bei der Durchführung der Tagbaukartierung im Herbst 1962 wurde auf der Etage Ferdinand des Vordernberger Revieres, etwa 30 m im Hangenden des Zwischenschiefers ein etwa 0'5-1'5 m mächtiger Roteisensteinhorizont mit grünem Tonschiefer und etwas Porphyroid festgestellt. Im Zuge weiterer Beobachtungen konnte dann auf Etage Achazi, in unmittelbarer Nähe des Achazi-Schachtes die Fortsetzung des auf Ferdinand festgestellten Roteisensteinhorizontes - wiederum etwa 30 m im Hangenden des Zwischenschiefers - aufgefunden werden. Hier handelt es sich um eine 2-3 m mächtige ss-parallel eingeschaltete Schicht aus Roteisenstein und massigem Porphyroid, wobei es sich bei dem Porphyroid um einen Typ handelt, der sich nicht von dem im Liegenden der Erzformation unterscheidet. Er liegt in linsen- bis fladenförmigen Körpern vor (bis zu mehreren Metern lang und bis zu mehr als 1 m mächtig) und ist in sich durch Lagen und Schlieren aus Roteisenstein oder Tonschiefer (grün oder seltener violett), manchmal auch durch beide Komponenten gemeinsam gegliedert.

An einigen größeren Stücken (im m^3 -Bereich) konnte, durch Roteisenstein und Tonschieferlagen abgebildet, ein gut ausgebildetes Fließgefüge mit Stirnfalten beobachtet werden. Die Oberfläche der Porphyroidlagen ist wellig-wulstig, meist glatt, und von Tonschieferlagen belegt. Dabei zeigen diese Tonschieferlagen oft deutlich ausgebildete Winkeldiskordanzen. Siehe Bild Nr. 1.

Daneben erscheinen Bilder, welche ein unregelmäßig schlierig-wolkiges und teigiges Ineinanderfließen von Porphyroid und Roteisenerz zeigen.

In der Folge gelang es, auf allen weiteren Etagen des Vorderberger Revieres die Fortsetzung dieses Porphyroidhorizontes – in absetzige Linsen gegliedert – aufzufinden. Er tritt immer im Hangenden des Zwischenschiefers auf und bildet eine mehr oder weniger mächtige Schicht (wenige Dezimeter bis max. 3 m mächtig) aus meist grünem bis grauem Tonschiefer mit Lagen und Schichten von graugrünem Porphyrtuff (zum Teil mit phyllitischem Habitus) oder von satt- bis dunkelgrünem, speckig glänzendem Porphyroid mit dichter Grundmasse, in welcher gut erkennbare Quarzkörnchen stecken. Letztere Lagen sind massiv und weisen nur undeutlich eine Schichtung auf. Siehe Beilage 3.

U. d. M. zeigen sich ursprünglich gut ausgebildete, nun aber zerbrochene bis zerflossene Quarzindividuen mit undulöser Auslöschung. Daneben noch Anhäufungen von runden Quarzen. Die Grundmasse besteht fast ausschließlich aus Serizit, wobei einzelne Ansammlungen von feinstfilzigem, hellem Serizit auf das ursprüngliche Vorhandensein von Feldspäten hindeutet. Weiters tritt Karbonat (nach der Lichtbrechung ein eisen- oder magnesiumführendes Karbonat), selten Apatit und auffallend viel Erz (Hämatit) auf. Die meisten der bisher angefertigten Porphyroidschliffe zeichnen sich durch besonders reiche Erzführung aus. Hämatit tritt in zeilenförmig angeordneten Körnern auf oder steckt diffus verteilt im Serizit. Hämatitgehalte von mehr als 5 % sind – wie Dünnschliffe und eine große Anzahl von Bohrschmantalanalysen von Porphyroid zeigen – sehr häufig. Obwohl die Handstücke oft dunkelgrün aussehen, läßt sich kaum Chlorit nachweisen, das Fehlen von dunklen Silikaten ist ausgesprochen bemerkenswert.

Das Roteisensteinlager

Es wurde bereits erwähnt, daß der Porphyroid der Lagerstättenbasis in seinem Verbände Roteisenerz führt. Von der Grube Wegstollen liegen Handstücke vor, welche wenige m im Hangenden des Porphyroids auftraten, und zwar zusammen mit Tonschiefern, bei denen es sich wahrscheinlich um Porphyroidtuffe gehandelt hat. Die Stelle ist derzeit nicht mehr zugänglich. Die Roteisenerze zeigen teils eine deutliche feinelagige Textur (bis max. mm-dicke Feinschichtung), teils sind es Schmitzen, Lagen und Linsen von karbonatreichem Roteisenstein, oder auch Roteisenerzbrocken, welche in jungem, alpidischem Siderit oder Ankerit schwimmen. Es fällt auf, daß sich manche Roteisenerzlinen gegen das Karbonat mit einer Glaskopfschichte umgeben, so daß ein dichter Kern ganz von einem Glaskopfsaum umgeben wird.

Bei der Auffahrung der Syboldstrecke im Unteren Revier des Steirischen Erzberges, soll nach Aussagen von Belegschaftsmitgliedern unmittelbar beim Übergang von der Erzformation in den Porphyroid des Lagerstättenuntergrundes Roteisenerz aufgetreten sein. Diese Strecke steht jetzt in Beton.

Das Anfahren von Roteisenerz in der Bohrung XK50 27/1959 im Porphyroidhorizont in der Liegendscholle wurde bereits erwähnt. Der rote Saum der Quarzkörner der Porphyroidmaterialbreccie der Bohrung Cr. 24/60 stammt daher; daß Hämatit Quarzkörnchen umgibt.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf das Roteisenerzlager, welches im Verband mit dem Porphyroidhorizont in der Hangendscholle auftritt.

Aufschluß- und Handstückbeschreibung

- a) Auf der Etage Ferdinand des Vordernberger Revieres tritt das Roteisenerzlager ca. 30 m im Hangenden des Zwischenschiefers etwa 0'5 bis 1'5 m mächtig in einer Zone rotfleckigen Kalkes vom Typ Sauberger Kalk im Verband mit grünen und violetten Tonschiefern und etwas Porphyroid auf. Das Roteisenerzlager war dem Kalk schichtparallel eingelagert, wobei der Kalk im Übergang zum Roteisenerz zunehmend stark rotviolett gefärbt war und in den letzten 2 dm eine starke Tonschieferführung in Wechsellagerung zeigte.

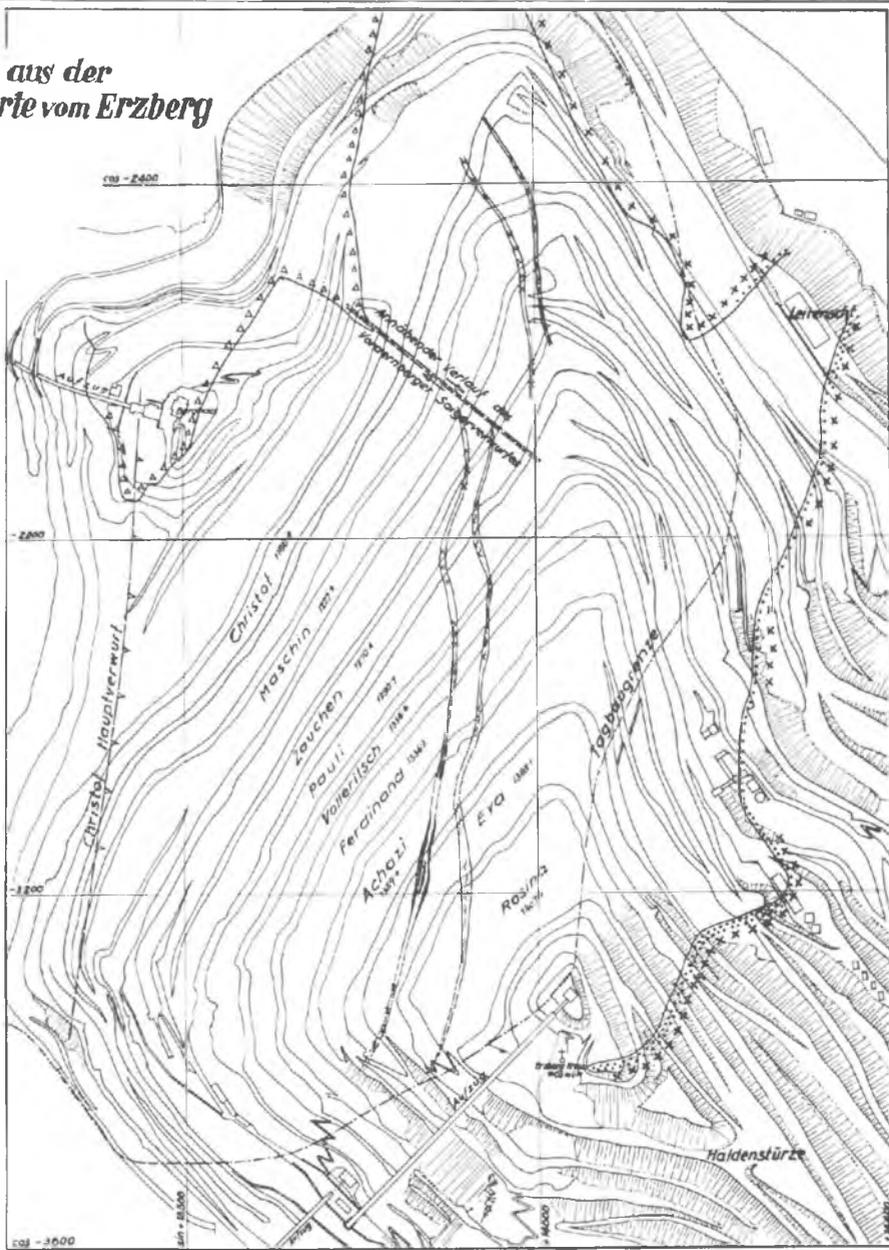
In den Tonschiefern – welche z. T. reiche Pyritführung (Pentagonododekaeder) zeigten – eingelagert, erschien in mehreren Lagen und flachen Linsen massig-splittriger Roteisenstein, und zwar in Wechsellagerung mit kalkigen Hämatiterzen (meist eine Abfolge von ⁺feinbändrigen Kalk- und Roteisensteinschichten mit teils klarer, meist aber verschwommener Schichtgrenze). (Anschliff-Foto I.)

Bemerkenswert war eine Schicht, welche ursprünglich eine mittelkörnige Tonschiefer-Kalkbreccie war, wobei der Kalk zu bräunlichen Ankeritporphyroblasten umgewandelt wurde. In dieser Breccie treten dünne Schlieren und Flocken von Roteisenerz auf; auch wurden Tonschieferfetzen durch Roteisenerzschmitzen verkittet. Weiters traten in diesem Horizont geringmächtige Bänder auf (bis max. 1 dm), welche eine schichtige Abfolge von hämatit- und karbonatführenden Tuffitlagen, unreinen Roteisenerzlagen, Lagen von Feinstbreccien, welche aus Tuffkrümmel, Kalkdetritus und offenbar zumindest z. T. umgelagertem Erzsediment (bis zu 2 mm lange und 1/2 bis max. 1 mm dicke Flocken) bestehen.

Der Übergang zum Kalk im Hangenden zeigt ebenfalls über einige dm eine intensive Rotfärbung, welche ins Hangende abklang.

Ausschnitt aus der Übersichtskarte vom Erzberg

BEILAGE 3



Legende :

- △△ *Werfener Breccie*
(Transgressionsgrenze)
- xx *Porphyroid*
- ~~ *Zwischenschiefer*
- ▨ *Roteisenstein*

F. ANGEL (1939:19) stellt zu dem zart geröteten oder rotfleckigen Sauberger Kalk fest, "daß seine Anfärbung durch Einlagerung mikroskopisch kleiner Eisenglimmerschüppchen bedingt wird, welche in Schwärmen oder wolkig verteilt erscheinen."

In letzter Zeit ist es mehrfach gelungen, im Sauberger Kalk Schlieren von Roteisenerz festzustellen!

- b) Die Fortsetzung des unter a) beschriebenen Roteisenerzlagers wurde auf der Etage Achazi 2-3 m mächtig, schichtparallel gelagert und im Liegenden und Hangenden begrenzt und begleitet von grünem, pyritreichem (Pentagonddekaeder bis max. 1 cm im \emptyset) Tonschiefer aufgeschlossen gefunden. Die Entfernung zwischen den Vorkommen auf Ferdinand und Achazi beträgt 150-200 m. Sowohl das Liegende als auch das Hangende dieses Roteisenerzaufschlusses wird aus mittel- bis grobspätigen Siderit-Ankeritverwachsungen alpidischen Alters gebildet. Hier tritt basal Porphyroid mit Lagen und Schlieren von unreinem Roteisenerz auf. Tonschieferlagen werden von Porphyroid oder von Porphyroid und Roteisenerz gemeinsam, aber auch von unreinem (meist feine Tonlagen) Roteisenerz allein umflossen. Abb. 2.

Teilweise greifen Roteisenerzgängchen quer durch den Porphyroid durch. Abb. 3. Gegen das Hangende dieses Horizontes ist die Hauptmasse des Roteisensteins angereichert. Es handelt sich vorerst um Lagen im cm- bis dm-Bereich (z. T. auch noch mächtiger), gegliedert durch Tonschieferlagen (meist mm, seltener im cm-Bereich) mit Porphyrtuffmaterial. Daneben umfließen Roteisensteinschichten flache Porphyroidlinsen, welche meist zwar nur wenige cm lang und bis zu 2 cm dick werden, aber auch 25 cm lang und 5-10 cm mächtig werden. Abb. 4. An einigen Stellen konnten im Roteisenstein eingebettet, dünne Breccienlagen (bis etwa 5 cm mächtig) beobachtet werden, deren Komponenten aus Tonschieferfetzen, Roteisenerzbrocken und Porphyroidmaterial bestehen.

Hierauf folgen einige Lagen eines massig-splittrigen Roteisensteins mit nur angedeuteter Schichtung. Er zeigt im Anbruch ein scheckiges Grau und läßt unter der Lupe feinverteilte Quarzsubstanz erkennen.

Nun folgen in Wechsellagerung dichte Roteisenerze mit mehr oder weniger feingeschichteten Erzen, wobei sowohl Zehntelmillimeter- als auch Zentimeterschichtung auftritt. Die Schichtung wird durch tonige Limonitlagen oder limonitische Eisenkarbonatlagen bewirkt. Bevorzugt in Schichten, in welchen Roteisenerzlagen und Limonitlagen wechseln, kann man feststellen, daß dichte Hämatitlagen übergehen in eine Glaskopfschicht, zehntelmillimeter- bis millimeterdick, bzw. daß wolkig in limonitisirtes Eisenkarbonat eingreifender dichter Hämatit sich mit einer Glaskopfoberfläche umgibt (Abb. 6).

Oft treten in vielfacher Aufeinanderfolge dünne Glaskopflagen auf, getrennt durch dünne Lagen von sehr feinschuppigem Eisenglimmer, auf welche wieder eine Lage von unreinem, limonitisirtem Eisenkarbonat folgt. Darauf folgt wiederum entweder eine Glaskopfschicht oder eine Lage von mehr oder weniger reinem, dichtem Roteisenerz.

Klüfte oder Hohlräume in den massigen Typen werden von traubigem Glaskopf ausgeheilt bzw. ausgekleidet.

Sowohl Porphyroid als auch die Roteisensteinlagen werden durchzogen von Quarz-Ankerit-Sideritgängen; auch blättert mittelkörniger, frischer Siderit den Roteisenstein an Zerbrechungsstellen und entlang von s-Flächen auf (Abb. 9). Dieser Siderit sowie die Quarz-Ankerit-Sideritgänge gehören jedoch der alpidischen, hydrothermal-metasomatischen Vererzung des Erzberges an⁺⁾ .

⁺⁾ Fußnote auf Seite 15

In streichender Verlängerung nach SW ist dieser Roteisensteinhorizont mit seinen Begleitgesteinen noch 1961 auf der Etage Eva des Vorderberger Revieres anzutreffen gewesen, und zwar in gleicher Position wie die anderen Vorkommen zum Zwischenschiefer. Heute ist dieser Roteisenstein auf der Etage Eva bereits dem Abbau zum Opfer gefallen.

Aus der Aufschlußbeschreibung sowie aus dem geologischen Rahmen ist zu erkennen, daß Eisenerzsedimente vorliegen, welche zusammen mit sauren Effusiva in konkordantem Verband zu den fossilführenden Kalken vom Typus Sauberger Kalk (Riffkalkfazies) stehen.

+) Von den oben beschriebenen Roteisenerzen ist schuppiger bis grobschuppiger (bis 2·5 cm²) Eisenglimmer, welcher in grobspätigem, hellem, kavernösem Ankerit auftritt, zu unterscheiden. Er ist als Restlösungsprodukt zu erklären, da lokal im Zuge der Metasomatose beim Auskristallisieren von Ankerit ein Mangel an Kohlensäure oder Oxydation von Fe^{II} zu Fe^{III} aufgetreten sein dürfte, worauf überschüssiges Fe bei Anwesenheit von genügend O als Eisenglimmer auskristallisierte. In gleicher Weise ist das sporadische Auftreten von Talkblüte als Hohlräumeauskleidung in ebenfalls grobspätigem, kavernösem Ankerit zu deuten, da dort Mangel an CO₂ und Überschuß an SiO₂ aufgetreten sein dürfte, worauf sich Talk bildete. Eisenglimmer und Talkblüte gehören der alpidischen, metasomatischen Vererzung an.

Die chemische Zusammensetzung
der Roteisenerze

Eine Übersicht über die chemische Zusammensetzung mehrerer Roteisenerzproben ist in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt. Proben Nr. 1 und 2 sind dichte Roteisenerze, die Proben 3 und 4 sind massige, zähe, kiesel-säurereiche Typen und die Proben 5 und 6 sind schichtige, kalkig-tonig-tuffitische Gesteine von der Etage Ferdinand, welche dort zwischen dichten Roteisenerzlagen auftraten. Die Proben Nr. 1–4 stammen von der Etage Achazi.

Zahlentafel 1: Verhältnisse der chemischen Hauptbestandteile
der Roteisenerze

Nr. Etage	Fe	Mn	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	S
1 Achazi	62'49	0'24	3'94	0'34	0'90	–	0'027	–
2 Achazi	59'86	0'35	6'11	0'29	1'96	–	0'027	–
3 Achazi	55'03	0'42	3'28	0'19	14'70	–	0'105	–
4 Achazi	39'37	0'30	2'26	0'26	38'01	–	0'028	–
5 Ferdinand	27'63	0'28	23'68	0'46	13'69	2'89	0'044	0'006
6 Ferdinand	16'42	2'58	29'64	0'49	13'79	3'27	0'099	0'003

Aus der Zahlentafel ist aus den Proben 1 bis 4 zu entnehmen, daß mit sinkendem Fe-Gehalt der Anteil an Kieselsäure zunimmt. Der Schwankungsbereich der MgO-Werte ist relativ klein und zeigt so wie der CaO-Gehalt keine Abhängigkeit vom Fe-Gehalt. Die Gehalte an MgO und CaO entstammen zum Teil den Haarrissen und Klüftchen, welche im Zuge der alpidischen Metasomatose mit Karbonat gefüllt wurden, andererseits ist es ebenso denkbar, daß ein Teil dem primären Roteisenerz angehört, und im geringen Maße könnte er dem marinen Milieu entstammen. Die Proben 5 und 6 bedürfen keiner weiteren Diskussion; in ihrer Zusammensetzung zeigt sich der Einfluß von karbonatischem, tonigem und tuffitischem Material.

Der P-Gehalt aller 6 Proben läßt ebenfalls keine Abhängigkeit vom Fe-Gehalt erkennen und liegt beträchtlich unter den von H. BOTTKE (1963) angegebenen Gehalten von dichten Roteisenerzen vom Lahn-Dill-Typus.

Bemerkenswert sind die Mn-Gehalte. Sie sind im Durchschnitt etwa 10mal so hoch wie die von BOTTKE (1963) angegebenen Werte, ohne eine Relation zum Fe-Gehalt erkennen zu lassen. Der Mammut-Mn-Gehalt der Probe Nr. 6 verweist darauf, daß Mn aus CO₂-haltigen Wässern später ausfällt als Fe und sich daher in den karbonatreichen Randschichten anreichert. BOTTKE erklärt den Mn-Gehalt von 0·15 bis 0·3 % der kalkigen Hämatiterze und Eisenspaterze an den Dolomit gebunden.

Diese Möglichkeit muß hier jedoch ausgeschlossen werden, da für die oben angeführten Mn-Gehalte der Gehalt an MgO und FeO (falls man eine Bindung von Mn in Eisendolomit, Ankerit oder Siderit annehmen wolle, wie zum Beispiel bei den Sideriten des Erzberges, deren Mn-Gehalt 2 bis maximal 2·5 % erreicht) nicht ausreicht. Die FeO-Gehalte der Proben 1 bis 6 betragen lediglich 1·02; - ; 0·58; 0·58; 0·58; 0·44. Allerdings muß gesagt werden, daß ein bedeutender Teil des primären, d. h. mit dem Roteisenerz syngenetischen Siderits als Limonit vorliegt. Nach HEGEMANN (1958: 214) ist "in extrusiv-sedimentären Eisenerzlagerstätten, deren Stoffbestand nicht Exhalationen, sondern submarinen, niedrig temperierten Thermen entstammt, der Mn-Gehalt zuweilen höher als bei exhalativ-sedimentären."

Um Vergleichsdaten zu den von BOTTKE (1963) veröffentlichten über Roteisenerze vom Lahn-Dill-Typ zu bekommen, werden die Gehalte an Ferriden im Sinne von S. LANDERGRÉN (1948) und das Ti/V-Verhältnis, welches nach F. HEGEMANN und F. ALBRECHT (1954/55) für die genetische Zuordnung wichtig ist, an Hand einiger Analysen dargestellt. Dabei können die gefundenen Analysenwerte verglichen

werden mit den von HEGEMANN und ALBRECHT (1954/55) und HEGEMANN (1958) angegebenen "Streuungsbereichen der Analysenwerte geochemisch wichtiger akzessorischer Elemente in oxydischen Eisenerzen verschiedener Genesis".

Zahlentafel 2: Gehalte an geochemisch wichtigen akzessorischen Elementen und das Ti/V-Verhältnis

Nr.	% Fe	Mn	Cr	Ni	Ti	Cu	V	Ti/V
1	64·88	0·13	0·0028	0·0024	0·012	0·1	x)	
2	42·35	0·07	0·0032	0·002	0·018	0·05	x)	
3	50·95	0·18	0·0043	0·0035	0·078	0·13	x)	
4	49·48	0·39	0·0024	0·0035	0·039	0·06	x)	
5	61·38	0·24	0·0016	0·003	0·016	0·07	x)	
6	51·24	0·64	—	—	—	0·24	—	
7	51·00	0·53	—	—	0·016	0·15	0·02	0·8
8	62·60	0·43	—	—	0·110	—	0·018	6·11
9	55·22	0·29	—	—	0·084	—	0·042	2·0

— = nicht untersucht

x) Nach Mitteilung des Leiters des Chem. Lab. der Hütte Donawitz, Dipl. Ing. Hamza, liegt V unter der Nachweisgrenze. Die Proben 7, 8 und 9 wurden von ähnlichem Material von Dr. H. Raber, Univ. Graz, auf Ti und V untersucht, wobei sich die angegebenen Werte ergaben.

Nach den angeführten Analysenwerten der Ferriden zeigt sich, daß die Gehalte von Ni und Ti sowie V in den von HEGEMANN und ALBRECHT (1954/55) und HEGEMANN (1958) angegebenen Grenzen der Streuungsbereiche für extrusiv-submarine Lagerstätten schwanken; der Mn-Gehalt gehört zu den Höchstwerten der "Sonderfälle", wogegen der Cr-Gehalt über den von HEGEMANN gefundenen Werten dieser Genese liegt, allerdings beträchtlich unter den von BOTPKE (1963) veröffentlichten Werten (wobei jedoch zu beachten ist, daß bei ihm Cr teils in mehr als der Hälfte seiner Analysen nicht nachgewiesen wurde, teils aber in Werten zwischen 0·04 % und 0·13% aufschien).

Auffällig sind die Anteile an Cu, welche zwischen 0,05 % und 0,24 % liegen und damit zum Teil weit außerhalb des von HEGEMANN und ALBRECHT (1954/55) angegebenen Schwankungsbereiches zu liegen kommt. Der Co-Gehalt liegt unter 0,0001, und nicht nachweisbar waren As, Pb, Zn und Ba.

Petrographie und Genese der Roteisenerze

Makroskopisch – insbesondere an Großanschliffen – und mikroskopisch lassen sich drei Roteisenerztypen unterscheiden:

- a) Massige, durch Tonschiefer- und Porphyroiddetritus verunreinigte Roteisenerze, welche Lagen und Schlieren innerhalb des Porphyroids bilden.
- b) Roteisenerze, welche im Hangenden des Porphyroids auftreten und zum Teil reich an Glaskopfschichten sind.
- c) Dieser dritte Typus ist als bändriges, kalkig-tuffitisches Roteisenerz zu bezeichnen.

ad a) Im Anschliff treten deutliche Unterschiede im Glanz der Politur und Farbunterschiede auf, und zwar in Form bändrig-schlieriger, wenn auch absätziger Wechsellaagerungen. Abb. 7. Diese mehr oder minder zusammenhängenden Bänder weisen manchmal Verfaltungen auf, welche entweder auf Fließfaltungen oder auf den Druck überlagernder Porphyroidlava zurückzuführen ist. Die dunklen, weniger glänzenden, makroskopisch dicht erscheinenden Strähne zeigen u. d. M. feinschuppige bis flockige Struktur bei oft bemerkenswert lockerem Aufbau. Die helleren Schlieren und Bänder hingegen weisen typische Gelstrukturen mit unregelmäßig bogigen Konturen (unregelmäßiger Schalenbau) auf, in deren Verband rundliche Gebilde (ursprüngliche Gekügelchen) auftreten. Die aus Gellagen entstandenen Hämatitlagen zeigen bogige, aber auch quer durchgreifende Schrumpfung-

risse, desgleichen die rundlichen Gebilde, konzentrische, teilweise quarzerfüllte Schwundrisse, Abb. 10. Insbesondere die rundlichen Gebilde sind in ihrem Zentrum unkristallisiert und zeigen eine mehr oder weniger feinkörnige Pflasterstruktur, während die Ränder noch Gelstrukturen zeigen.

Im Aufbau dieses Typs beteiligt sich auch aus Gelen auskristallisierter Quarz, Eisenspat tritt sehr zurück und ist fast nur angedeutet an Löchern (zeilenförmig angeordnet) mit rhomboedrischem Umriß.

- ad b) Auch diese Typen zeigen bändrig-schichtigen Lagenbau mit Politur- und Farbunterschieden, jedoch in regelmäßiger Abfolge. Ursprüngliche Gelstrukturen sind im Großanschliff makroskopisch erkennbar, Abb. 8. Die Hämatitaggregate zeigen feinschuppige und nadelige Struktur, der Anteil an Siderit nimmt kräftig zu und mit ihm feinnadeliger Hämatit. Der Siderit ist meist stark verwittert bzw. herausgewittert und bildet so porige Lagen. Kristallgrenzen und Klüftchen in den Spatlagen werden von lockeren Rubinglimmergerüsten abgebildet, auch verdrängt der Limonit den Spat von Klüftchen aus und ist so als Verwitterungsprodukt zu erkennen, Abb. 11 + 12.

Erzlagen zeigen häufig noch die ursprüngliche Wechselfolge von Hämatitgellagen und dünnen Limonitlagen, Abb. 13 und 14.

Auch zeigt sich fein- bis feinstkristalliner Hämatit (Schuppen oder Nadeln) mit primärem Limonit verwachsen, Abb. 15.

Die Hämatitnadeln der einzelnen Gellagen sind öfters verschieden orientiert; d. h. die Gellagen sind nicht orientiert aufgewachsen, was auf mehrfache chemische Externanlagerung weist.

An den Grenzen von Eisenspatlagen zu Gellagen entstandenen Hämatitlagen wachsen die Hämatitnadeln in die Spatlagen hinein; in ursprünglich dickeren Gellagen

oder Gelkügeln kristallisiert das Zentrum zu feinkristallinen Hämatitaggregaten aus, in welche von außen (oben und unten) nadelförmige Hämatitindividuen hineinreichen (die nachher z. T. noch grobkristallin umgestanden sind), während in den äußersten Schichtanteilen Gellagen und Limonitlagen verwachsen sind, wobei die Gellagen z. T. fein-, z. T. grobkörnig auskristallisiert. Siehe Abb. 13 u. 14.

In den meist stark limonitisierten Eisenspatlagen treten Büschel von nadelförmigem Hämatit auf. Abb. 16. Die Glaskopflagen zeigen deutlich ihre Herkunft aus Gellagen, welche zu spärolitisch angeordneten Hämatitnadeln auskristallisieren. Abb. 17.

Einzelne Partien zeigen Verwachsungen von feinstkristallinem Hämatit mit Limonit in Wechsellagerung mit dünnen, streifigen Hämatitlagen. Abb. 18. Generell und mit geringen Ausnahmen kann festgestellt werden, daß in einer Lage immer nur Hämatit und Limonit auftreten oder Eisenspat (\pm limonitisiert) und Limonit, letzterer sporadisch in inniger Verwachsung mit glimmerigen Mineralien (Tonmineralien? Serizit?).

ad c) Mit zunehmender Entfernung vom Effusionszentrum tritt karbonatreiches, geschichtetes Roteisenerz bzw. karbonat- u. hämatitführende (Flitter u. Flocken, letztere bis max. 6–7 mm lang) Tuffite und hämatit- u. tuffführende Kalke auf. In diesen Typen lassen sich hämatitreiche Lagen und kalziumkarbonatreiche Lagen unterscheiden, wobei letztere durch locker verteilten Hämatit (Abb. 19) rötlich gefärbt erscheinen. Diese Typen zeigen als charakteristisches Merkmal deutlich zonare Hämatit-Kalziumkarbonataggregate, welche ein zwiebelschaliges Gefüge zeigen (Abb. 20).

Manchmal ist der Kalk unkristallisiert (Sammelkristallisation) und zeigt Zwillingslamellierung, wobei der

Hämatit als sj übernommen wurde. Meist aber erscheint der Karbonatanteil noch primär und verweist darauf, daß sowohl Kalkspat als auch Hämatit aus Gelen ausgefällt wurden, und zwar ohne Überlagerungsdruck. Quarznester sind mit Karbonat lappig-buchtig verwachsen, wobei der Quarz aus primärem Gel auskristallisiert ist und manchmal Hämatit mit einschließt.

Daneben treten in diesen Typen in wechselnder Menge nicht auflösbare längliche Tuffbröckelchen und Silikate auf (Tonmineralien? Serizit?).

Die Ablagerungsbedingungen und Ablagerungsverhältnisse

Die petrographische Zusammensetzung der Roteisenerze mit Anteilen gut erhaltener Gelstrukturen weist auf ihre Entstehung über ein Gelstadium aus Eisensolen' höchster Konzentration. Ihr inniger geologischer Verband mit Quarzkeratophyrlaven und ihr fazieller Übergang zu kalkigen und tuffitischen Roteisenerzen und weiter zu hämatitschlierenführenden Riffkalken, das Auftreten von Breccienlagen und das häufige Einschalten von Tonschieferlagen und Tonschieferfetzen, kennzeichnen Ablagerungsbedingungen und Ablagerungsraum. In ihm läßt sich auf den Etagen Achazi und Eva das Effusionszentrum lokalisieren. Dem submarinen Ausfließen von Quarzkeratophyrlaven (welche zu linsen- u. fladenähnlichen Gebilden führten) dürften Eruptionen, welche Quarzkeratophyrtuffe förderten, vorausgegangen sein. Einerseits dürfte es lokal zur Unterbrechung der Kalksedimentation gekommen sein – diese wurde dort durch die Ablagerung von Porphyroidtuffen und Tonschiefer ersetzt –, andererseits gehen Roteisenerze in Riffkalke über.

Noch bevor die Quarzkeratophyrförderung aussetzte, folgte die Zufuhr von eisenreichen Hydrosolen, d. h. bereits

während des Ausklügens der submarinen Effusion sind Eisenhydrosole hochgekommen, welche als Hämatitgele ausgefällt wurden. Wie die Aufschlußbilder mit schlierig-wolkigem Ineinanderfließen von Quarzkeratophyrlaven und Roteisenerzschlieren zeigen, müssen diese Gele sehr bald eine beträchtliche Viskosität aufgewiesen haben, da anders diese Bilder nicht erklärbar sind, sie waren aber andererseits noch flüssig genug, Tonschieferfetzen und kleinere Lavabröckelchen aufzunehmen.

Hämatitabscheidungen aus Dämpfen über 150°C wurden von E. STIRNEMANN (1926) erkannt. Diese Temperaturen sind auch nicht im engsten Effusionsbereich anzunehmen, da selbst Roteisensteinschlieren inmitten von Porphyroidlagen Eisenspat mit z. T. gut ausgebildeten Rhomboedern erkennen lassen, Eisenspat aber sich ab 150°C unter Abgabe von CO_2 in Eisen-III-Oxyd umwandelt. Daß die Bildung von Hämatit auch unter niederthermalen Bedingungen aus röntgenamorphen Fe-III-Oxydgelten vor sich gehen kann, haben W. SCHELLMANN (1952) und U. SCHWERTMANN (1959) aufgezeigt. Die u. d. M. zu beobachtenden Gelstrukturen lassen demnach die Bildung des Hämatits über eine amorphe Vorstufe als wahrscheinlich erscheinen.

Die Paragenese Hämatit und Siderit spricht für eine Zuführung des Eisens in hydrokarbonatischen Solen. Gegen Ende der Quarzkeratophyrförderung und kurz nachher läßt sich eine besonders kräftige Beteiligung von Kieselsäuresolen nachweisen. Zumindest kurzfristig scheint es zum Überwiegen von Eisenhydroxyd- und Kieselsäuresolen gekommen zu sein. Dafür spricht das Auftreten einiger geringmächtiger, sehr SiO_2 -reicher Roteisenerzschichten unmittelbar über dem Quarzkeratophyr. Die Beteiligung von Ferrosulfat ist angesichts des auffallenden Pyritreichtums der begleitenden Tonschiefer nicht völlig auszuschließen. H. HARDER (1960) verweist auf die Möglichkeit der Bildung von kieseligem Roteisenerz aus exhalativ geförderttem Ferrosulfat. —

Der Sedimentationsraum zeichnete sich durch kurzfristig wechselnde Eh-Werte aus, wobei jedoch – generell gesehen – die positiven Werte überwogen. Die Ph-Werte dürften neutral bis schwach basisch gewesen sein. Der Eisenspat erscheint nach seiner Fällung in wechselnder Dauer oxydierendem Milieu ausgesetzt gewesen zu sein, denn teils sind vom Eisenspat nur mehr Umrisse zu erkennen, teils ist er in Limonit umgewandelt, zum geringen Teil erscheint er jedoch nur in geringerem Ausmaß angegriffen. Die Wechselfolge von hämatitreichen und eisenspatreichen Schichten in Verbindung mit teils primärem, teils sekundärem Limonit läßt sich zwanglos aus den oben angenommenen Eh- und Ph-Werten unter relativ niederthermalen Temperaturen erklären.

Abschließende Bemerkungen

O. M. FRIEDRICH (1953) erwähnt als einzigen Vertreter der "an Ergußgesteine gebundenen Lagerstätten" die Lagerstätte Heuberg bei Mixnitz als "zur Gruppe der exhalativ-sedimentären Roteisenerze vom Typus der Lahn-Dill'erze" gehörend, und weiter, daß die zum Quarzkeratophyr der nördlichen Grauwackenzone "gehörigen Lagerstätten der Keratophyreisenerze so sehr fehlen." Es zeigt sich jedoch, daß dort, wo die Quarzkeratophyrlaven submarin austreten und mit ihnen wie im beschriebenen Fall metallreiche Thermalquellen, also das Meer als Sammelraum für diese Zufuhren vorliegt und die notwendigen Bedingungen für die Ausfällung und Sedimentation vorhanden sind, es durchaus zur Bildung von Erzvorkommen kommen kann. Die beschriebenen Roteisenerze sprechen mit ihrer petrographischen Zusammensetzung, ihrem Chemismus und ihrer Feinstruktur dem Lahn-Dill-Typ, aber mit dem wesentlichen Unterschied, daß hier ein Quarzkeratophyr das Nebengestein und der Erzbringer ist, während beim Lahn-Dill-Typ Diabase und Diabasmischgesteine (Schalsteine) vorausgingen.

Nach K. METZ (1951) gehören die sauren Ergußgesteine nicht der initialen Phase des Geosynklinalvulkanismus an, sondern zum subsequentsen Vulkanismus der assyntischen Phase.

Es ist zu beachten, daß es die Förderung von eisenreichen, hydrokarbonatischen Thermen war, welche zur Bildung von Roteisenerzlagern geführt hat. Sowohl Fe als auch CO₂ ist in basischen Magmen in weitaus größerer Menge enthalten als in sauren. So hat E. S. SHEPHERD (1938) auf den außerordentlichen CO₂-Reichtum basischer Schmelzen hingewiesen. Deshalb wird auch allgemein für Lagerstätten des Lahn-Dill-Typs die Herkunft von Fe und CO₂ aus Differentiationsvorgängen basischer Magmen in subvulkanischem Niveau angenommen (im Sinne der Auffassung von H. BORCHERT (1957 u. 1960)).⁺⁾ Dafür sprechen die experimentellen Arbeiten von R. FISCHER (1950), die den Nachweis erbrachten, daß aus silikatischen Schmelzen durch Entmischung Anreicherung von Eisenoxyd möglich ist, wobei die Anwesenheit von Fluor, Alkalien, Phosphorsäure u. a. von Bedeutung ist. Die Wirkung des Sauerstoff-Partialdruckes in künstlichen Systemen verschiedener Zusammensetzung wurde von E. F. OSBORNE (1959) und OSBORNE u. ROEDER (1960) erarbeitet, wobei sich ergab, daß sich aus Systemen basaltischer Zusammensetzung eisenreiche Restschmelzen und daraus eisenreiche Restlösungen bilden können.

Bei dieser Differentiation könnten sich in natura eventuell unter Aufnahme Na- u. H₂O-reichen Sial-Materials Teilmagmen bilden, welche quarzkeratophrische und keratophrische Zusammensetzung aufweisen. Diese könnten sich

^{+) Daß solche Vorgänge auch in relativ kleinem Maßstab zu bemerkenswerten Ergebnissen führt, weist H. HENSCHEL (1956 u. 1960) an Hand eines Bohrkernprofils durch einen 110 m mächtigen Intrusivdiabas nach, bei dessen insitu-Kristallisationsdifferentiation es im oberen Drittel (in Quarzdiabas) zu einer Eisenerzanreicherung bis zu über 20 Gew. % gekommen ist.}

als Produkte eines initialen (?) Magmatismus als Vorläufer späterer diabasischer Ergüsse darstellen, so ähnlich wie z. B. im ostrheinischen Schiefergebirge (A. SCHERP 1961).

Im Bestand der Erze an Spurenelementen wären aber Hinweise auf die Zusammensetzung des Ausgangsmagmas zu erwarten.

So weist A. RITTMANN (1960:198) auf die Verknüpfung von Fe, Mn und auch Cu mit den Restlösungen primärer, basischer Magmen hin, was im Hinblick auf die hohen Mn- und Cu-Gehalte der Roteisenerzanalysen bemerkenswert ist. So gesehen, ist das manchmal beobachtete Auftreten von Kupferkiesgängen in Porphyroid und Kupferkiesimprägnationen im Übergangsporphyroid interessant.

Von den nun angedeuteten Gesichtspunkten aus ergeben die Gehalte der Roteisenerze an Mn, Cu, Ti Aspekte, von denen aus die Entstehung der Quarzkeratophyre der Steirischen Grauwackenzone zu überdenken wäre. Desgleichen wäre in diesem Zusammenhang eine eingehende geologische und petrographische Bearbeitung der in diesem Raum auftretenden Diabase und Diabasabkömmlinge wünschenswert.

Bemerkungen zu den Zwischenschiefeln

Bei den Tagbauaufnahmen der letztvergangenen Jahre ist immer wieder aufgefallen, daß in der Erzformation des Vordernberger Revieres auf einigen Etagen zwei Schieferhorizonte auftraten. Diesem Sachverhalt wurde jedoch kaum Aufmerksamkeit geschenkt, da die grünen Zwischenschiefer und die Porphyroidtuffe sich bei oberflächlicher Betrachtung recht ähnlich sehen. So läßt sich auch erklären, daß in der Vergangenheit diese beiden Horizonte nicht auseingehalten wurden. Dies führte dazu, daß der porphyroidführende Horizont des Vordernberger Revieres dem Zwischenschieferhorizont gleichgesetzt wurde, was wahrscheinlich REDLICH

u. PRECLIK (1930) und ANGEL (1939a und 1939b) veranlaßten, vom Porphyroid in Zwischenschiefer zu sprechen. Auch HABERFELNER (1935) zeichnet am Erzberg Porphyroid in den "unterkarbonen" Zwischenschiefer ein. ANGEL (1939b) geht dabei so weit, die ölgrünen, serizitisch-quarzitischen Zwischenschiefer als "Porphyrtuffe oder einsprenglingsfreie Felsitabkömmlinge" anzusehen. K. A. REDLICH und mit ihm E. SPENGLER und später ANGEL (1939a und b) kamen deshalb zur Auffassung, daß die Zwischenschiefer den Gesteinen der Erzbergunterlage entsprechen, womit es naheliegend war, von einem Deckenbau zu sprechen. Nach dieser Ansicht wäre die Hangendscholle das stratigraphische Äquivalent der Liegendscholle; beide hätten ursprünglich nebeneinander gelegen.

KERN (1927) und HIESSLEITNER (1929) fassen die Kalke der Liegend- und Hangendscholle als normale Abfolge auf, die Zwischenschiefer als sedimentäre Einschaltung. W. FRITSCH (1960: 228) schließt sich dieser Auffassung an.

Die Schichten direkt unter dem Porphyroid, welcher die Unterlage des Erzberges bildet, sind mit denen des Zwischenschiefers nicht vergleichbar. Erstere zeichnen sich durch zum Teil reiche Streuglimmerführung aus, sodaß sie an Stellen, an denen Aufschlußbohrungen zeigen, daß der Porphyroid des Lagerstättenuntergrundes fehlt oder an denen er sehr geringmächtig ist oder durch Übergangsporphyroid (Porphyroiddetritus) ersetzt wird, eindeutig das Liegende der Erzformation angeben. Sie setzen sich zusammen aus glimmerreichem Feinsandstein, grauen bis grüngrauen sandigen Schiefen, mit zum Teil reicher Streuglimmerführung, rostigen, phyllitischen Tonschiefen und dunkelgrauen, dünn-schiehtigen Tonschiefen, welche zum Teil recht kohlenstoffreich sind.

Der Zwischenschiefer hingegen besteht aus einer charakteristischen Abfolge von ölgrünen serizitisch-quarzitischen Schiefen unten (quarzitischer Zwischenschiefer ge-

namt) — REDLICH—PRECLIK (1930:241) warnten entschieden, diesen als Porphyroiddetritus zu deuten — und dunklen, oft graphitischen Tonschiefern oben (graphitische Zwischenschiefer genannt). Diese charakteristische Zweiteilung ist überall dort zu beobachten, wo Zwischenschiefer ansteht, mit Ausnahme der Stellen, an denen der helle, ölgrüne Typ anscheinend primär fehlt. Der graphitische Zwischenschiefer kann seitlich übergehen in graue, blaugraue, bräunlich-graue und manchmal sogar in violettglänzende Typen. Diese farblichen Differenzierungen und die zum Teil beträchtlichen Mächtigkeitsschwankungen weisen auf synsedimentäre Bewegungen hin, desgleichen die stark wechselnden Mächtigkeiten der Kalke und Kalkschiefer der Liegendenscholle (siehe auch W. FRITSCH 1960: 229). Man beachte dazu auch die Vielzahl von Tonschiefereinlagerungen (meist graphitische, untergeordnet grüner Tonschiefer) im Liegenden der Porphyroidlinse der Grube Elias, die auf zumindest teilweise recht unruhige Sedimentationsverhältnisse mit oftmaligen kurzzeitigen Unterbrechungen der Kalkablagerung hinweisen.

Es sei noch erwähnt, daß an der Grenze vom quarzistischen Zwischenschiefer zu den Schieferkalken der Liegendenscholle manchmal dichte, graue bis dunkelgraue, oft leicht schlierig gezeichnete Gesteine auftreten. U. d. M. erkennt man Linsen aus feinstem Quarzsand mit klarer Korngrößenabfolge. Diese Feinstsandlagen zeigen keineswegs blastomylonitische Erscheinungen, sondern wirken noch primär. Man kann das Gestein als einen diagenetisch verfestigten Silt bezeichnen.

Nirgends gelang es bisher, in den Zwischenschiefern eindeutig Porphyroid oder Abkömmlinge nachzuweisen, zumal auch die sehr stark verschieferten Porphyroidtypen immer die charakteristischen Einsprenglingsquarze erkennen lassen, sodaß es mit großer Wahrscheinlichkeit gelungen wäre, solche Typen im Zwischenschiefer zu finden. Außerdem fehlen im Zwischenschiefer die streuglimmerführenden Sandsteine

und die ebenfalls glimmerführenden sandigen Schiefer der Schichten unter dem Porphyroid des Lagerstättenuntergrundes. Die weithin verfolgbare Zerteilung des Zwischenschiefers in einen quarzitären und einen graphitischen Anteil sowie die faziellen Übergänge sprechen für eine sedimentäre Ablagerung und gegen eine tektonische Einschaltung. Jedoch sei darauf hingewiesen, daß es denkbar wäre, daß Porphyroiddetritus und darunter auch Porphyroidquarkristalle mit an der Zusammensetzung des Zwischenschiefers beteiligt ist, wieweil bisher klare Beweise noch nicht gegeben sind.

Schlußfolgerung

Durch die nunmehr gesicherte Feststellung, daß im "erzführenden Kalk" des Steirischen Erzberges Porphyroid auftritt, werden die Porphyroidfunde von REDLICH und ANGEL und HABERFELLNER am Erzberg bestätigt. Es besteht kein Zweifel an deren petrographischen Feststellungen, nur, der Porphyroid tritt nicht im Zwischenschiefer auf, und damit erübrigt sich die Notwendigkeit, einen Deckenbau konstruieren zu müssen. Denn das Hauptargument dafür, daß der Zwischenschiefer aus Gesteinen der Erzbergunterlage zusammengestellt ist, bestand im angeblichen "Vorhandensein von Porphyroidscherlingen" (REDLICH-PRECLIK 1930:239).

Auch die Kartierung von HABERFELLNER (1935), welcher an einigen Stellen mitten im Kalk Porphyroid ausdieschied, so im Reichensteinzug, am Polster, am Aufstieg von Norden zum Schwarzenstein, wird dadurch bestätigt. Damit stimmt der Verfasser mit der Feststellung von HABERFELLNER (1935:24) überein, daß der Porphyroid nicht als verlässlicher Leithorizont betrachtet werden kann. Aus dem Auftreten von Porphyroid im erzführenden Kalk des Steirischen Erzberges ergibt sich, daß der Quarzkeratophyrvulkanismus vielleicht bis ins Devon reicht und daß manche Lager-

rungsverhältnisse, welche bislang als tektonisch bedingt angesehen werden mußten, einer stratigraphischen Abfolge entsprechen dürften.

Der Verfasser ist den Herren Professor Dr. H. Meixner und Dr. W. Fritsch, Lagerstättenuntersuchung der ÖAMG Knappenberg, den Herren Prof. Dr. Ing. O. M. Friedrich und Dr. J. G. Haditsch von der Mont. Hochschule Leoben sowie Herrn Bergdirektor Dipl. Ing. M. Desoye für deren freundliche Unterstützung zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis

- ANGEL, F.: Lehrfahrt auf dem Steir. Erzberg. – Fortschr. d. Min., Krist. u. Petrogr., 23, Berlin 1939, 54–76.
- ANGEL, F.: Unser Erzberg. – Mitt. nat. Ver. Stmk., 75, Graz 1939, 227–231.
- ANGEL, F.: Gesteine der Steiermark. – Mitt. nat. Ver. Stmk., 60, Graz 1924, 1–302.
- BORCHERT, H.: Der initiale Magmatismus und die zugehörigen Lagerstätten. – N. Jb. Min., Abh. 91, Stuttgart 1957, 541–572.
- BORCHERT, H.: Geosynklinale Lagerstätten, was dazu gehört und was nicht dazu gehört, sowie deren Beziehungen zu Geotektonik und Magmatismus. – Freiburger Forschungsh., C 79, Freiberg (Sa.) 1960, 7–61.
- BOTTKE, H.: Zur Kenntnis der dichten Roteisenerze aus Erzlagerstätten des Lahn-Dill-Typs und deren Bildungsbedingungen. – Erzmetall 16, Stuttgart 1963, H. 9 und 10.
- CORNELIUS, H. P.: Gesteine und Tektonik der nordalpinen Grauwackenzone, vom Alpenstrand bis zum Aflenzener Becken. – Mitt. geol. Ges., 42/43, Wien 1952, 1–234.
- FLÜGEL, H.: Das Paläozoikum von Österreich. – Mitt. geol. Ges., 56, Wien 1964, 401–443.

- FISCHER, R.: Entmischungen im Schmelzen aus Schwermetalloxyden, Silikaten und Phosphaten. Ihre geochemische und Lagerstättenkundliche Bedeutung. - N. Jb. Min., Abh. 81, Stuttgart 1950, 315-364.
- FRIEDRICH, O. M.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. - Radex-Rundsch. 7/8, Radenthein 1953, 371-407.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Roteisenerzlagerstätten im Heuberggraben bei Mixnitz. - Verh. Geol. B. A. 80, Wien 1930, 203-208.
- FRITSCH, W.: Eine tektonische Analyse des Steir. Erzberges. - Berg- u. Hüttenm. Monatsh. 105, Wien 1960, 225-231.
- HABERFELLNER, E.: Die Geologie der österr. Eisenerzlagerstätten. - Ztschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinarwesen im Deutschen Reich 85, Berlin 1937, 226-240.
- HABERFELLNER, E.: Zur Geologie des Eisenerzer Reichensteins und des Polsters. - Mitt. Abt. Bergb. usw., Landesmuseum Joanneum Graz 1935, H. 2, 3-32.
- HARDER, H.: Rezente submarine vulkanische Eisenausscheidungen von Santorin, Griechenland. - Fortschr. Min., 38, Stuttgart 1960, 187-189.
- HEGEMANN, F. - F. ALBRECHT: Zur Geochemie oxydischer Eisenerze. - Chemie der Erde 17, Jena 1954/55, 81-103.
- HEGEMANN, F.: Über extrusiv-sedimentäre Erzlagerstätten der Ostalpen. - I Magnetit- und Hämatitlagerstätten. - Erzmetall 11, Stuttgart 1958, 209-217.
- HENTSCHEL, H.: Der lagendifferenzierte intrusive Diabas aus der Bohrung Weyer 1. - Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch., 84, Wiesbaden 1956, 252-284.
- HENTSCHEL, H.: Bildung der Eisenerze vom Lahn-Dill-Typ. - Freib. Forsch. H., C 79, Berlin 1960, 82-105.
- HERITSCII, F.: Zur Tektonik des Gebietes in Eisenerz. - Verh. Geol. B. A., 81, Wien 1932, 103-108.
- HIESSLEITNER, G.: Zur Geologie der Umgebung des Steir. Erzberges. - Jb. Geol. B. A., Wien 1929, 203-240.

- HIESSLEITNER, G.: Zur Geologie der Erz führenden Grauwackenzone von Radmer bei Hieflau. — Jb. Geol. B.A., 81, Wien 1931, 49–80.
- HIESSLEITNER, G.: Zur Geologie der Erz führenden Grauwackenzone des Jonsbachtals. — Jb. Geol. B.A., 85, Wien 1935.
- KERN, A.: Eisenerzlagerstätten in Österreich. — In Symposium sur les gisements du fer du monde, II. Bd., Alger 1952, 41–73.
- KERN, A.: Zur geologischen Neuaufnahme des Steir. Erzberges. — Berg- u. Hüttenm. Jb., 75, Wien 1927, H. 1 und 2.
- LANDERGREN, St.: On the geochemistry of swedish iron ore associated rocks. — Sveriges Geol. Undersöknings, Ser. C, 496, Stockholm 1948.
- METZ, K.: Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der Steir. Grauwackenzone. — Mitt. Geol. Ges., 44, Wien 1953, 1–84.
- OSBORNE, E. F.: Roll of oxygen pressure in the crystallisation and differentiation of basaltic magma. — Am. J. Sci., 257, Newhaven 1959, 609–647.
- OSBORNE E. F. — P. L. ROEDER: Effect of oxygen pressure on crystallisation in simplified basalt systems. — Report of XXI. Session Norden, Part XIII, Kopenhagen 1960, 147–155.
- REDLICH, K. A.: Die Geologie der innerösterr. Eisenerzlagerstätten. — Beitr. z. Gesch. d. österr. Eisenwesens, Abt. I/1, Wien–Berlin 1931.
- REDLICH, K. A. — K. PRECLIK: Zur Tektonik und Lagerstättengenese des Steir. Erzberges. — Jb. Geol. B.A., 80, Wien 1930, 231–260.
- RITTMANN, A.: Vulkane und ihre Tätigkeit. — Ferd.-Enke-Verl., Stuttgart 1960.
- RUTTNER, A.: Bohrbericht über die Tiefbohrung Geyregg I bei Eisenerz 1939/40.
- SHEPHERD, E. S.: The gases in rocks and some related problems. — Am. J. Sci., 5th Ser., 35A, Newhaven 1938, 311–351.
- SHERP, A.: Der Initialmagmatismus im ostrheinischen Schiefergebirge und seine Lagerstätten. — Erzmetall 14, Stuttgart 1961, 328–335.
- SHELLMANN, W.: Experimentelle Untersuchungen über die sedimentäre Bildung von Goethit und Hämatit. — Chemie der Erde 20, Jena 1952, 104–135.

- SCHWERTMANN, U.: Mineralogische und chem. Untersuchungen an Eisenoxyden in Böden und Sedimenten. - N.Jb. Min., 93, Stuttgart 1959, 67-87.
- STIRNEMANN, E.: Über die Bildungsverhältnisse der Eisenerzlagerstätten im System Eisenchlorid-Wasser. - N. Jb. Min., Beilageband, 53A, Stuttgart 1926, 59-94.
- SPENGLER, E.: Über die Tektonik der Grauwackenzone südlich der Hochschwabgruppe. - Verh. Geol. B.A. 76, Wien 1926, 127-143.
- SPENGLER, E. - J. STINY: Blatt Eisenerz, Wildalpen und Aflenz der Geol. Spezialkarte der Republik Österreich (mit Erläuterungen), Wien 1926.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Harald HAJEK, Bergdirektion der ÖAMG, 8790 Eisenerz

Maßstab der Beilagen

Beilage 1: Maßstab = 1 : 4 550

Beilage 2: Maßstab = 1 : 1 790

Beilage 3: Maßstab = 1 : 8 470

Beschreibung der Abbildungen

Abbildung 1:

Winkeldiskordanz in grünem Tonschiefer. Darüber eine Schicht von unreinem Roteisenstein;
ca. 1/3 nat. Gr.

Abbildung 2:

Tonschiefer (TS) wird von Roteisenerz umflossen;
ca. 1/3 nat. Gr.

Abbildung 3:

Roteisenerzgängchen (R) durchziehen quergreifend Porphyroid (P);
ca. 1/5 nat. Gr.

Abbildung 4:

Eine Roteisenerzlage umschließt eine Porphyroidlinse (P) und wird von einer Tonschieferlage (TS) abgeschlossen.

Abbildung 5:

Wechselagerung von Karbonat- und hämatitreichen Schichten. Schwarze Flecken und Punkte = Hämatitflocken. Graue und weiße Stellen = Karbonat.
Anschliff; ca. 9/10 nat. Gr.

Abbildung 6:

Oben: dichtes Roteisenerz und Glaskopflagen.
Unten: wolkige Gebilde aus im Kern dichten Roteisenerz mit Glaskopfsaum dringen in Eisenkarbonatschicht ein.
K = Eisenkarbonatlagen.
Anschliff; ca. 9/10 nat. Gr.

Abbildung 7:

Schlierige Textur einer Probe unreinen Roteisenerzes. Oben sind deutlich Gelstrukturen zu erkennen.
Anschliff; ca. 9/10 nat. Gr.

Abbildung 8:

Glaskopflagen = helles Grau (mit Gelstrukturen = schwarz in der Mitte), links oben sowie unten, und dichter Hämatit in Schlieren = mittleres Grau rechts.
Anschliff; ca. 9/10 nat. Gr.

Abbildung 9:

Roteisenerz- und Glaskopfschichten (grau und schwarz), letztere mit deutlichen Gelstrukturen, sind als älterer Hämatit zerbrochen, ausgefüllt und verheilt durch jungen Siderit (hellgrau, spätig), welcher jedoch später durch Verwitterung teilweise in Brauneisen umgewandelt wurde (graue Randzonen um den hellen Siderit).
Anschliff; ca. 1'2 x nat. Gr.

Abbildung 10:

Typische Gelstrukturen mit Schalenbau, rechts der Mitte ein Gelkügelchen.
// Nicols; 10fach.

Abbildung 11:

Ursprüngliche Gellagen kristallisieren zu Nadeln um (unten und links oben). Eine Sideritlage ist zum größten Teil herausgewittert (schwarz = Poren). Die Kristallgrenzen werden als lockere Rubinglimmergerüste abgebildet. Nur in der Mitte (grau) sind noch Sideritreste erhalten.
// Nicols; 10fach.

Abbildung 12:

Eine Schliere aus feinstkörnigem Hämatit umgeben von einer Glaskopfschichte, welche zu Hämatitnadeln auskristallisiert. Darunter eine Glaskopfschicht, welche ebenfalls zu Hämatitnadeln kristallisiert. Siderit teils völlig (schwarze Flecken) teils unvollständig verwittert (graue Flecken). Kristallgrenzen werden durch Rubinglimmergerüste (links oben und rechts unten) abgebildet.
// Nicols; 10fach.

Abbildungen 13 und 14:

Ein Gebilde ist innen feinkörnig auskristallisiert, wobei die Korngröße gegen außen etwas zunimmt. Randlich zeigt sich deutlich eine ursprüngliche Wechselfolge von Hämatitgellagen und Limonitlagen, wobei das Gel in nadelförmigen Hämatit umkristallisierte, dessen Nadeln in das feinkristalline Zentrum hineinreichen und auch durch die Limonitlagen durchgreifen. Die Gelstruktur des Gebildes mit den Limonitlagen ist deutlich zu erkennen. Dunkle Linien = Schrumpfungsrisse.
C₁ mit // Nicols; 10fach.
C₂ mit unvollständig gekreuzten Nicols; 10fach.

Abbildung 15:

Am linken Rand locker gebauter, flockiger Hämatit. In der Mitte in feinkristallinem Hämatit nadelige Gebilde. Rechts der Mitte eine Lage von Limonit und einzelne, an eine Schichtfuge gebundene Sideritkörner. Rechter Bildrand = feinkörniger aus Gel auskristallisierter Hämatit. Schwarze Punkte = Löcher.

// Nicols; 20fach.

Abbildung 16:

Hämatitbüschel in stark limonitisierter Sideritlage. Schwarz = Poren, graue Flecken = restlicher Siderit.

// Nicols; 20fach.

Abbildung 17:

Aus einer Gelschichte (die noch einzelne Gellagen erkennen läßt) kristallisieren sphärolitisch angeordnete Hämatitnadeln aus.

// Nicols; 20fach.

Abbildung 18:

Aus einer durch Eisenkarbonat ausgefüllten Versetzung ist das Karbonat herausgewittert, nur unten ist noch ein Rest sichtbar (grau), das andere ist in Limonit umgewandelt. Schwarz = Löcher.

Unten = feinkristalliner Hämatit.

Oben = umkristallisierte Gellagen, dazwischen zwei Lagen aus feinkristallinem Hämatit und Limonit.

// Nicols; 10fach.

Abbildung 19:

Feinstkörniger Hämatit (weiß) in Karbonat (lichtgrau und dunkelgrau) mit Zwillingslamellen. Die Anordnung des Hämatits zeichnet deutlich ein Gelgefüge ab. Daneben noch silikatische Gangart.

// Nicols; 20fach.

Abbildung 20:

Deutlich zonare Hämatit (weiß)-Karbonataggregate (hell- bis mittelgrau), bei denen Hämatit ein zwiebelschaliges Gefüge abbildet. Sekundär ist Kalziumkarbonat umkristallisiert und hat Hämatit als s_1 übernommen. Im Karbonat sind links zwei Zwillingslamellen sichtbar; ansonsten ist alles Karbonat noch primär. Rechts = Tuffbröckelchen.

// Nicols; 20fach.

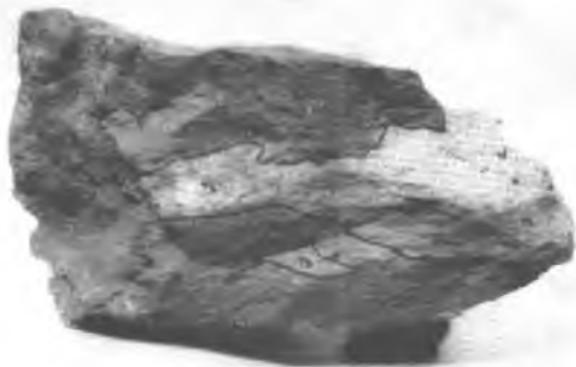


Abb. 1

Abb. 3

Abb. 2

Abb. 4



Abb. 6



Abb. 8

Abb. 5



Abb. 7



Abb. 9

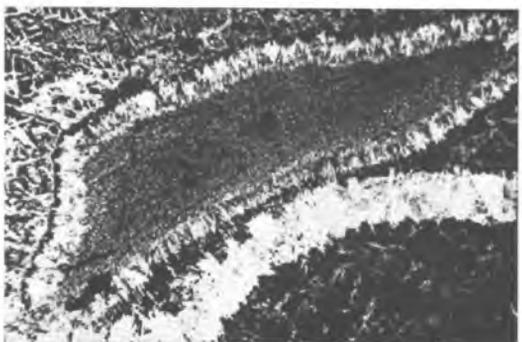
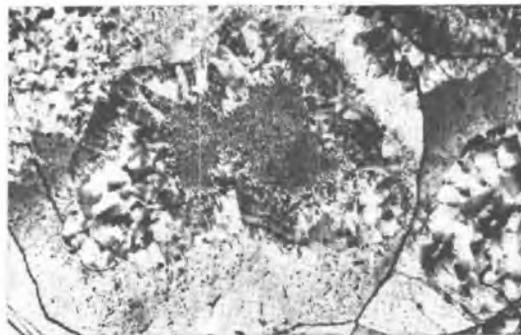
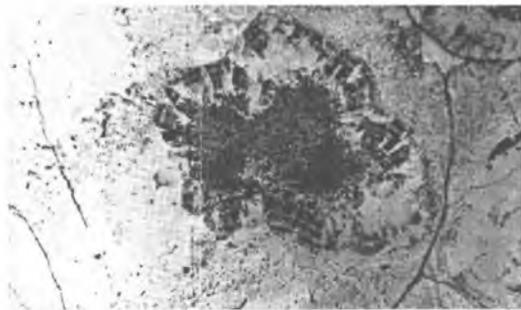
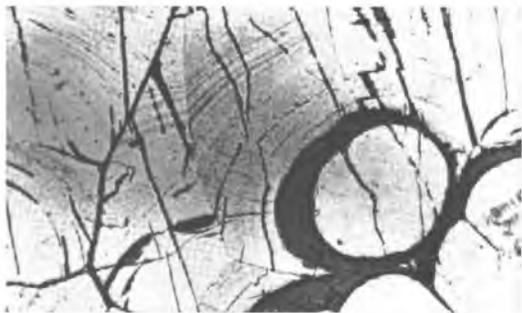


Abb. 10
Abb. 11
Abb. 12

Abb. 13
Abb. 14
Abb. 15

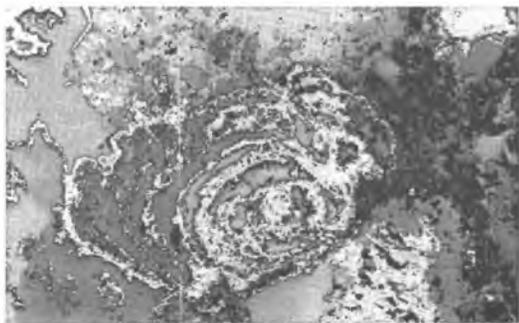


Abb. 16

Abb. 17

Abb. 18

Abb. 19

Abb. 20