

Berichtigungen

Im Aufsatz G.GABL ist folgendes zu berichtigen:

- S. 7 Z. 2 v.u. statt: 1/27. Sohle richtig: 7. Sohle
S. 8 Z.20 v.o. " Karalm " Karbach-Alm
S. 8 Z.27 " " Westflanke " Westflache
S.11 Z. 9 " " bedeutet " gedeutet
S.15 Z.20 " " W " N
S.20 Z.15 und 34 "Erz": Hier sind unter "Erz" die für
den Petrographen üblicherweise in Dünnschliffen nicht
näher bestimmbareren opaken Minerale zu verstehen,
beispielsweise Eisenkies, Eisenglanz, auch Graphit
usw., nicht aber Kupfererze im Sinne des Bergmannes.

S.115 Z.5 v.u. statt: wesentlichen richtig: westlichen

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
G.GABL: Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupfererzlagerstätte	2
W.JARLOWSKY: Die Kupfererzgänge von Flatschach bei Knittelfeld.....	32
J.G.HADITSCH: Die Cu-Ag-Lagerstätte Seekar (Salzburg)	76
O.M.FRIEDRICH: Radnig, eine sedimentäre Blei-Zinklagerstätte in den südlichen Kalkalpen	121

GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
IN DER WESTLICHEN FORTSETZUNG DER
MITTERBERGER KUPFERERZLAGERSTÄTTE

von Gernot GABL + .

Mit 1 geologischen Farbkarte 1 : 50.000 samt Profilen,
1 Phototafel (Abb. 1 - 4) und 4 Textabbildungen (Abb. 5-8)

Inhaltsverzeichnis:

Einführung	3
Stratigraphie	5
Erläuternde Bemerkungen zur Karte 1 : 50.000	10
Besprechung der Teilgebiete und der Querprofile	11
Die Tektonik im Bereiche des Ganges und der Fort- setzung nach W (Längsprofil)	15
Das Gesteinsmaterial	
Die Pinzgauer Phyllite	16
Die Violette Serie	19
Die Grünen Schichten	23
Die Werfener Schichten	24
Zusammenfassung der petrographischen Beobach- tungen	25
Schwermineraluntersuchungen	26
Bemerkungen über die Transversalschieferung	27
Literaturverzeichnis	30

Einführung

(Von der Bergdirektion Kupferbergbau Mitterberg G. m. b. H.
Mühlbach/Hochkönig).

Der Kupferbergbau am Mitterberg steht, nachdem er 1931 mangels Erzvorräten geschlossen worden war, seit 1942 in einer neuen Periode der Gewinnung, deren wirtschaftliche Bedeutung durch das bisherige Ergebnis - 2 Mio. to Erz mit einem Kupferinhalt von 38.000 to und einem Wert von 650 Mio. S - gekennzeichnet ist. Obwohl bedeutende Erzreserven auch derzeit noch nachgewiesen sind, zwingt ein unzureichender Preis für das Kupfer - er ist in Österreich dem Weltmarktpreis angeglichen - zur Aufschließung zusätzlicher reicherer Erze, die die wirtschaftliche Basis des Bergbaues verbessern.

Die Chancen, neues und reiches Erz zu finden sind dem Bergbau in erster Linie durch Untersuchung der westlichen Fortsetzung der Lagerstätte geboten, was allerdings durch komplizierte geologische Verhältnisse erschwert wird.

Prof. W. HEISSEL, einer der besten Kenner des "Pongauer Kupferbeckens", hat sich bereits 1945 im "Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt" mit der schwierigen Geologie an der Westgrenze des bekannten Lagerstättenteiles auseinandergesetzt. Die seither gewonnenen Erkenntnisse haben die Bedeutung der Grünen Werfener Schichten als obere Grenze des Ganges und StauhORIZONT für die erzbildenden Lösungen immer mehr in den Vordergrund gestellt. 1960 wurde daher einem Dissertanten des Lehrstuhles für Geologie an der Universität Wien eine Gliederung der Grünen Werfener Schichten im Raume Mitterberg zum Thema gestellt.

Neue Aufschlüsse in der Grube und in der Almen-Region unterhalb des Hochkönigs sowie neue Aufschlüsse durch Straßenbauten im Salzachtal und im Bereich der Erlehhütte schienen zumindest mit Einblick auf die große Zahl von Beobachtungsmöglichkeiten eine solche Aufgabe lösbar zu machen.

Der Dissertant Gernot GABL, dem die Arbeit endgültig übertragen wurde, war für diese Untersuchung, die auch physisch hohe Anforderungen stellte, infolge seines großen Interesses, das sich mit hoher Begabung paarte, äußerst geeignet. Der tödliche Unfall G.GABLs, der ihn die Dissertation nicht vollenden ließ, hat auch bei der Kupferbergbau Mitterberg G. m. b. H., abgesehen von der persönlichen Wertschätzung, die der junge Geologe allseits genoß, eine Lücke hinterlassen, die nur schwer zu füllen sein wird.

Einem glücklichen Umstand ist es zu danken, daß ein Vorbericht von Ende Dezember 1962 vorliegt, der zusammen mit einigen Einzelberichten immerhin schon den Rahmen der gewonnenen Erkenntnisse vorzeichnet.

Wir freuen uns, daß durch das freundliche Entgegenkommen Herrn Prof. FRIEDRICHS nun dieser wichtige Beitrag zum geologischen Schrifttum um den Kupferbergbau Mitterberg der Fachwelt zugänglich gemacht ist.

Wenn auch die ursprüngliche Aufgabe einer stratigraphischen Aufgliederung der Grünen Werfener noch nicht gelöst ist, so kann das Ergebnis dieser Arbeit, die auf den Arbeiten von Prof. HEISSEL und Dr. HIESSLEITNER aufbaut, doch als richtungweisend für weitere Untersuchungen bezeichnet werden.

Anmerkung zur Redaktion des Beitrages

Es war Gernot GABL nicht gegönnt, seine Arbeit selbst abzuschließen, sodaß nur vorläufige Arbeitsberichte vorliegen, die nicht zur Veröffentlichung bestimmt waren. Sie enthalten, obwohl die oben genannte Aufgabe einer speziellen Gliederung der "Grünen Schichten" nicht lösbar war, wesentliche neue Daten über die größeren Gruppen der Schichtfolge, deren Petrographie und Lagerung und eröffnen neue Aspekte für das Vordringen des Hoffnungsbaues weiter nach Westen. Ein Studium der Erzführung selbst lag nicht im Plan der Arbeit, daher vermeiden die Berichte noch darauf bezügliche Folgerungen, die GABL vielleicht abschließend gezogen hätte.

Die vorliegenden Berichte wurden von den Freunden Ger-
not GABLS am Geologischen Institut der Universität Wien unter
redaktioneller Leitung von W. FRANK teilweise gekürzt, ge-
schlossener gruppiert und geringfügig aus den Geländebüchern
ergänzt, in der Textierung jedoch belassen. Hinzugefügt wurden
lediglich unter Benützung des vorliegenden Materials der Absatz
über die Deutung der Kartierungsergebnisse (S. 10) und der Ab-
satz über die Transversalschieferung (S. 27). Die Aufnahme-
karte 1: 10.000 wurde samt den Profilen für den Druck, ohne Ver-
lust wesentlicher Details auf den Maßstab 1: 50.000 reduziert.

Die Arbeit hat ursprünglich von den von Prof. Dr. W. MED-
WENITSCH geleiteten Bergbaukartierungsübungen ihren Ausgang
genommen und ist auch weiter unter seiner fachlichen Betreuung
gestanden. In diesem Rahmen hat Prof. MEDWENITSCH schließ-
lich noch eine kleine Reihe von Fußnoten angefügt, die jeweils
als "Fußnote W. M." gekennzeichnet sind.

E. CLAR

Stratigraphie

Vier trennbare Gruppen vornehmlich phyllitischer Gestei-
ne bauen die südlichen Vorlagen des Hochkönigstockes im Be-
reich W von Mühlbach/Hochkönig auf. Es sind dies die Pinzgau-
er Phyllite, die Violette Serie, die Grünen Schichten von Mitter-
berg und die Werfener Schichten.

Das Hauptproblem meiner Arbeit war u. a. die stratigra-
phische Einordnung der Grünen Schichten. Zu diesem Zweck ver-
suchte ich bereits 1961 mit Schwermineralanalysen und mit
Dünnschliffen zu einer Lösung zu kommen, wodurch die Frage
aber noch nicht geklärt werden konnte.

1962 nahm ich sämtliche halbwegs gut aufgeschlossenen Gräben in den Grünen und Violetten Schichten im Maßstab 1 : 500 auf, um vielleicht mit Hilfe von Leithorizonten eine genauere Gliederung der einzelnen Komplexe und ein "Normalprofil" zu bekommen. Leider brachte dieser Versuch keinen Erfolg, einzelne Bänke konnten manchmal nicht einmal in den nächsten Graben weiter verfolgt werden, man konnte nur die zusammengefaßten Komplexe durchziehen; dies geht aber aus dem Kartenbild ebensogut hervor.

Mehr Erfolg brachten einige Vergleichsbegehungen im E in der Werfener Schuppenzone bei Annaberg. Die grünen Quarzite von dort gleichen makroskopisch denen aus den Grünen Schichten vollständig, auch tonigere Schiefer zeigen eine große Ähnlichkeit. Vor allem aber die dort als Haselgebirge bezeichnete tektonische Breccie ist mit ihren Knollen der Breccie von Mitterberg (s. Abb. 2) ganz gleich, wenn sie auch bei Annaberg z. T. noch Fetzen von Gips und Anhydrit führt.

Auch in den Werfener Schichten des Larzenbachgrabens bei Hütttau konnte ich solche grüne Gesteine in größerer Mächtigkeit finden. Solche Gesteinstypen sind, wenn auch nur in geringmächtigen Lagen, auch in den Werfener Schichten um den Fülzkogel vorhanden.

Ein Profil in der Strubklamm bei Annaberg zeigt im Hangenden bunte sandige Werfener Schiefer, im Liegenden grüne, tonige Schiefer und Quarzite.

Ebenso ist es im Gebiet von Mitterberg: Im Hangenden bunte Werfener Schiefer und Sandsteine, im Liegenden die Grünen Schichten.

Ein weiteres Argument für die Einstufung ins Permoskyth sind die beiden Anhydrit-Gipsbänke (7. und 6. Sohle (s. Abb. 1 und 7)) in der Grube, ihre sedimentäre Einlagerung ist deutlich erkennbar. Sonst ist der Gips in den Grünen Schichten nur als Kluftfüllung verbreitet. Außerdem gibt es auf der 7. Sohle innerhalb der Grünen Schichten stark salzige Lösungen, die auf die

Strecke droffen.¹⁾

Die Mächtigkeit der Grünen Schichten kann man nach den obertägigen Aufschlüssen mit ca. 200 - 300 m, eventuell noch darüber angeben. Eine Verbindung der Bohrungen von der Wiedersbergalm zum westlichen Teil der 7. Sohle würde sogar eine ungefähre Mächtigkeit von 600 - 700 m ergeben, doch dürfte dies eine durch die tektonische Komplikation in diesem Bereich stark vergrößerte Mächtigkeit sein.

Der Vergleich mit den Werfener Schichten im E, die stratigraphische und tektonische Lage der Grünen Schichten, die Gips-Anhydritbänke und die Salzlösungen lassen zu dem, auch schon von früheren Bearbeitern, besonders von W. HEISSEL, gezogenen Schluß kommen, daß es sich doch um tiefere Werfener Schichten handelt, die bereits in das Perm reichen können. Die Breccie in den Grünen Schichten ist mit dem Haselgebirge gut zu vergleichen.

Von den Grünen Schichten zu den sicheren Werfener Schichten sind keinerlei Übergänge zu beobachten. Die Werfener Schichten an der Basis der Hochkönigstrias beginnen mit verschiefert Konglomeraten mit Phyllitkomponenten (Filzensattel) und bestehen im untersuchten Bereich größtenteils aus rötlichen bis gelben Sandsteinen und Quarziten und roten bis braungelben, teils sandigen Tonschiefern.

1) Fußnote W. M.: Nach meiner Meinung ist zu bedenken, daß der Vergleich der Breccien in den grünen Schichten mit salzführendem Haselgebirge und mit salzarmem bis salzfreiem Haselgebirge aus den alpinen Salzlagerstätten negativ ausfällt. Aus der Kenntnis des alpinen Haselgebirges möchte ich diese Breccie der grünen Schichten nicht als Haselgebirge ansprechen, bestehen doch die Grobkomponenten des Haselgebirges aus verschiedenen gefärbten Salztönen. Die Grobkomponenten in den Breccien der grünen Schichten von Mitterberg bestehen z. T. aus konzentrisch angelagerten, verhärteten Tonen.

Die sedimentäre Einschaltung von Anhydrit und Gips beschreibt G. GABL von 2 Stellen aus der Grube. Sonst sind in den grünen Schichten vergipste Anhydritgänge mit Ankerit und Flußspat, der von mir auf der 1/2 7 Sohle, Westfeld, in der Grube gefunden werden konnte, die Regel.

Daß der Erzgang nicht mehr in die Grünen Schichten reicht, hat nicht zwangsläufig zur Folge, daß die Vererzung älter ist als die Grünen Schichten, sondern es ist wahrscheinlicher, daß die Grünen Schichten für eine Spaltenbildung nicht geeignet waren und hiermit ein mechanisch unterschiedliches Verhalten vorliegt. Das allmähliche Ausdünnen des Ganges in der Nähe der Grünen Schichten würde dafür sprechen.

Unmittelbar mit den Grünen Schichten durch Übergänge und durch Wechsellagerung verbunden ist die von mir als Zusammenfassung sogenannte Violette Serie (Fellersbachschichten, Th. OHNESORGE). Bis jetzt wurde sie immer als zu den Grauwackenserien gehörend betrachtet, zumal auch die Vererzung noch in sie hineinreicht.

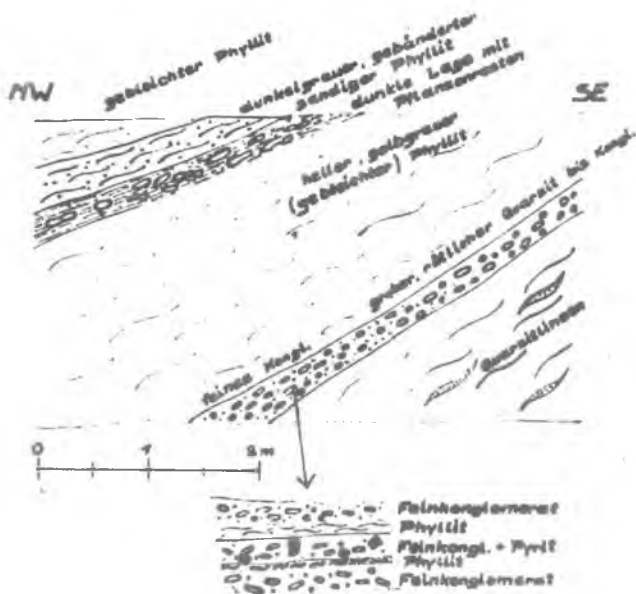
Diese Serie, die zur Hauptsache aus rötlichen bis violetten Quarziten bis Konglomeraten²⁾ und violetten sandigen Schiefern besteht, schaltet sich immer zwischen den Grauwackenphylliten und den Grünen Schichten ein und ist mit den letzteren durch Übergänge verbunden (Fellersbach). Diese Verhältnisse gehen aus der Kartierung klar hervor, wenn auch im Bereich Karalm - Kniealm - Bäckeralm die normale Abfolge durch eine komplizierte Schuppung nur mehr sehr undeutlich erkennbar ist.

Von HEISSEL (1945) wurden diese Quarzite und Konglomerate der Violetten Serie unter dem Kollmannsegg als Werfener Schiefer in tektonisch selbständiger Stellung ausgeschieden. Während sonst Konglomerate in der Violetten Serie häufig sind, fehlen sie rund um den Hochkeil und im Grubenbereich fast vollständig (nur ein Vorkommen beim Mundloch der Westflanke). Auch ist in diesem Bereich von einer Schichtflücke zwischen den Pinzgauer Phylliten und der Violetten Serie kaum etwas zu bemerken, allerdings kann die starke tektonische Durchbewegung hier viel verwischt haben.

2) Fußnote W. M.: Wir möchten ergänzen, daß die Detailaufnahmen von G. GABL ergeben haben, daß folgende Komponenten in den Konglomeraten der Violetten Serie zu beobachten sind: Weiße, z. T. bräunlich angewitterte Quarze, gelb-grünliche Serizitschiefer und rötliche Quarzitkomponenten (letztere vor allem in den Grubenaufschlüssen).

In der Violetten Serie liegt auch der einzige, schon von BÖHNE gemachte Fossilfundpunkt in diesem Gebiet. In der Grube finden sich auf der 5. Sohle vererzte Pflanzenreste in einer ca. 50 cm mächtigen dunklen Lage im grau-violetten, teilweise gebleichten Phyllit (siehe Abb. 5). Nach THOMPSON und KRÄUSEL in FRIEDRICH 1954 liegt hier ein Sekundärholz vom Gymnospermentyp vor, als Alter kommt Oberdevon bis Perm in Frage.

Abb. 5: Lage der fossilführenden Bank in der Violetten Serie, 5. Sohle,



Vorkommen, Ausbildung und die Verknüpfung der Violetten Serie mit den Grünen Werfener Schichten legen die Schlußfolgerung nahe, daß die Violette Serie die Basis der Grünen Werfener Schichten ist und damit den Beginn einer neuen Schichtfolge darstellt. Ihr Alter dürfte Oberkarbon (?) bis Perm sein. Mit dieser Alterseinstufung stimmt auch das Vorkommen des Gainfeldkonglomerates in der Violetten Serie sehr gut überein. Zwischen der Violetten Serie und den Pinz-

gauer Phylliten ist demnach mit einer Schichtlücke zu rechnen. Die Mächtigkeit läßt sich da an Hand der obertägigen Aufschlüsse mit etwa 100 - 200 m, ev. noch darüber, angeben.

Da zur Altersdeutung der Pinzgauer Phyllite im untersuchten Gebiet keine neuen Beobachtungen gemacht wurden, sei hier der Vollständigkeit halber die naheliegende Vermutung festgehalten, daß die Pinzgauer Phyllite hier ähnlich wie die besser bekannten Gesteine W von Dienten das Silur und Devon in Schieferfazies repräsentieren. Einzelne, nicht eingestufte Kalk- und Dolomitvorkommen, die oft zu Magnesit vererzt sind, kommen darin ebenso vor wie spärliche Lyditzüge und Grünschiefer.

Erläuternde Bemerkungen zur Karte

1 : 50.000

Zur Ausscheidung auf der Karte ist zu bemerken, daß G.GABL bei der Abgrenzung des Anstehenden bei seiner genauen 1 : 10.000-Kartierung einen der Fragestellung entsprechenden vorsichtigen Standpunkt eingenommen hat und eine Stellungnahme zu den Fragen des Vorkommens vom Gainfeldkonglomerat und Einschaltung saurer Effusivgesteine in den Violetten Schichten, von Grünschiefern in den Pinzgauer Phylliten für einen späteren Zeitpunkt vorhatte.

Aus der Kartierung ist zu ersehen, daß der zusammengehörige Komplex der Violetten Serie und der Grünen Werfener Schichten sehr deutlich in den Bau der Grauwackenzone miteinbezogen ist, wobei ein Hinweis auf eine diskordante sedimentäre Auflagerung der Violetten Serie nur N vom Kollmannsegg durch das eigentümliche Abschneiden eines Dolomitkörpers an dieser Grenzfläche gegeben ist. Die Werfener Schichten, die die kalkalpine Schichtfolge des Hochkönigs einleiten, weisen demgegenüber keinen so auffälligen Zusammenhang mit der Grauwackenzone mehr auf, und an ihrer Untergrenze ist die Hauptbewegungsfuge der alpidischen Tektonik in diesem Raum zu suchen.

Das Vorkommen der Violetten Serie und der Grünen Schichten W von Mühlbach bis NE von Dienten ist als eine zum Teil sehr eng zusammengepreßte nordvergente Mulde anzusehen, die im Bereich S von Ellmau durch Schuppung stark kompliziert ist. Das diskordante Abschneiden des W-Endes dieser Mulde NE von Dienten durch den Keil der Pinzgauer Phyllite, der in kleineren Vorkommen bis zur Wiedersbergalm verfolgbar ist, kann durch eine südvergente Hochschürfung des N-Flügels, bzw. der Unterlage der Mulde bedeutet werden³⁾. Dieser Vorgang ist wohl auf die von F. TRAUTH geforderte regionale Hochalpenüberschiebung zurückzuführen.

Besprechung der Teilgebiete und der Querprofile:

Mitterberg - Hochkeil (Profil 1, 2, 3):

Der Nordabhang des Hochkeils stimmt fast genau mit dem Einfallen der Quarzite und Sandsteine der Violetten Serie überein. Darüber liegen die größtenteils quarzitischen Grünen

3) Fußnote W.M.: Wir möchten besonders hervorheben, daß die Feststellung von G. GABL, Violette und Grüne Serie von Mitterberg liegen in einer Mulde, für den Bergbau von wesentlicher Bedeutung ist. Die Mulde ist im W, im Bereich von Dienten bei flachem Fallen geschlossen. Das heißt, daß der Bergbau im W des Dientener Sattels, wohl nach Auffahrung von 2 - 3 km Strecke wieder in die Violette Serie und in die Pinzgauer Phyllite und damit in die Gangträger kommen müßte. Diese Mulde erreicht im E ihren größten Tiefgang, da in den N-Gehängen des Schneeberges die Grüne Serie unter die Violette Serie fällt und diese wiederum unter die Pinzgauer Phyllite. Wir haben hier also eine Überkipfung vorliegen. Das Abbiegen der Grünen Serie im E-Gehänge des Schneeberges aus der generellen E-W- in eine N-S-Richtung zeigt an, daß an den Hauptverwerfern des Bergbaues nicht nur vertikale Bewegungen stattgefunden haben dürften.

Der hochgeschürfte Keil des N-Flügels ist deswegen wichtig, da in ihm die kleine Lagerstätte der Taghaube liegt. Schurfversuche haben gezeigt, daß die Cu-Vererzung nur im Paläozoikum liegt. Wohl liegt dieses Vorkommen in der Streichrichtung der Ausbisse des Mitterberger Hauptganges. Diesem Kriterium könnte nur Rechnung getragen werden, wenn die Vererzung jünger als die südvergente Verschuppung an der S-Seite der Kalkalpen ist. Die Annahme eines verschuppten und verschleppten älteren Gangtrumes erscheint uns wahrscheinlicher.

Schichten in einer Mächtigkeit von 300 - 400 m; die sandigen, bunten Werfener Schichten darüber sind nur an zwei Stellen abgeschlossen und wenig mächtig (50 - 100 m).

Die Grünen Schichten ziehen nach E ins Gainfeld weiter bis Bischofshofen; am Laideregg stehen sie in tektonisch beanspruchter Form mit runden Knollen in mylonitischer Grundmasse an (Breccie in den Grünen Schichten).

Unterhalb des Viehscherms am Weg vom Arthur-Haus zum Hochkeil liegen mylonitische Grüne Schichten in geringer Ausdehnung und wahrscheinlich auch geringer Mächtigkeit auf den violettgrauen Quarziten. Etwas weiter westlich beim Hochkeilhaus befindet sich die einzige Stelle im kartierten Gebiet, wo obertags die Breccie in den Grünen Schichten ansteht.

Die Grenze zwischen Grünen Schichten und violetten Quarziten läuft hier ca. 900 m weit parallel der konstruierten Ausbisslinie des 1. und 2. Hauptverwurfes, so daß hier doch ein Zusammenhang gesehen werden kann. Der 5. Hauptverwurf scheint die Ursache zur Bildung des Schrammbachgrabens gewesen zu sein, da die Ausbisslinie annähernd mit dem Graben übereinstimmt.

Am S-Hang des Hochkeils unterlagern graue Phyllite die Violette Serie, bereits nach S einfallend, anfangs noch flach, dann steiler werdend und schließlich in steile, enge Falten gelegt.

Wie aus Profil 1 und 2 ersichtlich ist, lassen sich die Verhältnisse am Hochkeil durch die einfache Schichtfolge graue Phyllite - Violette Serie - Grüne Schichten ohne komplizierte Tektonik deuten.

Lichteneggalm - Brennermaß (Profil 4):

Die grauen Phyllite sind hier um WNW streichende, flache Achsen eng gefaltet. Als südlichstes Vorkommen ziehen Grüne Schichten, von Gesteinen der Violetten Serie begleitet, aus dem Dunkeltal nach SE, in die grauen Phyllite, eine sonderbare Struktur, die schwer zu erklären ist. Es dürfte eine Mulde sein,

in der Grünen Schichten und Violette Serie liegen. Am Weg von Köcken zur Nageralm stehen (steil gestellte) grüne Schiefer (mikroskopische Untersuchung noch ausständig) innerhalb der grauen Phyllite an.

Fellersbach - Karbachalm - Kollmannsegg - Dienten (Profil 5, 6, 7, 8, 9):

Rund um die Karbachalm sind die geologischen Verhältnisse sehr kompliziert. Grüne Schichten und violette Konglomerate und Sandsteine wechseln mehrmals ab, wahrscheinlich eng miteinander verschuppt. Überdies zieht noch ein Span von grauem Phyllit mit eigenartigem Streichen dazwischen.

Etwas weiter westlich steckt ebenfalls mitten in den Grünen und Violetten Schichten eine Schuppe von grauem Phyllit (Profil 6).

Dann findet man gegen W wieder eine einfache Schichtfolge von grauem Phyllit über violetterm Konglomerat und Sandsteine zu den Grünen Schichten.

Im Fellersbachgraben und bei der Tiergarten-Alm schalten sich in den Grünen Schichten Schiefer ein, die - wie es sonst auch häufig in den Werfener Schichten vorkommt - eine Wechselagerung von grünen und violetten Lagen zeigen.

Im hintersten Fellersbachgraben fand ich in den Grünen Schichten Knollen und Linsen von rosa Gips und Anhydrit. Hier fallen die Grünen Schichten und die Violette Serie nach S ein, sodaß sie hier lokal überkippt sein müssen (Profil 7).

Weiter westlich ist die Schichtfolge wieder aufrecht, es herrscht flaches N-Fallen vor.

Bei der Bürglalm und beim Kollmannsegg stehen innerhalb der Pinzgauer Phyllite mächtigere Kalk- und Dolomitlagen an; in Verbindung mit diesen sind mehrere Eisenerzvorkommen, die früher auch abgebaut wurden.

E Dienten werden die violetten Konglomerate und die Grünen Schichten an einer SW-NE streichenden Störung abgeschnitten.

Dienten - Filzensattel (Profil 10):

Die grauen Phyllite springen hier wieder weiter nach N vor und zwar stellen sie die Verbreiterung des Keilos dar, der unterhalb der Erichhütte in die Werfener Schichten zieht. Sie fallen flach nach N ein und enthalten außer den Phylliten auch schwarze Kiesel-schiefer (Lydite) und Magnesitzüge, die nach W zu bei der Entachenalm (bereits außerhalb des Gebietes) sehr mächtig werden.

Über dem Phyllit folgen Werfener Schichten und zwar tritt an der Basis als neuer Gesteinstyp eine rote Breccie auf, deren Komponenten aus roten Schiefen und hellen, gelblichen Quarziten bestehen, das Bindemittel ist ebenfalls rot und tonig.⁴⁾ Das ganze Gestein ist sehr stark verschiefert und dadurch zum Teil kaum noch als Breccie kenntlich. In diesem Gestein beißt ein Quarzgang mit Kupferglanz aus und es wurde diesem Gang bereits mit einem Schurfstollen nachgefahren, allerdings nur sehr wenig Erz angetroffen. Hier fällt auf, daß das rote Gestein durch Quarzgänge gelblich-grünlich verfärbt wird, ganz ähnlich wie das in der Violetten Serie der Fall ist. An der Basis sind die Werfener Schichten hier konglomeratisch (Quarzgerölle bis 5 cm, wenig zerquetscht, Bindemittel aus Quarzsand).

Etwas höher schalten sich zwischen die bräunlichen und rötlichen Sandsteine auch grüne Sandsteine und Schiefer, die man in größerer Mächtigkeit durchaus mit den Grünen Schichten im E vergleichen könnte. Auch kommt hier noch eine stärkere Verschuppung hinzu, wie an den zwei Zügen von grauem Phyllit in den Werfener Schichten ersichtlich ist.

4) Fußnote W.M.: Auf diesen neuen Gesteinstyp dieses Bereiches möchten wir noch besonders verweisen. Es dürfte sich um sogenannte "Werfener Basisbreccien" handeln, die weiter gegen W wesentlich an Mächtigkeit zunehmen. Als weitere Breccienkomponenten wären Karbonate (Ankerite?) hervorzuheben.

Die Tektonik im Bereich des Ganges und
der Fortsetzung nach W (Längsprofil):

Im aufgefahrenen Bereich der Grube ist das Absinken der Schichten nach W klar ersichtlich. Es wird einerseits durch die großen W-Verwürfe hervorgerufen, andererseits durch die W-Komponente des vorwiegenden N - NNW gerichteten s-Flächenfallens. Parallel zu den Gesteinen sinken auch die Vererzungs-zonen nach W ab.

Da in den Grünen Schichten bis jetzt keine Vererzung angetroffen wurde, richtet sich das Hauptaugenmerk auf die Fortsetzung, bzw. ein Wiederauftauchen der möglicherweise erzführenden Gesteine im W.

Durch Verbindung der Bohrungen auf der Wiederbergalm, mehreren Obertagsaufschlüssen und des westlichsten Streckenvortriebes auf der 7. Sohle ergibt sich hier eine Mächtigkeit der Grünen Schichten von ca. 600 - 700 m. Das dürfte wohl die größte Mächtigkeit sein. Weiter westlich beim Birgkar-Haus zwischen Kollmannsegg und Taghaube ist die Mächtigkeit bereits um etliches geringer, die Grauwackenphyllite schieben sich mehr nach W vor. Daher scheint ein weiteres größeres Absinken der Schichten nach W nicht sehr wahrscheinlich zu sein.

Im W kommt noch eine größere Störung hinzu, die die Grauwackenphyllite wieder weiter nach N bringt. Die Störung streicht von Dienten ca. 3 - 4 km etwa nach NE, könnte einerseits in den Einschuppungen unter der Taghaube eine Fortsetzung haben und womöglich dann nach E bis zum Wiedersberg streichen, andererseits in mehr nördlicher Richtung in den Sattel ziehen, der die Taghaube vom Hochkönig trennt. Die Störung fällt anscheinend flach nach NW ein. In den Werfener Schichten im N ist keine größere Verstellung zu bemerken, weiter südlich dagegen werden die Grünen und Violetten Schichten von ihr abgeschnitten.

Um zum Beispiel auf der Höhe der 7. Sohle durch die Grünen Schichten wieder in Gesteine zu kommen, bei denen eine Erzführung wahrscheinlich ist, müßte man aber doch mit einer

Strecke von 3 - 4 km rechnen.

Die wahrscheinlichsten Aussichten auf den Erzgang bestehen also nach wie vor im Tiefbau, in dem man versuchen muß, unter den Grünen Schichten zu bleiben. Ob nun aber die Grünen Schichten im westlichen Bereich der Grube um 100 m mehr oder weniger hinabreichen und vielleicht auch auf der 9. Sohle noch angefahren werden, kann man nicht sicher voraussagen.

Das Gesteinsmaterial

Die Pinzgauer Phyllite (22 Schliffe aus dem Grubenbereich):

Diese zeichnen sich schon makroskopisch durch eine deutliche Feinschichtung im mm-Rhythmus von serizitreicheren und quarzreicheren Lagen aus. Eine meist deutlich ausgeprägte Lineare ergibt sich als Schnittgerade von Schichtung und Transversalschieferung und fällt im untersuchten Bereich der Lage nach mit der B-Achse zusammen. Die Hauptmasse stellen weiche, dunkelgraue Phyllite dar, mit diesen wechseln Lagen von etwas helleren quarzitischen Phylliten bis Quarziten. Die bräunlichen "Brandenschiefer" haben limonitische Flächen und unterscheiden sich sonst nicht von den übrigen Phylliten. Sie befinden sich meist in tektonisch stärker beanspruchten Zonen⁵⁾. Ebenfalls an solchen Stellen kommen die hellen Serizitphyllite vor, die härteren Quarzlagen sind hier zu Linsen zerschert.

Unter dem Mikroskop:

Der Hauptmineralbestand von Quarz, Hellglimmer und Karbonat ist für die Phyllite weniger charakteristisch als das Gefüge. Bei den dunkelgrauen Phylliten sind die fast reinen

5) Fußnote W.M.: Nach den Ergebnissen der Bergbaukartierungsübungen 1963 (Kartierung des Emilstollens) dürften diese "Brandenzonen" mit ihren charakteristischen Eisensulfat(?)-Ausblühungen im ss liegen, wie an den mehr quarzitischen Zonen deutlich wird.

Serizitlagen typisch; sie enthalten reichlich graphitische Substanz, die die dunkle Färbung der Gesteine ausmacht. Diese Lagen werden durch die Transversalschieferung gefältelt und zerschert, die dazwischenliegenden dünnen Quarzlagen sind in der Regel rekristallisiert. Der Serizitgehalt beträgt maximal um 80 %, umgekehrt ist es bei den quarzitären Phylliten, wo der Quarzgehalt bis zu 80 % ausmacht. Bei diesen markieren gestreckte Fetzen und Schnüre von Serizit die Schichtung. Zwischen diesen extremen Typen liegen die anderen Dünnschliffe. Den hellen Phylliten fehlt die graphitische Substanz, außerdem zeichnen sie sich zumeist durch größere Durchbewegung aus.

Quarz: Die ursprüngliche Kornform liegt kaum noch vor, oft zeigt sich eine starke Sammelkristallisation und eine Verzahnung der Körner, häufig auch ein Wachstum in s. Die Auslöschung ist meist undulös.

Karbonat: Größere xenomorphe Neukristallisationen im Grundgewebe und Anreicherung parallel s. Mit Quarz zusammen als kristalline Verheilung von jungen Fugen.

Hellglimmer: Bis zu 1 mm starke Lagen von fast reinem Serizit mit graphitischer Substanz (in dieser Form nur in den Pinzgauer Phylliten). Feine Serizitschüppchen in s eingeregelt, auch in den Quarzlagen. Para- bis postkinematische Kristallisation (überwiegend in s, Querglimmer selten, Größe bis 0.2 mm).

Plagioklas: Wenige Prozente in allen quarzitären Phylliten, seltener in den Quarzlagen der normalen Phyllite. Die wohl allotigenen Körner haben eine scharfe Zwillingslamellierung, die Kornformen sind teilweise sicher etwas gestreckt.

Chloritoid: wurde nur in 7 Schliffen von Pinzgauer Phylliten gefunden und scheint sich auf diese zu beschränken. Die bis zu 3 mm großen Porphyroblasten können bis zu 30 % des Mineralbestandes ausmachen, man muß dann von einem Chloritoid(knötchen)-phyllit sprechen. Die leistenförmigen Querschnitte scheinen manchmal in s oder eine der Scherflächen eingewachsen zu sein, häufig sind büschelförmige oder strahlige Aggregate. Die Kristallisation ist postkinematisch, man kann manchmal unverlegte Einschlußzüge von graphitischer Substanz beobachten.

Chlorit: ist im Gegensatz zu der Violetten Serie und den Grünen Schichten selten, meistens bei Neukristallisation von Quarz und Karbonat dabei.

Turmalin: kommt in fast allen Schliffen vor, in einigen Fällen sind schon vorhandene Körner weitergewachsen.

Zirkon: Gerundete Körner in den quarzitären Phylliten; allotigen.

Erz: Selten einige größere Pyrite (bis 1 mm), sonst feine Erzkörner bis -staub, zum Teil sulfidisch, vielfach jedoch nicht mehr erkennbar.

Bänderphyllit (an der Obergrenze der Pinzgauer Phyllite, 1 Schliff):

Ein gelblicher Phyllit mit dunkelgrauen Bändern.

U. d. M.: Das Gefüge gleicht noch sehr dem der Pinzgauer Phyllite, ein Parallelgefüge von Serizitlagen und quarzreichen bzw. karbonatischen Lagen. Die graphitische Substanz ist in Bändern parallel s angereichert.

Im Keil der Pinzgauer Phyllite Dienten-Taghaube wurden mit 3 Schliffen etwas abweichende Gesteine untersucht, die Hauptmasse des Keiles besteht aus den gleichen grauen Phylliten, wie sie im Mühlbach und in der Grube vorkommen.

Phyllitischer Quarzit von braungrauer Farbe:

gleich im Schliff den Quarziten der übrigen Komplexe. Große, klastische, nur mäßig gerundete Quarze (0.2 - 0.8 mm) werden von faserigen Serizitügen umschlossen; reichliche Führung von limonitischem Erz.

Im grauen Phyllit unterhalb der Wirtsalm sind rötliche und grünlichgelbe Schiefer eingeschaltet:

Der gelbliche Schiefer ist ein sandiger Phyllit und hat ein Grundgewebe aus parallelgeordneten, nur unscharf begrenzten Serizitlagen mit feinkörnigem Quarz und Karbonat. Darin finden sich größere, schlecht gerundete Quarze.

Der rötliche Schiefer besteht aus einer äußerst feinkörnigen Masse von vorwiegend Karbonat, Serizit und Tonsubstanz. Die beiden letzteren sind mikroskopisch nicht mehr zu trennen.

Die Violette Serie (14 Schliffe aus dem Grubenbereich):

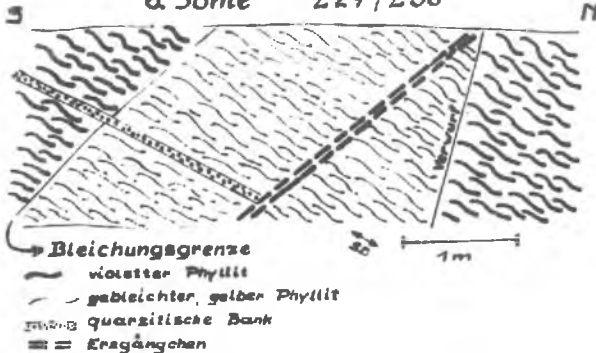
Makroskopisch:

Die Gesteine dieser Serie zeigen praktisch keine Feinschichtung; Schichtung und Transversalschieferung sind am Handstück kaum zu erkennen, sondern erst im Meterbereich. Die Lage der Transversalschieferung ist hier in den Quarziten nur durch eine weitständige Kluftchar markiert. Eine Lineare tritt nur selten auf. Es handelt sich um äußerst feinkörnige Phyllite und um teilweise ziemlich grobkörnige Karbonatquarzite.

Eine schon lange bekannte Tatsache ist die Beobachtung, daß die violetten Phyllite von den Erzlösungen gebleicht werden und dann hellgelbe bis hellgraue Farben bekommen. Die Gangstrecke bewegt sich fast durchwegs im gebleichten Phyllit, Querschläge treffen im Liegenden und Hangenden nach 5 - 10 m immer auf violetten Phyllit. Auch obertags sind um Quarzgänge dieselben Bleichungserscheinungen wie in der Grube festzustellen (Siehe Abb. 6).

Abb. 6: Bleichung der violetten Phyllite durch Erzlösungen

6. Sohle Z 29 / Z 30



Unter dem Mikroskop:

Im Dünnschliff ist ein s durch die parallele Anordnung des Hellglimmers doch meist deutlich gegeben, manchmal ist eine zusätzliche Scherfläche durch die Lage der Glimmer angedeutet. Die zusammenhängenden Serizitlagen fehlen. Vor allem

fällt der große Karbonatgehalt von etwa 20 - 60 % auf. Der Quarzgehalt ist meistens niedriger (10 - max. 70 %) und ebenso der von Hellglimmer (10 - 50 %). Chlorit ist fast immer enthalten, teilweise bis zu 10 %. Chloritoid fehlt. In den Phylliten der Violetten Serie sind Gebilde mit ovalen Querschnitten häufig, die einen anderen Mineralbestand aufweisen. Die Querschnitte sind von einem dünnen Saum von Chlorit umgeben und bestehen im Inneren aus einem äußerst feinen Karbonatgrundgewebe mit leistenförmigen größeren Chloritporphyroblasten. Eventuell handelt es sich hier zum Teil um Gerölle, zum Großteil jedoch wohl um die Reste von dünnen, durch die Schieferung zerscherten Lagen (siehe S. 27).

Die gebleichten Phyllite weisen im Dünnschliff insofern einen Unterschied zu den violetten auf, als der Gehalt von gleichmäßig verteiltem Erz, wie er in den violetten Phylliten bis zu 10 % beträgt, in den gebleichten nahezu fehlt.

Quarz und Karbonat: fast durchwegs rekristallisiert; besonders in den Karbonatquarziten bedeutende Kornvergrößerung durch Sammelkristallisation, Vielfach kleine Einschlüsse; Quarz hat zum Teil undulöse Auslöschung. Auch als kristalline Verheilung von Fugen und Rupturen.

Hellglimmer: Feine Serizitschüppchen zwischen den Karbonat- und Quarzkörnern, meist parallel s. In diesem Gewebe liegen manchmal etwas größere, ebenfalls neugesproßte Glimmerblättchen (bis 0·2 mm).

Chlorit: In fast allen Schliffen, besonders oft mit Quarz und Karbonat als Ausfüllung von Fugen. Stark vertreten an den Rändern von quarzitischen und karbonatischen Lagen und Linsen, häufig auch um Pyrit.

Turmalin: Bis 0·05 mm; in fast allen Schliffen, teilweise Anwachssäume.

Zirkon: Wenige, bis 0·03 mm große, gerundete Körner in den Karbonatquarziten.

Erz: In den violetten Phylliten ziemlich reichlich feines Erz (zu feinkörnig, um Näheres zu erkennen), in den gebleichten verhältnismäßig wenig, außer einigen größeren Pyriten (1 bis 2 mm), die teilweise schon wieder zersetzt sind.

Karbonatreiche Gesteine aus der Violetten Serie (3 Schliffe aus dem Grubenbereich von der 5., 1/26. und 1/27. Sohle):

In den grau-violetten bzw. gebleichten Phylliten der Violetten Serie befinden sich festere Lagen von 10 - 50 cm Mächtigkeit.

Die Farbe ist meist etwas heller und rötlich, die Ränder sind grünlich (Chlorit), manche Lagen sind sehr feinkörnig, andere größer und brecciös.

U. d. M. stellt sich heraus, daß das Gestein zum Großteil aus Karbonat besteht (jedoch kein Kalzit!).

Die eckigen Komponenten der Breccie bestehen aus einem feinen Karbonatgewebe und schwimmen in einem Zwischenmittel, das wiederum aus Karbonat und Serizit besteht; manchmal ver-schwimmen Komponenten und Zwischenmittel. Reichlich Chlorit, wenig Quarz. Diese karbonatreichen Lagen sind für die Violette Serie typisch und wurden sonst nirgends gefunden.

Aus den Quarziten der Violetten Serie im Fellersbach wurden 3 Schriffe untersucht:

Mittel- bis grobkörnige Quarzite von grauer und violett-grauer Farbe, gut geschichtet, mit Glimmer auf den Schichtflä-chen.

U. d. M.: Klastische, zum Teil gerundete Quarze bis 0,8 mm groß, teils in s gelängt, meist undulös. Zwischenmittel aus feinem Quarz und Serizit. Klastischer Muskovit in s einge-regelt. In einem Schliff ist auch klastischer Plagioklas vorhan-den.

Diese Quarzite unterscheiden sich im Schliff auch makro-skopisch nicht wesentlich von den Quarziten der Werfener Schich-ten.

Zu der Violetten Serie gehört auch ein verschiefertes Feinkonglo-merat vom Fellersbach oberhalb der Kniealm.

Es besteht nur aus Quarzkomponenten (max. 10 mm), die in einem violetten Serizit-Quarz-Zwischenmittel liegen, das noch etwas Erz und feine opake Substanz enthält.

3 Typen von Quarzkomponenten können unterschieden werden:

- 1.) Einzelquarzindividuen, max. 1 - 2 mm, unvollständig ge-rundet, stark undulös.
- 2.) Am häufigsten stark verzahnte Aggregate.

- 3.) Aggregate aus feinsten Quarzkörnern (um 0.01 mm) mit ein wenig Serizit dazwischen. Meist gestreckte, längliche Formen, schon von der kräftigen Durchbewegung ergriffen und z. T. beinahe schon in das Zwischenmittel einbezogen.

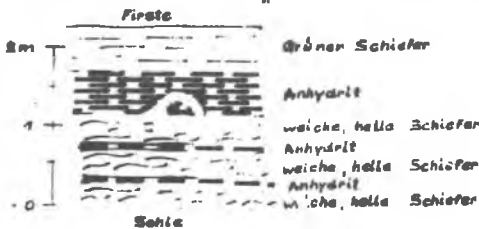
Anhydritführende Tonschiefer (3 Schiffe):

Auf der 7. Sohle in den Grünen Schichten und auf der 6. Sohle in der Violetten Serie befindet sich jeweils eine ca. 25 - 50 cm mächtige Bank von gebändertem Anhydrit, die im Liegenden graubräunliche Tonschiefer hat, welche nur in Verbindung mit dem Anhydrit vorkommen. Die Schiefer sind durch einige mm-starke Lagen von Anhydrit gut geschichtet und gebändert und haben oft Schwundrisse.

U.d.M. erweisen sich die Schiefer als ziemlich karbonatreich, weiters ist ein nicht mehr weiter trennbarer Anteil von parallel geordnetem Serizit und Ton vorhanden, Quarz tritt zurück. Sehr gut ist die lagenförmige Anordnung des Serizits zu erkennen. Gips ist nur verhältnismäßig wenig vorhanden.

Die Struktur vom Aufschluß über den Handstück- zum Dünnschliffbereich und die auffälligen Tonschiefer, die nur bei den beiden Anhydritbänken vorkommen, belegen deutlich die sedimentäre Einlagerung des Anhydrits.

Abb.7: Anhydritlagen mit weichen Schiefen in den „Grünen Schichten“



? Sohle W 2900m

Grenzbereich Violette Serie - Grüne Schichten:

Im Februar 1962 wurden auf der 1/2 6. Sohle die Grünen Schichten angefahren. Ein Schliff von einem makroskopisch durchaus den Grünen Schichten gleichendem Gestein zeigt mit verhältnismäßig wenig Chlorit und viel Karbonat die Merkmale der Violetten Serie. Ein gelblicher Phyllit von hier kommt mit einem verfilztem Chloritgrundgewebe und dem Fehlen von Karbonat den Grünen Schichten schon viel näher.

Eine Serie von 6 Schliffen stammt von der 6. Sohle aus dem Bereich um den 5. Hauptverwurf. Auch hier sind Grüne Schichten und Violette Serie makroskopisch nicht unterscheidbar. Als Grenze beider wurde der 5. Hauptverwurf angenommen. 2 Schliffe westlich davon zeigen noch keinen Chlorit, der typisch für die Grünen Schichten ist. Es sind phyllitische Tonschiefer, z. T. etwas sandig, Serizit und Ton ist nicht trennbar. Aber das in der Violetten Serie reichlich vorkommende Karbonat fehlt hier beinahe. Östlich des Verwurfes findet man durchwegs sehr karbonatreiche, sandige phyllitische Tonschiefer, die den Gesteinen der Violetten Serie entsprechen. Hier ist auch eine der Anhydritbänke eingelagert. In einigen Schliffen ist ein deutlicher Wechsel von sandigen, quarz- und karbonatreicheren Lagen mit tonigen oder serizitischen Lagen zu beobachten. Klüftchen sind meist mit Gips ausgefüllt. Chlorit und Turmalin sind als untergeordnete Gemengteile vorhanden.

Grüne Schichten (7 Schliffe):

Der Mineralbestand von hauptsächlich Serizit, Quarz und Chlorit entspricht auch hier durchaus einem Phyllit. Die Gesteine sind äußerst feinkörnig, von graugrüner bis gelbgrüner Farbe und können gewissen Typen der Violetten Serie sehr ähnlich werden. Eine Schichtung ist makroskopisch bei den vorliegenden Handstücken nicht mehr zu erkennen. Häufig ist eine enge Zerklüftung, die in eine brecciöse Ausbildung übergeht, anfangs mit eckigen, dann mit gerundeten Komponenten in einer myloniti-

schen Grundmasse. Die rundlichen Knollen sondern sich aus dem Gestein gut ab. Auf sämtlichen Klufflächen ist fast immer ein Belag von weißem Gips.

Unter dem Mikroskop:

Der Mineralbestand verschiebt sich von der reichlichen Karbonatführung der Violetten Serie zu einem höheren Chloritgehalt. Das Gefüge ist dem der feinkörnigen Phyllite der Violetten Serie sehr ähnlich. Im Dünnschliff tritt ein s durch parallel angeordnete Flaserzüge von Serizit hervor. Das Grundgewebe stellt ein sehr feinkörniges Gefüge von Serizit, Quarz und Chlorit, mit im einzelnen oft kaum erkennbaren Körnern dar. Darin befinden sich zahlreiche hoch lichtbrechende Minerale (darunter auch Zirkon), die mit ihrer durchschnittlichen Größe von 0,003 mm nicht mehr bestimmbar sind. Hellglimmer, dessen Kristallisation parallel s bis postkinematisch erfolgt ist, erreicht eine Größe von 0,2 mm und ist meist parallel s angeordnet. Fugen und Rupturen werden von einer Mineralparagenese aus Quarz, Karbonat und Chlorit erfüllt. Dadurch kommt es, daß sich in dem mylonitischen Bindemittel der tektonischen Breccie zwischen den Knollen, die bis kopfgroß werden können, verhältnismäßig große Quarze, Karbonatstücke und auch Plagioklase befinden neben Fetzen aus dem ursprünglichen Material, das identisch mit dem der Grünen Phyllite ist. Idiomorphe Pyrite erreichen eine Größe von mehreren mm.

Werfener Schichten (9 Schiffe, Erichhütte, Taghaube):

a) Quarzite bis quarzitischer Schiefer:

Dünngeschichtete Quarzite von bräunlicher, grauer und rötlicher Farbe. Teils mit buckligen Schichtflächen mit Glimmerbestreuung und tonigen Zwischenlagen.

U. d. M.: Quarzgehalt bis zu 90 %, Quarze größtenteils rekristallisiert und zu verzahnten Aggregaten zusammengetreten. Die Tonsubstanz als ursprüngliches Bindemittel zwischen den

Quarzen ist fast überall in Serizit umgewandelt. Es finden sich auch noch klastische Muskovite, die postkristallin beansprucht sind. Karbonat, Chlorit und Plagioklas sind selten, Zirkon und vor allem Turmalin (Schörl) kommen häufig vor.

Der unter der Taghaube verbreitete Grobsandstein hat rundliche Quarzkomponenten bis zu 5 mm, dazwischen sind Schlieren von Serizit. Auch klastischer Muskovit ist vorhanden.

Der grobkörnige Quarzit vom Schurfstollen unter der Taghaube kann nach dem Dünnschliffbild ebenfalls durchaus zu den Werfener Schichten gehören. Die Quarze sind bereits stark rekristallisiert, außerdem ist reichlich Serizit vorhanden. Etwas abweichend ist die starke Karbonatführung.

b) Tonschiefer bis Phyllite:

Dünablättrige Schiefer mit Transversalschieferung und Lination,

U. d. M. ist die Tonsubstanz z. T. vollständig in Serizit umgewandelt, z. T. noch teilweise erhalten. Wenige, sehr kleine Quarzkörnchen, etwas Karbonat und Erz sind die übrigen Mineralkörner.

Die Werfener Schichten können annähernd denselben Metamorphosegrad wie die Gesteine der Grauwackenzone erreichen. Das in den phyllitischen Tonschiefern besonders gut hervortretende Gefüge ist dem der paläozoischen Phyllite in Ausbildungsform und Raumlage völlig gleich.

Zusammenfassung der petrographischen Beobachtungen.

Bei den einzelnen Gesteinskomplexen ist kein auffallender Unterschied in der Mineralgesellschaft feststellbar. Wohl aber sind in den Mengenverhältnissen der Minerale und im Gefüge bei der mikroskopischen Untersuchung gewisse verwertbare Unterschiede vorhanden. Das alpidische Alter von Hellglimmer, Chlorit, Quarz und Karbonat ist durch Neu- bzw. Umkri-

stallisation in einem Großteil der Werfener Schiefer jedenfalls gesichert. Es fehlen somit stichhaltige Hinweise für die Abtrennung einer vermutlich teilweise vorhandenen voralpidischen phyllitischen Metamorphose der Grauwackenzone in diesem Bereich, zumal auch die Chloritoidporphyroblasten in den Pinzgauer Phylliten nach dem Schliffbefund wohl als eine Auswirkung der alpidischen Tauernkristallisation zu werten sind. Vereinzelt ist die Tonsubstanz, besonders in den Werfener Schichten, noch nicht in Serizit umgewandelt. Der Metamorphosegrad der Gesteine entspricht somit der niedrigsten Epizone und zwar der Quarz-Albit-Muskowit-Chlorit-Subfazies der Grünschieferfazies, wobei die Stärke der Metamorphose in den Werfener Schichten abnimmt.

Auf die Pinzgauer Phyllite beschränkt sind die Chloritoidporphyroblasten, vor allem aber die typische Feinschichtung von meist pigmentierten Lagen von Serizit und Quarz.

Die Violette Serie zeichnet sich durch reichlichen Karbonatgehalt und das Fehlen eines ausgeprägten Lagengefüges im Kleinbereich aus.

Die Grünen Schichten haben ein der Violetten Serie sehr ähnliches Gefüge, doch tritt der Karbonatgehalt gegenüber einer starken Chloritführung zurück.

Die Werfener Schichten weisen ebenfalls einen nur sehr geringen Karbonatgehalt auf; mengenmäßig überwiegt bei ihnen wechselweise Quarz oder Serizit bei weitem, manchmal ist noch Tonsubstanz vorhanden.

Schwermineraluntersuchungen.

Es wurde versucht, mit Hilfe von charakteristischen Schwermineralspektren zu einer Gliederung der Gesteinskomplexe zu kommen. Dazu konnten jeweils nur grobkörnige quar-

zitische Gesteine verwendet werden. Es wurden insgesamt 97 Proben untertags und obertags genommen, Von diesen boten nur 39 Proben die Möglichkeit, sie statistisch auszuwerten; es wurde das Verhältnis der opaken zu den durchsichtigen Mineralkörnern (etwa 90 : 10) und das der durchsichtigen untereinander errechnet. Bei den durchsichtigen Schwermineralien überwiegt Zirkon mit meist 50 % bei weitem gegenüber Rutil, Turmalin, Apatit und Hornblende; Granat ist praktisch nie vorhanden.

Bei allen vier Komplexen ergab sich ein sehr ähnliches Bild in der Verteilung der Schwerminerale, womit eine Trennung der Komplexe mit dieser Methode wenig günstig erscheint. Es treten nur sehr geringe verwertbare Unterschiede auf; so weisen die Werfener Schichten einen etwas hervortretenden Gehalt an Hornblende auf, die in den übrigen Schichten fehlt, während Rutil in den quarzitischen Phylliten stark zurücktritt.

Auf Anregung von Prof. HEISSEL wurde mit 21 Proben der Versuch unternommen, die Gangnähe mit Hilfe des Schwermineralgehaltes festzustellen.

Durchsichtige Schwerminerale waren jedoch nur selten vorhanden und ein sich regelmäßig ändernder Gehalt an Erzen konnte auch nicht beobachtet werden, da die Gesteine von zahlreichen Äderchen und Gängchen durchzogen sind.

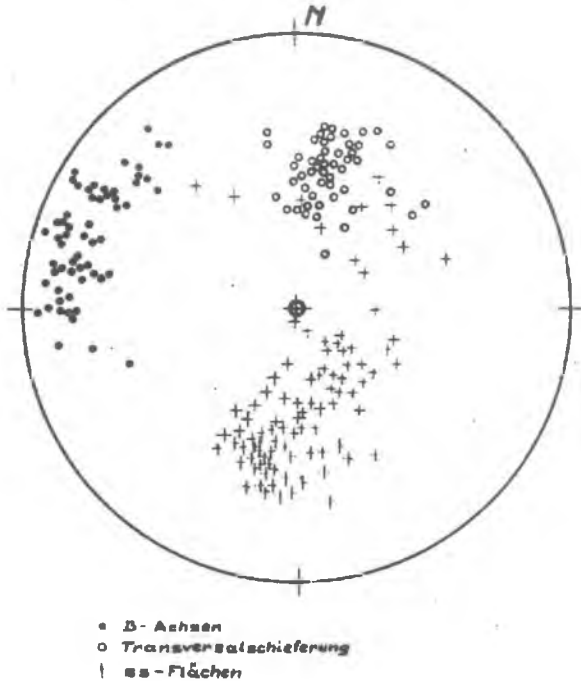
Bemerkungen zur Transversalschieferung.

Aus den von G. GABL vorliegenden Unterlagen zur Gefügeuntersuchung wurden jene ausgewählt, die die sehr auffällige Erscheinung der Transversalschieferung betreffen und werden ergänzend zu den sehr genauen Untersuchungen von F. KARL (Lit. 17) hier mitgeteilt.

Die Transversalschieferung ist in den phyllitischen Gesteinen an den meisten Stellen in deutlicher Weise ausgeprägt, auch im Korngefüge nachzuweisen und verwischt nicht selten die Lage von ss. In den kompakten Quarziten der Violetten Serie ist

sie als Schieferung kaum vorhanden, ihre Lage wird durch eine weitständige (dm- bis m-Bereich) Kluftchar angedeutet. Die auffällige Erscheinung von manchen "Geröllagen" in den violetten Phylliten findet wohl auch eine Erklärung als Auswirkung der Transversalschieferung. Wie die Abb. 4 zeigt, werden besonders dünne Quarzitlagen durch die Transversalschieferung in kleine Linsen und Knollen zerlegt, wobei sich diese - vielleicht auch durch die Internrotation der Scherflächen im weicheren Schieferpaket - etwas voneinander entfernen. Im Endeffekt entsteht dann, besonders dort, wo die Übergangsstadien nicht mehr erkennbar sind, im Querschnitt ein ähnliches Erscheinungsbild wie bei Geröllagen.

Abb. 8: Sammeldiagramm aus dem Grubenbereich W.



Wie aus dem Sammeldiagramm aus dem Westrevier der Grube ersichtlich ist, besetzt die 30° - 50° SSW fallende Transversalschieferung ein relativ sehr wenig gestreutes Feld im Vergleich zu den ss-Flächen, die hier einen offenen Gürtel besetzen, mit weitaus überwiegendem flachen N- bis etwa 40° NNE-Einfallen. Alle echten B-Achsen, sowohl die Biegefaltenachsen als auch die auf den Schieferungsflächen vorhandenen Fältelungslinearen und die Schnittlinearen von zusammengehörigen h01-Scherflächen besetzen einen relativ weiten Bereich mit flachem (etwa 10°) W-NW-Einfallen.

Eine Trennung in 3 zeitlich gliedbare Formungsakte, wie in Lit. 17 dargestellt, konnte nicht wiedergefunden werden.

Die Ausprägung der Transversalschieferung ist jedenfalls in den alpidischen Deformationsplan einzuordnen, da sie in gleicher Ausbildungsform und räumlicher Lage wie in den Pinzgauer Phylliten auch noch in den Werfener Schichten vorhanden ist (siehe Abb. 4). Zur Entstehung ist noch zu bemerken, daß sie im untersuchten Bereich eine großräumige Faltung schon vorgefunden hat und nach ihrer Ausbildung keine nennenswerte Verlagerung mehr erfahren hat. Detailbeobachtungen kennzeichnen die Transversalschieferung als die stärker ausgeprägte Schar eines koordinierten Scherflächensystems, wobei die zweite Schar viel seltener festzustellen ist und auch weitere h01-Flächen untergeordnet vorhanden sind. Die Ursache ist somit eine Amplatzttektonik, wobei durch Vergenzbeobachtungen der Hinweis auf eine annähernd senkrechte Haupteinspannungsrichtung gegeben ist!

Zur interessanten Frage, in welcher Beziehung der Erzgang zu den Vorgängen, die zur Bildung der Transversalschieferung geführt haben, steht, kann hier noch keine endgültige Aussage gemacht werden. Es sei nur festgestellt, daß im Bereich der 1/2 6. bis 3. Sohle der Gang in der Achsenebene einer Antiklinale verläuft (Ergebnis der Kartierungsübungen 1964); diese Beobachtung ist nach W. MEDWENITSCH auch im Südrevier zu machen.



Abb. 1: Gebänderter Gips – Anhydrit mit
Tonschieferlagen 7. Sohle 2900 m

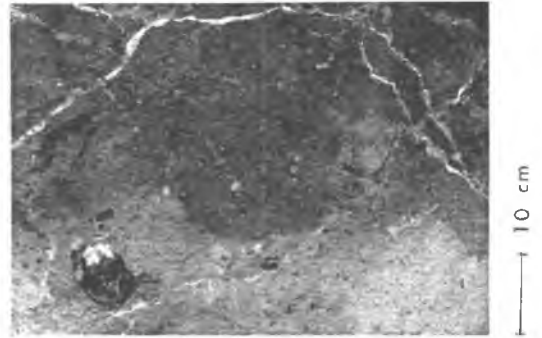


Abb. 2: Haselgebirge mit knolliger Struktur in den
Grünen Schichten 7. Sohle

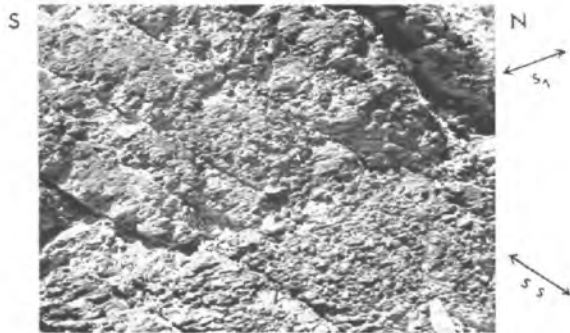


Abb. 3: Transversalschieferung im Werfener
Sandstein, Bockgraben W Erichhütte



Abb. 4: Zerschierung von dünnen Quarzitlagen
in den violetten Schiefen, 5. Sohle

Literaturverzeichnis:

1. AIGNER, F. (1930): Die Kupferkiesbergbaue der Mitterberger Kupfer A.G. bei Bischofshofen. Berg- u. Hüttenm. Jb. 78, 1930, H. 2, 3, 4.
2. BÖHNE, E. (1931): Die Kupfererzgänge von Mitterberg in Salzburg. Archiv für Lagerstättenforschung, H. 49, 1931.
3. BUTTMANN, H. (1913): Die Kupferkieslagerstätten von Mitterberg. Craz u. Gerlach, Freiberg/Sa. 1913.
4. CLAR, E. (1953): Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. Geol. Rdsch. 42, 1953.
5. FRIEDRICH, O.M. u. PELTZMANN, I. (1937): Magnesitvorkommen und Paläozoikum der Entachental im Pinzgau. Vh. G.B.A., 1937, 245 - 253.
6. FRIEDRICH, O.M. (1955): Bemerkungen zum Aufsatz von G. STERK: Vererzte Pflanzenreste aus der Kupferkieslagerstätte Mühlbach/Hochkönig (Salzburg). Berg- u. Hüttenm. Mh. 100, 1955, 126.
7. GRODDECK, A. v. (1883): Zur Kenntnis der grünen Gesteine (grüne Schiefer) von Mitterberg im Salzburgischen. Jb. k.k.G.R.A. 1883, 397 - 404.
8. HEISSEL, W.: Aufnahmsberichte in den Verhandlungen der G.B.A. 1938, 1950/51, 1954, 1957, 1958.
9. HEISSEL, W. (1945): Die geologischen Verhältnisse am Westende des Mitterberger Kupfererzganges (Salzburg). Jb. G.B.A. 1945, 117 - 127.
10. HEISSEL, W. (1954): Die grünen Werfener Schichten von Mitterberg (Salzburg). Tschm. Min. Petr. Mitt., 1954, 1. - 4. H., 338 - 349.
11. HEISSEL, W. (1947): Alte Gletscherstände im Hochköniggebiet. Jb. G.B.A. 1947, 147 - 164.
12. HEISSEL, W. (1951): Die Grauwackenzone in den Salzburger Alpen. Verh. G.B.A. Sh. A. 1951, 71 - 76.
13. HEISSEL, W. (1953): Zur Stratigraphie und Tektonik des Hochkönigs. Jb. G.B.A. 1953, 244 - 356.
14. HEISSEL, W. (1955): Die "Hochalpenüberschiebung" in den Salzburger Kalkalpen und die Brauneisenerzlagerstätten Werfen-Bischofshofen. (Salzburg). Jb. G.B.A. 98, 1955, 183 - 201.
15. JOHN, C. v. (1884): Über Melaphyre von Hallstatt und einige Analysen von Mitterberger Schiefer. Verh. k.k. G.R.A. 1884, 70 - 78.
16. KARL, F. (1953): Das Gainfeldkonglomerat bei Bischofshofen (nördliche Grauwackenzone) und seine Beziehungen zu einigen Konglomeraten in den Tauern und in den Westalpen. Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 1953, Nr. 1, 5 - 8.

17. KARL, F. (1953): Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden am Beispiel eines Bergbaues (Kupferbergbau Mitterberg, Salzburg). N.Jb.Min., Abh. 85, 1953, 203 - 246.
18. KARL, F. (1954): Das Gainfeldkonglomerat, ein Tuffitkonglomerat aus der nördlichen Grauwackenzone (Salzburg). Verh. G.B.A. 1954, 222 - 233.
19. MATZ, E. (1953): Die Kupfererzlagerstätte Mitterberg (Mühlbach am Hochkönig, Salzburg). Mitteilungsblatt d. Abt. f. Min. a. Landesmuseum Joanneum, Sonderheft zur Mineralogentagung 1953, 7 - 12.
20. STERK, G. (1954): Vererzte Pflanzenreste aus der Kupferkieslagerstätte Mühlbach/Hochkönig (Salzburg). Berg- u. Hüttenm. Mh. 100, 1954, 48 - 51.
21. TILL, A. (1906): Das geologische Profil vom Berg Dienten nach Hofgastein. Verh. k.k. G.R.A. 1906, 223 - 334.
22. TRAUTH, F. (1916): Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der Salzburger Kalkalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien 1916, 77 - 86.
23. CLAR, E. (1962): Gernot Gabl +. Mitt. Ges. Geol. Bergbau-stud. Wien, 13., 1962, 226.

EOLOGISCHE KARTE UND PROFILE DES GEBIETES MÜHLBACH

(HOCHKÖNIG)

AUFGENOMMEN VON G. GABL † 1960-62

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes

für Eich- und Vermessungswesen Landesaufnahme in Wien.

Zl. L 62 901/64.



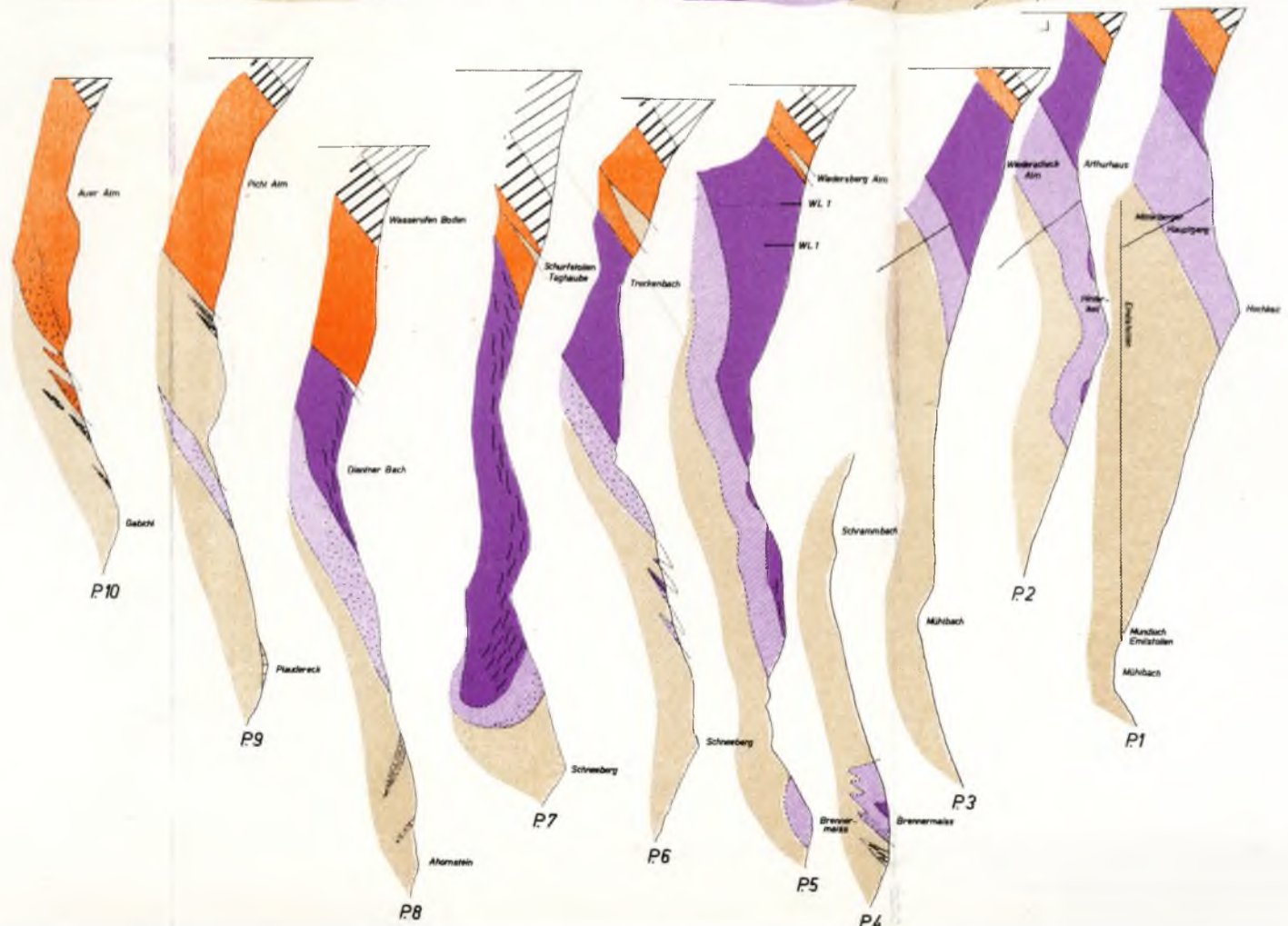
LEGENDE:

- HANG- u. BACHSCHUTT
- SCHUTT- u. SCHWEMMKEGEL
- RUTSCHGELÄNDE
- MOOR
- MORÄNE DER LOKALVEREISUNG
- GRUNDMORÄNE DER HAUPTVEREISUNG
- MORÄNENWALL
- GEHÄNGEBRECCIE
- RAMSAU- u. GUTENSTEINER DOLOMIT
- RAUHWACKE
- WERFENER SCH. SANDSTEINE u. QUARZKONGL.
- GROBER SANDSTEIN u. QUARZKONGL.
- ROTE BRECCIE MIT PHYLLITKOMponenten
- GRÜNE WERFENER SCH. VOM MITTELBERG, QUARZITISCH
- HASELBERG G. GIPS-ANHYDRITLINSEN
- SERIZITSCHIEFER
- GRÜN-VIOLETTE SERIZITSCHIEFER
- VIOLETTE SANDIGE SCHIEFER, QUARZITE
- GROBE QUARZITE u. KONGLOMERATE
- PINZGAUER PHYLLITE, GRAU
- QUARZITE
- LICHTER SERIZITPHYLLITE
- GRÜNE LAGEN (GRÜNSCHIEFER?)
- KALKE
- DOLOMIT
- MAGNESIT
- KIESEL-SCHIEFER

MASSTAB

1 : 50 000

Längsprofil Hochkeil-Filzensattel



○ ● PINGE, BERGHALDE

∠ = 50°-60°

Die Kupfererzgänge von Flatschach
bei Knittelfeld.

Dissertation,
vorgelegt 1951 von

Wassil JARLOWSKY.

Zur Einführung
(von O. M. FRIEDRICH).

Die Erzgänge von Flatschach bei Knittelfeld stellen einen in den Ostalpen nicht sehr häufigen Typus von echten, also quer durch das Gestein setzenden Gängen dar. Die Mitterberger Kupfererzgänge bilden die bekannteste Lagerstätte dieser Art und es war reizvoll, die Flatschacher Gänge untersuchen zu lassen, um sie mit jenen vergleichen zu können. Als sich ein ehemaliger Hörer, der aus politischen Gründen nicht in seine Heimat zurück konnte um eine Doktorarbeit bemühte, schlug ich ihm vor, dieses Ganggebiet zu bearbeiten. Sie wurde in den Jahren 1948 bis 1951 ausgeführt und die Dissertation 1951 vorgelegt.

Einen großen Teil der Arbeit nahm die Herstellung der Geländekarte im Maßstab 1 : 1600 ein, die Herr JARLOWSKY mit großem Geschick aufnahm und sehr sorgfältig zeichnete. Da er ja nach seinem Studium nicht nur Bergmann sondern auch Diplom-Markscheider ist, setzte er seinen ganzen Ehrgeiz für diese Karte ein und zeichnete sie mit Höhenschichten von 2 zu 2 m. Da sie aber 2'6 x 1'2 m mißt, ist es ausgeschlossen, sie im Original im Druck wiederzugeben, denn dies käme untragbar teuer. Deshalb verkleinerte ich die Karte zunächst auf den Maßstab 1 : 5000, ließ alles, was nicht lagerstättenkundlich wichtig ist, weg und verkleinerte sie dann lichtbildnerisch auf die vorliegende Größe. Das Original befindet sich in meinem Archiv, es kann bei ernstem Interesse jederzeit eingesehen werden.

Soweit brauchbare Stufen noch aufgefunden werden konnten, wurden Anschliffe hergestellt. Da inzwischen die Schleiftechnik gegen damals (1948 - 1950) ganz wesentlich verbessert worden ist, ließ ich die Schliffe neu überarbeiten und sah sie durch. Soweit sich etwas ergab, das jetzt als bemerkenswert anzusprechen ist, habe ich es vermerkt und unter (O.F.) beigefügt.

In der Zeit nach 1951 war es nicht möglich, die Arbeit zu veröffentlichen, und ich benutze die sich mir jetzt bietende Gelegenheit dazu, muß aber von Lichtbildern absehen, da deren

Druck zu viel kosten würde. Auch ist das Schrifttum nach dem damaligen Stand angeführt und nicht bis jetzt nachgetragen. Dies würde eine neuerliche Überarbeitung erfordern, die nicht beabsichtigt ist.

A. Lage, Örtlichkeit.

Die Ortschaft Flatschach liegt in der nordwestlichen Obersteiermark, an der Straße von Knittelfeld nach Fohnsdorf und ist von Knittelfeld 7 km entfernt. Nördlich des Ortes erhebt sich der Flatschacherschlag bis zu einer Höhe von 1333 m; von ihm ziehen der Schloß-, Weißenbach- und der Brunngraben nach Süden und der Adlitzgraben nach Osten herab. Der Bergzug des Flatschacher Schlages stellt einen südlichen Ausläufer der Wölzer- bzw. Rottenmanner Tauern dar, die im Großen Bösenstein (2449 m) und dem Hochreichart (2416 m) gipfeln. Der Ingeringbach sammelt die vielen Bäche und Wässer der Südseite und mündet bei Knittelfeld in die Mur. Bei dem nachstehend mehrfach genannten Ort "Holzbrücken" mündet der Adlitzgraben in die Ingering. Nordöstlich dieses Tales erhebt sich der Tremmelberg zu 1195 m; in ihm liegen die letzten Ausläufer der Erzgänge.

Zur Verkehrslage ist hervorzuheben, daß Knittelfeld Schnellzugsstation der Linie Wien-Bruck-Klagenfurt-Italien ist und daß auch die Reichsstraße Wien-Italien hier durchzieht. Straßen zweiter und dritter Ordnung führen von Knittelfeld nach Fohnsdorf und durch das Ingeringtal nach Gaal; diese betreffen das unmittelbare Bergbaugebiet.

Die Aufschlüsse liegen am Südgehänge des Flatschacher-
schlages 750 bis 1100 m hoch und werden durch Gräben in drei
Reviere geteilt, und zwar in die Reviere Brunngraben, Weißen-
bach und Adlitz, benannt nach den entsprechenden Tälern.

B. Zur Geschichte des Bergbaues.

Aus den vorliegenden Berichten, namentlich jenen von
Ludw. Apfelbeck und K. A. Redlich ist über die Geschichte des
Bergbaues folgendes zu entnehmen: Um 1400 sollen im westli-
chen Hang des Tremmelberges viele Goldbergbaue betrieben
worden sein und zahlreiche Stollen bestanden haben. Heute sind
davon kaum noch Spuren zu erkennen. Nach Unterlagen des Stif-
tes Admont kam der Goldbergbau zwischen 1670 und 1680 zum
Erliegen, da die protestantischen Bergleute bei der Gegenrefor-
mation ausgewiesen wurden und zwar mußte 1630 der letzte
Goldwäscher das Land verlassen und nicht lange darnach ging
der ganze Bergbau ein. Vorher hatten sächsische Bergleute den
Kanal erbaut, der die Ingering von Holzbrücken nach Knittelfeld
leitet. Auch Miller v. Hauenfels (1859) gibt einige Hinweise auf
die Geschichte.

Nach K. A. Redlich begannen 1716 die Benediktinermön-
che des nahen Stiftes Seckau im Weißenbachtal den Bergbau wie-
der, namentlich unter dem Probst Franz Poiz (1703 - 1723).
Im Jahre 1730 begann man Aufschlüsse in der Adlitz und 1747
waren dort zwei Stollen beträchtlicher Länge vorhanden, die
aber nur wenig bauwürdiges Erz erschlossen. In der folgenden
Zeit um 1741 begannen anscheinend Wasserschwierigkeiten.
Gleichzeitig starb der Leiter des Betriebes, der diesem durch
23 Jahre vorstand.

Bis 1741 wurden nach Aufzeichnungen des Stiftsarchives
nachstehende Mengen an Kupfer erzeugt:

Jahr	Wr.Q	Pfund =	kg	Jahr	Wr.Q	Pfund =	kg
1718	305	96	17 135'59	1730	70	24	3 933'86
1719	433	97	24 304'92	1731	53	82	3 014'24
1720	331	78	18 581'67	1732	120	35	6 740'32
1721	311	32	17 435'84	1733	181	--	10 137'09
1722	499	20	27 958'19	1734	175	65	9 837'45
1723	441	50	24 726'65	1735	190	49	10 668'58
1724	484	16	27 115'86	1736	184	64	10 340'94
1725	362	49	20 301'61	1737	163	--	9 128'98
1726	218	89	12 259'15	1738	83	50	4 676'50
1727	126	91	7 107'72	1739	146	58	8 209'36
1728	86	80	4 861'32	1740	66	16	3 705'36
1729	83	25	4 662'50	1741	69	50	3 892'41
				Summe:	5191	16	290 736'11

Diese Kupfermenge wurde aus 70 343 Wiener Zentner Erz, d. s. 3 939'63 t, erschmolzen. Die verhütteten Erze gaben daher ein Ausbringen von 7'38 % Cu. Die Kosten betragen 34 583 Gulden, die Einnahmen 224 619 fl, der Reingewinn somit 190 036 Gulden.

Die Mönche verwendeten den Erlös zur Herstellung mehrerer für die damalige Zeit gigantischer Unterbaustollen, um die Erze in tieferen Sohlen aufzuschließen, wobei ihre ganze Zuversicht und ihre großen bergmännischen Kenntnisse reichlich belohnt wurden, indem sie nicht nur die bedeutend tiefer angeschlagenen Stollen richtig ansetzten und die Gänge wie erwartet angefahren hatten, sondern auch in festen tauben Gesteinen die großen Stollenlängen ohne maschinelle Bewetterung vortrieben.

Nach dem Tode des Probstes Franz Poiz übernahm der Direktor von Eisenerz die Betriebsführung, verfertigte im Mai 1746 mit einem Vermesser in 8 Tagen die Karten der dortigen Baue. Damals waren insgesamt 32 Stollen bekannt, davon 22 in den drei Hauptaufschlußgängen und weitere 10 in den übrigen 5 Gängen.

Im Jahr 1747 waren im Weißenbachtal 4 Einbaue vorhanden, welche mit Ausnahme des tiefsten die Lagerstätte ca. 200 Klafter (380 m) größtenteils edel streichend verfolgten und viel Erz erschlossen. Nach Osten teilten sich die Gänge und wurden unbauwürdig. Im gleichen Jahr wurde ferner der Fortuna-

Unterbaustollen beendet. An diesem fast 900 m langen Stollen, der vom Blümlental zum Brunngraben führt, hatte man mit großen Kosten zehn Jahre lang gearbeitet. Eine Urkunde vom 5. September 1747 besagt, daß die Arbeiten in diesem für die damalige Zeit kolossalen Stollen einen erfolgreichen Anfang aufweisen.

In den darauf folgenden Jahrzehnten wurden jedoch nur mehr alte Baue aufgehoben und Hoffnungsbaue getrieben, sodaß keine Förderzahlen mehr vorliegen. Außerdem betrieb man auch den Urbani-Unterbaustollen in der Adlitz, der 1747 170 Klafter (= 223 m) lang war, aber noch keine bauwürdigen Erze erschloß. Das Mundloch dieses Stollens ist heute verfallen, soll aber zur Zeit des ersten Weltkrieges noch offen gewesen sein. Redlich schreibt, daß er diesen befahren hatte und gegen sein Ende hin die Jahreszahl 1770 und B.M. eingemeißelt vorfand.

Aus den Jahren 1769 bis 1782 liegen wieder Förderzahlen vor, und zwar wurden 5058 wr. Zentner (283*248 t) Erz erzhaut, wobei das Ausbringen aber auf 4*94 % Cu abgesunken war. Die Ausgaben waren damals nahezu zweieinhalb mal so hoch wie die Einnahmen.

Der längste Stollen war aber jener bei der Ortschaft Schönberg, der erst nach 1000 m den Erzgang erreichte. Eine Kapelle nahe seinem Mundloch wurde zu einer Knappen- und Pfarrkirche vergrößert und der Pfarrhof Schönberg erbaut sowie eine Stiftung für diesen gewidmet. Dies konnte aus den reichen Erträgen der Seckauerischen Kupferwerke erfolgen.

Nachdem der Religionsfond nach der Aufhebung des Klosters unter Kaiser Josef II den Bergbau übernommen hatte, unternahm man mannigfache Versuche, das stark passiv gewordene Unternehmen erfolgreicher zu gestalten. Die früher vertriebenen Knappen hatten die Stollen möglichst unfahrbar gemacht, als der Betrieb eingestellt worden war (Gegenreformation). Die drei Stollen des Weissenbachrevieres, nämlich St. Anna, Barbara und Dreifaltigkeit wurden noch einmal eingehend untersucht und darin Proben längs der Brandeggerkluft entnommen. Auch in der Adlitz führte man ähnliche Arbeiten in den Stollen Aller-

heiligen, Maria und Josef durch. Die Analysen ermutigten jedoch nicht dazu, den Bergbau weiter zu führen, weshalb dieser mit Erlaß vom 1. November 1789 aufgelassen wurde.

Der Bleiberger Bergfachmann Paul Ignaz Peyrer führte zur gleichen Zeit eine genaue Grubenvermessung durch. In seiner Beschreibung konnte er 1784 über die Baue Fortuna und zehn weitere Stollen nur berichten, daß vermöge großer Halden und Grubengebäude daselbst ein erzreiches Gebirge bestehe. Dagegen konnte er gute Grubenkarten und Beschreibungen der Baue im Weißenbach- und Adlitzrevier liefern.

Der damalige Verweser Andreas Sattmann, der auch die Untersuchungsarbeiten der letzten Jahre geleitet hatte, erhielt den Auftrag, die letzten Erzvorräte an die nächsten Schmelzöfen abzuliefern, nachdem schon 1787 der größte Teil am Fuße des Schattenberges verarbeitet worden war und 117 wr. Zentner (6552 kg) Feinkupfer ergeben hatten.

Erst im Jahre 1864 wurden die Stollen des Brunngrabens, des Weißenbachtals und der Adlitz unter der Leitung von Anton Nappay im Auftrage des Wiener Metallgroßkaufmannes und Besitzers der Blei- und Zinkbergbaue bei Peggau und der Zinkhütte Johannistal, Ludwig Kuschel, wieder geöffnet. Angaben über die Produktion liegen nicht vor; da die Baue aber bald wieder aufgelassen wurden, scheinen die Arbeiten nicht sehr erfolgreich gewesen zu sein. Von der Société anonyme des Industries chimiques de Wilsele wurden später die inzwischen wieder verbrochenen Stollen neuerdings untersucht, jedoch auch, ohne besondere Ergebnisse zu zeitigen.

Im Jahre 1906-07 trieb der neue Besitzer Ludw. Apfelbeck den Urbanistollen (Unterbau) um etwa 59 Meter vor, erschloß damit aber keine Gänge. Dies waren die letzten Arbeiten in diesem Revier.

C. Literatur, Karten.

Über dieses Bergbauggebiet ist bisher nur sehr wenig geschrieben worden. Lediglich K. A. Redlich gab zu Beginne dieses Jahrhunderts eine mehr geschichtlich gehaltene Beschrei-

bung, während A. Miller von Hauenfels 1859 die Flatschacher Vorkommen von Gold und Kupfer nur erwähnt.

Aus 1906 liegt ein Grubengutachten von A. Rücker vor, dem auch 22 Analysenscheine beigelegt sind und aus dem Jahre 1915 stammt ein gutachtlicher Bericht von G. Duft (Berlin), der auch die übrigen Schurfgebiete des Besitzers Ludwig Apfelbeck begutachtet hatte.

Die einzige vorliegende Karte war eine Kopie jener von J. Peyrer aus dem Jahre 1784, und zwar des Weißenbach- und des Adlitzrevieres. Sie enthält auch Längsschnitte durch beide, doch sind die abgebauten Teile nicht deutlich zu entnehmen.

Für eine von mir geplante Neubearbeitung des ganzen Erzgebietes war eine ganz neue Geländekarte notwendig, die ich zusammen mit den Kollegen Rolf Boos und Herbert Sparraft im Sommer 1949 aufnahm und die für die Genannten als Staatsprüfungsarbeit galt.

D. Geologische Übersicht.

Das vererzte Gebiet liegt im Bereich der kristallinen Gesteine der Niederen Tauern, deren Bau vor allem an den weit hin durchstreichender Bretsteinzügen mit ihren Marmorlagen und Amphiboliten ermittelt werden kann. Diese kennzeichnenden Gesteinslagen ziehen hier aus dem Gebiet von Bretstein über Pöls gegen Obdach; nordöstlich davon liegt eine Glimmerschieferzone mit Amphibolitzügen und noch weiter im Nordosten tritt das große Granitmassiv des Seckauergebietes von der Ortschaft Hohentauern bis Kaisersberg zu Tage. Eine geologische Detailkarte des Gebietes liegt noch nicht vor, dadurch ist man auf die Übersichtskarte im Maßstabe 1 : 500 000 angewiesen, die natürlich nur die ganz großen Baueinheiten berücksichtigen kann.

Im Süden und im Nordosten ist das Erzgebiet durch tiefe Brüche von der Umgebung abgetrennt, und zwar im Nordosten durch jenen Bruch, der das östlich anschließende Seckauer Tertiär begrenzt und im Süden durch jenen, der die Fohnsdorfer Kohlenmulde tief einsinken ließ.

Tertiäre Hangverschmierung und Überrollung erschweren überdies jede geologische Aufnahme in diesem nicht sehr gut aufgeschlossenen Gebiet.

Die Übersichtswerke von Fr. Heritsch, Geologie der Steiermark, und Fr. Angel, Gesteine der Steiermark, erwähnen die hier auftretenden Gesteine ebenfalls nur kurz.

Das vererzte Gebiet wird im Einzelnen vorwiegend aus Paragesteinen aufgebaut, aus Paragneisen bis Gneisquarziten, seltener sind Übergänge zu Glimmerschiefern. Recht häufig tritt in gneisartigen Gesteinen Hornblende auf, wodurch Übergänge zu Hornblendeschiefern und Amphiboliten entstehen; letztere treten oft in recht langen Zügen auf. Die namentlich im Nordosten reichlicher vorhandenen Orthogesteine, Granite, Granitgneise usw. dürften Ableger des im Nordosten sich ausbreitenden Seckauer Granitmassivs sein.

Im Gelände fällt auf, daß die Erzgänge vorwiegend an dunkle Gesteine geknüpft sind, die meist Fältelung oder Stauchung zeigen. Auf Quernähten findet man ab und zu, namentlich in hornblendereichen Gesteinen, Chlorit in den bekannten geldrollenähnlichen Gruppen ausgeschieden.

Die gneisartigen Gesteine sind im allgemeinen dünn-schieferig, brechen uneben, flaserig. Ab und zu, namentlich im Orthogneis, trifft man auch auf eine dicke Bankung, so namentlich im Adlitzgraben.

An typischen Gesteinen wurden die folgenden näher untersucht:

a. Granite, Biotitgranit, Ingeringtal, Steinbruch nahe dem "Hammerjäger". Das Gestein ist lichtgrau, mittelkörnig, doch werden die Mikrokline bis zu 1 cm groß. Das Gefüge ist nahezu massig, zeigt aber doch schwache Andeutung einer Parallelschichtung der Glimmer, das Gestein wurde schwach durchbewegt und ist daher etwas vergneist.

Unter dem Mikroskop erkennt man viel Mikroclin, massenhaft von Myrmekit umgeben. Dies zeigt uns, daß das Gestein aus dem rein magmatischen Mineralbestand in jenen der kristallinen Schiefer übergeht, denn die Myrmekitstengel und

-knospen werden als eine Verdrängung des Kalifeldspates durch Albit und Quarz erklärt. Weiters sind im Gestein viel saurer Plagioklas (Oligoklas), brauner Biotit, Quarz, Apatit und Zirkon neben den üblichen Erzflittern enthalten.

Weiter talauf steht in der Gaal massiger Granit an, der recht reichlich Biotit enthält und dadurch deutlich dunkler, gefärbt erscheint als der vorher beschriebene Granit.

Granit tritt im ganzen Gebiet in der Hang- und Talverschüttung in zum Teil sehr großen Blöcken und Geröllen überall sehr reichlich auf. Er stammt aus dem Granitgebiet der Hauptberge (etwa Seckauer Zinken, Hochreichart usw.) des Seckauer Massivs, von dem unser Gebiet ja nur eine südliche Vorlagerung darstellt.

b. Orthogneise. Die Orthogneise sehen ähnlich wie der Granit aus, sind aber deutlich geschiefert, was besonders an den Glimmerlagen kenntlich ist und oft gut gebankt. Auch sind diese Gesteine oft wesentlich feinkörniger, manchmal mit, oft aber auch ohne deutlich hervortretende Feldspatagen.

Im Dünnschliff ist der Mineralbestand meist dem der Granite recht ähnlich, doch tritt Mikroklin häufig sehr zurück, bildet aber in einzelnen Gesteinen, so im Schliff 401 vom Bergkamm nördlich der Adlitzkuppe, 402 SO dieser, 403 vom Mundloch des Urbanistollens, 404 vom Ingeringtal gegenüber der Adlitzbachmündung augenartige Porphyroblasten oder richtiger Porphyroklasten.

c. Paragesteine. Paragneise und Quarzite sind meist deutlich verschiefert, die Schieferungsflächen sind meist mit Biotit belegt, neben welchem oft auch Muskovit reichlich vorhanden ist, und brechen oft dünnplattig. Manche Gesteine dieser Art enthalten oft auch viel Hornblende in einzelnen Stengeln. Diese Hornblendegneise bilden Übergänge zu den häufigen Amphiboliten.

Als Beispiel für den Aufbau des Gefüges und des Mineralbestandes sei jenes von den Felsen bei Punkt C der Geländekarte beschrieben: Es enthält viel Quarz, rotbraunen Biotit, etwas Oligoklas, zahlreiche kleine, scharfkantige Granaten, als Übermengteile Apatit und Zirkon, um den im Biotit oft sehr

schöne pleochroitische Höfe entwickelt sind. Der Biotit wird zum Teil durch einen sehr lichten, dem Leuchtenbergit nahestehenden Chlorit verdrängt, wobei dieser dann auch die pleochroitischen Höfe übernimmt. Die Biotite sind gut eingeregelt, örtlich deutlich nach zwei, sich unter spitzem Winkel schneidenden Richtungen. In anderen Gesteinen dieser Art treten auch noch Rutilkörnchen, Erzflitterchen oder Graphitschuppen, aber auch viel Epidot auf, so in einem Paragneis vom Felsen bei Punkt XVII der Karte. Die Feldspate sind saure Oligoklase. Ist Hornblende vorhanden, ist sie immer mehr oder weniger feinnadelig und deutlich blaustichig, was auf einen Natrongehalt hinweist.

d. Amphibolite. Die große Gruppe der Hornblende führenden Gesteine zeigt dieses Mineral meist schon mit freiem Auge, neben mehr oder minder reichlichem Feldspat, wodurch alle Übergänge zu den Gneisen entstehen, wengleich die eigentlichen Amphibolite als solche leicht kenntlich sind, denn in diesen Gesteinen herrscht die Hornblende weitaus vor und färbt das Gestein daher dunkelgrün, oft ganz schwarzgrün, mit braunen Verwitterungsrinden. In diesen Gesteinen tritt oft Biotit hervor, durch seinen lebhaften Glanz schon mit freiem Auge leicht kenntlich.

Unter dem Mikroskop sieht man, daß stark blaustichige, also natronhaltige Hornblende gegenüber Epidot, Plagioklas, Quarz und Biotit vorherrscht. Als Übergemengteile sind Rutil oder Titanit, Apatit, ab und zu auch etwas Chlorit vorhanden.

Ein eigenartiges Gestein steht im Weißenbachtal an, am Weg ober dem Gehöft Bischof. Es erscheint fast schwarz, ist nur sehr undeutlich schieferig, ähnelt gewissen Chlorit-Kluftbelägen von Tauerngesteinen. Mit freiem Auge erkennt man nur Biotit in kleinen, fast schwarzen Schuppen. Das Gestein ist sehr mürbe und färbt durch einen hohen Graphitgehalt stark ab. Im Dünnschliff sieht man viele Biotitschuppen neben gar nicht wenig Plagioklas. Dieser ist von zahlreichen Spaltrissen durchsetzt, die mit Graphit ausgefüllt sind. Auch der Biotit und vereinzelte große Muskovitscheiter sind auf Spaltrissen reichlich

mit Graphit durchsetzt. Es dürfte sich um eine rekristallisierte Gang(Kluft-)Letten handeln.

K. A. Redlich erwähnt außerdem noch einen Zoisitamphibolit als Einlagerung in den Hornblendegneis beim Ludwigstollen. Er zeigt den gewöhnlichen Mineralbestand dieses Gesteins.

E. Die Erzgänge.

Insgesamt kennt man hier acht Gänge, von denen drei als Hauptgänge zu bezeichnen sind. Sie streichen fast parallel 30° bis 45° Nordost nach Südwest und fallen sehr steil, meist um 70° bis 80° nach Nordwest ein. Sie kreuzen somit das Streichen der Gesteine, das generell von Nordwest nach Südost gerichtet ist.

Die Erzgänge stellen Spalten im festen Gestein dar, die zumeist um 1 m breit sind, selten wesentlich darüber oder darunter. Ist ein Gang schmal, so ist in der Regel der benachbarte breiter. Ausgefüllt sind diese Gangspalten in der Hauptsache mit dem Zerreibungsletten der benachbarten Gesteine, vielfach hydrothermal zersetzt und in eine tonige Masse umgewandelt. Im Revier Weißenbach und Adlitz soll diese tonige Masse, der "weiße Besteg" der Literatur, vorzüglich feuerfest sein, also ein kaolinisiertes Zerreibungsprodukt der Gneise darstellen. Weiters befinden sich in der Gangmasse die Kupfererze, entweder in Form von Erzblättern, aber auch eingesprengt, in Nestern oder derben Partien. Daneben sind Quarz und Kalkspat als Gangarten fast stets zugegen. Gegen das Hangende oder Liegende sind die Erzgänge fast immer durch lettige Salbänder abgegrenzt.

Nach alten Angaben sollen sich in den oberen Gangteilen neben Ton und Glimmern vor allem Eisen- und Arsenkies angereichert haben, während nach unten Kupferkies reichlicher vorhanden sein soll.

Die Seckauer Mönche haben daher in den obersten Gangteilen nur sehr wenig oder gar nicht gearbeitet, obwohl diese leicht zugänglich waren; sie haben in den oberen Teilen des Erzberges ihre Aufschlußstollen bald wieder verlassen. Aber

auch in den sonstigen Stollen ließen sie die schwächtigen Gänge unberührt und gewannen nur die breiten Gangteile mit Reich-
erzen, auch nicht stark mit Nebengestein oder Gangarten ver-
wachsenes Erz. Doch hielten sie alle diese Stollen bauhaft, um
allenfalls später auch die ärmeren Erze gewinnen zu können.
Dazu war es auch notwendig, am First und in der Sohle der
Stollen ein genügend starkes Mittel stehen zu lassen, was man
noch heute immer wieder sehen kann, obwohl nur wenig noch
befahrbar ist.

F. Alte Gruben.

Die erwähnten drei Gänge sind in ihrer westlichen Er-
streckung im Schloß-, Brun-, Weißenbach- und Adlitzgraben
durch die Baue der Alten aufgeschlossen worden. Alle diese
Baue liegen über 750 m hoch. Durch diese vier Gräben ergeben
sich 3 dazwischen liegende Reviere, und zwar jenes nach dem
Brunngraben benannte, dann das Weißenbach- und das Adlitz-
Revier.

a. Revier Brunngraben.

Der im Schrifttum oft erwähnte Fortuna-Unterbaustollen
kann heute im Blümelgraben unterhalb des Bauernhauses Stocker
von vorne befahren werden. Vor dem Mundloch liegt eine Ebene,
die alte Halde, auf der ich noch einige Erzstufen fand, doch sind
irgendwelche Erzhaufen oder dergleichen nicht mehr vorhanden,
denn es ist alles schon stark verwachsen, da der Stollen ja im
Tertiär angesetzt ist. Bis 60 Meter kann man in den Stollen aber
noch ohne weiteres vordringen. Mit Gummistiefeln gelangte ich
fast 300 m tief, bis zu tiefes Wasser das Vordringen behinderte.
An beiden Seiten sind einige Streckenabzweigungen vorhanden.
Eine solche nach Osten endete wahrscheinlich mit einem Wetter-
schacht, der im heutigen Obstgarten des Gehöftes Stocker mün-
dete, aber verfallen ist. Die ersten 50 bis 60 m des Fortuna-
stollens sind sehr breit und schon recht stark nachgebrochen.
Das Profil besteht aus einem Trapez, das sehr regelmäßig in
der Sohle 1'20 m breit, in der Firste 80 cm mißt und 2 m hoch

ist. Von der einstigen Zimmerung ist fast nichts mehr vorhanden. Beim Mundloch streichen die Tertiärschichten N 52° O und fallen mit 22° nach SO. Sie bestehen aus Lagen von Ton, Mergel, Lehm und grobem wie auch feinem Sandstein. Auch sind sehr dünne Kohlschichten, etwa daumendicke Schmitzen vorhanden.

Durch das Tertiär ist der Stollen bis an das Felsgebirge fast geradlinig getrieben. Nach einer Angabe von Ludwig Apfelbeck erreichte der Stollen nach etwa 500 Metern den Erzgang und verfolgte diesen streichend noch etwa 400 Meter. Der erreichte Erzgang ist wahrscheinlich der mittlere Erzgang. Der Fortunaunterbau war mit dem Ludwigstollen gelöchert.

Die Ingenieure Mezey und Pyron haben einen von den Seckauer Mönchen stehen gelassenen Gangteil zwischen Fortunaunterbau und Ludwigstollen abgestuft und bemustert. Beiderseits befand sich etwa 20 cm lettiger und lehmiger Ton, auch in der Mitte des Ganges war solcher vorhanden, dazwischen lagen zwei Erzsichten von je 20 cm. Der ganze Gang war somit 1 m mächtig und enthielt 40 cm Erz mit 5·5 % Cu, während in der übrigen Gangmasse nur 0·6 % Cu gefunden wurden. Auf Gold oder andere Metalle wurde nicht geprüft.

In der Gabelung Schloßgraben-Brunngraben befindet sich eine bewachsene, aber noch ganz deutlich kenntliche Halde, die höchstwahrscheinlich vom alten Ludwigstollen herrührt. Die Trasse eines ehemaligen Förderweges vom Mundloch des Ludwigstollens zu dieser Halde ist deutlich erkennbar. Das Mundloch selbst ist verbrochen und war es mir nicht möglich, es zu öffnen. Neben dem Mundloch befindet sich eine hohe Felswand. Auch jenseits des Brunngrabenbaches befindet sich neben dem Weg eine alte Halde. Auf beiden Halden konnte ich reichlich Erze finden.

Das Mundloch des Schloßgrabenstollens befindet sich vermutlich am linken Hang des Schloßgrabenbaches und ist nicht mehr zu erkennen. Auch hat der Bach hier die Halde verschwemmt, sodaß die genaue Lage dieses Stollens nicht feststellbar ist. Etwa 30 m darüber befindet sich das Mundloch des Kriegsstollens.

Der ganze Stollen steht in Mischgneisen und ist 47 - 48m lang; beim 20. Meter zweigt eine 8' 5 m lange Strecke nach Nord ab. Das Gestein streicht beim Mundloch N 125° SO und fällt mit etwa 30° nach SW. Der Stollen quert zwei Vererzungszonen, und zwar streicht die erste nach 340° und fällt mit 30° bis 40° nach Westen, während die zweite nach 310° streicht und mit 80° nach NO einfällt. Kalkspat- und Gipskristalle sind als junge Neubildungen auf den Ulmen und in der Firste vorhanden.

Etwa 100 Meter oberhalb der Halde findet man am östlichen Hang das Fuchsstollen I-Mundloch. Es war fast ganz verbrochen, doch konnte ich es notdürftig öffnen. Der nach Osten gerichtete Stollen stößt nach 18 m auf den Erzgang. Darin sind weitere 12 Meter streichend nach N 25° Ost in sehr magerer Gangmasse aufgefahren. Von der südlichen Abzweigung sind nur 6 m offen. Neben dem Stollen ist im Einfallen des Ganges ein etwa 20 m langes Gesenke getrieben, wo man wieder Streichend-abzweigungen nach Norden und Süden mit weiteren Gesenken, aber auch Aufbrüchen findet. Das hier einst angestandene Erz ist fast ganz abgebaut. Als Neubildungen findet man reichlich Malachit, Kalkspat, viel Eisenblüte, Gips und auch die vom Bergmann "Vogelnester" genannten Aragonitkrusten mit den losen, an Vogelei erinnernden Aragonit-Konkretionen.

Von den höher oben im Brunngraben einst bestandenen Antoni- und Aloisistollen ist fast nichts mehr zu finden, ebenso wenig vom einstigen Aloisischacht. Selbst die Halden hat der Bach verschwemmt.

Gegenüber dem Aloisistollen ist am westlichen Hang des Brunngrabens ein jüngerer Stollen vorhanden, in der Streichrichtung des Ganges angesetzt. Der Gang streicht 48° - 50° von N nach NO und fällt mit 70° nach NW ein. Nach den Angaben war er etwa 70 cm mächtig und zeigte 3 Erzmittel von 5, 8 und 13 cm Mächtigkeit, die durch ein 6 und ein 10 cm mächtiges Zwischenmittel voneinander getrennt waren. Das liegende Salband war 11 cm, das hangende 15 cm dick.

Die Lage der am Hang übereinander liegenden Fuchsstollen ist nur durch die Pingen und Halden gegeben. Diese sind

aber gut erhalten und leicht kenntlich, nur der oberste, der Fuchsstollen I knapp über dem Weg ist noch offen. Bei seinem Mundloch steht Gneisquarzit an und bei der Streckenabzweigung beim 22. Meter ist eine Kluft mit einem Streichen nach 142° (alle Streichen sind stets von Nord über Ost nach West zurück nach Nord in 360° -Teilung gemessen) und einem Einfallen mit 80° nach Osten sichtbar. Das Gestein ist hier Hornblendegneis. Über diesem Fuchsstollen I sind noch eine ganze Menge von alten Schurfstollen kenntlich. Wie eine noch deutlich erhaltene Rinne zeigt, förderte man das Erz von den Fuchsstollen wahrscheinlich mit einer Art Schlitten den Steilhang herunter in den Brunngraben und von hier mit Wagen talaus.

b. Revier Weißenbach.

Die alten Baue dieses Revieres befinden sich wie jene des Brunngrabens auf der östlichen Bergseite. Die Baue auf dem westlichen Hang scheinen jünger zu sein und sind alle verfallen. Auch lassen die kleinen Halden und der steile Hang nicht auf große Ausdehnung dieser Baue schließen.

Von den Stollen am östlichen Berghang ist der etwa 50 m oberhalb des Gehöftes Weißenbacher befindliche Paulus-Unterbaustollen in seinem Mundloch noch gut erhalten, doch steht er voll Wasser. Ich bin unter großen Schwierigkeiten noch etwa 150 m eingedrungen. Das Stollenmundloch befand sich nicht oberhalb des Fahrweges, wie in der Karte eingetragen war, sondern unter diesem. Die weiteren, in der alten Karte eingetragenen alten Baue sind im Gelände nicht mehr aufzufinden. Eine kleine Halde liegt unter dem Paulusunterbau-Mundloch, auf ihr konnte ich noch etliche Erzproben finden. Peyrer berichtet, daß an der tiefsten Stelle, nämlich im Paulusunterbau, der dickste Erzstock stehe, doch konnte ich wegen des vielen Wassers die Sohle nicht absuchen. Durch diesen Stollen fließen nämlich die Wässer der drei darüber befindlichen Abbausohlen ab.

In dem beim Bauernhof Weißenbacher östlich abzweigenden Seitengraben befindet sich ebenfalls eine Reihe alter

Stollen. Etwa 140 Meter von der Abzweigung entfernt befand sich das Mundloch des Annastollens mit seiner sehr großen Halde und Pingge. Hier konnte ich viele Erzstufen aufsammeln.

Noch weiter hinauf führt eine etwa 20 m lange und 10 m breite Halde zu einem 10 Meter breiten Einschnitt und zu zwei zum Teil verfallenen Stollenmundlöchern. Dieser Einbau dürfte nach den alten Karten der von Apfelbeck seinerzeit zum Teil wieder geöffnete Barbarastollen mit seinem Nord- und Südast sein. Der in der Richtung des Einschnittes liegende Stollen zieht nach 32° NO und die Abzweigung etwa 100° nach Ost. Die Gesteinsschichten bestehen am Mundloch aus Amphibolschiefer, Gneis und etwas Marmor. Das Mundloch der östlichen Abzweigung konnte ich zwar öffnen, doch steht der Stollen ganz voll Wasser.

Über diesem Bau befinden sich zwei ganz verfallene Einbaue mit großen Halden und mehreren, am Hang deutlich sichtbaren Pinggen, die wahrscheinlich von den alten Abbauen des Brandegger- und Dreifaltigkeitsstollens herrühren. Die Stollen des Weißenbachrevieres, nämlich Anna zuunterst, Barbara in der Mitte und Dreifaltigkeit oben, verfolgten die sogenannte Brandeggerkluft. Die hier auf der Halde gefundenen Stufen zeigen Derberzcharakter.

Südlich des Barbarastollens befindet sich fast in der gleichen Höhe der "Untere Aufschlag" mit einer ziemlich großen Halde, auf der ich leider keine Erzstufen fand. Dieser "Aufschlag" fuhr die erste Hauptquerkluft an, die auch mit dem Annastollen erreicht war, sie fällt mit 82° nach Süden.

Noch weiter oben am Berghang befindet sich der "Obere Aufschlag", bei dem der Erzgang zu Tage ausbeißt. Er enthält zwei Abzweigungen und durchquert 2 Erzgänge. Fast parallel zur ersten Hauptquerkluft im Barbarastollen geht hier die zweite Hauptquerkluft, die mit 37° einfällt. Merkwürdigerweise sind alle diese Stollen bis in eine bestimmte Tiefe vorgetrieben und dann eingestellt worden. Entweder keilten die Gänge aus oder die Bergleute trafen auf große Schwierigkeiten.

Nach alten Angaben und der Karte von Peyrer aus 1784 sind alle Erze über dem Paulusunterbau bis zur Tagoberfläche abgebaut. Unter dem Paulusunterbau begannen die Alten zwar einige Gesenke abzuteufen, mußten sie aber wegen Wasserschwierigkeiten aufgeben.

c. Revier Adlitz.

In diesem Revier sind die seinerzeit vom Stifte Seckau aufgefahrenen und in der Peyrerschen Karte (1784) eingezeichneten Stollen und Gesenke fast nicht mehr zu finden. Der Allerheiligenstollen war der höchste. Etwa 25 m tiefer lag die Sohle des Marienstollens und weitere 30 m darunter der Josefstollen.

Unterhalb der Mayerhube befindet sich das Mundloch des Urbani-Unterbaustollens; es liegt in festem Fels. Dieser von den Seckauern schon 250 m tief vorgetriebene Unterbau liegt ca. 65 m tiefer als der Josefibau und wäre wohl bald fertig geworden, wenn er nicht zu Bruch gelassen worden wäre. Ludwig Apfelbeck hob ihn 1906/7 wieder auf und längte ihn 59 m aus, ohne aber noch die Erzgänge anzufahren. Er wurde dann vorne nahe dem Mundloche durch offenbar absichtlich herabgebrochenes Firstgestein verlegt und am Mundloch durch Gehängeschutt auf 5 m versetzt.

Der Urbani-Unterbaustollen wurde zunächst 250 m gerade, dann aber mit einer Abbiegung nach rechts bis 309 m vorgetrieben und dürfte noch etwa 20 m vom Haupterzgang entfernt sein. Mit diesem Stollen wollten die Seckauer Mönche die im Josefi- und Marienstollen erschlossenen Gänge, die besonders goldreich waren, um etwa 65 m unterfahren. In diesem Stollen fand K. A. Redlich bei 250. Meter die Zahl 1770 und B. M. eingemeißelt. Derzeit ist das Mundloch verschüttet, sodaß der Stollen nicht befahren werden konnte.

Das gleiche Ziel wollten die Seckauer mit dem beim Ort Schönberg begonnenen Hauptunterbau erreichen, von dessen Ansatzpunkt aber kein Anzeichen mehr aufzufinden ist, wenn nicht ein etwa 100 m von der Kirche entfernter alter Bau mit diesem gleichzusetzen ist. Seine Länge ist unbekannt und es

ist wohl gewiß, daß er die Erzgänge noch nicht erreicht hat und ganz in festem Gneis steht.

Die Seckauer Mönche waren bezüglich des Niedersetzens der Erze innerhalb der Gänge sehr zuversichtlich, denn sie legten Unterbaustollen an, welche die Gänge erst in 500 bis 1000 Meter Länge erreichen konnten bzw. auch angetroffen haben. Sie führten somit für die damalige Zeit gigantische Untersuchungen aus.

Angaben des Schrifttums und Beschreibungen Ludwig Apfelbecks besagen, daß die vier durch den Urbaniunterbau angefahrenen Gänge mit 72° bis 76° nach Südost einfielen, während alle übrigen Gänge, auch jene im Weißenbach- und Brunngrabenrevier mit 60° bis 80° nach NW, also entgegengesetzt einfallen.

Auch der in den Berichten erwähnte Granit im Urbani-Unterbaustollen und die Verwerfer im Adlitzgraben konnten obertags nicht festgestellt werden.

Die Fortsetzung nach Osten dürften jene Gänge darstellen, welche von den Alten am Fuße des Ingeringtales auf Gold gebaut wurden. Auch die Adlitzgänge dürften sich hier fortsetzen. Ludwig Apfelbeck hat 1907 die zwei beim Jagerwirt befindlichen Stollen geöffnet. Nappey beschrieb hier einen Stollen mit einem Gesenk und einem Abbau in der Firste auf 15 bis 25 cm starke Erze, die sehr goldreich waren. Auch liegt der Goldbergbau der Alten am Tremmelberg in der geradlinigen Fortsetzung der Adlitz- und Weißenbacher Gänge, doch weiß man von diesen Bauen und Erzgängen nichts Näheres.

G. Beschreibung der Erzgänge.

Im westlichen Teil des Gebietes, also im Brunngraben und im Weißenbachrevier, streichen die Gänge 30° bis 50° NO-SW und fallen etwa mit 70° nach NW ein, während die vier im Urbaniunterbaustollen auffahrenen Gänge in der Adlitz mit 72° bis 76° entgegengesetzt nach SO einfallen. Fast alle Gänge

des Brunngrabenfeldes biegen nach Süden um und nehmen ein Streichen von 25° NO an.

Die nördlichen Gänge zeigen mehr Kupferkies, die südlichen enthalten aber mehr Arsenkies. Die Ausfüllungsmasse ist quarzig, seltener kalkig. Die Gänge haben durchwegs lehmig-lettige Salbänder, welche den Vortrieb und auch die Erzgewinnung sehr erleichtern. Die Gänge waren geringmächtig, wechselnd zwischen 30 bis 150 cm, im Mittel um einen Meter, doch sollen sie nach der Tiefe hin zunehmen. Nach Peyrer stand der "dickste Erzstock" im Paulusunterbau beim Punkte L seiner Karte an, doch konnte ich dort wegen des vielen Wassers nicht nachsuchen.

Im Wesentlichen unterscheiden alle Autoren drei Hauptgänge, nämlich den Hangengang, den Hauptgang und die Brandeggerkluft. Daneben wird auch noch ein Liegendgang erwähnt. Eine einheitliche Bezeichnung und Identifizierung in den drei verschiedenen Revieren ist aus der Literatur nicht ersichtlich, denn die Gänge sind in den verschiedenen Revieren oft verschieden bezeichnet.

Am leichtesten lassen sich die drei Hauptgänge im Weißenbachrevier unterscheiden. Durch die Baue: Oberer und Unterer Aufschlag wurden Gänge angefahren und zum Teil abgebaut, die wahrscheinlich dem Liegendgang entsprechen. Dies ist deshalb möglich, weil die durch den Urbaniunterbaustollen in der Adlitzten angefahrenen Gänge entgegengesetzt einfallen als die Brandeggerkluft und als der Hauptgang im Weißenbach.

Die Brandeggerkluft führt als Kennzeichen die "weißen Bestege". Unter dem Bergrücken hatte der Hauptgang größten Adel.

In der Adlitzten durchfährt der Josefstollen drei Gänge, und zwar den ersten Gang oder die Lettenkluft, dann den ersten und darauf den zweiten mürben Gang. Die Lettenkluft dürfte nicht besonders erzführend gewesen sein und wurde daher in ihr nur einige Meter nach Südwesten streichend ausgelängt. Auch der erste mürbe Gang ist vom Josefstollen aus nur wenige Meter nach Südwesten ausgelängt worden. Dieser Gang dürfte mit dem im Marienstollen angefahrenen und im Streichen und Fal-

len verfolgten Gang gleichzusetzen sein und der Brandeggerkluft des Weißenbachrevieres entsprechen. Der zweite mürbe Gang wurde im Josefstollen am weitesten ausgefahren und dürfte mit seinem weißen Ganggestein dem Hauptgang im Weißenbachrevier entsprechen, doch ist ein einwandfreier Beweis für die Gleichheit der zwei mürben Gänge mit den beiden Hauptgängen im Weißenbachfeld noch nicht erbracht worden.

Im Brunngrabenrevier sind durch die Gewaltigung alter Baue drei Gänge bekannt geworden, und zwar der Fuchs-, der Alois- und der Ludwiggang. Als vierter Gang wäre hier noch der Aloisiagang zu erwähnen. Wie diese vier Gänge aber mit den Gängen des Weißenbachrevieres zusammenhängen, ist noch ungeklärt.

L. Sterner - Rainer ist der Ansicht, daß die Gänge in weichen, serizitischen Massen durchsetzten Gneisen erzführend seien, in den festen, porphyrähnlichen Gneisen aber vertauben. Das konnte ich wegen des wasserdrohenden Verbrauches im noch offenen Stollen aber selbst nicht mehr kontrollieren. Diese weichen, serizitischen Gneise sind wohl Mylonite und Ruschelzonen in den sonst festen Orthogneisen.

H. Mineralbildung und Mineralinhalt.

Diese Lagerstätten sind sehr wahrscheinlich hydrothermale Bildungen aus magmatischen Restlösungen, die etwa bei 400° bis 350° einsetzen und bis in ganz kühle Bereiche hinunter anhalten können.

Es handelt sich hier anscheinend um reine Spaltenfüllungen, d. h. die neu gebildeten Minerale sitzen rein passiv auf ihrer Unterlage, denn außer der Kaolinisierung der Gangletten sind hier keine Verdrängungserscheinungen oder Imprägnationsbildungen des Nebengesteins bekannt. Eine tektonische Zerreißung des Gesteins war als Raum schaffender Vorgang aber notwendig, damit überhaupt Gangklüfte entstehen konnten.

In Flatschach wurden Kupfer, Gold und Eisen auf den Gängen ausgefällt, und zwar als Sulfide, Arsenide und Sulf-

arsenide. Die Haupterzminerale sind hier: Pyrit, Kupferkies, Arsenkies, Fahlerz, Buntkupferkies, gediegen Gold; Eisenspat (bzw. Brauneisenstein) bildet eine häufige Gangart, Malachit und Azurit sind ebenso wie der schon genannte Brauneisenstein Bildungen der Oxydationszone. Quarz und Kalkspat sind weitere Gangarten, fettige Salzbänder grenzen den Gang von Nebengestein ab. In der Gangmasse befinden sich neben Quarz und Kalkspat die Kupfererze meist in Form von Erzblättern, aber auch eingesprengt und in derben Partien.

R. Freyn beschreibt die Minerale der Flatschacher Gänge eingehend: Eisenkies vom Antonistollen des Adlitzgrabens ist eingewachsen in rein weiße Kalkspatausscheidungen und bildet zahlreiche, speisgelbe, stark glänzende und sehr gut ausgebildete Kristalle. Kupferkies von eben daher ist in messinggelben Nestern und in Schnüren derben Erzes in Kalkspat, der durch fein verteilten Hämatit rot gefärbt ist, vorhanden. Domeykit, Cu_3As , wurde zuerst durch Redlich bekannt und beschrieben, später von Freyn erwähnt und dann von Cornu ausführlich beschrieben. Freyn fand den Domeykit als große Seltenheit in runden, höchstens erbsengroßen, metallisch grauen Körnern im Fuchsstollen. Cornu suchte sämtliche damals offene Baue nach diesem Mineral ab und stellte dabei fest, daß dieses Mineral außer im Fuchsstollen nur noch im Ludwigstollen zu finden war, und zwar nicht in den Erzgängen selbst, sondern nur in wenige Zentimeter breiten Nebentrümchen, die mit Kalkspat erfüllt sind, der durch Roteisen rot gefärbt ist. Primär gebildet ist in diesen Trümchen nur Tennantit und Domeykit, durch Verwitterung entstanden aus dem Fahlerz Azurit und Malachit, aus dem Domeykit aber Kupferschwärze, Cuprit und Tirolit. Die Domeykitknollen werden höchstens 3 cm groß, sind aber meist kleiner; beispielsweise fand er 5 mm breite Gangfüllungen davon in Glimmerschiefer. Bei der Verwitterung überziehen sich die Domeykitknollen zunächst mit graurotem Rotkupfererz, das den Domeykit bisweilen auch ganz verdrängen kann. (Siehe auch Anschliff 1341!)

Den Tirolit fand Cornu dabei erstmalig in der Steiermark und gab seine Eigenschaften, die diese Bestimmung si-

cherten, an.

Gediegenes Kupfer fand Cornu in dünnen Blättchen im tonigen, stark zersetzten Nebengestein des Erzganges im zweiten Fuchsstollen. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Bildung der Zementationszone.

Arsenfahlerz (Tennantit) kommt untergeordnet neben Domeykit vor. Azurit, Malachit entstanden bei der Oxydation. Kalkspat, auch in schönen, bis 7 mm großen, oftmals grüngelben Kristallen ist gar nicht selten.

Weitaus häufiger und auffallender ist aber der Aragonit. In fast allen alten Stollen findet man reichlich sowohl in der Firste wie auch in der Sohle tropfsteinartige Gebilde aus diesem Mineral, manchmal glatt, dann wieder mit stark gewellter Oberfläche, stets mit dem kennzeichnenden konzentrisch-faserigen Bau und der schaligen Absonderung. Berühmt ist der Flatschacher Aragonitsinter durch seine mannigfachen Farben. Neben dem üblichen rein weißen tritt er oft in zart schwefelgelben, orangeroten oder braunen Tönen auf, die wahrscheinlich durch Eisenhydroxyd bedingt sind. Ferner sind reichlich zugegen verschiedene Tönungen von smaragd-, span- und steingrün, alle Schattierungen von himmel-, berg- und lavendelblau, weiters rotviolett, blauviolett, licht und dunkel pfirsichblütenrot. Alle diese Färbungen verdanken ihr Entstehen geringen Spuren von beigemengten Eisen-, Nickel-, Kupfer-, Arsen- und Kobaltverbindungen. Eine weitere, von hier sehr bekannte Aragonitabart sind die sogenannten "Vogelnester", die ich namentlich im Fuchsstollen IV häufig finden konnte. Tropfen von der Firste CaCO_3 -hältige Grubenwasser ab, so bilden sich einerseits oben an der Abtropfstelle die hängenden Tropfsteine. Ist im Boden eine geeignete kleine Vertiefung vorhanden, überzieht sie sich mit einem Aragonitsinter, nur an der Eintropfstelle selbst bildet sich ein mit dem Tropfwasser gefülltes, einige Zentimeter messendes kleines Becken. Um vorhandene Keime, wie sie Gesteinssplitter darstellen, scheiden sich runde Gebilde von Aragonit ab, die durch den Wellenschlag beim Eintropfen immer wieder aufgewirbelt werden, sodaß sie sich allseits mit dem Aragonitsinter überziehen können. Dadurch

sind diese kleinen Becken mit manchmal 3 bis 6, seltener mit einem Dutzend bis bohngroßen rundlichen Aragonitknöllchen gefüllt. Dadurch entsteht der Eindruck eines Vogelneistes mit darin liegenden Eiern, weshalb die früheren Bergleute diese Gebilde "Vogelneister" nannten.

Wie schnell die Ausfüllung eines Ganges durch die Grubenwässer erfolgen kann, sieht man deutlich in den alten Stollen, wo an einzelnen Stellen bereits 6 bis 8 cm dicke Aragonit-sinter abgesetzt sind. Oft führt diese Aragonitabscheidung auch zur Neubildung der Abart "Eisenblüte", deren Entstehen man hier in allen Stadien verfolgen kann. Doch gehen Erörterungen darüber über den Rahmen dieser Lagerstättenuntersuchung.

Forcherit. Als ein eigenartiges Mineral wurde der Forcherit aufgesucht, der 1860 von der "Holzbrücke" im Ingeringtal beschrieben wurde. Klüfte im Orthogneis sind mit Milchopal überzogen, der durch Auripigment und Realgar gelb und rot in wechseinden Flecken und Krusten gefärbt ist. Dabei sind alle Klüfte, gleichgültig, welche Richtung sie zeigen, mit diesen Überzügen bedeckt. Als bisher nicht bekanntes Mineral von dort wurden in letzter Zeit von uns auch Krusten und Kristalle von Schwerspat auf diesem Forcherit festgestellt. Eine gesonderte Bearbeitung dieses Fundes wird von Dr. Meixner vorgenommen werden. Es ist möglich, daß der Opal mit den Arsensulfiden und dem Schwerspat den letzten Nachzügler der vererzenden Lösungen darstellt. Die Forcheritfundstelle wurde vor einigen Jahren von Prof. Friedrich wieder aufgefunden und freigelegt.

Erzmikroskopische Beobachtungen.

Um über die verschiedenen Erzminerale klar zu werden und ihre Verwachsungen zu erkennen, wurden zahlreiche Anschliffe hergestellt und durchgearbeitet.

Hauptminerale, die sich in fast allen Schläffen finden, sind Kupferkies als wichtigstes Erz, mit ihm kommt fast immer etwas Pyrit und Arsenkies vor. Dabei ist eine ältere Pyritgeneration I gleich wie der Arsenkies durch den Gebirgsdruck

häufig zerdrückt und beide werden durch Kupferkies verheilt. Dabei läßt sich mehrmals erkennen, daß der Arsenkies den Pyrit I noch etwas anlöst und verdrängt. Dieser muß somit etwas älter als jener sein, während der später zu erwähnende Gelpyrit jünger als Kupferkies und Fahlerz sein muß, da er diese Minerale in Äderchen durchsetzt, er ist wahrscheinlich der Oxydations-Zementationsmineralisierung zuzuzählen. Pyrit I und Arsenkies führen, ähnlich wie auf vielen anderen ostalpinen Lagerstätten, meist Quarz und etwas Chlorit als Gangart, während der Kupferkies und das Fahlerz mit Kalkspat oder Dolomit-Ankerit-Siderit vergesellschaftet sind. Ab und zu kommt etwas Fahlerz vor, nach seiner Farbe als Tetraedrit anzusprechen. Dieses Mineral bildet Ränder um Kupferkies, aber auch Tropfen und Äderchen in diesem. Auch verkittet es zerdrückten Kupferkies. Ab und zu umschließt das Fahlerz feine Fünkchen von gediegenem Silber.

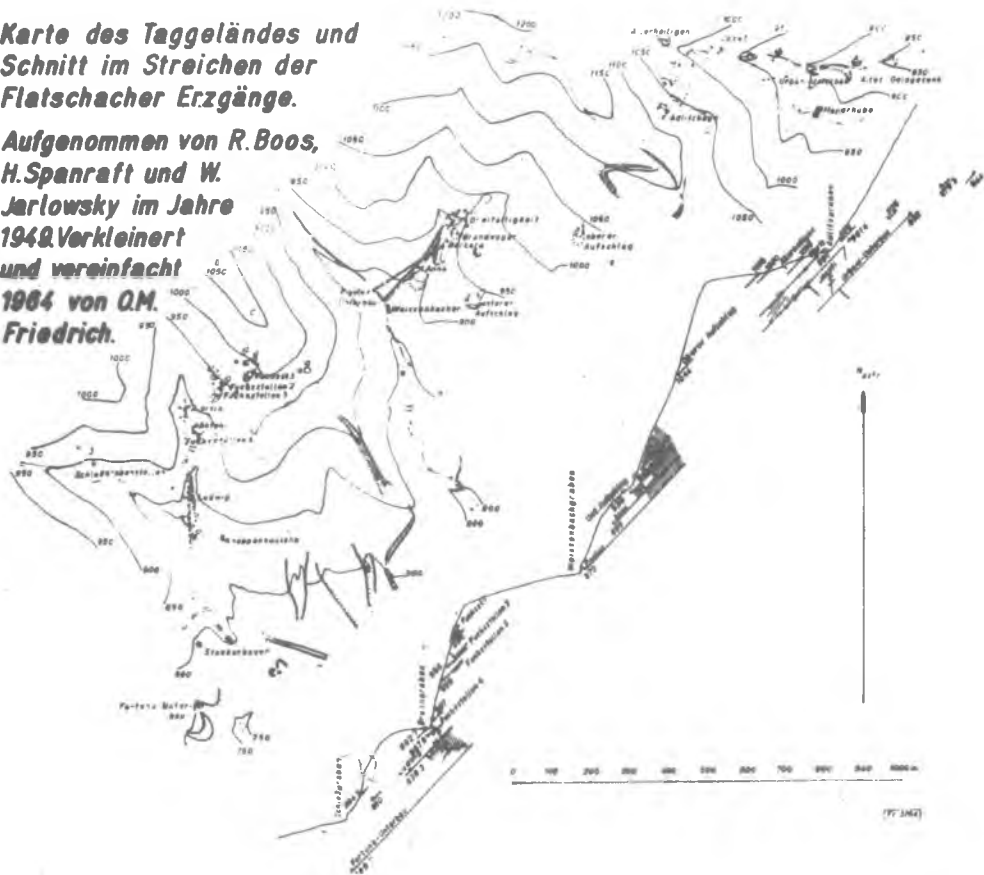
Kupferindig, Buntkupfererz und etwas Kupferglanz dürften wahrscheinlich durch Zementation entstanden sein, was auch daraus hervorgeht, daß in solchen Schläffen ab und zu etwas Rotkupfererz aufzufinden ist und gar nicht selten auch Limonit vorkommt.

Der Kupferkies, der jünger zu sein scheint als Pyrit I und Arsenkies ist aber auch noch durch tektonische Bewegungen teilweise ziemlich stark zerdrückt worden und ist meist auch sehr auffallend stark lammellar verzwillingt. Auf diesen feinen Rissen siedelt sich häufig Pyrit II an, der gar nicht selten als Gelpyrit ausgebildet ist. Dieser Pyrit II dürfte aus verwitterndem Magnetkies entstanden sein, von dem nur mehr ganz geringe Reste aufzufinden sind.

An selteneren Mineralien ist Gold in kleinen Körnchen zu finden. Es ist häufig in Kupferkies eingeschlossen, nach seiner Form handelt es sich hierbei um typisches primäres Gold. Daneben kommt Gold auch in Zwickeln und am Rand von Arsenkies vor, wobei es sich aber um zementativ angereichertes Gold handeln kann. Ab und zu findet man auch Spuren von Wismut und Wismutglanz, die meist in Kupferkies eingewachsen sind und in dessen Altersfolge hineingehören. Die Menge

**Karte des Taggeländes und
Schnitt im Streichen der
Flatschacher Erzgänge.**

**Aufgenommen von R. Boos,
H. Spanrafft und W.
Jarlowsky im Jahre
1942. Verkleinert
und vereinfacht
1964 von Q.M.
Friedrich.**



von gediegen Wismut und Wismutglanz ist aber sehr gering und etwa mit der des Goldes vergleichbar.

Auffallend ist weiter der Reichtum an Titanminerale, von denen Rutil und Titanit häufig in kleinen Körnchen vorkommen. Sie dürften aus dem hornblendereichen Nebengestein, dem Amphibolit übernommen worden sein.

Azurit, Malachit und Limonit, die sich auf den Haldenstücken immer wieder finden, sind typische, weit verbreitete Oxydationsminerale, während der Cuprit (Rotkupfererz) an der Grenze von Oxydations- und Zementationszone entstanden sein dürfte. Der Limonit läßt sich zum Teil als sehr stark anisotroper Rubinglimmer bestimmen. In diesen Oxydations- und Zementationserzen wird das Buntkupfererz häufig durch Kupferindig verdrängt.

Der Kalkspat läßt sich im Anschliff durch seine Zwillinglamellen meist leicht vom etwas härteren Dolomit-Akerit wegkennnen.

Ergänzung dazu 1964 (O.F.). Neben dem häufigen Arsenkies kommt in einigen Schliffen auch etwas Safflorit vor und bildet schöne Drillinge, ebenso findet man ab und zu etwas Glanzkobalt und Linneit neben Fahlerz und Spuren von Bleiglanz. Dieser bildet Tropfen im Fahlerz oder wird von ihm umsäumt.

In mehreren Schliffen enthält der Kupferkies Spindeln und Säume aus Buntkupferkies (Bornit). Dieser ist seinerseits gesäumt von Kupferglanz. Diese Mineralgruppe tritt uns sowohl in der blauen Hochtemperaturform (Neodigenit) mit überschüssigem CuS wie auch in der anisotropen, gewöhnlichen Form (Kupferglanz i. e. S.) entgegen, dann nicht selten grobe Pakete von Kupferindig umschließend. Bilder dieser Mineralgesellschaft brachte ich 1959 im Heftchen über "Erzminerale der Steiermark" unter Nr. 28, 29, 30. Es dürfte sich teilweise um aufsteigende, teilweise aber - und wohl größtenteils - um absteigende Zementation handeln, zumal auch Flitter von gediegen Silber und viel Rotkupfererz als rundliche Neubildungen zugegen sind.

In einem Schliff (Nr. 1341) ist B-Domeykit in lockeren, schwammigen Nestern neben und zwischen Kupferglanz-Nestern

vorhanden. Der Kupferglanz dieser Probe besteht ebenfalls aus der anisotropen, rhombischen K hlform und der blauen, isotropen Hei form (Tieftemperaturmodifikation bzw. Hochtemperaturmodifikation, Neodigenit) und enthält diese fleckig kupferindig entmireht! Rundum ist alles voll mit erdigem Rotkupfererz in Limonit und das ganze ist in stark angewittertem Eisenspat eingeschlossen.

Metallinhalt.

Es lässt sich auch heute noch erkennen und geht aus den alten Beschreibungen hervor, daß die nördlichen Gänge mehr Kupfer enthalten, während die südlichen reicher an Arsenkies sind.

Der Gehalt an Kupfer, Gold und Silber schwankt sehr stark. Die Gehalte an diesen Metallen sind manchmal recht hoch, in den Analysen ist aber oft nicht angegeben, von welchen Stollen und von welcher Stelle die Erze für die Analysen entnommen wurden.

Akte des Stiftsarchives Seckau berichten, daß das Stift in den ersten 24 Jahren 7'38 % Cu ausbrachte und daß dessen Kosten durch die Erlöse um das F nfache übertroffen wurden. Von Edelmetallgehalten ist in diesen Aufzeichnungen keine Rede.

Vom kk. H ttenschaffer J. Peyrer aus Bleiberg wurden auch Proben des Fördergutes nach Klagenfurt gesandt. Diese Analysen zeigen folgendes Bild:

1. Stufe vom Aufbruch des Annastollens 58'73 g Ag und 36'68 gr Au/t
2. Pochgang von ebenda 39'15 gr Ag und 25'05 gr Au/t Erz
3. Stufe vom Feldort des Annastollens 58'73 Ag und 25'65 gr Au/t
4. Pochgang von ebenda 58'73 gr Ag und 32'04 gr Au/t
5. Stufe vom Barbarastollen 78'3 gr Ag und 19'36 gr Au/t
6. Pochgang von ebenda 58'73 gr Ag und 29'29 gr Au/t^oErz.

Weiters ergaben diese Analysen durchschnittlich 18 bis 29'7 % an Kupfer.

Eine Analyse des von Redlich im Fuchsstollen aus Pocherzen entnommenen reichen Kupferkieses ergab:

Cu	33'82 %
Fe	29'67 %
S	33'51 %
SiO ₂	2'90 %
Ag	0'0580 %
Au	0'0001 %

Im Durchschnitt ergaben neue Analysen von Proben, die Redlich entnommen hat, 15 % Kupfer und 25 gr Gold sowie 90 g Silber pro Tonne, was freilich aus von ihm ausgewählten reichen Handstücken erzielt worden sein dürfte.

Ein Kupferkies mit Malachit und etwas Fahlerz aus dem Brunngraben enthielt 18 % Kupfer. Einige weitere Proben aus dem gleichen Stollen ergaben 19'5 % Cu, eine weitere, dunkelgraue Probe enthielt 14'2 % Cu und eine andere, graue und gelbe (sogenannte Dottermannserze) 19'7 % Cu und Erze vom Antonistollen hielten 21'4 % Cu.

4 Kiesanalysen von Dr. Waldbauer, denen leider die genaue Fundortangabe fehlt, ergaben:

Au	23 gr/t	14 gr/t	21 gr/t	34 gr/t
S	44 %	12 %	27 %	20 %
As	18 %	11 %	16 %	6 %
Cu	0'5 %	3 %	8 %	5 %

Von den Oxydationsmineralien analysierte Dr. Waldbauer Malachit und Azurit. Diese enthalten nach ihm:

Au	19 gr/t	26 gr/t	36 gr/t	46 gr/t
S	3 %	4 %	20 %	10 %
As	2 %	4 %	3 %	4 %
Cu	14 %	19 %	25 %	36 %

Nach einem Probeschein des kk. Generalproberantes enthalten Weißenbacher Erze 20'5 % Cu, wohl alles ausgesuchte Stücke. Alle diese Analysen sind aber für eine Beurteilung der Lagerstätte wertlos, weil es sich um ausgesuchte Probestücke handelt.

Durch zahlreiche Einzelproben im Jahre 1906 vom Oberberggrat Rucker, Wien, entnommen, worunter sich etwa 20 Schlitzproben befanden, ist festgestellt worden, daß die Gesamtgangmasse einschließlich der ärmeren Gangteile im Durchschnitt

3'1 % Cu enthält, daneben 3'5 gr/t Gold und 37'5 gr/t Silber. Nach den Analysen sollen 91 % des Gesamtgoldes als Freigold vorhanden sein. Außer diesen 20 oben genannten Proben sind 15 Durchschnittsproben aus Haldenmaterial und 5 Proben von tauben Gangteilen und Nebengestein untersucht worden. Das Nebengestein wurde deshalb untersucht, um festzustellen, ob nicht auch dieses Goldspuren enthält. Diese Proben dürften daher wohl als Durchschnittsgehalte anzusprechen sein. Stimmt dies, so kann der Metallgehalt der Gänge sogar als verhältnismäßig reich bezeichnet werden. Die weiteren von Rücker beigebrachten Analysen von Erzen und Gangmassen aus den Fuchsbauen ergaben im Durchschnitt 15'68 % Cu, 16'1 gr/t Gold und 91'1 gr/t Silber. Sie dürften wohl Derberzen bzw. reichen Gangpartien entstammen.

Ein Freifahrungsprotokoll von 1864 zeigt über den Erzgehalt der Adlitzer Gänge, daß diese sehr wechselnde Metallgehalte haben, und zwar zwischen 12 % und 25 % Cu, im großen und ganzen sollen sie jedoch über 30 % Cu gehalten haben. Dies kann sich jedoch nur auf gekuttetes Erz oder auf derbe Gangteile beziehen, enthält doch reinster Kupferkies theoretisch nur 34'5 % Cu!

Redlich berichtet, daß Erze aus den Fuchsstollen 6 bis 18 % As führen.

Da derzeit nur wenig anstehende Gangteile zugänglich sind, war es nicht möglich, die Gänge richtig zu bemustern, aber zahlreiche, von mir gefundene Erzstücke auf den Halden zeigten immer wieder, daß die Gänge reichlich derbe Erze enthalten müssen.

Wie wir vorstehend sahen, war das Kupfer immer das wichtigste Metall dieser Erze und erst an zweiter Stelle folgten Gold und Silber. Ein Gehalt an Arsen wird in den Analysen mehrfach ausgewiesen, geht auch aus den Mineralien Arsenkies und Domeykit hervor. Daß Nickel und Kobalt zumindest in Spuren vorhanden sind, wurde schon bei der Färbung der Aragonitsinter erwähnt, Wismutgehalte, ebenfalls nur in Spuren, ergaben sich bei der erzmikroskopischen Durcharbeitung durch das Auffinden der Minerale Wismut und Wismutglanz.

Übersichtlich dargestellt ergibt sich also, daß folgende chemische Elemente an der Vererzung dieser Erzgänge beteiligt sind:

- I. reichlich bzw. in großer Menge sind vorhanden:
Cu, Fe, Ca, Mg, Si, S, As, C (als CO₂ bzw. CO₃)
- II. vorhanden: Au, Ag, Ni, Co, Pb, Zn
- III. in Spuren vorhanden: Bi.

Genauere, insbesondere spektrographische Untersuchungen dürften namentlich die Zahl der Elemente in der Gruppe III ganz wesentlich vermehren, während größere bergmännische Grubenaufschlüsse die Gruppe II ausweiten würden.

Sowohl der Mineralinhalt wie auch der chemische Stoffbestand ergeben die gewohnte Abfolge magmatogener, hydrothermalen Erzgänge mittleren Ausscheidungs(p-T-)bereiches.

Lagerstättenkundliches und Vergleiche mit anderen Erzgängen.

Das Erzrevier von Flatschach besteht aus echten Gängen vom Typus der Mitterberger Erzgänge, denn der Kupfergehalt war in früherer Zeit am wichtigsten unter den vorhandenen Metallen und die Edelmetalle Gold und Silber waren nur willkommene Nebenprodukte. Die Bezeichnung "Kieslager" oder "Kiesbergbau", die Redlich wählte, entspricht dagegen nicht, sondern wird für ganz andere Lagerstätten verwendet.

Mit der Bezeichnung "Kupfererzgang" haben wir schon auf die Ähnlichkeit mit dem Erzrevier von Mitterberg-Mühlbach hingewiesen, wo ebenfalls verschiedene Gänge, wie etwa der Mitterberger Hauptgang, der Burgschwaiggang, der Burgstallgang usw. bekannt sind. Nur liegen hier in Flatschach die Gänge sehr nahe beisammen, während sie in Mitterberg zum Teil recht weit voneinander entfernt sind. Aber nicht nur in der Gangform sind beide Lagerstätten einander ähnlich, sondern auch im Mineralinhalt, wobei aber zu bedenken ist, daß die Flatschacher Gänge derzeit nur ungenügend zugänglich sind, sodaß sehr wahrscheinlich auch in Flatschach verschiedene seltene Minerale vorhanden sein dürften, die heute noch un-

bekannt sind, deren Kenntnis aber die Ähnlichkeit mit den Mitterberger Gängen noch vertiefen würden. So sei auf die hier erstmalig in Anschliffen nachgewiesenen Minerale Wismut und Wismutglanz verwiesen, während andererseits der Domeykit von Mitterberg noch nicht bekannt geworden ist. In Mitterberg sind neben Kupfer auch Nickel und Kobalt gar nicht selten (Gersdorffit!). Auch in Flatschach wurde auf Ni- und Co-Gehalte hingewiesen, die Aragonitsinter typisch anfärben, auch konnten 1964 geringe Mengen von Linneit und Safflorit in den Anschliffen aufgefunden werden (O, F.).

Von näher liegenden Kupfererzergängen sei auf einen solchen bei Teufenbach hingewiesen, den Prof. Friedrich während des Krieges befuhr und dessen Grubenkarte aufnahm (unveröffentlichte Aufnahmeberichte). Auch hier handelt es sich um einen echten, also durch das Nebengestein quer hindurchgreifenden Gang mit Kupferkies und Pyrit als Haupterze, Quarz und Kalkspat als Gangarten, Magnetkies, Bleiglanz und Zinkblende sowie Tetradymit als Nebenminerale.

Über das Alter der Flatschacher Kupfererzergänge lassen sich keine genauen Angaben machen. Sicher ist nur, daß die Erze älter sein müssen als das kohleführende Tertiär von Fohnsdorf, da dieses darüber liegt, wie im Fortunaunterbaustollen zu sehen ist. Darüber hinaus fehlen beweisende Anhaltspunkte für eine genaue Alterseinstufung, da die Erzgänge ja in den Metamorphiten (kristallinen Schiefern) der Seckauer Tauern aufsetzen. Die Vererzung - und zwar sowohl die Raumbildung durch Aufreißen der Gangspalten wie auch die Mineralisation selbst - muß somit jünger sein als die Metamorphose dieser Gesteine. Nun ist aber das Alter dieser Metamorphose ebenso umstritten wie das des Seckauer Granites selbst. Einige halten diese Granitgneise für Altkristallin, also für vorpaläozoisch, andere erblicken variszische Intrusionen in diesen in den Ostalpen immer wieder auftretenden Granitmassiven, also magmatische Äußerungen der karbonen Gebirgsbildung, während Angel und Heritsch den Seckauerkern gleichsetzen den Tauernzentralgneisen und frühalpines Alter (vorgosauisch bis alttertiär) annehmen. Im Rahmen dieser Erzlagerstätte lassen

sich so grundlegende Fragen der ostalpinen Geologie aber nicht klären, weshalb hier nur auf diese Fragen hingewiesen sei.

Aber die Form der Lagerstätte gibt gewisse, wenn auch nur allgemeine Anhaltspunkte für das Alter der Vererzung. Wie wir aus der Karte des Ganggebietes ersehen und wie wir namentlich bei Begehungen des Geländes und Befahrung der noch zugänglichen Grubenteile überprüfen können, setzen die Gänge über die Grenzen verschiedener Gesteine hinweg. Auch zeigt ihre Erstreckung auf mehrere hundert Meter, daß sich die Gänge erst nach der letzten großen Alpenfaltung gebildet haben können, daß sie somit alpidischen Alters sein müssen. Die Erzgänge erweisen sich bei dieser Betrachtung als ein typisches Glied der ostalpinen Hauptvererzung im Sinne von W. Petrascheck oder O.M. Friedrich. Es sind andererseits auch keine Beobachtungen bekannt, die gegen diese Einordnung sprechen würden.

Wenn die Klüfte mit dem Forcherit bei der Holzbrücke im Ingeringtale als die letzten Nachzügler der Flatschacher Vererzung angesehen werden können, was durchaus möglich erscheint, so würde dies ein weiterer Hinweis für ein verhältnismäßig geringes, alpidisches Alter der Flatschacher Erzgänge sprechen, da auch aus der benachbarten Kohle von Fohnsdorf Auripigment bzw. Realgar bekannt geworden sind (Halle, Minerale Steiermark). Dies würde für ein Übergreifen der Nachzügler der Vererzung ins Braunkohlentertiär sprechen und ein verhältnismäßig junges Alter der Vererzung zulassen.

In den östlichen Niederen Tauern, den Seckauer Alpen, treten sehr verschiedene Erzlagerstätten auf: So wurden goldreiche Arsenkiesgänge im Plettental bei Pusterwald während des Krieges von Prof. Friedrich beschürft. Ferner kennt man Kupferkiesgänge aus dem Hartlegraben bei Kaisersberg (Redlich, Ö. Zt. Bg. Hw. 50, 1902), von dem eine von K. Matz aufgenommene Grubenkarte vorliegt (unveröffentlicht) und weiters solche Quarz-Karbonatgänge mit Kupferkies, Fahlerz, etwas Arsenkies, Eisenglanz und deren Oxydationsminerale aus dem Prenterwinkelgraben bei Rottenmann (Matz K., Bg. hm. Moh.

86, 1938, 206). Eisenspatlagerstätten mit Antimon führenden Silbererzen (etwa Bournonit, Fahlerz usw.) wurden in dem im Mittelalter berühmten Bergbau zu Oberzeiring gewonnen, der durch einen plötzlichen Wassereinbruch zugrunde ging. Eine Eisenglanzlagerstätte kennt man weiters von der Scheiben südlich von Oberzeiring. Auf eine Bleiglanz-Zinkblendelagerstätte nördlich von Pusterwald machte mich Herr Prof. Friedrich aufmerksam, der auch auf die Talklagerstätten am Tremmelberg östlich des Ingeringtales hinwies.

Überblicken wir alle diese Lagerstätten, so haben wir eine Erzgesellschaft vor uns, wie sie nach O. M. Friedrich und E. Clar für zentralalpine Kristallisationshöfe typisch ist, denn sogar die zugehörigen Magnesit- und Talklagerstätten sind vorhanden, allerdings nicht an der Südseite des Massivs wie unsere Kupferkiesgänge, sondern an seiner Ostflanke mit den bekannten Magnesitlagerstätten von Wald und Sunk sowie den Talklagerstätten von Kammern, Mautern und Lorenzen bei Trieben usw. Doch gestattet die Bearbeitung einer einzigen und dabei noch sehr unvollständig zugänglichen Lagerstätte noch keine eindeutigen Schlüsse auf die Herleitung des Stoffbestandes, zumal wenn sie in kristallinen Schiefeln liegt und jüngere, zeitlich einordenbare Gesteine fehlen, sodaß diese allgemeinen Hinweise nur der Abrundung unseres Bildes über die Flatschacher Erzgänge dienen sollen.

Vermessungsarbeiten.

Die vorhandenen Pläne des Weißenbach- und Adlitzrevieres von Peyrer und die Katastralskizzen der ganzen Gegend sind sehr ungenau und enthalten keine Höhenangaben. Darum waren für die geologische Bearbeitung und Identifizierung der Gänge aller drei Reviere Vermessungsarbeiten zur Herstellung einer neuen Karte unbedingt notwendig. Denn jede geologische Kartierung oder gar bergmännische Bearbeitung erfordert eine Kartenunterlage. Je besser diese ist, umso genauer kann die Aufnahme und die Bearbeitung erfolgen. Daher entschloß ich mich im Sommer 1949 zusammen mit den Herren Rolf Boos und Herbert Spanraft das ganze Gebiet neu aufzunehmen.

Zuerst war eine gründliche Begehung des ganzen Gebietes notwendig, damit alle bergmännischen alten Arbeiten, wie Stollenmundlöcher, Halden, Pingen, Schurfgräben usw. ermittelt und auch die Grenzen des ganzen Gebietes festgestellt werden konnten. Soweit es möglich war, öffneten wir auch Stollmundlöcher, um an die Erzgänge selbst herankommen zu können.

Fast das ganze Gebiet ist mit Wald bedeckt, nur ein kleiner Teil beim Stockerbauer besteht aus Wiesen und Äckern. Dadurch war die Anlage des Triangulationsnetzes sehr erschwert. Auch der große Höhenunterschied von fast 500 Metern und tief eingeschnittene Bäche erschwerten die Arbeit. (Das Original der Karte ist im Archiv des Mineralogischen Institutes verwahrt, eine sehr vereinfachte Abzeichnung ist hier beigegeben.)

J. Bergbauliches.

Die erwähnten drei Gangreviere wurden zuerst von den Alten in den oberen Teilen mit Stollen beschürft. Die Erzgänge werden durch den Schloß-, den Brunn-, den Weißenbach- und den Adlitzgraben gequert. Diese Täler erleichterten die Aufschlußarbeiten ganz wesentlich, denn die Bergleute des Stiftes Seckau legten ihre ersten Stollen und Strecken unmittelbar am Berghang im Streichen der Gänge an und konnten so schon recht ansehnliche Teufen durch verhältnismäßig kurze Strecken erschließen. Später entschlossen sie sich zu den großen Unterbaustollen, die für die damalige Zeit mit ihren geringen technischen Möglichkeiten sehr bedeutend waren. Es waren vor allem die Wasserschwierigkeiten, welche die Alten dazu zwangen, die Unterbaustollen so tief als möglich anzulegen. Dadurch fielen die Mundlöcher dieser Erbstollen in das flache untere Gelände und dies bedingte wiederum die langen Stollen. Daneben dienten diese Stollen selbstverständlich auch der Förderung, wie man in den noch offenen Fortuna- und Paulusunterbaustollen sehen kann, in denen die recht ansehnliche Wassersaige in der Mitte zwischen den Fördergleisen (Holz) angelegt ist.

Wie schon erwähnt, sind die Profile der Hauptförderstrecken trapezförmig mit 0'80 bis 1 m in der Firste und 1'20 bis 1'40 m in der Sohle bei 2 m Streckenhöhe. Dies kann man sehr gut im Fortuna-Unterbau ersehen. In ihm war dieser Ausbau leicht möglich, weil das weiche Tertiärgestein aus Lehm, Mergel, Sandstein und Konglomerat ohne Sprengen guten Vortrieb erlaubte. Bewettert wurde durchwegs natürlich, ohne besondere Vorrichtungen, aber dort, wo es leicht möglich war, legte man Wetterschächte an, so ebenfalls im Fortuna-Unterbau, wo ein solcher Wetterschacht im Obstgarten des Stockerbauers mündet, heute aber verfallen, die Pinge aber noch deutlich sichtbar ist.

Aus einer von K. A. Redlich veröffentlichten Karte, die wahrscheinlich dem bergbehördlichen Archiv entnommen ist, kann man sehen, daß das Brunngrabenrevier zur Zeit des letzten Betriebes unter L. Apfelbeck mit 3 Grubenmaßen bedeckt war, die den Namen Ludwig führten. Im Weißenbachrevier waren 4 Grubenmaße, Franziska genannt und in der Adlitz 2 auf den Namen Anton.

Das Schurfrecht über das ganze Erzgebiet übernahm 1897 Ludwig Apfelbeck als Nachfolger seines Schwiegervaters und hatte es bis 1926 inne. Jetzt (1951) besitzt ein Herr Franz Bayer-Bayersburg aus Gallsbach, Oböst., das Schurfrecht. Das ganze Erzgebiet ist mit 7 Freischürfen auf etwa 2600 m Länge gedeckt.

Restmengen.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die alten Bergleute fast das ganze, für sie überhaupt bauwürdige Erz auch abgebaut haben. Im Brunngrabenrevier haben sie beispielsweise fast alle drei Hauptgänge über der Sohle des Fortunaunterbaustollens ausgebaut, nur für die damalige Zeit unbauwürdige, arme Gangteile ließen sie stehen. Wie weit im Bergrücken zwischen Schloß- und Weißenbachgraben gearbeitet wurde, ist nicht klar, da von diesem Gebiet alle alten Karten fehlen.

Rücker vermerkt im Schlußwort seines Gutachtens, daß das an das Brunngrabenrevier anstoßende Gangrevier von Wei-

ßenbach wichtig und dessen nähere Untersuchung angezeigt sei, da dessen Gänge zweifellos eine Fortsetzung der Gänge des ersteren Feldes bilden. Man kann vermuten, daß die Gänge des Revieres Brunngraben im Weißenbachtal direkt fortsetzen. Es kann aber auch sein, daß die Erzgänge im Bergrücken auskeilen, verdrücken oder sonstwie gestört sind, doch sind Spuren irgendwelcher Verwerfer oder sonstiger geologisch bedingter Störungen in dem allerdings nicht gut aufgeschlossenen Gebiet nicht zu merken. Das gleiche gilt vom Bergrücken zwischen Weißenbach- und Adlitzrevier. Auch weiß man von vielen alpinen Bergbauen, daß Störungsbereiche meist zu Gräben und Täler eingetieft, kaum aber irgendwo als Rücken herausgearbeitet sind, sodaß es sehr unwahrscheinlich ist, daß in den Bergrücken Störungszonen durchstreichen. Wohl aber ist es möglich, daß hier härtere Gesteine vorliegen, die zu den Bergrücken herausgeformt erscheinen und daß in diesen die Gänge verarmen.

In allen Stollen und Strecken des Weißenbachrevieres keilen dann aber die Gänge aus, vertauben oder sind abgeschnitten und verworfen. Jedenfalls fehlt ein Adel in einer Länge von 380 m. Dies ersieht man sehr gut aus der Karte von K. Peyrer, 1784, wo die Adelszone mit gerader, steiler Grenze abschneidet und dahinter ein abbaufreier, leerer Zwischenraum von etwa 380 m gezeichnet ist.

Im Bericht von A. Rücker und F. Mezey ist ein Schnitt durch das Weißenbachrevier nach Peyrers Karte gezeichnet. Aus diesem ist zu entnehmen, daß die Hauptgänge und die Brandeggerkluft unter der Sohle des Annastollens nicht abgebaut sind.

Der Urbani-Unterbaustollen hat in seiner bisher aufgefahrenen Länge den ersten und zweiten "mürben Gang" noch nicht angefahren: Durch diesen Stollen würden etwa 70 m neue Tiefe eingebracht.

Die nicht aufgeschlossenen und ungebauten Partien unterhalb der Bergrücken, und zwar zwischen Brunngraben und Weißenbachtal und zwischen diesem und der Adlitzten, können nur als mögliche Reserven angesehen werden, da alle in

diesen Räumen angesetzten Baue bald wieder verlassen wurden.

Mit großer Sicherheit kann man aber damit rechnen, daß die Gänge nicht mit der Sohle der Unterbaustollen auskeilen oder vertauben, sondern noch weiter hinab reichen. Die Alten legten auch Gesenke im Fallen der Gänge an, aber wegen des sehr hohen Wasserzuflusses mußten sie sie bald wieder verlassen.

Die Alten haben bekanntlich auch nur die reichen und leicht gewinnbaren Partien der Gänge gewonnen, während ärmere Erze und vor allem Pocherze stehen blieben. Man würde daher beim Aufheben der alten Baue unbedingt unverritzte Gangteile und vor allem Pocherze noch vorfinden, die aber recht unregelmäßig verteilt sein können. Im Adlitzrevier dürften keine solchen vorhanden sein, da hier überhaupt wenig Pocherze vorhanden waren. Es kann auch möglich sein, daß der eine oder der andere der fünf Gänge in der Tiefe auch bauwürdig angetroffen wird.

Vom geologischen Standpunkt aus halte ich es für ganz ausgeschlossen, daß so mächtige und zweifellos reiche Gänge in einer verhältnismäßig geringen Teufe ganz auskeilen. Nicht so bestimmt läßt sich beurteilen, ob sie in der Teufe auch noch so edel sein werden, wie sie es oben waren. Zur Beurteilung dieser Frage kann ich als Beispiel nur auf die beste Vererzung im Paulusunterbaustollen hinweisen, und zwar beim Punkt L der Peyrerschen Karte.

Auch in den Fuchsbauen ergeben sich erhebliche, aber nicht berechenbare Erzreserven.

Das in den Anschliffen einwandfrei erkennbare Auftreten einer Zementationszone kann für den früheren Bergbau des Stiftes besonders reiche Erze bedingt haben und muß damit gerechnet werden, daß in der noch unverritzten Teufe vielleicht nur ärmere primäre Erze angetroffen werden würden. Diese Erkenntnis erhöht das Risiko eines etwaigen späteren Teufenaufschlusses recht beträchtlich (O. F.).

Wasserschwierigkeiten.

Bekanntlich macht Wasserandrang dem Bergmann oft viel zu schaffen; am größten sind die Schwierigkeiten beim Tiefbau, wie es sich auch hier ergab. Die Alten versuchten mehrfach unter die Sohle der Unterbaustollen vorzudringen, mußten aber immer wieder bald aufgeben, denn die mit Hand oder durch Tiere angetriebenen Pumpen reichten nicht aus, die zusitzenden Wasser zu heben. Sie trieben auch die so langen Unterbaustollen, um das Wasser abzuleiten. Heute würde dieser Wasserzudrang leicht zu bewältigen sein. Weil die Gänge von den vier schon mehrmals genannten Gräben gekreuzt werden und bis zum Tag ausbeißen, tritt viel Wasser auf. Ein Zudrang juveniler Wasser aus der Tiefe ist nicht bekannt geworden, auch unwahrscheinlich, wengleich im Kohlenbergbau Fohnsdorf große Wassereinbrüche im Tiefbau auftraten, doch liegen dort wohl andere Voraussetzungen vor.

Theoretische Erörterungen über mögliche neue bergmännische Arbeiten.

In den Revieren Brunngraben und Weißenbach ist der Fortuna-Unterbaustollen der wichtigste Aufschluß. Er ist im Blümmetal angesetzt und war angeblich 900 m lang vorgetrieben worden. Damit müßte der Stollen sämtliche bekannte Gänge im Brunngraben schon durchfahren haben. Nach Angabe des Schrifttums sollen aber die "Gänge der Fuchsstollen" noch nicht erreicht worden sein. Ich vermute daher, daß der Fortunastollen nur im Streichen des Ludwigsganges getrieben wurde, ohne Querschläge in die anderen Gänge. Als günstigst gelegener Stollen ist dieser Unterbau als Hauptförder- und Wasserablaufstollen auch künftig anzusehen für die Reviere Brunngraben und Weißenbach. Er wäre daher - falls man an einen Neuaufschluß dieses Ganggebietes dächte - aufzugewältigen und, falls die Gänge des Fuchsstollens und des Aloisiastollens tatsächlich noch nicht erreicht sein sollten, bis dorthin auszulängen.

Um die Weißenbachergänge in dieser Sohle zu erschließen, wäre der Fortunastollen bis in den Weißenbachgraben zu

treiben und entsprechende Querschläge anzusetzen. K.A.Redlich führt an, daß der Fortunastollen auf 380 m im Erzgang getrieben sei, dabei soll das Vorort erzarm gewesen sein. Dagegen seien die dort nur 25 bis 35 m entfernt liegenden Parallelgänge Anton und Aloisia reich an Kupfer und Gold, sodaß hier bei Verschwächung des Hauptganges möglicherweise die Nebengänge reicher werden, deshalb seien Querschläge dahin empfehlenswert.

Zur Wetterführung sind in die höher gelegenen Sohlen des Ludwig-, Fuchs-, Alois- und des Paulusunterbaustollens Wetteraufbrüche zu treiben, die für den späteren Abbau gleich als Vorrichtung dienen würden. Dadurch wird aber auch die teilweise bzw. ganze Aufgewältigung des Ludwig-, des Alois- und des Fuchsstollens notwendig.

Durch diese Arbeiten würden fast alle Gänge im Brunygraben- bis Weißenbachrevier über der Sohle des Fortuna-Unterbaustollens aufgeschlossen. Für Abbaue unter dieser Sohle würden Blindschächte oder Gesenke notwendig, wofür dann Pumpen und Lüfter erforderlich sind.

Im Weißenbachrevier befinden sich die wichtigsten Adelenzonen der Hauptgänge, nämlich des sog. Hauptganges und der Brandeggerkluft östlich der zweiten Hauptquerkluft und ziehen sich unter den Bergrücken hindurch. Hier haben überall die Alten schon viel gearbeitet. Dagegen ist der Westhang des Weißenbachtals bisher noch nicht gründlich untersucht worden; er dürfte aber nicht besonders erzeich sein, weil hier alle alten Stollen bald nach ihrem Anfang wieder verlassen worden sind.

Von den beiden oben genannten wichtigsten Gängen ist der "Hauptgang" durch den Paulus-Unterbaustollen angefahren, im Streichen nach Osten so weit als der Adel anhielt, aufgeschlossen und nach oben zu abgebaut worden. Die Brandeggerkluft ist nur bis zur Sohle des Annastollens abgebaut worden.

Für das Weißenbachrevier ergäben sich daher folgende Arbeiten: Wiedergewältigen und neu auszimmern des Paulus-Unterbaustollens soweit er bisher angefahren ist; ausrichten hinter der zweiten Querkluft mittels eines Querschlages auf die Brandeggerkluft und auslängen im Streichen nach Osten, allen-

falls Verfolgen der Brandeggerkluft hinüber in die Adlitzten.

Zur Untersuchung des Hangenganges wäre vom Paulusstollen aus in der Adelszone ebenfalls ein Querschlag zu treiben. Die einzelnen Trümmer des Liegendanges - falls es nicht mehrere verschiedene Gänge sein sollten - könnten vom Paulus-Unterbaustollen auf Adelszonen hin untersucht werden, ebenso die Brandeggerkluft hinter der zweiten Hauptquerkluft.

Als weiterer Aufschluß im Paulus-Unterbaustollen wären in den Adelszonen des Hauptanges und der Brandeggerkluft Schurfschächte abzuteufen, um über die Teufenfortsetzung ein Bild zu erhalten.

In der Adlitzten befinden sich die Adelsvorschübe nach den Aufzeichnungen der Alten am östlichen Hang des Schönberger Berges. Bis zum Horizont des Josefstollens sind der erste und der zweite "mürbe Gang" abgebaut worden. Größere Erzreste dürften nicht stehen gelassen worden sein, da bei diesen Gängen wenig Pocherz vorkam. Der Urbani-Unterbaustollen ist sehr gut angesetzt worden, denn er müßte, wenn man ihn weitertreibt, mitten in die Adelszonen der zwei Hauptgänge kommen. Es wäre daher im Adlitzrevier in erster Linie der Urbani-Unterbaustollen aufzugewältigen, neu zu zimmern und gegen die Hauptgänge vorzutreiben. Sind sie angefahren, so ist im Streichen nach Osten und Westen auszulängen. Wichtig wäre es vor allem, nach Westen unter den Rücken des Schönberger Berges auszufahren, um zu sehen, wie sich dort die Adelsvorschübe verhalten und um den Zusammenhang mit den Weißenbacher Gängen, vor allem mit der Brandeggerkluft und dem Hauptgange zu klären.

Die Bewetterung könnte beim Vortrieb vorerst künstlich erfolgen, später würden nach Bedarf Wetteraufbrüche in den Gängen hochgetrieben.

Die Alten haben bekanntlich nur die reicheren und leicht gewinnbaren Teile der Gänge gewonnen, während ärmere Erze und vor allem Pochgänge stehen blieben. Man würde daher beim Aufheben der alten Baue unbedingt unverritzte Erzpartien, vor allem Pocherze vorfinden, welche aber recht unregelmäßig verteilt sein dürften. Soweit die oberen Stollen für die Wetterfüh-

rung aufgemacht werden müssen, könnten stehen gebliebene Erze auch in diesen Sohlen vorgerichtet und abgebaut werden.

St. Rainer schließt seinen 1916 gehaltenen Vortrag mit folgenden Worten: "Wesentlich günstiger gestaltet sich die Rentabilitätsberechnung, wenn man annimmt, daß vom breiten, Aufbereitungs- und Schmelzwerken reichlich Raum bietenden Ingeringtale aus ein Unterbaustollen hereingetrieben würde. Ein solcher Einbau käme 40 m unter der Ebensohle des Fortuna-Unterbaues und würde den Hauptgang im Streichen vollkommen aufschließen. Auch hier könnte, wie anderwärts nur ein großzügig angefaßtes Unternehmen Aussicht auf Erfolg bieten". Ein solcher Unterbaustollen im Ingeringtal käme auf S. H. 725 m zu liegen. Er könnte im Streichen der Hauptgänge angelegt und mit einer Steigung von 1 bis 2 % vorgetrieben werden. Er würde gleichzeitig als Schurfstollen verwendet werden; deshalb sollten bei jedem 50. bis 100. Meter Querschläge gemacht und auch Wetteraufbrüche im Gang hochgetrieben werden. Wenn es erforderlich ist, könnte man etwa 40 m über ihm einen parallelen Stollen als Wetterstrecke mittreiben.

Der Ausbau würde sich ganz nach den Gebirgsverhältnissen richten müssen und könnte im festen Gebirge wahrscheinlich ganz wegfallen. Selbstverständlich wären für jeden solchen Vortrieb Kompressor und Bohranlage notwendig.

Wirtschaftliche Überlegungen.

Eine Berechnung der Substanzziffer ist heute nur sehr ungenau oder überhaupt kaum möglich, da ja nur geringe Gangteile beleuchtbar sind. Wie weit die Erzfülle anhalten, läßt sich aus den sehr spärlichen alten Grubenkarten auch nur einigermaßen gut ermitteln. Aus diesen und den Beschreibungen geht hervor, daß das Verhältnis der Streicherstreckung in den Adelsvorschüben und in den Vertaubungen recht ungünstig war und höchstens mit 1 : 3 angenommen werden kann. Dabei ist vorzu-merken, daß das Erz in den Gängen nach allen alten Angaben nur zonenförmig, in Adelsvorschüben auftritt.

Daß die Erzgänge sowohl im Streichen wie auch nach der Tiefe zu weiter fortsetzen und nicht mit dem Ende alter

Arbeiten aufhören, ist aus geologischen Gründen anzunehmen. Fragt man sich, warum der Flatschacher Bergbau mehrmals eingestellt wurde, so ist es nicht schwer, den eigentlichen Grund dafür zu finden, wenn man die früheren Zeitverhältnisse sowohl in bezug auf die technischen Möglichkeiten, wie auch die politischen, wirtschaftlichen und kriegerischen Ereignisse berücksichtigt. Schon die Alten erkannten, daß, wie die Grubenbaue eindeutig zeigen, nachhaltiger Abbau in größerer Teufe erfolgen könne und müsse. Wie wäre es sonst möglich gewesen, Stollenbauten von vielen hunderten Metern Länge auszuführen, wenn nicht entweder gute Ausbeute oder zumindestens Hoffnung auf reiche Erze vorhanden gewesen wären?

Heutzutage bieten die örtlichen Verhältnisse günstige Voraussetzungen, die bei richtiger Ausnutzung dem Bergbaue zugute kommen würden. So liegen die Gänge nur wenig über dem breiten Murtal, die Hauptbahnstrecke Wien-Klagenfurt ist nur 4 km entfernt, eine bereits vorhandene elektrische Zentrale wäre benutzbar, Kohle ist bei Fohnsdorf ganz nahe vorhanden, alles Umstände, die für einen Bergbaubetrieb förderlich sind.

Hauptsache wäre jedoch sparsamste Wirtschaft bei möglichst intensiver Ausnützung des zur Verfügung stehenden Betrages. Durch einzelne, etwa ungünstige Aufschlüsse lasse man sich nicht gleich abschrecken, da überall in der Welt beim Gangbergbau die Erze ungleichmäßig und oft regellos verteilt sind, erzreiche und erzarme oder taube Partien miteinander abwechseln. Das Flatschacher Grubengebiet bildet ein Bergbauobjekt, in dem sowohl im Streichen der Gänge wie auch in ihrem Verfläachen noch unverritzte Hoffnungsgebiete vorhanden sind. Doch sind alle diese Überlegungen derzeit rein theoretischer Art, weil Löhne und Betriebskosten weit über dem Erlös aus den gewonnenen Metallen stehen würden.

Zusammenfassung.

Auf fast 3 km Länge sind eine große Zahl von sehr steilen bis saiger stehenden, örtlich sogar überkippten Gängen vor-

handen, die durchschnittlich nach NW einfallen und 30° bis 45° nach NO streichen. Ihre Mächtigkeit beträgt bis zu 1'5 m. Die Ausfüllung ist quarzig, seltener kalkig mit lehmigen Salbändern, welche den Ortsbetrieb und Abbau wesentlich begünstigen.

Der Kupfergehalt beträgt nach der Bemusterung von A. Rücker 3'1 %, während der Goldgehalt im Mittel mit 3'5 gr/t und jener an Silber mit 37'5 g/t angegeben wird. Neue Aufschlüsse im Streichen und in der Teufe könnten noch sehr wahrscheinlich bedeutende Erzvorräte ergeben.

Verzeichnis des Schrifttumes.

1. Aigner A. Die Mineralschätze der Steiermark. 1907, 68-70.
2. Angel Fr. Gesteine der Steiermark. Mittg. natw. Ver. Stmk., 1924.
3. Apfelbeck L. Gutachten über den Kupferbergbau Flatschach bei Knittelfeld, 1921, 1922 und 1923.
4. Cornu F. Untersuchung eines goldführenden Sandes v. Marburg a. d. Drau. Ö. Zt. Bg. - u. Hw., 32, 1907, 389-391.
5. Cornu F. Über die Bildungsbedingungen von Aragonit- und Kalksinter in den alten Grubenbauen der obersteirischen Erzbergwerke. Ö. Zt. Bg. - Hw. 49, 1907, 596-598.
6. Cornu F. und Redlich K. A. Zur Kenntnis des Domeykites aus der Flatschach bei Knittelfeld. Centrbl. Min. A. 1908, 277.
7. Czermak F. u. Schadler J. Das Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen. Tscherm. MPM, 44, 1933, 1.
8. Duft, G. Gutachtlicher Bericht über die Aussichten des wiederaufzunehmenden Kupfererzbergbaues im Flatschacher Gebirge bei Knittelfeld in Steiermark. 1915.
9. Freyn R. Über neue Mineralfunde und Fundorte in Steiermark. Mittg. natw. Ver. Stmk. 1905, 310.
10. Friedrich O. Bericht über den Kupfererzgang von Teuffenbach. Unveröffentl. 1942, mit Karte.
11. Friedrich O. Überblick über die ostalpine Metallprovinz. Zt. Bg. - H. - u. Salwesen i. deutschen Reich, 1937, Sonderheft, 63-75.
12. Friedrich O. Über Kupferlagerstätten der Schladminger Tauern. Bg. hm. Jb. 81, 1933, 54-61.
13. Hatle E. Die Minerale d. Herzogtums Steiermark, Graz, 1885.

14. Heritsch Fr. Geologie der Steiermark. Mittg. natw. V. Stmk., 1921.
15. Hintze C. Handbuch der Mineralogie I., 1904.
16. Janisch J. Topogr. statist. Lexikon v. Steierm. I., 1878, 201.
17. Matz K. Die Kupfererze führenden Quarz-Karbonatgänge im Prenterwinkelgraben bei Bärndorf im Paltenale. Bg. hm. Moh. 86, 1938, 206.
18. Miller-Hauenfels A. Der Bergbau des Landes. In Hlubek, Ein treues Bild des Herzogthumes Steiermark, Gratz 1860.
19. Petrascheck W. und Petrascheck W. E. Lagerstättenlehre, Springer, 1950.
20. Ramdohr P. Lehrbuch der Mineralogie, 13. Aufl., 1948.
21. Redlich K. A. Der Kiesbergbau der Flatschach und des Feistritzgrabens bei Knittelfeld. Ö. Zt. Bg. Hw., 49, 1901, 639-643.
22. Redlich K. A. Eine Kupferkieslagerstätte im Hartlegraben bei Kaisersberg. Ö. Zt. Bg. Hw. 50, 1902.
23. Rücker A. Gutachten über die Bergbaue Zeiring und Flatschach in Obersteiermark. 1906, unveröffentlicht.
24. Schaffer F. X. Geologie der Ostmark, Deuticke, Wien, 1943.
25. Schneiderhöhn H. Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde, I, 1941.
26. Tornquist A. Vererzung und Wanderung des Goldes in den Erzen der Hohen Tauern-Gänge. Sitzber. Wr. Akad. Mn., 142, 1933, 41-80.
27. Faust G. T. Thermal Analysis Studies on Carbonates, I. Aragonit. Americ. Mineralogist, 35, 1950, 208-224.

DIE Cu-Ag-LAGERSTÄTTE SEEKAR (SALZBURG)

von

J.G. HADITSCH (Leoben)

(Mit zwei Kartenbeilagen und zwei Bildtafeln)

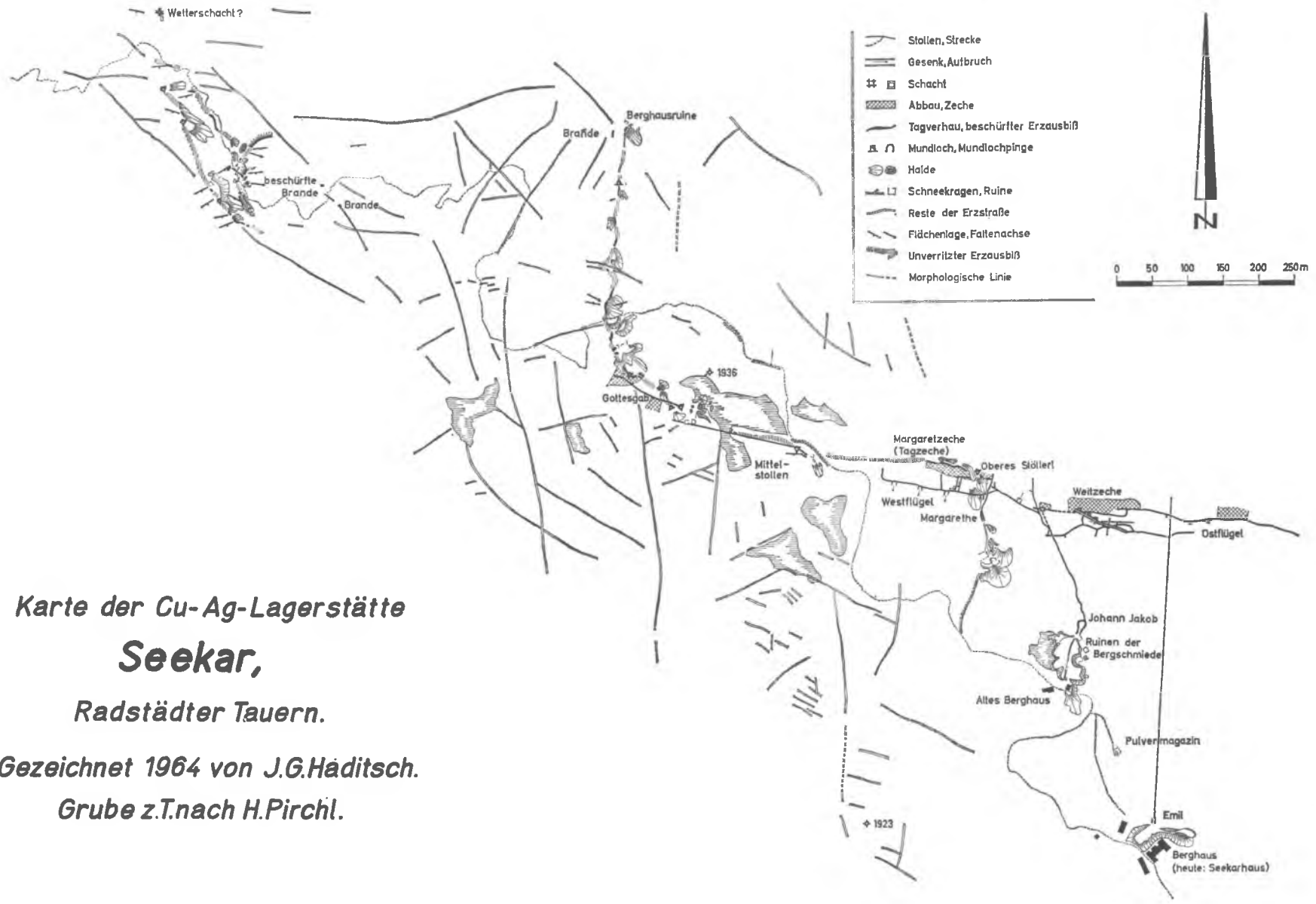
Inhaltsverzeichnis:

Einleitung	77
Bisherige geologische Arbeiten	78
Geschichtlicher Überblick	83
Beschreibung der Einbaue	85
Erzminerale (Handstück- und Anschliffbeschreibung)....	96
Vererzung und Tektonik	105
Tektonik und Morphologie	111
Schrifttum	117
Erläuterung einiger Anschliffaufnahmen	119

Einleitung

Die Vererzung vom Seekar auf der Paßhöhe der Radstädter Tauern gilt schon seit langem als eine Lagerstätte, deren Form im wesentlichen durch den Verlauf einer der "bedeutendsten Überschiebungen der Ostalpen" (W. MEDWENITSCH 1960) bedingt ist. Die präkristalline Anlage und die z. T. auf postgenetische Verformungen zurückgehende stark absätzige, auch im Mineralbestand häufig wechselnde Vererzung, ließen mir eine eingehende Bearbeitung dieser Lagerstätte interessant und wünschenswert erscheinen. Noch eine Tatsache verlockte dazu: In letzter Zeit gewinnt die photogeologische Erkundung eine immer größere Bedeutung. Die Entwicklung geht dabei immer mehr dahin, möglichst schon am Schreibtisch wesentliche Einzelheiten des geologischen Aufbaues eines Gebietes zu erfassen. Das Seekar läßt infolge seiner pleistozänen Überarbeitung und seines spärlichen Bewuchses - es liegt ja immerhin in über 1 800 m Seehöhe - alle Einzelheiten seines tektonischen Gefüges besonders klar erkennen. Es war daher für mich überaus reizvoll zu untersuchen, inwieweit sich petrographische und tektonische Details allein aus den Luftbildern ohne die sonst übliche Geländeaufnahme erfassen lassen, inwiefern also eine Luftbildinterpretation geeignet ist, die geologische Feldarbeit zu ersparen, einzuschränken oder zu ergänzen. Ich mußte mich bei meinen Untersuchungen auf die kritische Beurteilung der bisher bei uns ausschließlich üblichen Auswertung von schwarz-weißen Luftbildern beschränken, da ich keine Möglichkeit hatte, auch andere moderne Methoden, wie z. B. die Infrarot- und Farbphotographie mit dem Zweischichtenfilm einzubeziehen.

Es war und ist mit dieser Arbeit keineswegs beabsichtigt, der derzeit laufenden Aufnahme des Kartenblattes Untertauern vorzugreifen. Da sicher die künftigen Kartierungsarbeiten Prof. MEDWENITSCHs weitere, auch für das Seekar bedeutungsvolle Ergebnisse zeitigen, muß mit einer abschließenden und endgültigen Eingliederung der Lagerstätte in ihren tektonischen Rahmen zugewartet werden.



*Karte der Cu-Ag-Lagerstätte
Seekar,*

Radstädter Tauern.

Gezeichnet 1964 von J.G.Häditsch.

Grube z.T.nach H.Pirchl.

Bei der Bearbeitung war mir die laufende Beratung durch Herrn Prof. Dipl. Ing. Dr. O. M. FRIEDRICH (Leoben) sehr nützlich. Ihm und seiner Gattin, der ich die Photoarbeiten für die Klischees verdanke, sei hier herzlicher Dank ausgesprochen.

Bisherige geologische Arbeiten

Die ersten kurzen Notizen über die Geologie des Seekars stammen von POSEPNY und FUGGER (16), (8). Die Erzgänge sollen nach ihnen in einem glimmerigen Tonschiefer mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 1 m auftreten. Wesentlich ist, daß bereits FUGGER erkannte, daß streichende - wir würden heute sagen "höl-Klüfte" - und Kreuzklüfte den W-E-streichenden Gang mehrfach stören.

F. FRECH beschrieb 1901 in einer umfangreichen Arbeit den Schichtbestand und die Tektonik zwischen dem Kleinarltal und den Kalkspitzen (5). Er erklärte den Tonglimmerschiefer des Seekarspitzes als "ein dünngeschiefertes, grünliches, von Quarzlagen durchsetztes Gestein", das auch beim Grünwaldsee - dieser liegt etwa 1600 m westlich des Seekarhauses - etwas Pyrit enthalte. Zur Zeit FRECHs waren die Stollen, aus denen noch bis zum Jahre 1886 Kupferkies, Zinkblende, Pyrit und die Gangarten Ankerit und Quarz gefördert worden sein sollen, verlassen und kaum noch befahrbar. Seiner geologischen Karte 1 : 75 000 läßt sich entnehmen, daß ihm zwar die Trias des Hundskogelzuges in ihrer genauen Abgrenzung noch unbekannt war, er aber andererseits, wie es ein sich auf diese Gegend beziehender Absatz verrät, schon eine Überschiebung in diesem Gebiet annahm.

Die nächste umfangreiche Bearbeitung dieses Gebietes nahm K. A. REDLICH vor (18). Dieser stellte fest, daß das ganze Gebiet (Seekarspitz-Hundskogel-Plattenspitz) aus diaphthorisierten Gneisen und ähnlichen Gesteinen aufgebaut ist. REDLICH unterschied auch mehrere Kristallintypen, so Amphibolite zwischen den Mundlöchern des Emil- und des Johann-Jakob-

Stollens, "diaphthorisierte Muskovitgneise" mit Muskovitglimmerschiefern an der Basis und reinen Serizitquarziten in den höheren Lagen bis zu den Gangaussbissen; dazu kommen noch diaphthoritische Biotithornblendegneise, aus denen auch nach REDLICH die Wurmwand selbst besteht. REDLICH verfolgte den Hauptgang, den er für einen vererzten Verwurf zwischen dem Seekar und der Wurmwand hielt, auf eine Länge von 1,5 km und erkannte eine Mächtigkeit von maximal 2 m, die an einzelnen Stellen allerdings auf nur 20 cm sich verdrückt. Das unmittelbar Hangende und Liegende des Ganges bestehe entweder aus dunklen Tonschiefern oder hellen, fast reinen Serizitschiefern. REDLICH sah in diesen Gesteinen metamorph gewordene Lettenbestege. Im E-falle der Gang steil ein - mit 75 bis 80° gegen 195 -, zwischen dem Johann-Jakob- und dem Margarethen-Stollen aber flacher (45°) und von hier gegen W bei gleicher Streichrichtung wieder sehr steil, fast saiger stehend. Nahezu mit dem gleichen Streichen und Fallen stellte er noch Parallelgänge fest, von denen er besonders einen wegen seiner größeren Mächtigkeit einer Beschürfung wert hielt. Da er hier aber nirgends Halden fand, vermutete er, daß da die Alten noch nicht in die Tiefe gegangen sind.

Vom letzten Betriebsleiter des Bergbaues, H. PIRCHL, stammen zwei Briefe, die kurz die Situation zur Zeit der Einstellung des Betriebes am Beginn des 1. Weltkrieges schildern. Er erwähnte so, daß das Auslängen auf dem Emilhorizont keine edlere Erzführung, d. h. lediglich eine Schwefelkiesnaht in einer wasserführenden Kluft aufschloß. Etwas bessere Partien vor dem westlichen Vorort, die mehr versprochen, waren bereits nach wenigen Metern verworfen (14), (15).

In seiner umfang- und ergebnisreichen Arbeit über die nördlichen Radstädter Tauern erwähnte F. TRAUTH auch kurz ihre Lagerstätten. Dabei betonte er, wie selten solche im Gegensatz zur Pinzgauer Phyllitzone in den Radstädter Tauern seien. Die Kupfer-Fahlerzführung am Seekarspitz liegt nach ihm (siehe auch TRAUTHs Tafel II) in den mit der "Radstädter Quarzphyllit-Quarzitgruppe" verbundenen "Schladminger Gneisen" (21), (22).

Es ist das Verdienst W. PETRASCHECKS, zum ersten Mal den Zusammenhang zwischen der Vererzung und dem Deckenbau klar erkannt zu haben (13). Aufbauend auf den Arbeiten F. FRECHS (5) und TRAUTHS (21), (22) erkannte er, daß das Alter der Vererzung jünger sein müsse als die Diaphthorose der Schladminger Gneismasse, die die Chloritschiefer und phyllit-ähnlichen Gesteine hervorbrachte.

L. WAAGEN (23), F. CZERMAK-J. SCHADLER (3) und O. M. FRIEDRICH (6) gaben den schon von REDLICH festgestellten geologischen Aufbau wieder, FRIEDRICH betonte aber auch die starke Albitzufuhr und damit die starke Anpassung der Gesteine an die Tauernkristallisation.

Für eine Exkursion der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft stellte 1938 F. ANGEL (2) ein Kärtchen zusammen, das auf Arbeiten von E. CLAR, F. BECKE, L. KOBER, BLATTMANN u. a. fußt. Darauf zeichnete ANGEL den Seekargang an der Grenze zwischen dem hier aus Gneisen, diaphthoritischen Schiefeln und Amphiboliten bestehenden Schladminger Kristallin und der Radstädter Trias ein. Diese Lage des Ganges an der Deckengrenze wurde auch bei der Zusammenstellung seiner Lagerstättenkarte 1953 von O. M. FRIEDRICH (7) berücksichtigt.

Die Zeit unmittelbar vor dem zweiten Weltkrieg erbrachte noch zwei, besonders hinsichtlich der Frage der Wirtschaftlichkeit ausführliche Untersuchungen: A. AIGNER (1) verfolgte die Ausbißlinie des Ganges auf mehrere Kilometer Länge, doch betonte er, daß dieser Gang nach den Grubenaufschlüssen mitunter sehr stark verdrückt sein kann und nur stellenweise Reich-erzpartien beinhaltet. Der Gang selbst liegt nach ihm in kristallinen Schiefeln, seine Mächtigkeit beträgt durchschnittlich 1 m, sein Streichen 75 bis 90 und sein Einfallen 70 gegen S. E. PREUSCHEN (17) erkannte, daß der Gang im Schladminger Kristallin unmittelbar über der Radstädter Serie, im wesentlichen der Schieferung folgt, zum Teil aber auch etwas steiler einfällt. Das Nebengestein soll nach ihm ungefähr E-W streichen und mit 60 gegen S einfallen. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit

kam er zu Ergebnissen, die sehr stark von den Resultaten AIGNERS abweichen. So sei der Gang z. B. nur etwa 1 km lang usw. Wesentlich für diese Untersuchung erscheint mir, daß er als Erster erkannte, daß im mittleren Lagerstättenteil (im Bereich des Gottesgabstollens) die Vererzung zuerst auf 300 Meter dem Streichen der Schiefer folgend aufgeschlüsselt wurde, der Gang aber hernach in eine N-S-streichende, saiger oder steil westfallende Störungszone, die die Vererzung - in allerdings sehr geringem Maße - übernimmt, hinübersetzt. Wie ich später noch darlegen werden, sind diese quergreifenden Störungen für die Erzführung bzw. den Erzadel von wesentlicher Bedeutung, ja man kann sagen, daß jede Reicherzzone irgendwie - meist allerdings negativ - von ähnlich verlaufenden Verwerfungen und Klüften beeinflusst wurde.

Die übrigen von ihm beschriebenen geologischen Einzelheiten decken sich, mit zwei Ausnahmen, völlig mit den schon älteren Beobachtungen: Einmal wies er Kalkphyllite, hangend zu der gerade erwähnten N-S-Störung nach, zum anderen ordnete er den lichten Kalk, der auf dem Emilhorizont durchörtert wurde, der liegenden Scholle, d. h. also dem Radstädter Mesozoikum, zu.

1960 behandelte H. SCHEINER (19) die Stellung des Kalkspitzenmesozoikums zum überlagernden Schladminger Kristallin. Das Seekar bzw. seine Lagerstätte wurde dabei nur am Rande erwähnt. Das Kristallin wird in diesem Raum nach SCHEINER aus Grünschiefern, Amphiboliten und diaphthoritischen Schiefergneisen aufgebaut, das Mesozoikum in der Umgebung der Seekarscharte aus Quarziten, Rauhwacken, Dolomiten und in der Gipfelregion des Hundskogels auch untergeordnet aus Tonschiefern. SCHEINER versuchte keine Untergliederung der Quarzite nach der Art H. P. FORMANEKS und W. MEDWENITSCHS. Auf das Ergebnis seiner tektonischen Untersuchungen, die für das Verständnis der Vererzung sehr wichtig sind, soll später noch eingehender zurückgekommen werden. Hier sei lediglich festgehalten, daß SCHEINER vier klar unterscheidbare und zeitlich aufeinanderfolgende Verformungsakte nachwies.

Seit dem Ende der fünfziger Jahre kartiert W. MEDWENITSCH für die Geologische Bundesanstalt die nördlichen Radstädter Tauern (9), (10), (11), (12). 1959 wies er auf Schwierigkeiten hin, das Altkristallin gegenüber den Quarzphylliten des Unterostalpins abzugrenzen. Er betonte auch wie seine Vorgänger, daß die basalen Teile des Schladminger Kristallins (im wesentlichen aus Zweiglimmergneisen, Muskovitparagneisen, mehr oder minder injizierten Glimmerschiefern und Amphiboliten bestehend) sehr stark tektonisch beeinflusst wurden und heute als Mylonite vorliegen. Die petrographisch von den Lantschfeldquarziten nicht unterscheidbaren Quarzite konnten erst 1961 in zwei Typen untergliedert werden: 1.) den sedimentären "Typus Hirzegg", das ist der unterostalpine Lantschfeld-Quarzit und 2.) in einen mylonitischen Quarzit, der besonders an der Kristallinbasis die Grenze zur höchsten, verkehrt liegenden unterostalpinen Einheit verdeutlicht. Diese Mylonite an der Kristallinbasis, schärfste tektonische Beanspruchung und Verschiebungen innerhalb der Quarzphyllitserie, für deren sedimentären Kontakt mit dem hangenden Schladminger Kristallin MEDWENITSCH noch keine Anhaltspunkte fand, kennzeichnen eine Deckengrenze, die MEDWENITSCH 1960 für eine der bedeutendsten Überschiebungen der Ostalpen ansieht. Anlässlich einer Befahrung der Seekarbaue machte mich Herr Professor MEDWENITSCH mündlich besonders auf den engen Zusammenhang^{†)} zwischen den Quarzit-(Mylonit)-Schuppen und der Vererzung aufmerksam.

†) Dieser besteht zweifellos für die Margarethenbaue und das Gebiet um den Mittelstollen. Für den übrigen Raum kann erst dann Gültiges ausgesagt werden, wenn die Kartierung MEDWENITSCH', der hier nicht vorgegriffen werden soll, abgeschlossen ist.

Geschichtlicher Überblick

(Nach A. AIGNER (1), O.M. FRIEDRICH (6), E. FUGGER (8),
H. PIRCHL (14), (15), F. POSEPNY (16), E. PREUSCHEN (17),
K. A. REDLICH (18) und L. WAAGEN (23)).

- 1576 bestand nach den ältesten Nachrichten bereits ein Kupferbergbau.
- 1596 zur Zeit Wolf-Dietrichs von Salzburg, werden reiche Erze an Ausbissen beschürft, als Gewerke wird ein Maximilian Steinhauser genannt. Über die Zeit von
- 1601 - 1630 geben Raitbücher näheren Aufschluß. Der Bau auf Kupfer, Silber, Galmei und als Gangart Eisenspat scheint zu der damaligen Zeit eine sehr günstige Periode gehabt zu haben. Neben dem schon genannten Maximilian Steinhauser werden als weitere Besitzer Abraham Karzpöck, ein Kirchberger, ein Steinberger und deren Erben genannt.
- 1643 wurden weitere Erzausbisse aufgefunden. REDLICH vermutete, daß diese dem Hauptgang unter der Wurmwand angehörten. - Um etwa
- 1646 kam der Bergbau in den Besitz des Erzbistums, doch stellten sich schon ab
- 1650 Klagen über Abbauschwierigkeiten ein.
- 1671 soll der Johann-Jakob-Stollen aufgehoben und fahrbar gemacht worden sein. Dies steht zu der Ansicht E. PREUSCHENS, dieser Stollen sei erst im 18. Jh. angeschlagen worden, im Widerspruch.
- 1673 werden Erze aus dem Margarethenstollen und Johann-Jakob-Stollen gefördert.
- 1676 wurde bei einer Vermessung festgestellt, daß die Silber-Kupfer-Erze in die Tiefe setzen.
- 1682 wurde der Bergbau aufgelassen, die Poch- und Wascherwerke wurden abgetragen. Der unmittelbare Anlaß dafür war eine Lawine, die die Obertagsanlagen verschüttete und zum Teil völlig zerstörte. In erster Linie aber darf die Einstellung des Bergbaues wohl darauf zurückgeführt werden, daß die reichen Veredlungen über der Johann-

- Jakob-Sohle abgebaut waren und die Bringung zu teuer geworden war. - Jedenfalls scheinen die Alten bedeutende Erzanstände in der Sohle zurückgelassen zu haben, denn schon
- 1683 wurden Vorschläge, die einen neu vorzutreibenden Unterbau betrafen, vorgebracht.
- 1801 oder 1802 wurde versucht, den Bergbau wieder zu gewältigen.
- 1866 oder 1867 - nach (8), (18) - wurde zuerst eine Schurfgesellschaft gegründet, aus der dann die "Silber-Kupfer-Gewerkschaft Seekar" hervorging. Man beschränkte sich in der ersten Zeit aber lediglich darauf, den Johann-Jakob-Stollen und die Margarethensohle aufzuheben und ein Berghaus zu errichten.
- 1874 - 1877 soll Erz gefördert worden sein, doch weist POŠEPNY für 1874 keine Produktion aus. Offenbar hatte man bald eingesehen, daß der Betrieb ohne einen neuen Unterbau unwirtschaftlich ist, denn schon 1877 wurde der Bau wieder erfristet. Er war dann bis
- 1881 Hoffnungsbau, wurde zum Verkauf angeboten und
- 1906 verkauft. Zwei Berliner Gewerken begannen
- 1910 den Emil-Unterbaustollen maschinell vorzutreiben, um von ihm aus durch einen Aufbruch mit der Johann-Jakob-Sohle zu löffeln. Da die Unterfahrung nicht den erhofften Erfolg brachte, wurden
- 1913 die Arbeiten auf dieser Sohle eingestellt, reichere Erzpartien bis zum
1. 8. 1914 abgebaut, der Betrieb stillgelegt, jedoch schon am
1. 9. 1914 wiederaufgenommen. - Am
12. 12. 1914 mußte dann wegen der Einberufung der Knappen die Produktion eingestellt werden, doch wurde das Grubengebäude nach dem Befahrungsbuch des Revierbergamtes Wels während des ganzen ersten Weltkrieges bis
- 1919 noch fahrbar gehalten. - Im gleichen Jahr wurden die Obertagsanlagen verkauft und die Grube totgesagt. Auch jüngere Untersuchungen durch A. AIGNER (1) und E. PREUSCHEN (17) ergaben keine Hinweise auf noch vorhandene abbauwürdige Vorräte.

Beschreibung der Einbaue

Der tiefste Einbau ist der sogenannte Emil-Unterbaustollen, etwa 25 m nördlich des Seekarhauses ziemlich genau auf 1 800 m Seehöhe gelegen. Schon im 17. Jahrhundert vorgeschlagen und geplant, wurde er erst 1910 vorgetrieben. Er wurde 456 m querschlägig auf den Gang getrieben, und als man bemerkte, daß man diesen schon überfahren hatte, eingestellt. Im Gang, der sich auf dieser Sohle nur durch eine Wasserkluft und eine dünne Schwefelkiesnaht verriet, fuhr man ein etwa 50 m betragendes Auslängen gegen Ost und einen 180 m langen Westschlag auf. Vom Westschlag aus versuchte man durch drei Hangend- und zwei Liegendschläge, die bis zu 10 m lang waren, allfällige Nebentrümer des Ganges zu verritzen. Unmittelbar vor dem westlichen Feldort befand sich eine reichere Gangpartie, die jedoch bald wieder verworfen war. Da die Teufe nicht den Erwartungen entsprach, fuhr man etwa vom 50. Laufmeter des Westschlages zwar in der gleichen Richtung wie bisher, aber wegen der veränderten Lage des Nebengesteines in das Hangende des Ganges und brach nach rund 10 Metern im Hangenden des Ganges hoch, um die darüberliegenden alten Abbaue zu erreichen. Von diesem Aufbruch aus wurde durch fünf gegen das Liegende getriebene Querschläge das Vorhandensein des Ganges immer wieder festgestellt:

Der I. Lauf, 14'5 m über der Sohle des Emilstollens, fuhr nach Osten 30, nach Westen sogar 50 m im Streichen auf. Dabei wurden arme Erze aufgeschossen. Nach den Notizen im Befahrungsbuch des Revierbergamtes Wels (17) liegt dieser Lauf in 20 m flacher Höhe, der Gang wurde nach 7 m Querschlag erreicht, besaß eine Mächtigkeit von 75 cm und bestand aus eingesprengetem "Silberfahlerz", etwas Schwefel- und wenig Kupferkies.

Der II. Lauf, 25'7 m über der Emilsohle (das ist in 40 m flacher Höhe), erreichte den Gang in gleicher Beschaffenheit wie auf dem I. Lauf. Daher wurde auf diesem Horizont auch nicht weiter ausgelängt.

Der III. Lauf, 38'5 m saiger und 60 m flach über dem Emilstollen, schloß wesentlich bessere Erze, das heißt bis zu 10 cm mächtigen derben Kupferkies, auf. Es wurde daher im Gang 150 m ausgelängt. Es war auch einmal geplant, diesen Lauf gegen Westen bis unter die Adelszone des Margarethenstollens vorzutreiben - (1), (15) - und ihn so als Mittelhorizont für den künftigen Abbau zu verwenden.

Der IV. Lauf, 52'2 m saiger und 80 m flach über dem Emilstollen, verritzte 10 m unter der Johann-Jakob-Stollensohle 8 cm derben Kupferkies mit durchschnittlich 22'5 % Cu. Eine streichende Auffahrung gegen W erreichte 52 m Länge.

Der V. Lauf, 62'8 m über dem Emilstollen, etwa auf der Höhe des Johann-Jakob-Erbstollens, traf einen noch offenen Teil der alten Weitzeche. Die auf diesem Lauf von PIRCHL (14) aufgefahrenen 12 m ließen schöne Erze beleuchten.

Da die aufgeschlossenen Mittel zu wenig aussichtsreich waren, andererseits aber auch der Betrieb während des ersten Weltkrieges alle verfügbaren Kräfte abstellen mußte, kam der Bergbau zum Erliegen. Der Emilstollen wurde weiter fahrbar gehalten. 1938 und 1939 wurden A. AIGNER und E. PREUSCHEN - (1), (17) - mit der Untersuchung beauftragt, inwieweit die durch den Emil-Unterbau, den Aufbruch und die fünf Läufe aufgeschlossene Gangfläche wirtschaftlich tragbar abgebaut werden kann. Während jener zum Ergebnis kam, daß im gesamten Gebiet des ehemaligen Kupferbergbaues die aufgeschlossenen Erzmittel bei einer monatlichen Förderung von 1000 t Hauwerk nur 5 - 6 Jahre reichen, kam dieser (PREUSCHEN) zum Schluß, daß für das Revier des Emil-Unterbaues nur mit einem Erzvorrat entsprechend 300 bis 400 t Cu zu rechnen sei, damit die Vorräte nur als "wehrwirtschaftliche Reserve" angesehen werden dürften und daher eine Wiederinbetriebnahme des Bergbaues nicht zu befürworten sei.

Es wäre sehr interessant zu wissen, bis in welche Höhe der im Emilstollen angefahrne "lichte Kalk", bei dem es sich wohl um einen Teil der Trias der Radstädter Serie handelt, verfolgt werden konnte, doch fehlen darüber alle Nachrichten.

Vor dem Mundloch des Emilstollens liegt das ehemalige Berghaus mit dem Magazin und der Scheidstube. Nach dem Konkurs der Firma kam es in den Besitz des Alpenvereins, dessen Sektion "Austria" es nun unter dem Namen "Seekarhaus" bewirtschaftet. Der Emilstollen wurde abgemauert, um die zuzusitzenden Grubenwässer fassen und für die Trinkwasserversorgung von Obertauern nutzen zu können.

Die Halde zeigt im wesentlichen nur Taubmaterial: Hauptsächlich Amphibolite, Gneise bis Glimmerschiefer. Auch die beiden, später noch näher zu beschreibenden, Eisenkarbonate (Siderit und Ankerit) kommen in größeren Stücken vor. Nur ab und zu, sehr selten findet man einen Erzbrocken. Dieser enthält (nach Anschliffen) anisotropen Pyrit, Fahlerz mit einzelnen darin eingeschlossenen Bleiglanztröpfchen, Kupferkies und ein helles, stark anisotropes, idiomorph ausgebildetes Ni-Mineral (Pararammelsbergit). Im Schliff kann man außerdem klar erkennen, daß das Fahlerz ein Karbonat von dessen Spaltrissen aus verdrängt.

1671 wurde bereits der Johann-Jakob-Erbstollen erwähnt, doch dürfte er noch älter sein. Sein Mundzimmer ist verbrochen; er ist daher heute nicht mehr fahrbar. Nach REDLICH (18) ist er nach einer saigeren Kluft vorgetrieben. Diese "stehende Gebirgsspalte" war, wie man aus dem Kartenbild entnehmen kann, eine Verwerfung. Sie schnitt die im Osten von ihr gelegene Weitzchenveredlung glatt ab, und der Gang, östlich von ihr etwa E-W-streichend, streicht im Westen gegen 300 (WNW). Einen weiteren Hinweis auf eine solche Verwerfung sehe ich in der schon oben gebrachten Mitteilung PIRCHLS, nach der im Westschlag des Emilstollens unmittelbar vor dem Feldort eine etwas reichere Gangpartie verworfen worden sein soll. Diese Stelle liegt nach dem Grubenplan senkrecht unter der Johann-Jakob-Sohle.

Der Gang wurde auf diesem Horizont, der auf etwa 1860 m Seehöhe, das heißt ca. 60 m über dem Emilstollen liegt, nach etwa 180 m angefahren. Das Einfallen wird von REDLICH

mit 75 - 80 Grad gegen S angegeben, die Mächtigkeit mit 1 bis 2 m. Der über 400 m vorgetriebene Ostflügel durchörterte zwei Adelszonen, die durch Übersichhauen abgebaut wurden:

1.) Gleich zu Beginn des Ostflügels beginnt ein Erzadel, dessen Hauptmenge in der sogenannten "Weitzeche" auf einer streichenden Erstreckung von rund 100 m hereingewonnen wurde. Nach (17) hatte die Weitzeche eine Abbaufäche von 3500m^2 . Dabei mußte offensichtlich im Ostteil der Weitzechenveredlung eine Störung ausgerichtet werden. Der kurze Nordschlag auf der Johann-Jakob-Sohle und eine gegen NW gerichtete Strecke (kurz vor dem schon früher erwähnten Aufbruch mit den 5 Läufen) scheinen eine der "stehenden Gebirgsspalte" parallele, ebenfalls saigere, Störung anzudeuten. Die Veredlung der Weitzeche wurde vom Emilhorizont mit dem Aufbruch und den verschiedenen Auffahrungen unterfahren, jedoch, wie schon früher festgestellt wurde, für unbauwürdig befunden.

2.) Etwa 110 m östlich der Weitzeche wurde ein weiterer Erzfall aufgeschlossen und streichend auf 40 m abgebaut. Über die flache Höhe dieser Zeche ist nichts bekannt. Man hat versucht auch diesen Adel, diesmal durch den Ostschlag, vom Emilstollen aus zu unterfahren, doch - wahrscheinlich durch die Tatsache, daß der Gang hier völlig taub war, entmutigt - stellte man den Vortrieb etwa 20 m vor dem zu erwartenden Niedersetzen der Veredlung ein.

Bei der Auffahrung des Westflügels wurde nach (18) eine Kluft aufgefahren, die "eine Schleppung des Ganges verursachte". Wahrscheinlich ist damit der Verwurf gemeint, der ganz offensichtlich unter dem Querschlag des Margarethenstollens den Gang verschleppte und das Streichen der Lagerstätte von 300° (WNW) wieder auf EW richtete. Auf dem gegen 300° gerichteten Teil des Westflügels wurde nur an einer einzigen Stelle eine etwas reichere Vererzung angetroffen. Diese wurde auch mit einem kurzen Aufbruch untersucht, jedoch offensichtlich nicht weiter verfolgt. Auf dem gegen West gerichteten Teil wurde auf 140 m Länge die Adelszone der Margaretzeche unterfahren. Der Gang hatte hier nach (18) ein Einfallen von nur 45° . Mit einem Aufbruch, der nach 21 m (wohl:saigere) Höhe das

Margarethenniveau erreichte, wurde die Verbindung mit den höheren Bauen hergestellt. Die reiche Vererzung hielt bis unter die Sohle des Johann-Jakob an, denn man verfolgte mit einigen teuren Gesenken und Sohlstraßen den Gang in die Tiefe und ließ Derberze in einer Mächtigkeit von 40 cm in einer Tiefe von 6 - 8 m zurück. Am westlichen Feldort scheint man wieder eine Störung angefahren zu haben, die man durch einen über 10 m langen Nordschlag auszurichten versuchte. Anscheinend schlug aber dieser Versuch fehl, und der Vortrieb auf dieser Sohle wurde eingestellt. Mit zwei Strecken wurde versucht, noch im Liegenden der Lagerstätte allenfalls vorhandene Trümer zu verritzen. Ein Schlag führte in gerader Linie vom Mundloch der "stehenden Gebirgsspalte" nach über den Gang hinaus noch rund 50 m gegen N. Etwa 30 m nach dem Kreuzgestänge scheint eine kleine s-konkordante Vererzung angefahren worden zu sein, denn ein nur einige Meter messender Schlag folgt dem allgemeinen Streichen gegen W. Eine weitere, anscheinend nicht fündig gewordene Liegendstrecke wurde zwischen den beiden mittleren Gesenken über 20 m gegen N geschlagen.

Das Grubenwasser dieser Sohle wurde beim inzwischen verbrochenen Mundloch primitiv gefaßt und einem Trog zugeleitet. Zwei Schneekrägen, die noch einigermaßen gut erhalten sind, führen zu einer Reihe von Halden. Unmittelbar beim Mundloch und etwa 10 m südöstlich davon sind noch die Reste zweier Gebäude kenntlich. Auf einem alten Plan ist ein Gebäude mit "Bergschmiede" bezeichnet (es dürfte das der Bau direkt beim Mundloch gewesen sein). Das andere Haus mag eine Scheidstube dargestellt haben, denn 1 - 2 m südlich davon findet man heute noch zwei ovale, niedere Halden, die fein säuberlich geschiedenes Taubmaterial bzw. Erz führen. Auf dem Haldensturz bzw. daneben stehen zwei Gebäude, die heute als Alm- und Jagdhütten dienen. Die westlich gelegene Hütte steht nach einem alten Plan auf den Grundfesten des einstigen, am 23. 1. 1682 (18) durch eine Schneelawine verschütteten Berghauses. Steigt man eine kurze Strecke den Weg, der zum Seekarhaus führt, hinab, so kommt man bald zu einem Steig, der über einen Hang nach S zur Ruine des ehemaligen Pulvermagazins hinaufführt.

Steigt man den Weg hinan, der zur Seekarspitze hinaufführt, so zweigt etwa 60 m nach dem Berghaus ein Weg ab, der das Mauerwerk einer ehemaligen Erzstraße stellenweise heute noch erkennen läßt, und nur mäßig ansteigend zum Mundloch des Margarethenstollens führt. Durch diesen Stollen wurde seinerzeit, wie die ausgedehnten Halden vermuten lassen, die Hauptmenge des Hauwerks ausgefördert, das in der Margarethezeche gebrochen wurde. Dem Adel, der in der Margarethezeche mit 2700 m² (nach (17)) abgebaut wurde, folgte streichend außerdem noch das sogenannte "Oberes Stöllerl". Die tagnahen Partien wurden in einer Tagzeche hereingewonnen. Der Margarethenstollen durchörterte zuerst mit ungefähr 50 m das Hangende des Ganges. Im Gang wurden sodann ebensöhlrig ebenfalls rund 50 m aufgefahren, bis dann diese Strecke durch den schon früher erwähnten Aufbruch mit dem Johann-Jakob-Stollen löcherte. Die ganze Anlage des Margarethenquerschlages in einer morphologisch klar erkennbaren Tiefenlinie, der plötzlich einsetzende Erzadel am linken (westlichen) Urm des Querschlages und eine offensichtlich auch schon auf dem Johann-Jakob-Horizont direkt darunter angefahrne Störung sprechen dafür, daß der Querschlag längs einer Zerrüttungszone oder Verwerfung vorgetrieben wurde. Vor dem Mundloch führten Schneekrägen, die auch heute noch gut erhalten sind, zu beträchtlichen Haldenstürzen. Ruinen an und auf den Halden gehen wahrscheinlich auf Berghäuser usw. zurück. Auf den Halden fällt das starke Zurücktreten der karbonatischen Gangart zugunsten der quarzigen auf.

Im Bereich der späteren Tagzeche muß der Ausbiß gelegen haben, an dem nach den alten Berichten 1642 (nach (4)) oder 1643 (nach (18)) Silbererze erschürft wurden, denn weiter gegen E ist der Gang unter mächtigen Schuttmassen verborgen. Die Tagzeche, in der das Ausgehende der Margarethenveredlung gebrochen wurde, fällt saiger bis 86° gegen 197° d.h. konkordant mit den Schiefeln im Hangenden, ein.

170 m westlich der Tagzeche wurde seinerzeit, unmittelbar an einer gemauerten Erzstraße, in einem breiten und

deutlich vom Eis überarbeiteten Trog der Mittelstollen angeschlagen, der den Gang auf annähernd 180 m gegen WNW verfolgte. Der Gang ist hier in zwei voneinander durch taube Schiefer getrennte Trümer geteilt. Das Hangende der vererzten Zone bilden hier geradeso wie jenseits des am Mittelstollen vorbeirinnenden Bächleins direkt am Weg helle Quarzite, die mit 45° gegen 182° einfallen. Der Gang steht hier steiler als das Nebengestein und zeigt in zurückgelassenen Resten, daß sein Inhalt im wesentlichen aus einer groben Breccie bis Konglomerat besteht und daß speziell die Salbänder des Ganges besonders stark vererzt waren. Der Gang folgt hier offenbar einer Verwerfung, denn zu seinen beiden Seiten haben die Schieferungsflächen verschiedene Lagen. Eigentümlich ist auch, daß die Gangregion hier, durch die sie begleitenden Quarzite bedingt, morphologisch als deutlicher Rücken hervortritt. Wo dieser Rücken unter den dort befindlichen Sumpf hinabtaucht, das heißt nach 90 m in westnordwestlicher Richtung, erkennt man den Gangverlauf an einer sehr flachen Schurfrösche. Jenseits des hier stark versumpften Geländes deuten bei der Kote 1936 m Halden und Hausruinen auf den älten Gottesgab-(Gottberat-)Stollen hin. Die eine Ruine dürfte eine Scheidstube gewesen sein. In ihrer Nähe liegen einige Halden mit sauberlich gekuttetem Erz. Man kann auch heute noch einen Teil der Baue befahren. Klettert man vom Mundloch in Richtung 315° über einen Firstverbruch, so gelangt man in eine etwa 2 m tiefer gelegene Zeche, die etwa westöstlich streicht und mit 45° bis 65° gegen S einfällt. Die Mächtigkeit des verhauten Ganges beträgt hier rund 80 cm, die verbliebenen Restpfiler bestehen aus Spat, dessen Klüfte durch Quarz ausgeheilt wurden. Dieser Hauptgang hat hier auch ein Hangendtrum, auf dem einige Meter über dem Gottesgabstollen und etwa 10 m westlich von diesem ein kleiner Schrämstollen angeschlagen ist. Gang und Hangendtrum liegen hier anscheinend völlig konkordant in den Schiefeln. Mit dem Gottesgabstollen wurde eine Adelszone, die in zwei Teile gegliedert war, abgebaut: Der erste Bereich ist durch einzelne bis zu Tag reichende Abbaue erkennbar; so ist z. B. heute noch eine Rolle erhalten, die mit 45° gegen 160° einfällt. In die linsig zerscher-

ten Gneise (s: 145/69), die gleichen, die auch beim Gottesgabstollen das Hangende aufbauen, sind fünf Bühlöcher eingeschrämt. Die hellen, silbrigglänzenden Phyllite fehlen hier. Der Gang wird hier von derbem Quarz durchtrüert. Die höchsten Teile dieser Veredlung stehen in der Firste eines rund 2 m langen und 1/2 m hohen Schrämstollens in Form eines in das s eingeschichteten gegen 265° streichenden Karbonatganges an. Das Hangende des Ganges sind Gneise, liegend zu ihm stehen hellglänzende, stark serizitische Quarzite an. Der Stollen liegt in tieferen Gneislagen als z. B. der Gang bei der oben genannten Rolle: Die Vererzung springt hier auf die Liegendgrenze der Gneise über. Dieser durch den Aufbruch und den Schrämostollen kenntliche Teil der Adelszone keilte nach den Plänen der Alten in der Teufe bald aus. Ihr westliches Ende fällt mit einem abrupten Einschwenken des Gangstreichens gegen N zusammen, was wieder in auffallender Weise mit einer dort durchstreichenden, morphologisch durch die nachfolgende Ausräumung besonders deutlichen Störungszone übereinstimmt. Es hat so ganz den Anschein, als hätten die erzbringenden Lösungen die durch die Zerrüttung an der einen Seite der Störung besonders stark aufgeblättern Schiefer besonders reich zu vererzen vermocht, hätten aber dort, wo sie längs der Störung aufstiegen, die Störungsbreccie zwar gleichmäßiger und auch in gleichbleibender Mächtigkeit vererzen, aber doch keine so mächtigen, linsenförmigen Reicherzkörper, wie sie unmittelbar an der Störung in das s der Schiefer eingeschichtet vorliegen, bilden können. Einen schönen Einblick in diese Verhältnisse gewinnt man in einer Zeche unmittelbar südlich des Weges auf den Seekarspitz. In diese Zeche gelangt man durch ein bequem befahrbares, mit 45° gegen 225° hinabführendes Gesenke. Die Zeche streicht gegen 331° und fällt mit 50° gegen S. Sehr gut aufgeschlossene Störungen (Verdrückungen) ergaben im Verein mit dem Schieferungs-s bauchig-linsige, zu einer Kette aneinandergereichte Erzkörper. Im tiefsten Teil der Zeche gelangt man zu einer Schrämostrecke mit noch erhaltenem Gestänge ungarischer Grubenhunte. Nach N endet eine geschrämte und später durch Schußarbeit erweiterte Strecke vor Ort taub. Gegen S ist die gleichmäßig abfallende Strecke ersoffen.

Die große Störung liegt in diesen Bereichen in ziemlich genauer (ac)- bis Okl-Lage zu dem hier vorherrschenden Achsengefälle. In diesem Bereich wird also die bisher als Lagergang ausgebildete Lagerstätte zu einem quergreifenden Gang. Dies kommt in der älteren Literatur einschließlich der sonst sehr ausführlichen Arbeit von K.A. REDLICH nicht zum Ausdruck. Erst E. PREUSCHEN wies auf diesen Umstand, der, wie wir weiter unten noch genauer sehen werden, für die Auflösung der Vererzung und ihre Stellung zur Tektonik von entscheidender Bedeutung ist, hin.

Die Einbaue, mit 60 bis 65 Grad gegen W einfallend, sind deutlich entlang der Bergflanke hinauf zu verfolgen. Die Vererzung scheint gleichmäßig gering gewesen zu sein, die Halden, wenngleich ausgedehnt, überrollen lediglich mit geringer Kubatur die Bergflanken. Durch einen zwischen zwei Klüften eingeklemmten tauben Block kurz unterbrochen, setzt sich die Vererzung jenseits eines durch diese Klüfte bedingten Grabens fort und wurde auch in zwei Schürfen und einem kleinen, heute unter Wasser stehenden Stollen untersucht. Verfolgt man den Gang weiter gegen N, so erkennt man, daß er 20 bis 30 m nach dem Stollen nur mehr als taube Kluft vorhanden ist, die bis zu einer gegen SE hinabführenden und einer starken Zerrüttungszone folgenden Schuttrinne anhält. Hier finden sich auch auf dem Kamm zwischen den Koten 2055 und 2181 die höchsten Verhiebspuren dieses Ganges: Taube Halden und daneben auch Mauerreste. Wo vordem das Mundloch des dazugehörenden Stollens vorhanden war, läßt sich heute nicht mehr eruieren. 20 m weiter westlich fand ich eine kleine, unbedeutende Brande etwa am Schnittpunkt zweier Klüfte.

Steigt man den Weg von den Gottesgabtagezehen in Richtung Seekarspitze hinauf, so geht man zuerst im wesentlichen gegen W, sodann hauptsächlich gegen N und dann wieder gegen W. Ziemlich genau 200 m westlich des früher genannten, heute unter Wasser stehenden Stollens fand ich auf der hangseitigen (nördlichen) Seite Ankeritrollstücke, die vielleicht von einem hier in der Nähe ausbeißenden Gang stammen. 200 m Luftlinie

weiter westlich ist eine auch morphologisch klar erkennbare Kluft brandig vererzt. Die Brande selbst liegt in Quarziten, die, wie man am Weg schön erkennen kann, von Glimmerschiefern unterlagert werden. Darunter liegen wieder Quarzite, darunter folgen wieder Glimmerschiefer. Die Grenze wird hier wieder durch eine nachträglich ausgeräumte Kluft gebildet, die, wenn man ihr gegen Westen in den Graben hinab folgt, zu einer beschürften Brande führt. Auch diese Brande liegt am Kreuzpunkt zweier Klüfte: Einmal der erwähnten Kluft zwischen dem Quarzit und dem Glimmerschiefer und zum anderen an einer NW-SE-verlaufenden Störung, längs der der nordöstlich von ihr gelegene Teil gegenüber dem südwestlich gelegenen relativ gegen N geschoben wurde. Die Störung selbst fällt gegen NE ein. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß unter dem im Liegenden der Brande gelegenen etwas mächtigeren Glimmerschiefer wieder ein Quarzit folgt, der mit 65° gegen 175° einfällt. Es scheint also hier eine starke Verschuppung zwischen den Quarziten und den Glimmerschiefern vorzuliegen.

Parallel zu der früher genannten NW-streichenden Störung zieht 120 bis 130 m weiter südwestlich eine weitere Bruchlinie durch, die auch eine nennenswerte Vererzung führt. K. A. REDLICH hat sie, wengleich reichlich schematisch und oberflächlich, auf seiner Fig. 2 mit "o" und "p" gekennzeichnet. Westlich des Weges, der sich hier wieder gegen Norden wendet, fallen 110 m westlich der oben genannten beschürften Brande, Halden und beschürfte Ausbisse auf. Man hat hier nicht den Eindruck einer ähnlich einfachen, hauptsächlich auf einen Gang beschränkten Vererzung, wie sie z. B. im unteren Revier (Emil-Johann-Jakob, Margarethe, Gottesgab usw.) vorliegt, sondern vielmehr den, daß die erzbringenden Lösungen die verschiedensten Aufstiegswege benutzten. In den östlichsten Teilen dieser Gangzone liegen die flachen und kleinen Abbaue in der gefalteten Schiefer: Man kann also hier von einem Lagergang sprechen. Westlich des Weges, an dem die Reste eines Hauses und eindeutige Kutt- und Waschhalden liegen, schart ein Gang auf eine Störung zu, die - ähnlich wie oberhalb der Got-

tesgabbarie - senkrecht auf das generelle Schichtstreichen verläuft. Diese Störung ist die vorhin schon genannte Bruchlinie. Eine Reihe von Zechen mit ausgedehnten Halden und ein kurzer Schrägstollen markieren diese Vererzung, die hier wieder einen quergreifenden Gang darstellt.

Der Schrämstollen verläuft zuerst 7 m in Richtung 260°, sodann 6·5 m in Richtung 270°. Der Vortrieb wurde dann eingestellt. Offenbar hatten die Alten erkannt, daß sie die Lagerstätte bereits überfahren hatten; denn schon ungefähr 3 m nach dem Mundloch steht am rechten Ulm eine, allerdings sehr unbedeutende Vererzung in Form einer dünnen Kupferkiesnaht an. 20 m nördlich dieses Stollens sieht man auf einer Halde, deren Material sehr stark mit Hangschutt vermengt ist, die Grundmauer eines Hauses. Weitere 10 m nördlich fand ich eine kleine, unscheinbare, schon stark überwachsene Halde, die ich für die älteste, noch erhaltene des ganzen Seekargebietes halte. Vielleicht liegt in dieser Gegend die Fundgrube. Nördlich dieser Baue wendet sich der Gang etwas mehr gegen N und wurde hier durch einen weiteren Stollen abgebaut. Eine etwa W-E-streichende Störung versetzte den Gang unmittelbar nördlich dieses Stollens etwas gegen E. Zwei kleine Tagzechen und ein weiterer Stollen erfolgten die Fortsetzung des Ganges, der abermals durch eine W-E-streichende, auch gering vererzte Bruchlinie abgeschnitten wurde. Wie nämlich ein zweiter, diesem paralleler Gang, der auch durch eine Reihe von Bauen in seinem Verlauf gut bekannt ist, zeigt, ändert und dreht sich das Streichen des Ganges mit der Annäherung an die erwähnte Bruchlinie plötzlich, wobei auch wieder bezeichnenderweise der Scharungspunkt beider Linien stärker vererzt ist. Parallel zu diesem Bruch verläuft in etwa 20 m Entfernung eine andere morphologische Linie, die wohl auch eine Kluft darstellen dürfte. Besagte Linie zeigt unmittelbar am Weg die westlichste und zugleich auch nördlichste Vererzungsspur. Diese wurde auch seinerzeit durch eine kleine Rösche beschürft. Steigt man von hier zum Kamm auf, so findet man knapp unter diesem eine deutliche Delle, die möglicherweise die Pinge eines Wetterschnittes für

die darunterliegenden Baue darstellt. In einer kleinen, vielleicht eine Halde darstellenden Schuttfläche sah ich einzelne Erzbröckelchen. Jenseits des Kammes fand ich keine Vererzung, die eine Fortsetzung dieser Gänge sein könnte.

Erzminerale

(Handstück- und Anschliffbeschreibung)

Man muß am Seekar von vornherein zwei zeitlich verschiedene und wahrscheinlich auch genetisch stark voneinander abweichende Vererzungstypen auseinanderhalten:

- a) eine wesentlich ältere Brandenbildung, hier auf eine Eisenkiesvererzung beschränkt, und
- b) eine jüngere Gangvererzung mit Kupfer-, Nickelmineralen, den Eisenkarbonaten usw.

Aus den Schladminger Tauern ist bekannt, daß die Vererzung an den Schnittlinien der Brandenzonen mit den erzbringenden Klüften besonders reich ist. Als Beispiel dafür möge die Zinkwand gelten. Es war daher zu klären, inwieweit Branden die Vererzung des Seekares beeinflussen können. Ich konnte hier auch eine Anzahl von solchen Branden feststellen. Abgesehen von den auf der Kartenbeilage I eingetragenen findet man auch häufig auf den Halden Stücke, die zeigen, daß auch durch die Auffahrungen in der Grube Branden aufgeschlossen wurden. Unter den Gesteinen der Branden findet man gleichmäßig linsig zerscherte, auch gefaltete, feinflaserige Gneise, aus Quarziten hervorgegangene, umkristallisierte Milchquarzmassen, stark und eng gefaltete Glimmerschiefer und Phyllite, deren glimmerreiche dunkle Lagen mit hellen, quarzreichen, im mm-Rhythmus wechseln oder zerscherte, arg mitgenommene Quarzmylonite, also eine Vielfalt von verschiedenen entstandenen Gesteinen. Ihnen allen ist aber eine relativ gleichmäßige Durchstäubung mit Pyrit eigen. Dabei kann im Handstückbereich die Korngröße der Pyrite vollkommen gleich bleiben, oder aber - und dies kommt sehr häufig vor - senkrecht auf das s wechseln.

In diesen Fällen zeigt sich aber keine allmähliche Größenzunahme, sondern vielmehr scharfe Übergänge, z. B. von feinstem Staub zu Körnern mit einigen mm Durchmesser. Es kann eindeutig nachgewiesen werden, daß die mit feinstem Pyritstaub pigmentierten Lagen keine Mylonite sind: Die Lagen liegen streng im *s* der betreffenden Gesteine, und man findet manchmal Stellen, an denen in diesen feinen Pyritlagen einige größere Körner schwimmen. Diese groben und relativ gut erhaltenen Pyritkörner sind ein Beweis dafür, daß die feinste Durchstäubung nicht durch eine Zerschering der Schiefer parallel *s* erklärt werden kann. Es hat vielmehr ganz den Anschein, als handle es sich bei den Branden des Seekärs um sedimentäre, schichtige Vererzungen. Die Pyrite der Branden sind allgemein zerdrückt und meist auch stark angewittert, zuweilen schon in Brauneisenerz übergegangen; diesem Umstand verdanken diese Vererzungen auch ihren Namen. Die feinsten Pyrite der Brande liegen nahezu ausschließlich in stark glimmerigen Gesteinspartien, die groben auch im milchigen Quarz.

Man findet ab und zu auch Stücke, die eindeutig von Branden herrühren und die jüngere Kupfervererzung führen. Der Kupferkies und das Fahlerz liegen in diesen Stücken immer in Sprüngen und Rissen, die die Brande durchsetzen, und zwar entweder gleichmäßig die Sprünge verkittend, oder aber in Form von einigen mm-großen Kupferkies-, Fahlerznestern und -bändern längs der Klüfte aneinandergereiht. Der Pyrit dieser späteren Vererzung ist von jenen Brandenkiesen immer leicht dadurch auseinanderzuhalten, daß er kaum zerdrückt ist, glatt poliert werden kann, z. T. schön idiomorph auskristallisiert und häufig auch grobkörniger ist. Auch an der Gangart, einem glasklaren Quarz, ist die jüngere Vererzung leicht zu erkennen.

Neben diesen Stücken, die in Brandenzonen geschlagen oder auf den Halden aufgesammelt werden konnten, findet man sehr häufig auch in den Anschliffen Erscheinungen, die wahrscheinlich als Relikte von Brandenvererzungen angesehen werden können. Ich werde auf diese Einzelheiten gleich bei der Besprechung des späteren Vererzungstypus zurückkommen.

Durch die jüngere Vererzung wurden vor allem Mylonit-quarzite betroffen bzw. deren Grenze zu Gneisen und Glimmerschiefern und diaphthoritische Amphibolite. In den Anschliffen findet man auch Reste von Kalken, feinkörnigen Kalkbreccien u. ä. Die Vererzung erfolgte offensichtlich in einem geologisch einzeitigen Vorgang, der lediglich durch schwache syngenetische Bewegungen und eine charakteristische Mineralabfolge untergliedert werden kann. Weitaus den überwiegenden Teil der Erze stellen die Eisenkarbonate Ankerit und Siderit. Beide kommen allem Anschein nach gleichzeitig vor. Keineswegs läßt sich sagen, daß der Ankerit immer älter als der Eisenspat ist. Ich vermute, daß bei der Bildung dieser Karbonate Mobilisationen der kalkreichen Trias eine entscheidende Rolle spielten. Es wird sogleich auch von Kalkspäten gesprochen werden müssen, die auch nicht ohne weiteres aus Umsetzungen des Schladminger Kristallins erklärt werden können.

Eine leichte Deformation führte zur Zerbrechung der Späte und zum Aufreißen von cm-breiten Klüften, die mit milchigem oder wasserklarem Quarz (I) und einem durch darauffolgende Bewegungen heute teilweise grob verzwillingt vorliegenden Calcit (I) ausgeheilt wurden. Wegen seiner groben Korngröße möchte ich diesen Kalkspat als Roßzahncalcit bezeichnen. Schöne Proben davon sammelte ich auf den Halden des Emil- und des Johann-Jakobstollens. Weitere Stücke findet man in der Nähe des Berghauses beim zuletzt genannten Einbau und auf der westlichen Halde des Margarethenstollens. Örtlich überwiegt in diesen Handstücken der Quarz, örtlich, besonders an der Grenze des Ganges gegen die Amphibolite, Kalkspat.

Die Zwillingsbildung der Calcite ist die Folge einer abermaligen leichten Durchbewegung, die auch eine nennenswerte Zerklüftung verursachte. Die Klüfte führen neben hellen Glimmern, wasserhellem und milchigem Quarz (II), vor allem den anisotropen Pyrit (II) und Arsenkies. Es wurden schon früher die wesentlichsten Unterschiede dieses Pyrites zu den für die Branden bezeichnenden Schwefelkies (Pyrit (I)) angegeben (Polierbarkeit, Idiomorphie und Erhaltungszustand).

Weitere Besonderheiten sind die eben erwähnte Anisotropie des Pyrites (II) und die mit der Polierbarkeit eng zusammenhängende, stark porige Ausbildung des Pyrites (I). Zur Anisotropie wäre noch zu bemerken, daß man sehr gut zwei verschiedene anisotrope Pyrite oder - vielleicht besser ausgedrückt - verschieden anisotrope Bereiche innerhalb des Pyritkornes unterscheiden kann. Es gelang mir nicht, die altersmäßige Stellung der beiden anisotropen Pyritformen zueinander zu klären. Stärker anisotrope Kornteile oder Körner sind merklich weicher als schwächer anisotrope. Dies kann man sowohl mit der SCHNEIDERHÖHN'schen Lichtlinie als auch mit Hilfe von Schleifkratzern feststellen. Bemerkenswert ist auch, daß von der nachfolgenden Kupferkiesvererzung bevorzugt der stärker anisotrope Pyrit verdrängt wurde. Innerhalb des Ganges bzw. der Klüfte in den Späten schwimmt der Pyrit (II) entweder völlig isoliert in einem dichten, feinschuppigen Glimmerfilz oder er ist zu langen perlachnurartigen Ketten aneinandergereiht. Ab und zu kommt er auch in kleinen nestförmigen Anhäufungen im Roßzahncalcit vor. Die Pyritnähte erkennt man besonders häufig in der Fuge zwischen dem Calcit (I) und dem Amphibolit. An einer Stelle war auch klar zu erkennen, daß der Pyrit von einer Ecke aus Kalkspat verdrängte.

Ein Handstück, das in der Nähe des Johann-Jakob-Stollens aufgesammelt wurde, ließ erkennen, daß der Pyrit eindeutig der Schieferung folgt. Jüngere, konkordant dazu verlaufende, aber auch quer durchgreifende Klüfte, brachten hier den noch unten näher beschriebenen Kupferkies. An jenen Stellen, an denen diese Kupferkiesgängchen (zusammen mit Quarz (III) die alten Klüfte schneiden, übernahm der Kupferkies den Pyrit, der in diesen Zonen nur ganz leicht zerdrückt und von Kupferkies nur geringfügig verdrängt wurde: Die Pyrite wurden hier durch den Kupferkies augenscheinlich nur etwas angelöst und zeigen jetzt "kantengerundete" Formen.

Dem Aufstieg der Kupfer-Blei-Zink-hältigen Lösungen ging eine weitere, zu einer leichten Kataklyse führende Phase voraus. Im besonderen wurden der Spat und der gerade genann-

te anisotrope Pyrit (II) zertrümmert. In die Klüfte drangen Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, silberhältiges Fahlerz (Tetraedrit), Pararammelsbergit und Ankerit ein. Gangarten dieser Erzfolge sind wieder Glimmer und Quarz (III). Von dieser Vererzung wurden - wie oben schon einmal kurz angedeutet - auch die Branden betroffen. Im Gegensatz zur höchst gleichmäßigen, wie ich sie deute, synsedimentären Pyrit (I)-Vererzung tritt der Kupferkies in den Branden selbst unregelmäßig auf: einmal in Form lappiger, unregelmäßiger Körper, dann wieder in kleinen Gängen und zum dritten Mal in Form von Butzen. An manchen Stücken, so vom Johann-Jakob-Stollen, erkennt man deutlich, daß der Pyrit (I) in den Kupferkies nahezu unverändert übernommen wurde (Vergleiche damit das schon oben Gesagte).

Die von ehemaligen Branden stammenden Stücke zeigen nicht mehr den feinsten Pyritstaub, sondern es hat offensichtlich eine Art Umkristallisation und Kornvergrößerung (Sammelkristallisation) stattgefunden. Das Ergebnis dieses Vorganges, der aber anscheinend nur die feinsten Pyrite und nicht die schon primär grob ausgebildeten betrafen, sind idiomorphe Pyrite, die deutlich noch die lagige Textur der Brande erkennen lassen.

Neben dem Pyrit (I) findet man aber im Kupferkies auch Pyrite, die zweifelsohne von der Pyrit(II)-Vererzung herrühren. Den Beweis dafür fand ich in einigen Anschliffen: So zeigte z. B. ein Schliff, daß eine mit Pyrit II erfüllte Kluft in eine jüngere und spitzwinkelig dazu streichende hineinstreicht. Die jüngere enthält Fahlerz, durch das der Pyrit, ohne eine merkbare Veränderung seiner Korngestalt mitgemacht zu haben, hindurchsetzt. In anderen Schliffen fand ich anisotropen Pyrit und Arsenkies zertrümmert und ihre Spaltrisse von Kupferkies und Fahlerz verheilt, ohne daß auch hier nennenswerte Verdrängungen an Pyrit und Arsenkies auftraten. Treten solche an anisotropen Pyriten auf, so werden vorzugsweise die am stärksten anisotropen davon betroffen.

Im Kupferkies eingeschlossene Pyrite können daher sowohl von ehemaligen Branden stammen - somit dem Pyrit (I)

zugezählt werden, als auch dem Pyrit (II) entsprechen. Es ist unklar, ob alle jene Pyrite, die zwar anisotrop sind, aber nicht als eine Art s_1 eine ehemalige Kluft abbilden, die also als idiomorphe Einsprenglinge im Kupferkies und Fahlerz schwimmen, aus dem Altbestand stammen oder ob sie syngenetisch mit Kupferkies und Fahlerz auskristallisierten. Ich glaube mit Recht zumindest die anisotropen Pyrite, die in Kupferkies und Fahlerz perlchnurartig aneinandergereiht sind oder ehemalige Kluftfüllungen andeuten, als Palimpsest dem Pyrit (II) zuzuordnen zu können. Unklar muß aber die Genese jener Pyrite bleiben, die als Einzelkristalle völlig isoliert in jüngeren Mineralen schwimmen, denn es ist m.E. nicht beweisbar, daß diese Pyrite den schon oben beschriebenen, von Glimmern umschlossenen Einsprenglingen entsprechen.

E. SCHROLL und N. AZER IBRAHIM veröffentlichten 1959 die Ergebnisse ihrer chemischen Untersuchungen von über 90 europäischen Fahlerzproben (20). Der Großteil des Analysenmaterials stammt aus ostalpinen Vorkommen, darunter zwei dieser Proben auch vom Seekar.^{+) Bei beiden Proben (Nr. 13 und 14) handelt es sich nach den beiden Autoren um "derbes Fahlerz mit Kupferkies in Ankerit". Die spektrochemische Analyse vom Material des Seekars ergab:}

	Nr. 13	Nr. 14
As	0·37 %	3·5 %
Sb	> 20 %	> 20 %
Bi	0·02 %	0·03 %
Ag	1·3 %	0·2 %
Zn	10 %	0·4 %
Hg	0·30 %	0·36 %
Fe	6·1 %	3·6 %
Pb	0·12 %	0·01 %
Cd	55 g/t	10 g/t
Sn	360 g/t	30 g/t
Ni	70 g/t	600 g/t
Co	85 g/t	100 g/t
Mn	400 g/t	80 g/t

Neben dem Sn-Gehalt dieser Fahlerze sind besonders auch die hohen Werte für Zn und Ni bemerkenswert. SCHROLL und N. AZER IBRAHIM sehen im Zink ein Aufbauelement, d. h. sie erklären es - Vgl. (20): 86 -, besonders im Falle der Probe 13, als einen "namengebenden Hauptbestandteil des homogenen Minerals". Dementsprechend bezeichnen sie auch das Fahlerz der Probe 13 (p. 99) als zinkreichen Tetraedrit. Der Nickelgehalt gehört nach den beiden Autoren zum "Mikrochemismus" der Fahlerze, d. h. das Nickel soll einen "Nebenbestandteil" oder eine Spur als eine "idiomorphe Vertretung, eine submikroskopische Verwachsung" darstellen oder "adsorptiv gebunden" sein. Beide Erklärungen können nicht widerspruchslos hingenommen werden.

Den Zinkgehalt betreffend möchte ich darauf hinweisen, daß in den Anschliffen immer wieder Zinkblende in Form kleiner Tröpfchen in Kupferkies eingeschlossen vorkommt. Ein Beispiel davon habe ich auf einer Abbildung (8) wiedergegeben. In einem anderen Stück, das überdies auch aus dem Johann-Jakob-Stollen stammt, kommt die Zinkblende zusammen mit Fahlerz und Kupferkies in der Grenzfläche eines verzwilligten Ankeritkornes vor.

Zum Nickelgehalt ist zu bemerken, daß ich u. d. M. eindeutig Pararammelsbergit feststellen konnte. Besonders die Stücke, die man auf den Halden des Johann-Jakob-Stollens sammelt, sind meist sehr reich an diesem Nickelmineral. Besonders einprägsame Funde machte ich auf der Halde, um die der Weg vom Seekarhaus zu den höheren Bauen herumführt. Die Halde liegt südlich des Weges; auf ihr liegt auch das alte Berghaus. Schöne und reiche Nickelvererzungen fand ich auch auf der Halde etwa 10 m nördlich des Berghauses und östlich

+) (Anm. zu p. 101)
Das Seekar liegt übrigens nicht, wie in der zitierten Arbeit auf p. 73 angegeben, in der Steiermark, sondern in Salzburg.

des Schneekragens, der zum Mundloch des Erbstollens führte,



Die Abbildung zeigt Kupferkiesnester (punktiert) im Fahlerz (schraffiert). Im Fahlerz schwimmen zwei Pararammelsbergitkörner (weiß), die z. T. randlich vom Fahlerz angelöst, z. T. auch vom Quarz (schwarz) verdrängt wurden. In der rechten Bildhälfte erkennt man zwei schöne Quarzpseudomorphosen nach Pararammelsbergit.

Der Pararammelsbergit ist an seinem hohen Reflexionsvermögen, seiner Schleifhärte und seiner Anisotropie sowie an den charakteristischen idiomorphen Kornformen zu erkennen. Es ist auffallend, daß er nahezu immer in einzelnen Kupferkieströpfchen dem Fahlerz eingeschlossen ist. Die Cu-Ni-Einschlüsse zeigen außerdem ganz charakteristische Formen. Man findet häufig Fahlerzstreifen, die feine Kupferkies- und Pararammelsbergittröpfchen enthalten, die mit einigermaßen scharfer Grenze an solche mit größeren Einschlüssen grenzen. Dabei sind diese Streifen keineswegs über die ganze Fahlerzgrundmasse verteilt. Diese Streifen kommen vielmehr

in einzelnen, isolierten Nestern vor. Ich habe an einer Stelle versucht, alle jene Kupferkieströpfchen mit Fahlerzeinschlüssen, die eine Größe von über 0·01 mm aufweisen, auszuzählen, um das flächenmäßige Verhältnis Kupferkies zu Pararammelsbergit zu erhalten. Ausgezählt wurde auf einer Vergrößerung einer mit dem Zeiß-Photomikroskop gemachten Aufnahme. Die größten, mit dem Planimeter erfaßten Tröpfchen hatten einen Durchmesser von 0·03 mm. Der Anteil des Kupferkieses an der von den Tröpfchen eingenommenen Fläche betrug 67·0 % und der des Pararammelsbergites 29·4 %. Die restlichen 3·6 % fallen auf jüngeren Quarz, der selektiv den Pararammelsbergit verdrängte. Diese jüngeren Verdrängungen sind sehr klar an den charakteristischen pseudomorphosierenden Querschnitten kenntlich. Zählt man also diese 3·6 % zum Pararammelsbergit, so erhält man für das Verhältnis Kupferkies zu Pararammelsbergit den Wert 67·0 : 33·0. Ich halte diese Pararammelsbergite nicht für einfache Entmischungen bei der Abkühlung der Lösungen, sondern für entmischte Gele. An manchen Schlifften kann man erkennen, daß syngenetisch mit der Bildung des Rammelsbergites leichte Bewegungen stattgefunden haben, da manchmal die Pararammelsbergite zerdrückt und durch Fahlerz wieder ausgeheilt wurden.

Die also für die Zukunft unhaltbare Annahme einer isomorphen Vertretung oder submikroskopischen Verwachsung von Nickel bzw. Nickelmineralen mit dem Fahlerz des Seekars geht unzweifelhaft auf die Art der Probenahme zurück. Die enge Verwachsung des Pararammelsbergites, Kupferkieses und Fahlerzes und die häufig nur sehr geringe Korngröße der beiden zuerst genannten Minerale machen es unmöglich, homogenes Probematerial "visuell unter dem Binokular" (p. 71 der zitierten Arbeit) auszuwählen. In polierten Schlifften - und nur an solchen - gelingt es unter dem Binokular bei 160facher Vergrößerung, die Rammelsbergite festzustellen. Feinste Pararammelsbergit- und Kupferkieseinschlüsse wird man dabei aber auch nur am Relief, d. h. an punktförmigen Unebenheiten der Schlifffläche erkennen und ausnehmen können.

Das Verhältnis von Kupferkies zu Fahlerz wechselt sehr stark. In manchen Schliffen überwiegt der Kupferkies und das Fahlerz bildet nur feinste Tröpfchen in ihm, in anderen Schliffen erkennt man nahezu keinen Kupferkies, sondern allein derbes Fahlerz. Nicht jeder Kupferkies ist mit Pararammelsbergit vergesellschaftet, wohl aber gibt es kaum einen Schliff, der eine derartige Paragenese nicht enthält. Es hat manchmal den Anschein, als sei der Kupferkies örtlich etwas älter als das Fahlerz. Syngenetisch mit der Fahlerzbildung fand eine leichte Zerrüttung statt; das ältere Fahlerz hat als Gangart stets wasserklaren Quarz, das jüngere Fahlerz neben diesem auch milchig-trüben.

Den Abschluß dieser Vererzung bilden nach einer abermaligen leichten Zerrüttung durch Quarz (IV) und Ankerit ausgeheilte, taube Klüfte.

Vererzung und Tektonik

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß vererzende Lösungen bei ihrem Aufstieg und ihrer Platznahme "tektonisch aufbereitete" Zonen - z. B. Zonen starker Zerschneidung, Störungen, Überschiebungsbahnen usw. - bevorzugen. Auch der Erzgang am Seekar ist sehr stark durch den großräumigen Bauplan und die örtliche Kleintektonik bedingt. Ausschlaggebend für die Bildung dieser Lagerstätte war das dem Aufstieg vorausgehende, also präkristalline, Aufreißen des durch die Überschiebung der Schladminger Masse auf die Radstädter Trias diaphthoritisch gewordenen Kristallins längs einzelner Schwächezonen. Der Vererzung ging offensichtlich unmittelbar eine starke Zerrungstektonik voraus, die das Aufreißen des Ganges nach präexistenten Scherflächen, Zerrfugen und anderen flächigen Gefügedaten zur Folge hatte. Zu dieser Zeit müssen die Quarzmylonite (Quarzite), die bei der Überschiebung entstanden waren (W. MEDWENITSCH), bereits als relativ starre Blöcke vorgelegen haben. Man kann nämlich feststellen, daß der Gang die Quarzite selbst nicht durchschlägt, sondern stets an der Gren-

ze dieser gegen die tektonisch unkompetenten Serizitschiefer, Phyllite und Gneise entlangführt.

Mit dieser Feststellung eines bemerkenswerten Zeitintervalls zwischen Überschiebung (und dazugehöriger Mylonitisierung) und Zerrungstektonik stimmen völlig die Ergebnisse H. SCHEINERs überein. Dieser bearbeitete nämlich seit 1956 im Rahmen seiner Dissertation das Gebiet zwischen dem Hundskogel-Tscheibitsch-Zug und den Giglachseen im E (19). Wenn auch der unmittelbare Lagerstättenbereich auch schon außerhalb seines Aufnahmegebietes liegt, erlauben doch die Ergebnisse seiner gefügekundlich-tektonischen Analyse gewisse Rückschlüsse auf das Kristallin in der Umgebung des Seekarhauses. Eine eingehende Bearbeitung seiner Meßdaten zeigte ihm - und dies ist für meine oben wiedergegebene Auffassung wichtig - daß im Gesamtraum ein im wesentlichen homogener Bereich vorliegt, d. h. daß Mesozoikum und Kristallin in gleicher Weise tektonisch geprägt und überprägt wurden. Er kam zur Auffassung, daß es sich in seinem Kartierungsgebiet im Großen um eine triklinale Biege-Scher-Synklinalfalte des Mesozoikums handelt. Ihm gelang auch der Nachweis von vier Verformungsakten: der älteste brachte entsprechend $a = W-SSW$ Achsen in südöstlicher bis ost-südöstlicher Richtung hervor (I)⁺; der nächste mit $a = S$ ostwestverlaufende (II); noch jünger sind die NE-SW-Achsen (III). Der jüngste Deformationsakt (IV) ist durch B-Achsen in N-S belegt. Die Figur 3 seiner Tafel 12 ("N u. W Hundskogel") zeigt das auch auf allen übrigen Diagrammen hervorstechende B-Achsenmaximum im E. Ein Untermaximum in SE spiegelt deutlich die Lage der Hundskogel-synklinale wider. Für weitere Untermaxima im N, S und SW konnte SCHEINER keine Korrelate im Aufschluß finden. Es soll gleich hier dazu bemerkt werden, daß SCHEINER die Bereiche gleicher Besetzungsdichte nicht nach der üblichen Weise ermittelte, sodaß seine Diagramme stark verzerrte Maxima aufweisen, was wieder eine weitergehende Deutung nicht zuläßt. Besonders krasse Verzerrungen zeigen neben dem auf der geologischen Karte wiedergegebenen Sammeldiagramm, vor allem

⁺) Definitionsgemäß ist a die Richtung des Transportes, $s = (ab)$.

seine Figuren 1, 3, 4, 5, 6 auf der Tafel 13 und die Figur 4 auf der Tafel 12. Bei einem Auszählen nach der herkömmlichen Art hätte sich für den Raum nördlich und westlich des Hundskogels, das ist also für die Figur 3 der Tafel 12, ohne Zweifel ergeben, daß das Untermaximum im W mit dem flach gegen E einfallenden Maximum zusammenfällt. Mit der Figur 4 auf der Tafel 13 gab er ein Sammeldiagramm des Liegenden unter dem Kalkspitzen-Mesozoikum. Ein Vergleich zeigt, daß die im Hundskogelgebiet vorherrschenden beiden Achsenrichtungen (E, SE) - entsprechend den beiden ältesten Deformationsakten (I, II) - im ganzen Liegenden dominieren. Dazu möchte ich lediglich bemerken, daß ich bei meinen Aufnahmen, die allerdings nur die engste Umgebung der Lagerstätte umfaßten, zu damit völlig übereinstimmenden Resultaten kam.

Es läßt sich nicht feststellen, inwieweit längs des Ganges, solange er dem s folgt, schichtparallele Verwürfe auftreten. Ich glaube durch die Beobachtungen, die ich an Restpfeilern machen konnte, sagen zu können, daß es hier im wesentlichen nur schichtkonkordante Zerrüttungen ohne merkbare Versetzungsbeträge gibt.

Wie im Gelände und im Anschliff beobachtet werden konnte, spielen Verdrängungserscheinungen bei der Platznahme eine unwesentliche Rolle. Zwar erkennt man hin und wieder unverdaute Glimmerreste in Karbonatmassen, die allmähliche Auflösung und den streichenden Übergang der Amphibolite in den Erzgang, auch ein Teil der Gangquarzmassen mag auf Mobilisationen des Altbestandes zurückgeführt werden. Wenn man hierzu noch die Verdrängung verzwilligter Karbonatzerreißel in schmalen Zerrüttungstreifen durch den anisotropen Pyrit in Betracht zieht, so dürfte damit wohl schon das ganze Inventar metasomatischer Erscheinungen erschöpft sein. Diese geringfügigen Verdrängungen erklären auch die Tatsache, daß der Kluffletten quergreifender Störungen in der Lage war, gegen azzendente Lösungen abzudichten.

Weitaus das größte Volumen des Erzganges wurde durch eine Zerrungstektonik geschaffen, die eine Reihe von s-konkor-

danten und quergreifenden Gängen schuf. Die s-konkordanten- oder Lagergänge entstanden besonders dort, wo Gesteine verschiedener Festigkeit aneinandergrenzen. Ich fand solche z. B. in einem feingeschieberten und eng gefalteten glimmerigen Quarzit, der zusätzlich noch h01-Flächen zeigte, die ebenfalls vererzt wurden. Von diesen Flächen aus wurden sogar weitere Quarzitlagen lagerartig mineralisiert. Weitaus den überwiegenden Anteil an schicht- und schieferungsparallelen Vererzungen haben alle Arten von leicht verformbaren und plastischen Glimmerschiefern, Phylliten und Gneisen, die, meist auch stark gefaltet, sich vielerorts aufblättern, den Gang oft in viele Trümer zerschlagen und natürlich auch größtenteils dessen taube Mittel aufbauen. In den derzeit noch offenen Grubenräumen - ich denke dabei besonders an die Baue der Gottesgabveredlung - kann sehr schön erkannt werden, daß bei der Zerschneidung, die die Störungen um N-S hervorbrachte, die phyllitischen Gesteine sehr stark aufgeblättert wurden. In diese Phyllit-"Fächer" drangen die vererzenden Lösungen bevorzugt ein und bildeten mächtige Erzstöcke. Parallelstörungen zu dem N-S-Bruch führten zu örtlichen Einschnürungen der Stöcke. Dort, wo die Verschmattung der Bruchfläche zu groß war, der Lettenbesteg durch die Lösung nicht mehr verdrängt werden konnte und daher für diese undurchlässig war, ist es zu einem abrupten Ende der Vererzung gekommen. Gerade in den Gottesgabbauen stoßen die dem s nach aufgeblättern, flach liegenden phyllitischen Gesteine längs einer Verwerfung an intensiv gefaltete, quarzreichere und steilgestellte Typen. Die Störung selbst, zu diesen Falten etwa in Okl-Lage, hat als Reißfuge die Vererzung teilweise übernommen. Es konnte nirgends beobachtet werden, daß jenseits dieser Störung die Vererzung auch noch über den Meterbereich hinaus in die angrenzenden quarzreicheren Phyllite vorgedrungen wäre.

Wie schon früher bei der Beschreibung der einzelnen Einbaue festgestellt wurde, waren auch die übrigen Veredlungen - Weitzsche, Margarethenzeche - von Störungen begrenzt. Diese Störungen scheinen die gleiche Rolle gespielt zu haben, wie sie heute noch weiter im W in den Gottesgabbauen erkennbar ist.

Auch hier im Osten hat offensichtlich eine Aufblätterung bzw. Auffächerung der milden Phyllite stattgefunden. Dieser tektonischen Aufbereitung folgte dann auch hier die s-konkordante Vererzung.

Das s der Amphibolite zeigt nur ausnahmsweise Erzs-puren; diese Hornblendegesteine sind zumeist in (ac) vererzt. Eine Ausnahme bilden unter diesen Gesteinen so stark diaphthoritische Amphibolite, daß man bei ihnen eigentlich schon von Flecken-Chloritschiefern sprechen müßte. Diese chlorit-reichen Grünschiefer zeigen ein ähnlich plastisches Verhalten wie die Phyllite und Glimmerschiefer und sind daher schichtig vererzt. Linsig zerscherte Karbonatgesteine und Glimmer-schiefer bilden auch quergreifende Gänge. Dazu kann man auch noch jene Vererzungsformen zählen, die Sprünge und Fiederspalten in Karbonatgesteinen ausfüllten. In erster Linie sind das häufig Erscheinungen an der Grenze zwischen den Chlorit-schiefern und den Roßzahncalciten: Während jene sich nämlich plastisch verformen ließen, reagierten diese spröde. In den Karbonaten rissen daher entsprechend der rhomboedrischen Spaltbarkeit Rupturen auf, die, Fiederspalt ähnlich, später z. B. durch Fahlerz ausheilten. Weitere hierher gehörige Erz-klüfte haben ein Streichen senkrecht auf die Faltenachsen, sind also Zerrfugen in (ac) oder Okl-Klüfte ⁺⁾

Aus diesen Befunden kann man den berechtigten Schluß ziehen, daß das Gefüge und die petrographische Zusammensetzung der Gesteine im Seekar von ausschlaggebender Bedeutung für die Form der Lagerstätte waren. In den spröder reagierenden Quarziten und quarzreichen phyllitischen Gesteinen erfolgte in der Regel nur eine Vererzung längs der Klüfte (Reißfugen).

⁺⁾ Derartige vererzte oder verwerfende "Kreuzklüfte" sind in Ganglagerstätten allgemein verbreitet. Es sei in diesem Zusammenhang nur an die Siegerländer Spatlagerstätten erinnert, die als Querstörungen den Siegerländer Hauptsattel queren, oder an die Pb-Zn-Vererzung des Ruhrgebietes (Zech Auguste-Viktoria, Christian Lewin) mit ähnlicher tektonischer Anlage. Die Untersuchungen in diesen und anderen Lagerstätten des alpidischen und variszischen Europa haben auch bewiesen, wie wichtig gerade die tektonische Gefügeanalyse für die Deutung und stratigraphische Eingliederung der Lagerstättengeneese ist.

Die glimmerreichen phyllitischen Gesteinstypen wurden durch eine vorausgehende Tektonik im s aufgeblättert. Dabei entstanden blasenförmige Hohlräume, besonders in der Nähe von großen Störungsflächen, die von den nachfolgenden Erzen ausgefüllt wurden. In jenen Gebieten, in denen sich die Zerklüftung und die Aufblätterung in ähnlichen Größenordnungen bewegen, wie im W des Seekars, können örtlich Vererzungen sowohl im s als auch längs k auftreten. Man beobachtet hier, wie z. B. der Erzgang zuerst in Form eines Lagerganges in den Phylliten liegt, dann auf eine NW-SE-streichende Störung übergreift, diese wieder verläßt, um anderen Klüften und dem s zu folgen.

Im Gelände geradeso wie im Anschliff erkennt man immer wieder eine asymmetrische Form der Erzgänge. Hier sei als Beispiel besonders die Kupferkies-Fahlerz-Vererzung an der Grenze des Amphibolites gegen den Roßzahncalcit herausgehoben. In diesen Gängen und feinen Erzklüften fand ich das Fahlerz und den Kupferkies ohne Ausnahme stets am Salband zum Calcit, wogegen die Gangart (Quarz) stets den Kontakt zum Amphibolit bildete. Ähnliche Beispiele, die die unsymmetrische Ausbildung dieser quergreifenden Gänge verdeutlicht, findet man immer wieder. Es hat ganz so den Anschein, als sei der einmal aufgerissene Gang die ganze Zeit der Vererzung hindurch auch noch später - man denke nur an die gleichlaufenden jüngsten Klüfte - eine mehrfach belebte Schwächezone geblieben.

Die asymmetrische Ausbildung des Ganges ist für die Stellen, an denen tektonisch kompetente und inkompetente Gesteine, also Einheiten verschiedener Festigkeit, an den Ganggrenzen, auch leicht verständlich: Früher ausgeschiedene Minerale, wie z. B. der Roßzahncalcit, bewirkten dort, wo sie an tektonisch kompetente Gesteine grenzten, eine weitere Versteifung dieses Salbandes; von einer nachfolgenden Zerrüttung wurden daher in erster Linie wieder die inkompetenten Gesteine bzw. die an ihnen liegenden Gangarten betroffen. So kommt es auch, daß im Aufschluß wie im Schliff im großen und ganzen jüngere Minerale dem Salband mit dem plastischen Gestein näher liegen als die älteren.

Einen Zusammenhang zwischen der Überschiebungstektonik und der Bildung der Branden halte ich noch nicht für bewiesen. Zwar liegen einige Branden tatsächlich an Schuppen-grenzen, doch fand ich auch solche abseits tektonischer Flächen. Ich nehme an, daß meist die Verwitterung, die ja besonders stark an Störungen ansetzt, und die durch sie bewirkte auffallende Färbung der Brandenzonen einen engen Zusammenhang Tektonik - Brandenbildung lediglich vortäuschen.

Tektonik und Morphologie

Schon bei den ersten Begehungen stellte sich heraus, daß besonders im mittleren Teil der Lagerstätte die ausgebauten Erzgänge in auffallender Weise mit morphologischen Strukturen zusammenfallen. Das Eis hatte besonders das flächige Gefüge der Erzträger weiter verdeutlicht, sodaß die Rundhöcker dort, wo sie nicht durch mächtige, junge Bergsturzmassen oder Moränenmaterial nachträglich überrollt worden waren, in schönen Aufschlüssen die Gefügedaten des Kristallins erkennen und messen ließen. In der Landschaft kommen derart ausgeweitete Klüfte und sonstige Flächen in Form von Gräben, Rinnen, Runsen, ihre Kreuzungspunkte häufig in Gestalt wassererfüllter oder sumpfiger Depressionen morphologisch zum Ausdruck. Es war daher verlockend, hier zu versuchen, inwieweit der Erzgang und die Tektonik seiner Umgebung mit diesen morphologisch ausgeprägten Linien in Zusammenhang gebracht werden können. Es wurden daher zunächst möglichst alle im Gelände auffallenden (morphologischen) Linien unabhängig von ihrer Genese kartiert. Damit wurden also nicht nur die für eine Lagerstättenbildung prädestinierten Reißfugen, sondern auch Scherflächen, Verwerfungen, ja sogar Grenzen stofflicher Inhomogenität (s) festgehalten, sofern sie nur ähnliche morphologische Formen ergaben. Ihnen sollten sodann die erzführenden Richtungen gegenübergestellt werden. Da die entsprechende Kartenunterlage (Blatt 126/4, Untertauern, der Kart. 1:25000 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen) für ei

derartige Untersuchung viel zu ungenau war, wurden die Erzgänge auf der Vergrößerung einer mir vom Bundesamt zur Verfügung gestellten Luftbildaufnahme im Maßstab 1 : 2000 festgehalten und Grate, Tiefenrinnen, Klüfte und ähnliche morphologisch deutlich zum Ausdruck kommende Einzelheiten auskartiert. Bei einer neuerlichen Begehung wurden im Gelände diese Linien überprüft und untersucht, welchen Einfluß die Randverzerrung der Luftbilder ausübt. Da die Erzführung und die Morphologie im äußersten NW die gleichen merkbaren Verzerrungen erleiden, können diese für diese statistische Untersuchung vernachlässigt werden. Bei der gleichen Gelegenheit wurde auch festgestellt, daß mit den Luftbildern (Originalmaßstab etwa 1 : 14 000) hier ohne weiteres z. B. Geländestufen mit Höhenunterschieden ab 1/2 m erkannt werden können. Schon der erste Blick auf die Kartenbeilage 1 zeigt, daß man - sowohl was die Verzerrung, als auch die Morphologie betrifft - drei große Bereiche klar auseinanderhalten kann:

1.) Etwa die Hälfte der Karte nimmt im E die s-konkordante Verzerrung zwischen dem Emilunterbau und der Gottesgabzeche ein. Da mir genaue geodätische Kartenunterlagen fehlen, habe ich bewußt davon abgesehen, die durch die heute nicht mehr befahrbaren Stollen des Emil-, Johann-Jakob- und Margarethen-Horizontes angezeigte Gangrichtung - wie dies eigentlich hätte vorgenommen werden müssen - auf das obertägige Gelände zu konstruieren. Es ist aber für den Kundigen nicht schwer, sich die Ausbißlinie des Ganges östlich vom oberen Stöllerl dazuzudenken. Für den, der mit den örtlichen Gegebenheiten nicht vertraut ist, möge hier gesagt sein, daß die Ausbißlinie etwa parallel zur Richtung der streichenden Auffahrungen verlaufen würde, da die Isohypsen der Wurmwand in diesem Bereich auch etwa E-W verlaufen. Das Streichen der Erzgänge (siehe Kartenbeilage 2!) verläuft hier nahezu im Sektor zwischen NW bis W. Dabei kommt besonders deutlich die dominierende Richtung um WNW zur Geltung. Ein sehr breites Untermaximum - wenn man es so in Anlehnung an die in der Gefügekunde üblichen Bezeichnungen nennen kann - liegt dann noch in

den 15 Graden um W und ein schwach besetztes Nebenmaximum im NW. Diese Richtungen der Gänge stehen mehreren deutlich ausgeprägten Richtungen morphologischer Linien gegenüber. Ein Teil von ihnen entspricht von vornherein den Richtungen des Ganges, für einen anderen Teil kann man die schon früher genannten leichten Verzerrungen, die dadurch entstanden sind, daß nicht die Ausbäflinie sondern der Stollenverlauf herangezogen wurde, verantwortlich machen, aber es zeigt sich auch ein dritter, nicht unwesentlicher Teil an Strukturen, die keine korrelierten Glieder in der Vererzung haben.

Zur ersten und zweiten Art zählen die Richtungen zwischen E und SE. Es sind dies im Gelände morphologisch stark ausgeprägte Bachläufe, stark ausgeräumte Klüfte und parallel verlaufende Tiefenlinien. Dazu gehören auch Störungen, längs der deutliche Verschiebungen stattgefunden haben. Diese zeigen meist stark zerrüttetes Gestein und sind häufig von Schutt erfüllt.

Zur dritten Art dieser Strukturen, die also keine erkennbare Beziehung zur Vererzung in der Hinsicht erkennen lassen, daß sie in bezug auf die Platznahme der erzführenden Lösungen prä- oder syngenetisch bereits vorhanden waren, zählen alle Richtungen von NE bis N und die Richtung im SSE. Diese Linien werden zum Teil durch eine geringfügige Zerhackung (Klüftung), zum anderen Teil auch durch Störungen mit Versetzungen, eine breite Zerrüttung ohne wesentliche Vererzungen oder undeutlich ausgeprägte Parallelklüfte zu den Störungen gebildet.

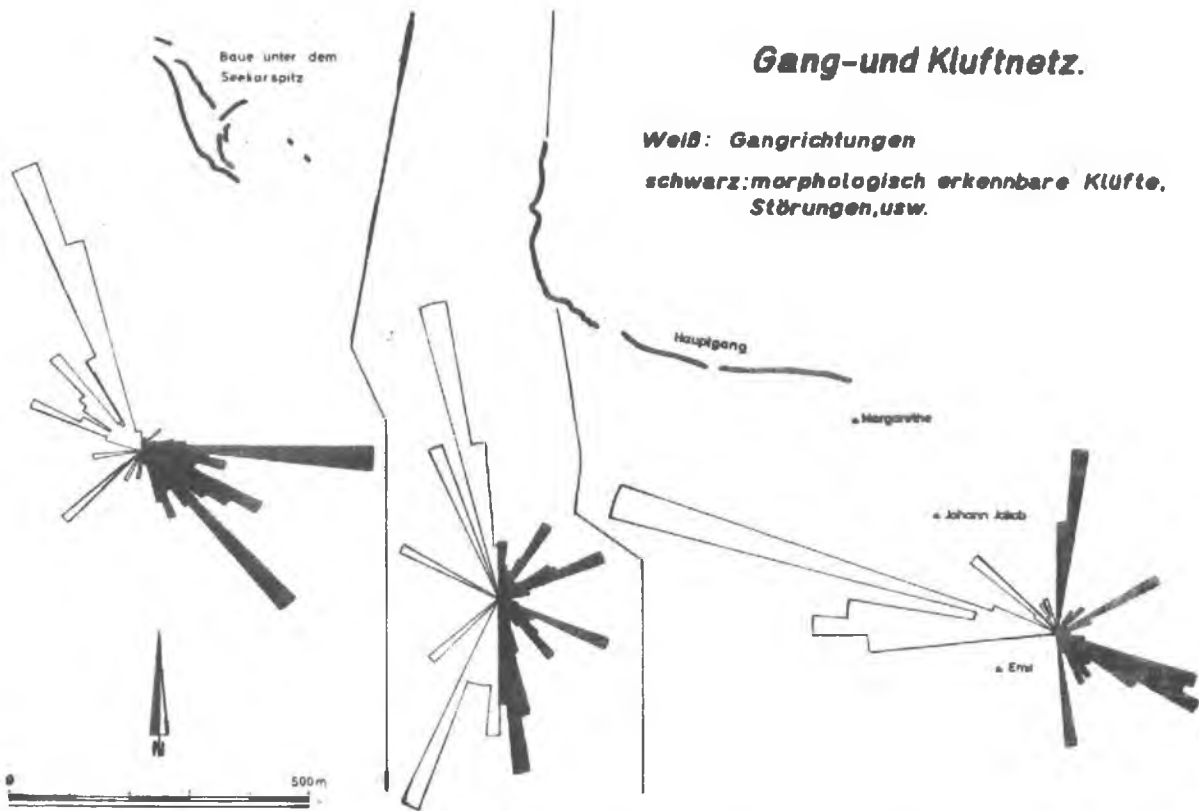
Zusammenfassend läßt sich also über diesen Bereich sagen, daß die Vererzung Klüften, Verwerfungen und Schieferungsrichtungen folgt, die durchwegs morphologisch stark ausgeprägt sind. +)

+) Ein Blick auf die Karte überzeugt auch davon, daß - wie es von vornherein zu erwarten ist - das Eis besonders deutlich die Zonen starker Zerrüttung ausschürfte. Die zurückgebliebenen Geländedellen - heute zum Teil stark versumpft - zeigen, vielleicht mit Ausnahme des Sumpfes bei der Kote 1936, eine starke Abhängigkeit von der Klüftung.

Gang- und Kluffnetz.

Weiß: Gangrichtungen

schwarz: morphologisch erkennbare Klüfte,
Störungen, usw.



2.) Wie schon früher erwähnt, schließt an diesen östlichen Bereich unmittelbar an der Gottesgabveredlung ein 250 bis 300 m breiter Streifen an. Diese Zone ist besonders durch N-S verlaufende Linien charakterisiert, wogegen die NW-SE-Strukturen deutlich zurücktreten. Der Beilage 2 läßt sich entnehmen, daß die Erzführung zum überwiegenden Teil auf Richtungen zwischen NNW und NE (=SW) beschränkt bleibt. Diesen Gangrichtungen entsprechen zwischen S und SE zum Teil s-parallele Klüfte, Schieferungsflächen mit deutlichen Bewegungen und eine deutliche Störungszone, die sich (schon außerhalb des hier behandelten Gebietes) bis etwa 100 m südlich der Kote 1967, d. h. auf eine Gesamtlänge von etwa 1500 m, deutlich durchverfolgen läßt. Daneben gehen diese Richtungen auf eine Störung mit nur sehr undeutlichen Versetzungen zurück, außerdem auf eine stark ausgeräumte Zerrüttungszone. Den Gangrichtungen von N bis NE = S bis SW entsprechen nur sehr untergeordnete und keineswegs morphologisch besonders auffallende Kluftrichtungen. Man hat es hier im wesentlichen mit Klüften zu tun, die (z. B. bei der Kote 2055) eine Zerhackung in große Schollen und tafelförmige Absenkung derselben bewirken, oder mit einer nur auf kurze Distanz verfolgbarer Störung mit nur beschränkt auftretenden und unbedeutenden Parallelklüften. Längs des s, das auch in diesem Bereich im ESE liegt, fanden manchmal Bewegungen statt, zum Teil sind diese s-parallelen Klüfte nachträglich ausgeräumt worden. In den Rinnen verlaufen Bäche, die aber sehr häufig ihren Lauf in ähnlich stark ausgeräumte Kluftrichtungen schief auf s ändern. Diesem s entspricht auch eine sehr schwache Vererzung im WNW-Sektor.

Alle anderen Kluftrichtungen im E, die heute morphologisch sehr leicht, z. B. an Seeufern, kenntlich sind oder eine wechselnd deutliche, meist aber sehr starke Ausräumung erlitten, haben keine entsprechenden Gangrichtungen. Am Rande sei erwähnt, daß ich an einer Stelle auch eine besonders schöne, sehr vom Gestein abhängige, enge und parallele engklüftige Zerhackung feststellen konnte. Diese kommt in der nur sehr schwachen Zacke zwischen 80° und 90° zum Ausdruck.

Zusammenfassend kann man damit sagen, daß die Ver-
erzung einerseits morphologisch sehr stark hervortretenden
Kluftrichtungen und Verwürfen folgt, andererseits aber auch
durchaus undeutlichen Störungen. Gegenüber diesen Gefüge-
merkmalen tritt die s-parallele Vererzung ganz bedeutend zu-
rück (nur etwa 7·2 % der Ganglänge liegt s-parallel).

3.) Im äußersten W unter dem Seekarspitz schließlich
erkennt man wieder eine Zone, in der wieder NW-SE-verlau-
fende morphologische Linien zusammen mit E-W-verlaufenden
dominieren. Schon bei der Beschreibung der Baue habe ich dar-
auf hingewiesen, daß diese einerseits einer Verwerfung folgen,
andererseits offensichtlich auf Lagergängen angesetzt waren.
Bei der Vererzung überwiegen bei weitem die Richtungen in
NNW. Untergeordnet treten auch Vererzungen im Sektor zwi-
schen NW und WNW auf. Außerdem erkennt man auch eine schwa-
che Vererzung in S-W-Richtung. Der zuletzt genannten Verer-
zung entspricht die Streichrichtung des Schieferungs-s. Eine
schwache Vererzung im W geht ebenfalls auf Scherflächen und
das Streichen der s-parallel laufenden Klüfte zurück. Diese
Klüfte sind zum Teil stark, zum Teil unbedeutend ausgeräumt.
Der weitaus größte Teil der Gangfläche folgt aber einer Störung
bzw. einem System parallellaufender Störungsflächen, die mor-
phologisch nur sehr untergeordnet in südsüdöstlicher Richtung
zur Geltung kommen.

Es geht also aus diesem Diagramm auch besonders deut-
lich hervor, daß nicht immer im Gelände leicht erkennbare
Kluftrichtungen, Störungsbündel und Systeme von Verwerfungen
auch besonders deutlich vererzt sein müssen.

Vergleicht man nun zusammenfassend die drei Bereiche
miteinander, so kann man sagen, daß im östlichen Bereich die
Vererzung im wesentlichen an das s gebunden ist, im mittleren
Bereich die Hauptvererzung in einer Störungszone liegt, die auch
deutlich in der Morphologie zum Ausdruck kommt, und im we-
sentlichen Bereich die Erzgänge einer Störung folgen, die für
die Oberflächengestaltung praktisch belanglos ist. Es erscheint
in diesem Zusammenhang auch wesentlich, daß die enge Schup-
pentektonik zwischen den Gottesgabbauen und der Vererzung im

W morphologisch nur sehr undeutlich zur Geltung kommt. Die Störungen, die die einzelnen Schuppen begrenzen, lassen sich an den Geländeformen praktisch überhaupt nicht nachweisen; sie sind nur aus dem Aneinandergrenzen quarzitischer, "mylonitischer" Gesteine und der Phyllite erschließbar.

Zum Schluß noch einige Worte über die Vor- und Nachteile der Luftbildinterpretation:

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß der petrographisch nur schwach unterschiedliche Aufbau der Phyllite und anderer Schiefer und damit das unterschiedliche Verhalten der betreffenden Gesteine auf Druck- und Scherbewegungen die Form der Lagerstätte (Lagergang bzw. echter Gang) bedingte. Es war daher auch die Frage zu klären, ob sich die einzelnen Gesteinstypen schon unter dem Stereoskop gegeneinander abgrenzen lassen. Dies war mir nur in einigen, wenigen Fällen möglich, in der Regel jedoch nicht. Ein unschätzbare Vorteil der Photogeologie bzw. ihrer Anwendung im Seekar lag m. E., darin, die wesentlichsten morphologischen Leitlinien aus einer Unzahl von unbedeutenden Flächen herauszuschälen. Es war nämlich nicht möglich, aus der Unzahl der in jedem Aufschluß vorhandenen Gefügedaten die für die morphologische Gestaltung wesentlichen - meist waren es wenige und im Aufschluß gar nicht auffallende - sofort herauszufinden. Hier wirkte also die Auswertung der Luftbilder wie ein Filter, durch das gleichsam die Kleintektonik ausgeschieden wurde. Außerdem gestattete natürlich auch der ungünstige Maßstab der allgemein zugänglichen topographischen Karten keine Darstellung vieler Einzelheiten.

Zusammenfassend kann ich also nach den Erfahrungen am Seekar sagen, daß die Photogeologie als Ergänzung der herkömmlichen Bodenaufnahme zur Klärung spezieller - hier morphologischer - Fragen sehr wichtig ist, in diesem Falle jedoch eine sich ausschließlich auf die Ausdeutung von Lichtbildern am Schreibtisch beschränkende Photogeologie zweifellos nicht zum Ziele geführt hätte.

Schrifttum

- (1) AIGNER A.: Silber- und Kupfererzvorkommen am See-
kar bei Radstadt. - Unv. Bericht, Wels 1938.
- (2) ANGEL F.: Begehungen im Gebiet der Silbereckscholle
21. August 1938. - Fortschr. Min. Krist.
Petr., 23, 1938: V - XXIV.
- (3) CZERMAK F. - SCHADLER J.: Vorkommen des Elementes
Arsen in den Ostalpen. - Teohermaks
MPM, 44, 1933: 1-67.
- (4) EHRLICH C.: Ueber die nordöstlichen Alpen. Ein Beitrag
zur näheren Kenntnis des Gebietes von
Oesterreich ob der Enns und Salzburg. in
geognostisch-mineralogisch-montanistischer
Beziehung. - Linz 1850.
- (5) FRECH F.: Geologie der Radstädter Tauern. - Geol. Pal.
Abh., N. F. V(LX), H. 1, Jena 1901.
- (6) FRIEDRICH O. M.: Über Kupfererzlagerstätten in den
Schladminger Tauern. - Bg. Hm. Jb. 81,
1933: 54-61.
- (7) : Zur Erzlagerstättenkarte der Ost-
alpen. - Radex-Rundschau, 1953, H. 7/8:
371-407.
- (8) FUGGER E.: Die Bergbaue des Herzogthums Salzburg.
- (9) MEDWENITSCH: Bericht 1958 über Aufnahmen auf Blatt
Untertauern (126). - Verh. geol. B. A. 1959,
H. 3: A 42.
- (10) : Bericht 1959 über Aufnahmen auf Blatt
Untertauern (126/4). - Verh. geol. B. A.
1960, H. 3: A50-A51.
- (11) : Bericht 1960 über Aufnahmen auf Blatt
Untertauern (126/4) und Flachau (126/3). -
Verh. geol. B. A. 1961, H. 3: A40.
- (12) : Bericht 1961 über Aufnahmen auf Blatt
Untertauern (126/4) und Flachau (126/3). -
Verh. geol. B. A. 1962, H. 3: A38-A39.
- (13) PETRASCHECK W.: Metallogenetische Zonen in den
Ostalpen. - Comptes-rendues XIV^e Con-
grès Géologique International, Madrid 1926,
Madrid 1928.
- (14) PIRCHL H.: Brief vom 22. 11. 1915.
- (15) : Brief vom 12. 1. 1916.
- (16) POSEPNY F.: Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol
und den angrenzenden Theilen Salzburgs. -
Archiv f. prakt. Geol., 1, 1880: 257-440.

- (17) **PREUSCHEN E.**: Zur vorläufigen Beurteilung der Erz-lagerstätten Ramingstein, Seekar und Limberg (Salzburg). - Unv. Gutachten, Leoben 1939.
- (18) **REDLICH K. A.**: Der Kupfererzbergbau Seekar in den Radstädter Tauern (Salzburg). - Ztschr. f. prakt. Geol., XIX, 1911: 350-355.
- (19) **SCHEINER H.**: Geologie der Steirischen und Lungauer Kalkspitze. - Mitt. Ges. Geol. Bergb. Stud. Wien, 11, 1960: 67-110.
- (20) **SCHROLL E.** - **AZER IBRAHIM N.**: Beitrag zur Kenntnis ostalpiner Fahlerze. - TMPM, 7, H. 1/2, 1959: 70 - 105.
- (21) **TRAUTH F.**: Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. I. Teil. - Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., 100, 1925: 101-212.
- (22) : Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. II. Teil. - Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math. -nat. Kl., 101, 1927: 29-65.
- (23) **WAAGEN L.**: Bergbau und Bergwirtschaft. - Wirtschafts-geographische Karten und Abhandlungen zur Wirtschaftskunde der Länder der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie, Heft 10, Handelsmuseum Wien, 1919.

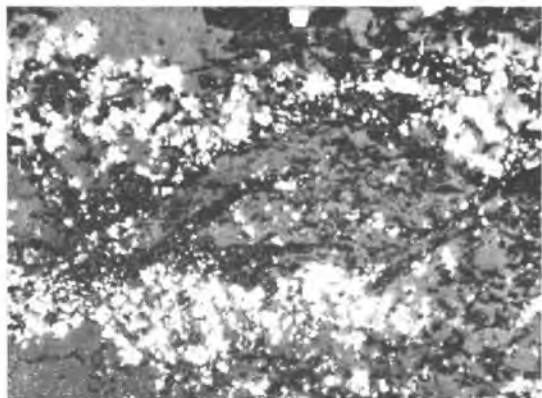


Abbildung 1



Abbildung 2

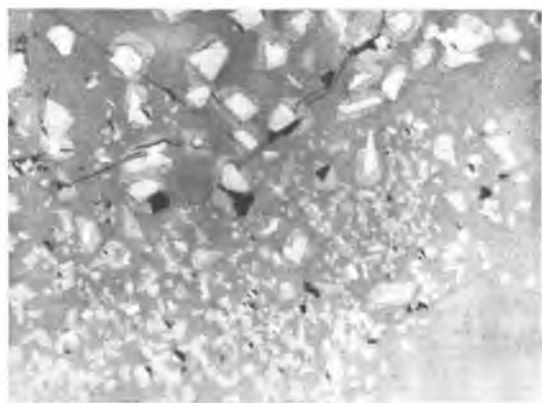


Abbildung 3

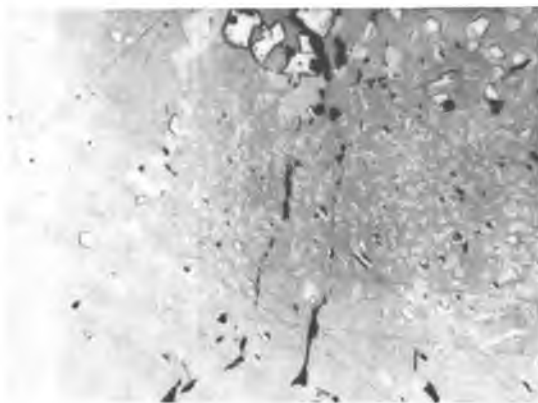


Abbildung 4

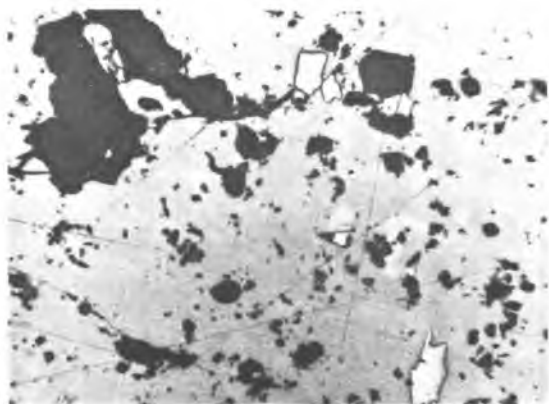


Abbildung 5

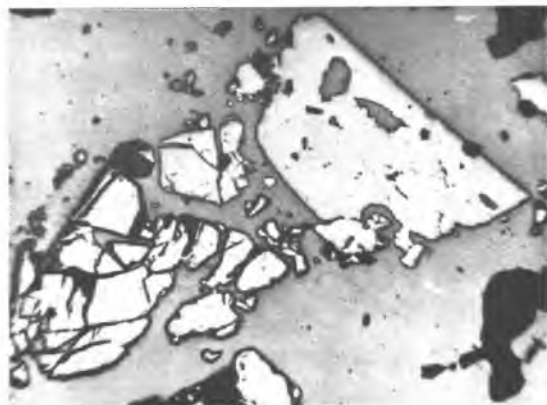


Abbildung 6

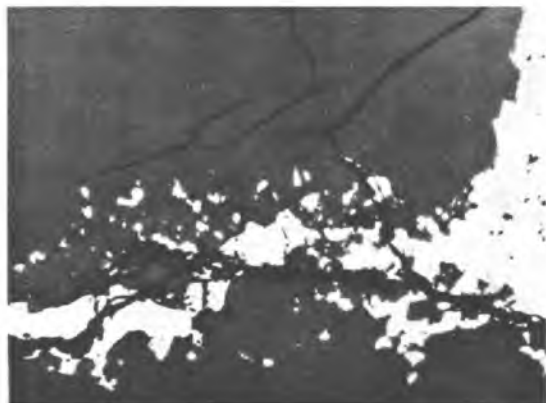


Abbildung 7

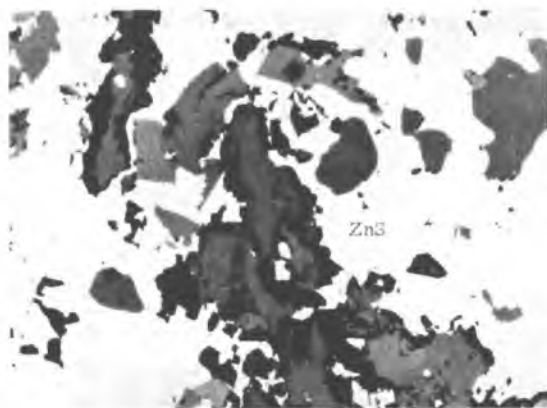


Abbildung 8

Erläuterung einiger Anschliffaufnahmen

Abbildung 1:

// Nic., 22x.

Anschliff senkrecht auf das *s* einer Brände. Man erkennt deutlich die feinen in *s* liegenden Pyritkörner und eine jüngere Zerschierung, die unter spitzem Winkel das *s* schneidet. Längs dieser Scherflächen sind die Pyrite stark zertrümmert (links unten; Bildmitte; rechter Bildrand).

Abbildung 2:

// Nic., 140x.

In einem großen anisotropen Pyritkorn (hellgrau) gibt es einzelne Bereiche, die noch stärker anisotrop sind. Eine dieser Stellen ist in der Mitte dieses Bildes wiedergegeben. Die stärker anisotropen Teile sind deutlich dunkler und auch weicher (Schleifkratzer!) und werden bevorzugt vom jüngeren Kupferkies (dunkelgrau; am linken Bildrand) und Quarz (schwarz) verdrängt.

Abbildung 3:

// Nic., 352x.

Diese und die folgende Aufnahme (Abb. 4) entstammen einem Anschliff vom Johann-Jakob-Stollen. Fahlerz (dunkelgrau) mit Kupferkies (hellgrau) und einzelnen Pararammelsbergitkörnern (weiß). Diese Nickelarsenide wurden zum Teil durch den nachfolgenden Quarz angelöst und verdrängt. Dies erkennt man z. B. am Korn mit dem dreieckigen Querschnitt; etwa in der Bildmitte, sehr gut. Die dunkle Gangart ist Quarz.

Abbildung 4:

// Nic., 140x.

Fahlerz (grau) mit feinen Kupferkieströpfchen (hellgrau) und idiomorphen Pararammelsbergitkörnern (weiß, schwaches Relief). Am oberen Bildrand mit starkem Relief Arsenkies, der von einer Kluft aus deutlich durch Quarz (schwarz) verdrängt wurde. Rechts oben sieht man, daß der Quarz auch den Pararammelsbergit angriff.

Abbildung 5:

// Nic., 140x.

Fahlerz (hellgrau) mit Kupferkieseinschlüssen (etwas heller) und einigen runden Arsenkieskörnern (weiß, starkes Relief). In der Bildmitte erkennt man die schon nahezu vollständige Verdrängung eines Pararammelsbergitkornes (weiß) durch Quarz (schwarz).

Abbildung 6:

// Nic., 140x.

Rechts im Bild ein glattes Arsenkieskorn, links mit größerem Relief stark zerbrochener anisotroper Pyrit. Arsenkies und Pyrit werden - zumeist nach Klüften - vom Fahlerz (grau) ver-

drängt. Im Fahlerz ist rechts unten ein Kupferkiesströpfchen (weiß) zu erkennen. Quarzige Gangart.

Abbildung 7:

// Nic., 22x.

Die Vererzung benützte hier alte Klüfte und besteht im wesentlichen aus Fahlerz und einzelnen Kupferkiesströpfchen, die aber in der Abbildung nicht zu erkennen sind. Postgenetisch sind hier Klüfte aufgerissen, die hauptsächlich der alten Klüftung folgen. Im oberen Teil des Bildes erkennt man Fiederspalten.

Abbildung 8:

// Nic., 55x.

Im Kupferkies (hellgrau) schwimmen in der Mitte oben einzelne stark narbige Pyritkörner (deutlich heller, mit starkem Relief). Nahezu in der Mitte der Abbildung sieht man links von "ZnS" in Form eines schwachen, etwas dunkleren Fleckes ein unregelmäßig geformtes Zinkblendetröpfchen. Gangarten sind hier ein Karbonat (grau in verschiedenen Abstufungen) und Quarz (schwarz).

RADNIG,
EINE SEDIMENTÄRE BLEI-ZINKLAGERSTÄTTE IN DEN
SÜDLICHEN KALKALPEN.

von
O.M. FRIEDRICH

Inhaltsverzeichnis:

Vorbemerkung	122
Lage und Geschichte des Bergbaues Radnig	123
Geologie des Gebietes	124
Die Lagerstätte	127
Die Erze	132
Mikrogefüge	138
Deutung und Genesis der Lagerstätte Radnig	151
Vergleiche mit anderen Lagerstätten	156
Nachschrift Juni 1964	158
Schrifttum	159
Text zu den Abbildungen	161

Vorbemerkung

Im Herbst des Vorjahres war ich gebeten worden, einen Beitrag für einen Festband beizusteuern und legte hierfür zu Beginn dieses Jahres die nachstehende Arbeit vor. Ende Juni stellte es sich heraus, daß dieser Sonderband nur in wesentlich geringerem Umfange herauskommen konnte, vor allem hätten viele Abbildungen weggelassen werden müssen. Deshalb entschloß ich mich, diesen Aufsatz doch ins "Archiv" zu übernehmen.

Bekanntlich herrschte seit 10 Jahren ein lebhafter Meinungsstreit über die Bildung von Blei- und Zinklagerstätten in den Kalkalpen. In meinem Vortrag zur Jahreshauptversammlung 1963 der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft konnte ich die Genesis dieser Lagerstätten neu - und wie mir scheint auch befriedigend - deuten. Die Erörterungen dazu sind inzwischen in den Monatsheften des "Neuen Jahrbuches für Mineralogie" niedergelegt (4). Dort konnten aber Belege hierfür nicht gebracht werden, weil es nicht möglich ist, im Rahmen dieser Kurzaufsätze die nötigen Abbildungen beizufügen. Andererseits sind gerade die Gefüge solcher syngenetisch gebildeter Blei- und Zinkerzlagerstätten in kalkalpinen Gesteinen bisher nur vereinzelt hinreichend genau beschrieben (SCHNEIDER, SCHULZ, TAUPITZ). Das Zink-Flußspatvorkommen von Radnig bietet aber eine solche Fülle von typischen Gefügen, daß es wünschenswert erscheint, sie festzuhalten und zu veröffentlichen.

Um eine befriedigende Deutung der umstrittenen Lagerstätte finden zu können, war es nötig, zunächst erst einmal ein überzeugendes Beispiel für die rein exhalativ-sedimentäre Bildung aus dem Rahmen der ostalpinen Lagerstätten zu kennen, möglichst frei von epigenetischen Nebenerscheinungen, die auf den meisten Lagerstätten des kalkalpinen Types bekanntlich vorherrschen. Ich erinnerte mich einer Beschreibung von R. CANAVAL (2), suchte diese Lagerstätte auf und konnte mich dort schon bei meinem ersten Besuch von der sedimentären Bildungsweise überzeugen und dann die befriedigende Deutung erarbeiten.

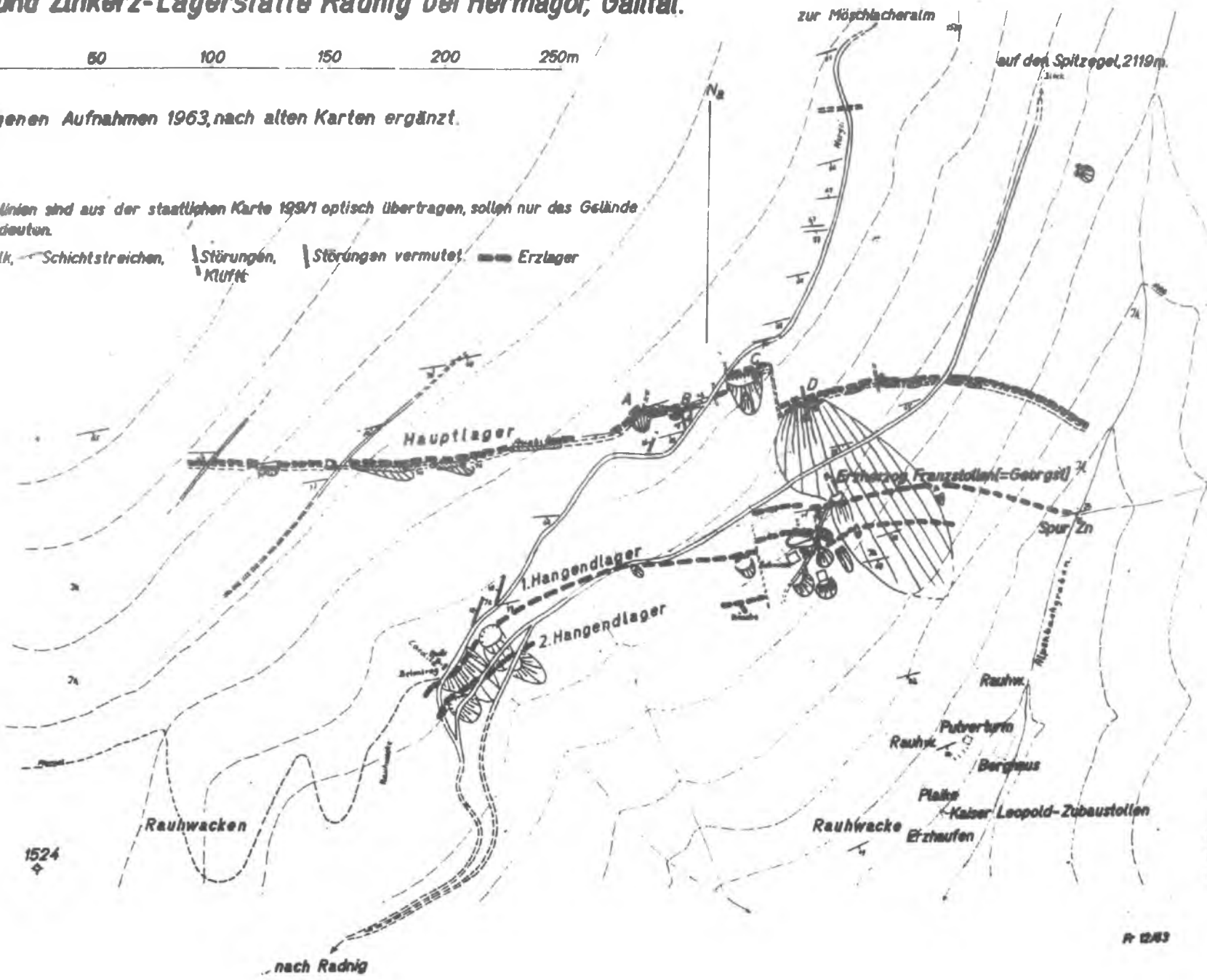
Blei- und Zinkerz-Lagerstätte Radnig bei Hermagor, Gailtal.



Nach eigenen Aufnahmen 1963, nach alten Karten ergänzt.

Die Schichtlinien sind aus der staatlichen Karte 199/1 optisch übertragen, sollen nur das Gelände ungefähr andeuten.

Jä: Jauknalk, — Schichtstreichen, | Störungen, Kluft | Störungen vermutet, — Erzlager



Lage und Geschichte des Bergbaues Radnig

Radnig liegt wenig oberhalb von Hermagor in Kärnten, im gleichen "Drauzug" zwischen Drau- und Gailtal, dem unter vielen anderen im Osten die Lagerstätten von Bleiberg und Rubland, im Westen jene der Jauken usw. angehören. Das Gelände ist in den neuen Blättern 199 bzw. 199/1 (Hermagor) der staatlichen Karten dargestellt und leicht aufzufinden: Von Hermagor führt eine auch für Autos aller Art gut befahrbare Straße zum Ort Radnig hinauf und weiter zum Freibad gleichen Namens. Bald hinter diesem ist in den Karten ein Gehöft "Jos" verzeichnet; unmittelbar vor diesem liegt das Anwesen "Pucher", hergeleitet von "Pocher", der alten Aufbereitung. Beim nächsten Gehöft endet die für Kraftfahrzeuge fahrbare Straße und ein als Almweg ausgebautes ehemaliges Erzsträßlein führt in 2 Stunden, an 2 Quellen vorbei, unmittelbar ins Gebiet des alten Bergbaues und weiter zur Möschlacher Alm, auf den Möschlacher Wipfel (1911 m) bzw. auf den Spitzegel (2119 m). Bei der zweiten Quelle mit ihrem nun zerfallenen betonierten Trog (siehe Beilage) tritt man ins engere Bergbaugesamt, denn diese Quelle ist das Wasser eines alten Stollens mit noch deutlich kenntlicher Halde. Knapp zuvor teilt sich der Weg, aber beide Äste führen zu den Halden und Einbauen unserer Lagerstätte. Der obere dieser Wege, weiterhin als der "mittlere" bezeichnete (siehe Karte!) leitet in wenigen Minuten zu einem alten Tagverhau links ober (B) und zu einem zweiten rechts unter dem Weg (C); der untere quert die Halde des großen Tagverhaues (D) und wenig unter ihm liegt die Tagrösche des Erzherzog Franz-Stollens. Der Bergbau wurde einst vom Staate betrieben; aus dieser Zeit stammen die Namen "Erzherzog Franzstollen" und "Kaiser Leopold-Zubaustollen". Nach 1819 betrieben ihn aber Private, und der erste Stollen erhielt den Namen "Georgstollen", der letztere hieß einfach "Zubaustollen".

Das Bergbaugesamt ist in der von mir und meinen Assistenten tachymetrisch aufgenommenen Geländekarte dargestellt. In diese sind nachträglich auch die Einzelheiten und Stollennamen aus den alten Karten übertragen, in die mich die Berg-

hauptmannschaft Klagenfurt Einsicht nehmen ließ (6a - d). Da diese Eintragungen teilweise nur schlecht in die heutige Karte passen, sind sie nur fein gepunktet gezeichnet. Sie sind aber zum Verständnis der Lagerstätte und ihrer Form ebenso erforderlich wie die aus der staatlichen Karte 199/1 übertragenen Schichtenlinien.

Die Geschichte des Bergbaues ist von R. CANAVAL (2) eingehend dargestellt, sodaß wir hier nicht näher auf sie eingehen brauchen. Der Bergbau ruht seit Ende des vorigen Jahrhunderts; vor einem Jahr starb der letzte Bergmann, welcher noch in dieser Grube arbeitete. Eine nahe Verwandte (Nichte) der letzten Schurfbesitzerin, Frau Josefina Eder, beaufsichtigt das Bad Radnig; von ihr erhielt ich wichtige Hinweise, sodaß ich das Vorkommen leicht auffinden konnte; hierfür sei gedankt.

Geologie des Gebietes

Das Blatt Tarvis (5351) der geologischen Spezialkarte ist noch nicht erschienen, wohl aber das westlich anschließende Blatt Oberdrauburg (5350), das von G. GEYER (5) schon Ende des vorigen Jahrhunderts aufgenommen wurde und daher wohl schon als veraltet anzusehen ist und auch wegen seines Maßstabes (1:75 000) für heutige Anforderungen nicht ausreicht. Da die österreichische Geologische Bundes-Anstalt nicht in der Lage oder willens ist, die fehlenden, aber dringend erforderlichen Kartenblätter herauszugeben, müssen wir dankbar sein, daß auch für diese Gegend ausländische Institute in einer Art "Entwicklungshilfe für (geistig) unterentwickelte Gebiete" (um in der heute üblichen Sprache zu reden) eingesprungen sind und daß jüngst van BEMMELEN und Mitarbeiter dieses Gebiet modern aufgenommen haben (1). Wir brauchen daher hier nur das anzuführen, was für die Lagerstätte unmittelbar wichtig erscheint: Das Gailtaler Kristallin ist am Fuß des Berges beim letzten Gehöft als gequälter Schiefer gut aufgeschlossen. Weiter hinauf folgt nach der Karte Trias. Am steilen Anstieg quert

man im Hochwald ein Raibler Band; ein solches bringt auch die 1. Quelle. Ebenso stehen hinter dem Betontrog des 2. Bründls die Raibler Schiefer wieder an und gehört der ganze vererzte Bereich dazu. Von van BEMMELEN sind 3 Raibler Schiefer, mit a, b, c bezeichnet, ausgeschieden. Wie aus der Karte (Beilage) ersichtlich ist, stehen die Schichten steil; sie sind vor allem im Haupttal wandbildend gut aufgeschlossen.

Bis zur Lagerstätte hinauf (1520 m) und darüber hinaus reichte eiszeitlich die Vergletscherung; ihre Spuren erkennt man vor allem an fremdartigen Geschieben und Blöcken, darunter viel Kristallin aus dem Tauernbereich und dessen Vorlagerungen.

Da Herr Dr. KOSTELKA vorhat, den Bau des Gebietes eingehend zu untersuchen, will ich dem nicht vorgreifen und habe ich in die Karte (Fig. 1) nur wenige, für die nachfolgenden Erörterungen unerlässliche geologische Einzelheiten eingetragen: Bald nach der Weggabel, bei der sich der Steig auf den Spitzegel (2119 m) vom Almweg zur Möschlacheralm trennt, stehen am Felsriegel vor dem Betontrog Rauchwacken an; diese ziehen sich gegen den Punkt 1524 m hinan. Auch unten beim Kaiser Leopold-Zubaustollen sind Rauchwacken verbreitet, sowohl jenseits (W) des steilen Bachrisses, wie auch über der Plake, die das ehemalige Mundloch dieses Stollens verschüttet, bei der kleinen Einebnung vor der Ruine des Pulverturms und im Bett des Alpenbaches oberhalb der Mauerreste des einstigen Berghauses. Nach CANAVAL (2) liegen diese Rauchwacken zwischen einer ersten und einer zweiten Schieferbank. Die Lagerstätte liegt 79 m liegend der zweiten Schieferbank.

Die Quelle des "Betontroges" ist, abgesehen vom ganz alten Einbau, durch hier anstehende Carditaschiefer bedingt. Am ganzen "mittleren Weg", also jenem zur Möschlacheralm, stehen Jaukenkalke an, die etwa OW streichen und steil (60° bis 80°) nach Süden einfallen. Sie sind leicht gefaltet und durch einige Verwerfer etwas verstellt. Ihre Lage ist aus den eingetragenen Fallzwecken zu entnehmen. Nördlich folgen Mergel und sind die Schichten in diesen gestört, bilden eine Mulde mit durchgeschertem Scheitel.

Ähnlich führt auch der untere Weg fast nur durch "Jaukenkalk". Im Norden wurde unter diesem jener interessante Block gefunden, der in Abb. 1 dargestellt ist; die ungefähre Lage ist in der Karte eingetragen. Der "Jaukenkalk" ist außerhalb der Lagerstätte meist licht gefärbt, weitgehend dolomitisch und zuckerkörnig; Fossilreste sind nicht gerade selten, aber meist zu grobkörnig rekristallisiert, um bestimmt werden zu können. Wir haben aber auch nicht entsprechend nach Fossilien suchen können.

Gegen den "Alpenbachgraben", wie das Haupttal in der Karte 199/1 genannt ist, während es sonst als Möschlacherbach-Graben bezeichnet wird, bildet der "Jaukenkalk" Wände. Insbesondere dort, wo die das Erzlager führenden Bänke vom Bach geschnitten werden, sind sie wand- und schrofenbildend gut aufgeschlossen und streichen sie nach Osten in den steilen Hang des Möschlacher Wipfels (1911 m) weiter.

Die Ausbildung des "Jaukenkalkes" entspricht jener des wenig westlich gelegenen namengebenden Berges und ist genügend von van BEMMELEN (1) beschrieben. Doch wird in Abb. 2 der innere Bau gezeigt, wie er nahe der Erzlager immer wieder festgestellt werden kann: Lagig-wellig wechseln feinkörnige, durch Bitumen verschieden dunkel gefärbte Dolomit-Pelitlagen mit Fossilresten und Kleinhöhlen, sowie diagenetischen Setzungsrissen, die mit Dolomit gefüllt sind, mit wesentlich gröberkörnigen Lagen, die fast nur aus Dolomit bestehen, wobei entweder unmittelbar an der Grenzfläche selbst oder wenig darüber - wie in der Abb. 2 - bitumenreiche Lagen auftreten. Häufig sind - auch außerhalb der Erzlager - die bitumenreichen Lagen stark tonig oder grünlichgrau gefärbt und dürften wenigstens teilweise auf eingestreutes Tuffmaterial zurückgehen. Solches ist innerhalb der Erzlager verbreitet und wird dort darauf zurückgekommen.

In diesem Zusammenhang sei auf den schon erwähnten großen Block verwiesen, der in der Abb. 1 nach einem Farbdiagramm wiedergegeben ist. Er liegt rechts unterhalb des unteren Weges, wenig nördlich des letzten Schurfschachtes und zeigt im

unteren Teil wechselnd lichte, kalkige und braune, bitumige, mergelige und tonige Lagen, reich an nicht näher bestimmbar-
en Fossilresten. Nachdem sich eine helle, mehrere cm dicke
Kalklage abgesetzt hatte, wurde der Absatz plötzlich unterbro-
chen, die helle Kalkschichte grabenartig abgesenkt (Bildmitte),
dabei auch die unteren Schichten noch mitgestört. Darüber legt
sich ein bitumenreiches Tonband, das auch in den "Graben"
eindringt und diesen auffüllt. Die nächsten darüber folgenden
Kalklagen sind jünger als das Ereignis, welches den "Graben"
bildete. Sie sind ebenfalls durch Bitumenlagen begrenzt; diese
zeigen also auch jeweils Änderungen der Lebensbedingungen
an. Erst von diesem obersten Bitumenband aufwärts geht der
Kalkabsatz stetig weiter und bildet die mächtige Oberbank die-
ses Blockes, der nach oben hin wieder reichliche Fossilreste
führt. Es ist zu vermuten, daß die tonigen Lagen ebenfalls Tuff-
material eingestreut enthalten, doch konnten keine Proben da-
von entnommen werden, weil wir keinen genug schweren Ham-
mer mithatten, und beim nächsten Besuch der Lagerstätte an-
fangs November lag er schon unter schuhtiefem Schnee. Wir
sehen in diesem, nach seiner Lage vermutlich aus dem Liegen-
den der "Erzlager" stammenden Block eine Abbildung jener
Bodenunruhe, auf die H. HOLLER (7) sowie Hj. SCHNEIDER (10)
und K. Ch. TAUPITZ (11) im Zusammenhang mit der Vererzung
immer wieder aufmerksam machten und die Ursache ist für die
als "edle Flächen", "Sonderfazies" usw. bezeichneten Gefüge-
formen des Wettersteinkalkes.

Die Lagerstätte

Wie die beiliegende Geländekarte zeigt, betritt man von
Radnig kommend beim "Betontrog" den Bereich der Lagerstätte.
Etwa 170 m darnach hat man auf dem mittleren Weg unmittelbar
an diesem den ersten Tagverhau "B". Er ist zwar mit Bäumen
und Geäst verworfen, damit nicht Weidevieh verunglückt, doch
erkennt man, daß man hier eine schichtparallele, etwa 1 m
mächtige Lagerstätte ausgebaut hat. Knapp westlich folgt ein

weiterer Tagverhieb "A", der zeigt, daß die Lagerstätte hier durch eine schwache Störung abgelenkt ist. Nach einer kurzen Strecke, die durch Hangschutt vernüllt ist, folgt ein durch Schürfen freigelegter Ausbiß. Von diesem an hat man durch Schürfe die Lagerstätte geschlossen zum oberen Weg und noch weiter, über den obersten hinauf verfolgt, wenn auch völlig unbauwürdig für die damalige Zeit, als man nur dem Blei nachging und die Zinkklende nicht verwenden konnte. Das Durchstreichen des beschürften Erzlagere ist als Graben, der schräg zum Hang hinaufzieht und streng dem Streichen der Schichten folgt, bis zum Auskellen der betreffenden Schichte ober dem obersten Weg klar zu sehen. Die westlichen Schürfe waren im Mai 1792 beendet und im Juni desselben Jahres begann man mit den östlichen.

Östlich des Tagverhaues B liegt, durch eine vermutete Störung um einige Meter nach Norden verworfen, der Tagverhau C, der wenige Meter darunter durch einen kurzen Stollen unterfahren wurde.

Östlich von C ist die Lagerstätte beim großen Hauptverhieb D wieder durch eine zu vermutende Störung um etwa 20 m, diesmal aber nach Süden verworfen. Dieser Hauptverhieb D steht zwar noch offen, doch ist er durch Nachbrechen des Schachtes, der die Verbindung zum darunter liegenden Erzherzog Franz-Stollen herstellte und auch weiter durch Schächte und Gesenke mit dem Kaiser Leopold-Zubaustollen verbunden war, nicht fahrbar. Schon 1792 heißt es: "dermalen aber ist diese Zecne fast unfahrbar". Wohl aber sieht man, daß das steil (66°) nach Süden einfallende Erzlager durch eine steile, westfallende Kluft ein wenig geknickt wurde, ohne daß aber der Zusammenhang unterbrochen erscheint.

Östlich dieses Hauptverhieb D ist das Erzlager wieder durch Schurfroschen bis zum unteren Weg und ein Stück unter diesem hinab verfolgt worden, keilt aber aus, noch bevor es den Alpenbachgraben erreicht,

Wir sehen somit das Hauptlager als eine den Schichten des "Jaukenkalkes" vollkommen gleichsinnige Bank auf etwa

400 m streichend verfolgt und recht geschlossen durchziehen. Im Einfallen hat man das Lager zunächst durch den Erzherzog Franz-(Georg-)Stollen um $15^{\circ} 8' 11$ Lachter = 30 m unterfahren und einen steilen Erzfall hoch ausgebaut. Später trieb man den Kaiser Leopold-Zubaustollen auf die Lagerstätte. Er hatte sie nach der Karte von Josef FLORIAN schon 1791 um $49^{\circ} 9$ Lachter = $94' 6$ m unter dem Erzherzog Franz-Stollen erreicht. Danach stellte man durch Schächte und Aufbrüche in bauwürdigen Erzfällen die Verbindung beider Sohlen her, ging nach der Karte von A. PICHLER (1893) in einem Gesenk noch weitere 45 m in die Teufe, wo das Erz nach R. CANAVAL auf 7 m streichend in 15 cm derbem Bleiglanz und Zinkblende anstand. Man hat das Erzlager somit 170 ($169' 6$) m unter dem Tagverhieb D erzführend verfolgt. Nach CANAVAL "zeigte die Grube einen zusammenhängenden großen Verhau von circa 20 m mittlerer Breite und 172 m flacher Länge, der vom Ausbisse der Lagerstätte an bis in das Gesenk-Tiefste unter der Unterbaustollens-Sohle herabzieht".

Zählt man noch die Höhe der durch die Schurfröschen untersuchten Lagerstättenteile bis über den obersten Weg dazu, kommt man sogar auf eine Höhe von 250 m mit überhaupt nachgewiesener Erzführung. Selbstverständlich ist die Lagerstätte nur auf einen Teil dieser Höhe bauwürdig gewesen, vor allem auch, weil man mit der vorherrschenden Zinkblende und dem vielen Flußspat nichts anfangen konnte, doch ist dieses Anhalten nach der Teufe bemerkenswert, weil die Behauptung aufgestellt worden war, daß sedimentäre Blei-Zinklagerstätten nicht in die Teufe anhalten. Es ist klar, daß diese große Teufe hier durch das steile Einfallen von 60° bis 80° der Schichten mit ihrer Lagerstätte bedingt ist und nicht etwa einer Mächtigkeit in diesem Ausmaß entspricht, auch nichts mit dem Anhalten etwa eines Ganges nach der Teufe hin zu tun hat.

Die näheren Einzelheiten über die Lagerstättenverhältnisse in den Bauen, die Gehalte, Erzfälle, Störungen u. dgl. sind den Beschreibungen von R. CANAVAL sowie den alten Grubenkarten von 1791, 1799 und 1893 zu entnehmen. Sie geben

keine wesentlichen Einblicke in die Genesis, die uns hier vor allem interessiert und brauchen deshalb nicht erörtert werden, denn wir wollen ja nicht die Grube gewältigen oder neu aufschließen.

Wohl aber sind Angaben CANAVALs über die Lagerstättenform und -genesis sowie über das Gefüge der Erze wichtig, weil uns die Gruben heute nicht mehr zugänglich sind. So schreibt er auf S. 7 (des Sonderdruckes): "Der Bergbau Radnig bewegt sich auf einem lagerartigen Erzvorkommen im Wettersteinkalk"; "... steht die Lagerstätte circa 20 cm mächtig in Quetzcherzen ... an. Zwischen zwei eisengrauen Kalksteinbänken sieht man schmale, spindelförmige Streifen eines braunschwarzen, bituminösen dolomitischen Kalksteines, die von Fluorit und Calcit umkrustet werden ... local schiebt sich noch schneeweiß, feinblättriger Schwerspat zwischen die Fluorit- und Calcitkrusten ... Die Erze sind zum Theile in den Flußspatkrusten, zum Theile in den Kalkstreifen selbst eingewachsen, ..." Und S. 8 steht: "Wenn oben der Ausdruck lagerartiges Erzvorkommen gebraucht wurde, so entspricht dies vollkommen dem Eindruck, welchen man bei einer Befahrung dieser Zechen erhält. Sie liegen zwischen zwei Schichtflächen, so daß man nach der Form dieser im Mittel circa 1 m breiten, ab und zu durch eingesetzte Riegel versicherten Räume mehr an ein ausgebautes Kohlenflötz als an eine typhonische Erzlagerstätte der Trias denken möchte."

Südlich des Erzherzog Franz-Stollens liegen weitere Pingen, Stollenmundlöcher und Halden sowie die Ruine einer einstigen Bergschmiede. Sie gehören, wie in der Karte angedeutet, vermutlich 2 Hangendlagern an, von denen das erste im Osten durch einen Schurfstollen östlich der großen Halde zu Galmeispuren in einem Ausbiß im Alpenbachgraben leitet, während das hangendste Lager durch einen Schurfstollen innerhalb der großen Halde angedeutet wird. Im Bereich der Einbaue bei der Schmiede sind die Verhältnisse nicht sehr klar, weil in diesem Bereich jenes Störungsbündel durchzieht, welches den Teil "C" des Hauptlagers nach Norden verworfen hat, West-

lich der Schmiede aber läßt sich ein Hangendlager von einem Tagschurf über einen Schurfstollen am unteren Weg zur alten Baugruppe beim "Betontrögel" durchverfolgen. In dieser Baugruppe, über die keinerlei alte Angaben mehr vorliegen, die auch in keiner der alten Karten angegeben sind, war auch das hangendste Lager vermutlich wieder vorhanden, das auch SW der Schmiede mit einer Rösche gesucht wurde. Diese beiden Hangendlager sind bis zu 300 m streichend bekannt und ebenfalls im Kaiser Leopold-Zubaustollen abgequert und ausgerichtet worden. Soweit man es nach den Haldenstücken beurteilen kann, bestehen diese Hangendlager vorwiegend aus dem Erztyp 2.

Ein kleines Schurfschachtel etwa 100 m nördlich des Haupterzlagers und etwas unter dem unterem Weg könnte auf ein Liegendlager hinweisen. Da aber am mittleren Weg in dieser Gegend Mergel auftreten, die eine Faltenmulde bilden, deren Schenkel durchgeschert ist, wäre es auch denkbar, daß hier eine Zubringerspalte angedeutet sein könnte, auf der die vererzenden Lösungen und Dämpfe aufgestiegen sind, welche sich darüber ins Meer ergossen und die sedimentäre Vererzung bewirkten. Auch der nahebei liegende große Block mit der unterbrochenen Sedimentation (Abb. 1) würde gut dazu passen.

CANAVAL führt auf S. 11 einen weiteren Schurfstollen an, der nahe der unteren Möschlacheralm gelegen war; man hat mit ihm Spuren von Zinkblendeerzen untersucht, die im Liegenden der Carditaschichten auf den Schichtfugen eines lichtgrauen, dünnbankigen Kalkes auftreten, der mit 70° nach SW einfällt. CANAVAL bemerkt dazu, daß diese Erzführung den Carditaschichten näher liegt, als jene des Hauptlagers.

Am Stubenboden ging 700 m südlicher als der Bergbau Radnig und nur 1 300 m hoch ein weiterer Bleierzschurfbau um. Man verfolgte hier eine saigere Kluft, die Brekzienerze führte und einen echten Gang ("Kreuzkluft") darstellt. Diese Lagerstätte habe ich noch nicht aufsuchen können; daher ist es nicht möglich, über ihre Beziehungen zum Hauptlager von Radnig etwas auszusagen, doch lag es nach CANAVAL (S. 15) im Hangenden und nicht im Liegenden der Carditaschiefer.

Ein Baron Franz'sches Eisengrübél lag 76 m unter dem Kaiser Leopoldstollen und ist in der Karte von 1791 verzeichnet. Nach den zugehörigen Erläuterungen ging es auf eine kiesige Schichte um, die zu Brauneisen verwittert war und den Gesteinsschichten (Jaukenkalk) gleichsinnig eingelagert ist.

Die Erze

Die ausgedehnten Halden des einstigen Bergbaues reichen bis ins Haupttal (Alpenbachtal) hinab und führen reichlich Lagerstättenstücke, namentlich Zinkblende, die man damals nicht verwenden konnte.

Zwanglos lassen sich die Erze in mehrere Typen untergliedern, und zwar:

1. "Erzlager" mit Zinkblende und Bleiglanz in dichtem, braunem "Jaukenkalk",
2. mächtige Stufen aus etwa fingerdicken, absätzigen Bänken aus "Jaukenkalk", durch etwa ebenso dicke Flußspatlagen zu grobgemengten Schichterzen verbunden.
3. Hellbrauner, gebänderter "Jaukenkalk" enthält über Bitumenlagen Schichten und Schnüre aus Flußspat, Zinkblende und etwas Bleiglanz.

Der Erztyp 1, den man treffend als "Erzlager" bezeichnen kann, betrifft Stufen, die nach den jetzt noch reichlich auffindbaren Stücken bis 10 cm mächtig werden, nach den alten Angaben aber auch bis zu 1 m mächtig vorgekommen und ausgebaut worden sind. Sie sind ausgesprochen lagig gebaut. Als Beispiel dafür sei die in Abb. 3 wiedergegebene Stufe angeführt, die ein zwar an Erzen armes, deshalb auf die Halde gekommenes Stück darstellt, das aber als recht kennzeichnend angesprochen werden kann. Sie besteht zu unterst aus 2 cm mächtigem, hellbraunem, schwach gewelltem "Jaukenkalk". Darüber setzt 1 cm dick dunkler "Jaukenkalk" mit schüsselförmigen Dolomitspatlagen. Diese sind nach unten scharf begrenzt und richten nach oben die Kristallspitzen, Ihre gesamte

Lage weist auf schwaches, vordiagenetisches Fließen bzw. Absinken. Darüber liegt bis 15 mm dicker, dunkler "Jaukenkalk" mit vielen, 3 - 5 mm großen Zinkblendekörnchen, in den oberen Lagen auch 6 Bleiglanzkörnchen. Der "Jaukenkalk" wird nach oben wieder heller braun, die Zinkblendekörnchen treten zurück, bis dann wieder eine daran reichere Lage einsetzt, die bis zu 6 mm große Zinkblendeneester birgt. Darüber reichert sich Dolomitspat in 2 - 3 mm großen Körnchen an. Mit recht scharfer Grenze folgt 2 cm mächtig, derbe, hellbraune Zinkblende mit 1 - 2 cm großen Bleiglanzkörnern. Ganz zu oberst liegt, nach unten wellig über die Zinkblende- und Bleiglanzkörner gebreitet, wieder sehr heller "Jaukenkalk".

In anderen Stücken tritt im oder knapp unter dem unteren dunklen "Jaukenkalk" Tuff in dünnen, stark absätzigen Lagen auf, wie dies in der Abb. 4 zu sehen ist. In manchen Stücken dieses Typus ist der "Jaukenkalk" durch reichlich Bitumen tief braunschwarz. Die hellen Dolomitkrusten und hellbraunen Zinkblendekörner heben sich dann auf dem dunklen Hintergrund besonders gut ab. Diese fast schwarzen "Kalke" geben, wenn man sie erhitzt, Bitumen ab, das sich an den Wandungen der Proberöhre in tief dunkelbraunen Tropfen niederschlägt. Nicht selten sind die Tufflagen - auf die wir noch zurückkommen - überkrustet von 1 mm dicken Dolomitspatlagen.

Stufen dieses Erztypus 1 findet man wie jene des Übergangstypus sowohl auf der großen Halde unter dem Tagverhieb wie auch auf jener vor dem Leopold-Erbstollen und dürfte sehr wahrscheinlich die Hauptmenge des aufgeschlossenen Erzes ihm angehört haben.

Der Erztyp 2 ist durch die Abb. 5 dargestellt, während die Abb. 6 eine die Typen 1 und 2 verbindende Ausbildung zeigt. Die vor dem Mundloch des Erzherzog Fran-Stollens aufgefundene Großstufe, 30 x 13 x 15 cm messend (Abb. 5), zeigt zu unterst eine bis 15 mm dicke, recht lichtbraun gefärbte und sehr feinkörnig-tonige "Jaukenkalk"-Lage, darüber, 10 bis 15 mm dick, grobkörnigen Flußspat aus bis 5 mm großen Körnern. Dabei ist die Grenze zwischen "Jaukenkalk" und der

Flußspatlage scharf und ebenflächig. Zinkblendekörnchen (1 bis 3 mm) sind in der Flußspatlage besonders in den untersten Millimetern lagig gehäuft. Darüber sitzt dann, in mehrere Schollen zerteilt, eine dunkle "Jauenkalk"-Lage; sie ist links im Mittel 5 - 6 mm dick, schwillt linsig auf mehr als das Doppelte (15 mm) an dadurch, daß sie namentlich gegen rechts hin durch Flußspat- + Zinkblendeadern aufgespalten wird und ein 2,5 cm langes Stück emporgehoben wurde. Über dieser absätzigen "Jauenkalk"-Schichte folgt eine durch das ganze Stück durchziehende, sehr grobkörnige Flußspatlage. Wieder liegen in ihr knapp über dem "Jauenkalk" zahlreiche hellbraune Zinkblendekörnchen. Solche bestäuben auch die obersten Schichten dieser Flußspatlage. Die nächste darüber folgende "Jauenkalk"-Schichte wird 6 bis 10 mm mächtig, enthält mittig eine bis 2 mm dicke grünlich-graue Tufflage. In ihrer Mitte ist diese "Jauenkalk"-Schichte unterbrochen dadurch, daß ein 16 mm langes Stück von den beiderseits folgenden Teilen unterschoben und dabei um 5 bis 6 mm emporgehoben wurde. Die Dachfläche dieser Schichte ist wieder glatt und - abgesehen von der eben erwähnten Hebung - eben. Es folgen weiterhin, etwa im cm-Rhythmus wechselnd, Flußspat- + Zinkblendelagen und "Jauenkalk"-Schichten. Die 5. "Jauenkalk"-Schichte biegt am rechten Rand ab, endet stumpf in Flußspat. Darüber liegt eine keilförmige "Jauenkalk"-Scholle und ist diese wieder durch eine der 2. Jauenkalklage entsprechenden Unterschiebung angehoben, nur ist der rechte folgende Teil abgebrochen. Die 5. Flußspatlage ist sehr reich an Zinkblende, die darüber liegende 6. "Jauenkalk"-Schichte ist bis 2 cm mächtig, enthält einige mm dicke, mit weißem Dolomitspat gefüllte Setzungsrisse und Tuffnester. Seitlich (in der Richtung nach hinten im Bild) endet diese "Jauenkalk"-Schichte; der Flußspat zwischen ihr und der angehobenen Scholle bilden eine 5 cm lange und mittig bis 2 cm hohe Kleinhöhle mit wandständigen, bis 4 mm großen Flußspatkristallen und aufsitzenden Zinkblendekörnchen. Die nächsthöhere Jauenkalklage ist ebenfalls sehr unruhig gelagert, in mehrere Schollen zerlegt, die in sehr grobspätigem Flußspat schwimmen, der reichlich Zinkblendekörner enthält. Diese ist wieder unter dem

nächsten "Jaukenkalk" angereichert, der wieder bis 2 cm mächtig und durch eine nur 3 bis 5 mm dicke Flußspatlage mit mittlerer Dolomitspatfülle von der nächsten, obersten "Jaukenkalk"-Lage getrennt wird. Die vorletzte und die letzte Lage enthalten wieder mehrere dünne Tufflagen. Nach einer solchen ist das Stück oben vom Hangenden abgespalten. Auf der Rückseite enthalten die 3., 4. und besonders die 5. Flußspatlage Kleinhöhlen; unter diesen ist die oberste 13 cm lang und wird fast 2cm hoch, enthält reichlich Flußspatkristalle und (junge) Überkrustungen durch Zinkspat in kugelig-strahligen Büscheln. Diese Stufe zeigt also, daß rhythmisch "Jaukenkalk" und Flußspat + Zinkblende mindestens 9mal wechseln.

Eine in der Abb.6 wiedergegebene Stufe (Großanschliff 2138) ist aufgebaut aus bis 1 cm dicken Lagen aus dunkelbraunem "Jaukenkalk"; sie wechseln absätzig mit bis zu 15 mm dicken Lagen aus sehr grobkörnigem (5 - 10 mm) Flußspat. Seine farblosen Kristalle setzen jeweils an einer "Jaukenkalk"-Schichte an und wachsen nach oben, etwa 5 mm lang. An ihre Spitzen legen sich hellbraune Zinkblende (B) und spärlich Dolomitspat. Darauf setzt eine neue Lage Flußspat an, die ebenfalls einige mm weiterwächst und diskordant an die nächsthöhere "Jaukenkalk"-Lage stößt. Es entsteht dadurch ein grober Lagenbau, der den Eindruck erweckt, es wäre periodisch einmal mehr Flußspat, dann wieder mehr Zinkblende, dann wieder Flußspat und schließlich "Jaukenkalk" und so fort abgesetzt worden. Diese krustenförmigen "Jaukenkalk"-Lagen sind noch vordigenetisch schwach zerbrochen und ein wenig gegeneinander verflößt worden, während die Flußspatlagen einheitlicher durchziehen. Das Gestein ist nachdigenetisch, aber auch nach dem Absatz des Flußspates und der Zinkblende nicht mehr durchbewegt worden. Zwei Drittel der Masse bestehen aus Flußspat und wenig Zinkblende, etwa ein Drittel aus "Jaukenkalk".

Eine andere, von der Halde des Leopold-Zubaustollens stammende Großstufe (18 cm hoch, ebenso breit und etwa 10cm dick) dieses 2. Erztypusses zeigt zwar grundsätzlich denselben Rhythmus, nur sind die einzelnen Lagen wesentlich dicker, 25

3 mm). Darüber 2 cm hellbrauner "Jaukenkalk" mit 6 dunkleren Bändern im Abstand von etwa 2 bis 3 mm, schwach gewellt und etwas absätzig. Darüber liegt eine 1 mm dicke Bitumenlage, 3 bis 4 mm darüber eine zweite und dazwischen dunkelbrauner "Jaukenkalk". Rechts über der ersten, links über der zweiten Bitumenlage liegt bis 4 mm dicker, derber Flußspat mit grober Zinkblende. Im rechten Teil liegt darüber, 3 bis 4 mm dick, dunkler "Jaukenkalk" in 15 bis 20 mm langen Brocken. Er ist durch ein Bitumenband unterteilt. Diskordant liegt darüber eine weitere Bitumenhaut, 0,9 bis 0,5 mm dick, und deckt diese die "Jaukenkalk"-Bröckelchen, den Flußspat und die groben Zinkblendekörner zu. Erst über dieser Bitumenlage setzt die ruhige Ablagerung des "Jaukenkalkes" wieder ein. Von der unteren Bitumenlage sind dünne Bitumenschnüre in den unten liegenden "Jaukenkalk" über 1 cm tief abgesunken.

Wir sehen aus diesem Typus, daß der Sedimentationsrhythmus des "Jaukenkalkes" mehrfach unterbrochen wurde, wobei an besonders auffallenden Stellen diese Unterbrechungen durch Bitumenlagen markiert sind. Sie bezeichnen einschneidende Änderungen im biologischen Ablauf des damaligen Meeresbodens, nämlich Vergiftung der Lebewesen durch eindringende magmatische Reststoffe, wie F, SiO₂, Pb, Zn, Ba usw., verbunden mit einer Bodenunruhe, die durch die so auffallende Absätzigkeit der betreffenden Schichtglieder angezeigt wird.

Aber nicht nur im eigentlichen "Erzlager" machen sich diese Ereignisse bemerkbar, sondern auch in der Ausbildung des "Jaukenkalkes" der näheren Umgebung. Es sei dabei auf die Abb. 1 verwiesen, die diese Verhältnisse besonders klar zeigt. Unser Erztypus 3 bildet gewissermaßen einen nur durch die zugeführten Minerale Flußspat, Dolomitspat, Quarz, Bleiglanz, Zinkblende und in geringer Menge auch Schwwerspat bezeichneten Sonderfall dieser unruhigen Sedimentation.

Mikrogefüge

Was vorstehend als "Jaukenkalk" bezeichnet wurde, ist teilweise und in einiger Entfernung von der Lagerstätte tatsächlich ein lichtgrauer, feinkörniger Kalkstein. Er gehört dem Wettersteinkalk an und hat, wie van BEMMELEN (1) darlegte, wegen seiner faziellen Sonderheiten nach dem Orte seines typischen Auftretens seinen Namen erhalten. Er ist in unserem Gebiete meist gut gebankt, sehr häufig aber auch breschig (brekziös) entwickelt oder dolomitisch, wie dies van BEMMELEN beschrieben hat.

Im Bereiche der Vererzung ist der "Jaukenkalk" vielfach durch Bitumen hell- bis dunkelbraun gefärbt und riecht nach dem Anschlagen stark darnach. Manche dunkle Abarten geben, in der Proberöhre erhitzt, dicke Nebel, aus denen sich braune Bitumentropfen niederschlagen. Wie die Abb. 8 zeigt, ist er häufig von feinen Suturlinien durchzogen, die, wie man zwischen gekreuzten Polarisatoren deutlich sehen kann (Abb. 9), Bitumen gespeichert enthalten; oder er enthält richtige Bitumenlagen. Ätzt man den "Jaukenkalk" mit dem Trojer'schen Ätzmittel (10 % $\text{Al(NO}_3)_3$ -Lösung), so erkennt man, daß er im Lagerstättenbereich viel Dolomit führt. Dieser bildet entweder kleine Körnchen zwischen den Calciten, ist manchmal lagig angereichert oder auch wölkig verteilt. Dolomit bildet - und zwar weitaus häufiger - auch Großkörner in Form von kristalloblastisch aufgesproßten Einsprenglingen. Um diese von den kleinen, dem gewöhnlichen Gesteinsgewebe zugehörigen Dolomitmikrönrchen zu unterscheiden, bezeichne ich diese Großkörner als Dolomitspat. Diese Dolomitspat-Rhomboeder werden manchmal bis zu mehrere mm groß, sind dann meist entweder ungemein porig (Abb. 10), oder sie sind ungewöhnlich stark zonar aufgebaut. Dabei kann der Zonenbau durch wechselnd zusammengesetzte Karbonatschichten zustandekommen und wird dann meist durch das Ätzen sichtbar (Abb. 11). Oder aber, es sind die Dolomitspate grob zonar mit Flußspat verwachsen, wie in den Abb. 12 und 13 zu sehen ist. Über diese grobzonare Verwachsung hinaus sind sie, wie man nach Ätzen sieht, auch noch innerhalb ihrer Dolomitschichten stark zonar.

Manchmal sind diese Dolomitspäte einzeln (Abb. 12) im fast stets durch Bitumen dunkel gefärbten Gesteinsgewebe aufgesproßt, häufiger bilden sie darin aber Gruppen, wie in Abb. 13, oder sind zu Reihen oder Zügen geordnet.

Sehr häufig bildet der Dolomitspat aber Krusten (Abb. 14, 15), die bis zu 1 - 2 mm dick werden, aber mehrere cm lang und breit sind. Die in Abb. 13 gezeigte Gruppe von stark zonalen Dolomitspäten bilden vielfach den Anfang solcher Krusten. Oftmals sitzen sie mit scharfer Grenze auf feinkörnigem Jaukenkalk auf, oder sie sind durch eine Bitumenlage von ihm abgetrennt; ihre freien Kristallenden sind dann nach oben gerichtet, ragen in eine weitere Bitumenlage hinein (Abb. 14), oder noch häufiger werden die Kristallspitzen von Flußspat überwachsen (Abb. 15), ähnlich wie in der Abb. 13.

Der stark dolomitische "Jaukenkalk" ist oft von vielen Kleinhöhlen durchsetzt, die mit grobspätigem Kalkspat ausgefüllt sind. Die Wände solcher "Kleinhöhlen" sind mit Dolomitspat-Rhomboederchen überzogen und auch im Kalkspat selbst sitzen oft schöne Dolomitkriställchen, werden allerdings meist erst dann deutlich sichtbar, wenn man den Kalkspat mit dem Trojer'schen Ätzmittel weglöst (Abb. 16). In den Abbildungen 12 bis 16 ist auch zu sehen, daß der Spatdolomit, auch wenn er scharfe Kristalle bildet, meist von feinen Flußspat- und Quarzkörnchen durchsetzt ist, ab und zu auch kleine Körperchen von Zinkblende oder Bleiglanz umschließt. Dies weist - ebenso wie seine Bildung neben Zinkblende im Flußspatbindemittel von "Jaukenkalk"-Brekzien (Abb. 17) - darauf hin, daß der Dolomitspat ein Glied des Vererzungsvorganges ist.

Außer Dolomitspat enthält mancher mit Erzen vergesellschaftete "Jaukenkalk" auch viel Flußspat. Manchmal ist in diesem, im Gelände freiäugig als bitumiger "Jaukenkalk" anzusehendes Lagergestein so viel Flußspat enthalten, daß dieser weitaus überwiegt und der Dolomitspat darin Einsprenglinge oder Krusten bildet. In den Abb. 12, 13 und 15 ist dies zu erkennen. Der Flußspat ist in diesen Fällen vielfach feinkörnig, durch Bitumen in gleicher Weise wie der eigentliche "Jaukenkalk" hell-

bis dunkelbraun angefärbt. Dadurch wird er freiäugig kaum vom "Jauenkalk" unterscheidbar. Auf den Halden finden sich reichlich faust- aber auch kopfgroße Trümmer von solchem "Jauenkalk", die sich erst dann als bis zu neun Zehntel aus Flußspat bestehend erweisen, wenn man sie mikroskopisch oder chemisch näher untersucht. Beispielsweise ist dies im mittleren Teil der Abb. 3 der Fall, ebenso in den dunklen Teilen der Abb. 4. In dieser ist auch die zweite, meist farblose, manchmal auch blaßviolette, bitumenfreie Abart des Flußspates zu sehen, die schon im Gelände leicht als solcher erkannt werden kann. In den Abb. 3 und 4 ist auch zu sehen, daß sich sowohl die weißen Dolomitspatkrusten, wie auch die Einsprenglinge dieses Minerals scharf und deutlich vom dunklen Flußspat-Untergrund abheben. Flußspat bildet die wichtigste, weitaus vorherrschende Gangart, ist weitaus häufiger als Dolomit oder Quarz.

In vielen Schliffen konnte beobachtet werden, daß über echtem, oder noch häufiger über dolomitischem "Jauenkalk" eine Bitumenschichte oder eine durch Bitumen dunkel gefärbte Suturefläche auftritt, ähnlich wie dies in Abb. 8 und 9 unten zu sehen ist. Über dieser dunklen bitumenreichen Lage tritt ebenfalls lagenhaft dunkler Flußspat auf, der nach oben hin manchmal heller oder grobkörniger wird, oder Dolomitspatkörner oder Quarzkristalle aufnimmt (Abb. 18), auch Reihen von Zinkblende- oder Bleiglanz Körnchen enthält. In solchen, freiäugig stets als dunkler "Jauenkalk" anzusprechenden Lagerstücken gibt es oft auch Lagen, in welchen grobe Flußspatkörner siebartig, auch zonar, von Dolomitspatkörnern durchsetzt sind (Abb. 19). Diese Körner schwimmen nach der Art von Porphyroblasten in feinkörniger, meist dolomitischer Grundmasse, in der auch häufig kleine Quarzkriställchen sitzen, wie dies ebenfalls in der Abb. 19 zu sehen ist.

Mitunter füllt Flußspat allein oder zusammen mit Dolomit und Quarz Kleinhöhlen, die häufig an der Grenze von feinzugröberkörnigem "Jauenkalk" auftreten (Abb. 18, 20). Dabei weisen seine Kristallspitzen oftmals schwerkraftgerichtet aufwärts, so in der Abb. 20.

Quarzkriställchen sind in fast allen diesen dunklen "Jaukenkalken" reichlich vorhanden. Wir sehen sie besonders schön durch Ätzen hervorgehoben in der Abb. 11, sie sind aber auch in den Abb. 12 und 13 ebenso zu sehen, wie in den Abb. 15 und 17. Die Abb. 12 zeigt ferner, daß der Quarz schöne Kristalle bildet, wenn er einzeln im Flußspat auftritt, daß er aber - wie in dieser Abbildung oben und unten - Kornlagen bildet, wenn er der Menge nach vorherrscht. Er kann nämlich genauso wie der Flußspat auch Lagen bilden, die fast nur aus solchen Quarzkörnchen bestehen, die - wie ebenfalls aus der Abb. 12 zu sehen ist - dazu neigen, überall dort, wo sie freien Raum finden, Kriställchen zu bilden. Dies weist darauf hin, daß dieser Quarz bei der Sedimentation des Lagergesteins sich aus Lösungen abschied, nicht als Sand ins Gestein eingeschwemmt worden ist. Auch diese Quarzkornlagen speichern Bitumen, das vor allem in den Kornzwickeln angereichert sein kann, doch sind vielfach auch die einzelnen Körner oder selbst Kristalle braun gefärbt, manchmal sogar deutlich lagig heller bzw. dunkler.

In den Dünnschliffen war zu ersehen, daß die Quarzkriställchen fast durchwegs im Lagergestein so eingeschichtet sind, daß die Stengelachse, also die c-Axe, in die Schichtebene zu liegen kommt, innerhalb dieser aber nur schwach zu einer zu vermutenden Strömungsrichtung des Meerwassers eingeregelt ist.

Die vorstehend erwähnten feinkörnigen bis dichten Quarzkornmassen, welche aber ebenfalls nur mikroskopische Ausmaße aufweisen, also mm-dick, aber mehrere cm lang und breit werden können, bilden ein stark verzahntes Kornpflaster oder häufiger Säume um grobe Dolomitspatkörner. Dabei erfüllt Bitumen meist die Zwickel zwischen den Körnern, kann diese aber auch anfärben. Diese feinen Körnchen löschen scheinbar stark undulös aus. Bei genauerem Studium merkt man aber, daß die Auslöschung vom Kern zum Rand "hinwischt"; wie man dies etwa von flauen Mikroklinen her kennt oder auch von manchen zonaren Plagioklasen. Sind mehrere oder, wie in derben Lagen, gar viele Körnchen benachbart, so erkennt man, daß

deren Auslöschung zusammen betrachtet (also mit einem ganz schwachen Objektiv) das stehende Kreuz von Sphärolithen ergeben und auch die scheinbar undulösen Körnchen lassen erkennen, daß sie nicht einheitlich gebaut sind, sondern daß gegen die Ränder hin eine radiale Auflockerung eintritt, manchmal eine deutlich zu sehende Aufspaltung in feinste Teilkriställchen subparalleler Lage. Ich deute diese Erscheinung so, daß diese feinsten Körnchen - und soweit Häufchen davon vorliegen, die ganzen Bereiche dieser - zunächst als Gel ausgeflockt sind und nachträglich - vermutlich bei der Diagenese - dieses Gel in den kristallinen bzw. kryptokristallinen Zustand umwandelt.

Eng mit diesem Aussehen verbunden ist die ebenfalls häufig zu beobachtende Erscheinung, daß die Dunkelstellung aus einem Quarzkörnchen beim langsamen Weiterdrehen des Mikroskoptisches ins benachbarte, dann weiter ins nächste usw. wandert und dadurch ein grob-radialer Bau dieser Häufchen angedeutet wird. Dabei werden in diesen Bereichen die Korngrenzen der einzelnen Quarzkörnchen vielfach nur zwischen gekreuzten Polarisatoren sichtbar; im einfach polarisierten Licht vermerkt man, einen einheitlichen Großkristall vor sich zu haben. Würde ein Sphärolithenbündel schwach rekristallisieren, so daß Kleinbereiche einheitlicher Kristalle eben auftreten, wäre das geschilderte Verhalten leicht erklärlich. Deshalb scheint mir die Deutung der Feinquarze als umgestandenes und schwach rekristallisiertes Gel als sehr wahrscheinlich.

Ich habe Dutzende von solchen "zonaren" Quarzkörnchen genau überprüft, ob nicht etwa Plagioklase darunter seien, denn solche wären nicht verwunderlich, weil ja Tufflagen vorhanden sind; es ergaben sich aber keinerlei Anhaltspunkte für Feldspäte. Alle untersuchten Körnchen, auch die scheinbar stark zonaren, sind einwandfrei optisch einachsigt positiv, enthalten keinerlei Spaltrisse oder Zwillingslamellen. Den scharfen Umrißformen nach sind alle diese Quarze aus zugeführter Kieselsäure ausgefällt worden, teils als Kriställchen, teils zunächst als Gel und nachträglich rekristallisiert, nicht aber als Sand klastisch eingeschwemmt worden.

Schwerspat begleitet die Erze nicht allzu häufig, ist aber auf den Halden doch mitunter in derben Stücken oder in Nestern zu finden. In den Anschliffen spießt er beispielsweise von einer unteren Bitumenlage durch Flußspat zu einer oberen durch, von Zinkblendekörnchen und kohligem Häcksel begleitet. Mengennmäßig tritt der Baryt gegenüber dem Flußspat völlig zurück.

In diesen dunkelbraunen bis manchmal schwarzen "Jaukenkalken", die bald aus vorherrschend Dolomitspat, bald aus Flußspat oder Quarz bestehen, zumeist aber aus einem Gemenge dieser Minerale, sitzen nun die Erze. Unter diesen überwiegt die einstens wertlose und unverwendbare Zinkblende weitaus gegenüber Bleiglanz. Da die ausgebauten Zechen oder Ortsbrüste nicht zugänglich sind, kann nicht eindeutig entschieden werden, ob dieses Verhältnis von viel Zinkblende zu wenig Bleiglanz schon in der Lagerstätte echt vorhanden ist oder ob es nur dadurch vorgetäuscht wird, daß der Bleiglanz säuberlich ausgekuttet, die unverwendbare Zinkblende aber auf die Halde geworfen wurde. Jedenfalls wird aber in der Beschreibung zu den alten Karten schon geklagt, daß viel unverwendbare Zinkblende vorhanden sei.

Die Zinkblende bildet im Lagergestein, dem vorbeschriebenen dunklen "Jaukenkalk", oft große lichtbraune Einzelkörner, die mehrere cm groß werden, häufig auch lagerartige, bis handbreite derbe Züge, meist aber lappig-rundliche "Knöllchen" oder Zeilenreihen aus kleinen, oft runden, aber trotzdem meist aus Einkristallen bestehenden Körnchen, die in Abb. 21 unten gut zu sehen sind. Die großen "Knöllchen" sind oft, wie ebenfalls die Abb. 21 zeigt, dicht durchsetzt von Quarz- oder Flußspatkleinkörnchen, die oft so fein sind, daß es schwer fällt, sie zu bestimmen. Manchmal ist ihr Kern dicht gefüllt, wie in Abb. 21, manchmal ist aber auch der Kern einschlussfrei und mittlere Bereiche sind voller kleinster Einschlüsse, oft neben deutlich größeren Dolomitspatkörnchen (Abb. 22). Meist ist aber der Rand wieder rein oder mindestens ärmer an Einschlüssen

als die mittleren Bereiche. Diese großen Knöllchen stellen ehemalige Kügelchen dar, aus gemischten CaCO_3 -, MgCO_3 -, ZnS -, PbS -, SiO_2 - und CaF_2 -Gelen, die bei der Diagenese kristallisierten und dabei die einschlußreichen rundlichen Körnchen dieser verschiedenen Minerale geben. Wir finden sie in ähnlicher Form bei allen diesen Mineralen.

Reichlich gibt es auch recht groß werdende Blendekörner, die aus einer Zinkblendeschale bestehen, welche Ton- und Kalkschlammkügelchen umhüllt. Da dieser Kern oder Teile von ihm beim Schleifen meist ausbrechen, auch dann, wenn man die Partien immer wieder mit Lack tränkt, um sie zu festigen, geben diese Blendekügelchen typische atollartige Kränze. Sie sind, ebenso wie die vollen Körner, die vorstehend als "Knöllchen" bezeichnet sind, deutliche Hinweise für eine chemische, syngenetische Sedimentation in zunächst kolloidaler Form. Soweit diese rundlichen Gebilde, sowohl die Hohlkügelchen wie auch die Knöllchen, dicht durchsetzt sind von Quarz- oder Flußspat-Kleinkörnern, handelte es sich ursprünglich um gemengte Gele.

Unter den Bedingungen der Radniger Vererzung entwickelte die Zinkblende aber zum Teil auch ein sehr starkes Kristallisationsvermögen. Besonders in den fast schwarzen, an Flußspat und Quarzkristallen reichen "Jauenkalken" tritt sie in guten und großen Kristallen auf, die von "Jauenkalk" rundum eingeschlossen sind. Diese sind dann im Kern durch Bitumen oft dunkelbraun gefärbt; dabei ist dieser dunkle Kern nach außen manchmal scharf abgegrenzt und bildet einen früheren Stand des Kristallwachstumes ab, oder er geht verwaschen in die hellbraunen Ränder über. Es fällt auf, daß diese im Kern braun gefärbten Zinkblendekristalle stets frei von sonstigen Mineraleinschlüssen sind. Manchmal sind größere Zinkblendekristalle prächtig zonar gebaut in der Form, daß 6 bis 10 licht und dunkel gefärbte Schichten nacheinander wechseln. Abgesehen von der durch die bitumenartigen Stoffe der Umgebung bedingten Anfärbung beim Wachsen der Zinkblendekörner ist sie stets hell, lichtbraun oder gelblich. Nie konnten außer den vorstehend genannten und gleichzeitig mit der Blende gebildeten

Minerale Flußspat, Quarz und Dolomit, sowie feinsten Ton- und kohligen Teilchen irgendwelche Entmischungskörperchen etwa von Kupferkies oder Zinnkies gefunden werden. Bei der angenommenen und später zu besprechenden exhalativ-sedimentären Bildung in einem beschränkten Meeresbecken ist dies zwar selbstverständlich, doch sei darauf hingewiesen.

Nur in einem Schliff (Nr. 2098) enthalten große Blende-körner reichlich Büschel von Rutilnadeln in der bekannten "Sagenit"-Form (Abb. 23). Da in den Tufflagen reichlich Ilmenit vorhanden ist (Abb. 31 und 30), ist sein Auftreten wohl nicht zu verwundern. Wenn man die Schriffe von Radnig durchsieht, vermeint man oftmals kleine Titanit- oder Rutilkörnchen zu sehen. Bei der Vielheit der in diesen Schriffen vorhandenen hoch lichtbrechenden Minerale mit weißem bis gelblichem Innenglanz - Zinkblende, Weißbleierz, Zinkspat, Dolomit - war es aber weder in An- noch in Dünnschliffen möglich, diese Minerale (Titanit oder Rutil) außer im Schliff 2018 sicher zu bestimmen.

Wie die Zinkblende bildet auch der Bleiglanz manchmal derbe Lagen. Dabei legt er sich oftmals über Zinkblende-körner (Abb. 24, 25) oder ganz ähnlich auch über große Flußspatwürfelchen und läßt durch feinste eingeschlossene Tonhäute oder durch beginnende Verwitterung erkennen, daß das Bleisulfid zunächst als Gel ausgefällt wurde, das über die unterliegenden Körner "floß". Andererseits ist oft auch zu sehen, daß über einer Flußspatlage, die üblicherweise etwas Quarz und Dolomit enthält oder über einer Bitumenhaut die Ablagerung von Bleiglanzkörnchen schlagartig einsetzt und nach oben allmählich im weiter anhaltenden Flußspat deutlich abklingt (Abb. 26). Bildungen dieser Art hängen wohl mit der pulsierenden Zufuhr der magmatischen Exhalation zusammen und geben deutliche Hinweise auf diese Bildungsart.

Mehrmals ist schon von Bitumenlagen gesprochen worden und von unregelmäßigen Lagen, die im Schnitt der Schriffe suturlinienartige Formen zeigen. Unter gekreuzten Polarisatoren erkennt man, daß letztere dicht mit Bitumen durchtränkt

sind und durch ihre dadurch bedingte Schwärzung sehr auffallen, wie dies durch die Abb. 8 (mit einem Polarisator) und die Abb. 9 (zwischen gekreuzten Polarisatoren) erkenntlich ist. Manchmal liegen viele solche bitumige Lagen übereinander: In Schliff 2140 beispielsweise kann man deren 12 innerhalb einer 2 cm dicken "Jauenkalk"-Lage zählen. Diese durch Bitumen angefärbten und durch feine Tonhäute auch schon ohne Polarisatoren kenntlichen Lagen deuten einen Wechsel der Sedimentationsbedingungen an, etwa derart, daß die darunter liegenden Schichten feinkörniger oder kalkreicher oder ärmer an Quarzkörnchen usw., also irgendwie verschieden von den darüber liegenden aufgebaut sind. In einigen Abbildungen sind diese Unterschiede gut zu sehen, beispielsweise in Abb. 14 oder 26.

Ganz besonders deutlich wird sehr oft eine Änderung der Sedimentationsbedingungen durch die Bitumenbänder sichtbar. Solche sind mittig und oben in den Abb. 8 und 9 dargestellt. Sie legen sich manchmal wie ein Tuch über Unebenheiten der Unterlage, über Bröckelchen von "Jauenkalk", über gröbere Zinkblende- oder Flußspat-Körner (Abb. 7), sind in sich vielfach feinst gefältelt, "geflossen", wie in Abb. 27, oder sie werden durch darüber ausgeschiedene schwere Körnchen, beispielsweise aus Zinkblende oder Bleiglanz, nach unten eingedrückt (Abb. 28).

Typisch für ihr Auftreten ist beispielsweise der Anschliff 2099, der mehrere Bitumenlagen übereinander zeigt. Die unterste mißt 0,02 mm und liegt über feinkörnigem (0,02 - 0,03 mm) "Jauenkalk", der darüber deutlich gröberkörnig (0,06 - 0,1 mm) ist und etwas Flußspat führt. Die darüber folgende Bitumenlage ist 0,3 bis 0,5 mm dick, ist feinst gefältelt, "geflossen", führt verhältnismäßig recht viel feinste Pyritfünkchen und "vererzte Bakterien", enthält auch etwas Zinkblende, Flußspat und Quarz in einzelnen Körnchen oder dünnen Lagen. Nach oben folgt dann wieder eine mehrere mm dicke Lage von Jauenkalk, die durch Querrisse unterteilt ist und dann die oberste, 0,03 mm dünne Bitumenlage. Diese grenzt nach oben an grobkörnigen Flußspat. Dabei ist die mittlere, dickste Bitumenlage auf längere Strecke hin beiderseits von einer dünnen Flußspathaut begleitet, die örtlich auch durch Dolomitspatkrusten ersetzt sein kann.

Der Innenbau dieser Bitumenlagen ist aus der Abb. 29 zu ersehen: Kohlige und feinst tonige Lagen enthalten häufig hoch inkohlte, helle, also stärker reflektierende "Kohlekörnchen", Flußspat, Dolomitspat, Bleiglanz und Zinkblende in Rundlingen oder auch in kleinsten Flittern. Im allgemeinen sind die kohligen Krümel noch optisch isotrop; im Schliff 2132 aber sind mehrere rundliche kohlige Körnchen enthalten, die deutlich ein Sphärolithenkreuz zeigen, wie man es von Feingraphiten her kennt, beispielsweise auch von Koks.

Die dicken Bitumenlagen zeigen manchmal in den Anschliffen roten Innenglanz. In den Dünnschliffen sieht man in diesen bis 2 mm dick werdenden Bitumenlagen glimmerartig aussehende, lebhaft orange, tiefrot oder violett gefärbte, manchmal schwach wellig verbogene Täfelchen. Die orange gefärbten stellen vermutlich eine in Schichtgittern kristallisierte Verbindung dar. Sie ist stark anisotrop mit beim Drehen des Mikroskoptisches etwas wandernden Axenbalken, wie man das von Graphit her kennt. Der Farbton dieser, wie auch der tiefroten Körnchen ist sehr leuchtend. Es handelt sich offenbar um zwei organische Verbindungen, die - weil deutlich kristallisiert - eigene Minerale darstellen dürften, doch ist es nicht möglich, sie so herauszupräparieren, daß eine organische Elementaranalyse durchführbar wäre. Hingegen sind die tief violetten Partien einwandfrei als Flußspat zu erkennen gewesen, der durch eine der oben erwähnten aromatischen Verbindungen (ob durch die orange oder durch die tiefrote ließ sich nicht entscheiden) so tiefviolett angefärbt ist.

Oftmals (z. B. im Schliff 2140) liegt eine girlandenartig gefälte Bitumenlage zu unterst, 0'1 bis 0'4 mm. Darüber folgt feinkörniger "Jaukenkalk" in sehr absätziger, unruhiger Lage, darüber dann das Hauptbitumenband, das bis 1 mm, seltener mehrere mm dick werden kann, dann meist wieder in mehrere (beobachtet bis zu 4) Einzellagen verschiedener Mächtigkeit unterteilt ist. Dabei treten nicht selten mehrere dünnste, braun gefärbte Flußspatlagen dazwischen auf. Vielfach liegt dann oberhalb von solchen dicken Bitumenbändern grober Flußspat mit Quarzkörnchen und Zinkblende. Diese Zinkblende kann dann auch grobkörnige, derbe Lagen aufbauen, von der Bitumenlage nach oben gewach-

sen, sodaß deren Kristallspitzen in die darüber folgenden Flußspatlagen hineinragen.

Mehrfach war schon auf Tufflagen hingewiesen worden. In der Abb. 4 ist auch schon gezeigt, wie sie in dünnen, unregelmäßigen Lagen innerhalb der Erzlager auftreten. In den Anschliffen sind sie durch ihren Tongehalt meist recht schlecht poliert, fallen vor allem durch ihr unruhiges Gefüge (Abb. 30) und ihren meist reichlichen Gehalt an Ilmenit (Abb. 31) oder Magnetit auf. Der in den Anschliffen so störende Tongehalt geht auf Umsetzungen der Feldspäte oder der Glasgehalte zurück. Im allgemeinen sind die Tuffe recht selten, sind aber in den eigentlichen "Erzlagern" doch immer wieder zu finden. Sie gehen auf geringfügige vulkanische Äußerungen zurück, die entlang der großen südlichen Störungsbahnen aufdrängen, wie dies in (4) auseinandergesetzt ist. Erstarrungsgesteinsbrocken (vulkanische Bomben) oder -gänge, wie sie am Dobratsch reichlich vorkommen und von PILGER und SCHÖNENBERG abgebildet worden sind (8), konnten hier noch nicht gefunden werden, doch war es auch noch nicht möglich, darnach zu suchen. Es ist durchaus möglich, daß solche auch hier vorkommen.

Recht eigenartig ist das Auftreten des Zinkspates. Seine Hauptmenge ist zweifellos aus verwitterter Zinkblende entstanden, wie dies in der Abb. 24 zu sehen ist und wie dieses Mineral in allen derartigen Vorkommen in gleicher Weise entsteht. Daneben tritt Zinkspat hier aber noch ab und zu in grobkörnigen Formen auf; gar nicht selten setzt er sich an Spitzen von Dolomitspat an, wie dies die Abb. 32 zeigt, oder er erfüllt Gangäderchen innerhalb von Dolomitspatkrusten, umschließt dann nicht selten Dolomitspatstücke. Diese Form hebt sich daher scharf von den durch Verwitterung entstandenen Zinkspatarten ab, die reichlich vorkommen und oft zu den üblichen kugelig-traubigen Formen führen. Ich halte es nicht für ganz ausgeschlossen, daß bei dem auffallenden Mangel an Schwefel (und Eisen) ein Teil des zugeführten Zinks nicht als Sulfid, sondern schon primär als Zinkspat ausgefällt worden sein könnte. Kohlensäure ist sehr wahrscheinlich bei den vulkanischen Exhalationen, deren Auftre-

ten durch die Tuffe usw. bezeugt wird, in reichen Mengen zugegen gewesen, und es wäre nicht verwunderlich, wenn unter den hier herrschenden ungewöhnlichen Verhältnissen ein geringer Teil des zugeführten Zinks primär als Zinkspat ausgefällt worden wäre.

Im Gegensatz zu anderen Zink- und Bleilagerstätten im Wettersteinkalk fällt auf, daß in Radnig Eisenbisulfide fast fehlen. Man findet weder die üblichen Markasit- oder Pyritlagen, noch die aus diesen sonst entstandenen Brauneisenerzkrusten. Auch mikroskopisch ist nur sehr wenig Eisenkies zu finden; in den Anschliffen treten spärlich feinste Fünkchen, vor allem in den bitumigen Lagen oder seltener im gewöhnlichen "Jauenkalk", auf. In den Bitumenlagen trifft man ihn auch in der Form der "vererzten Bakterien" (Abb. 29). Ich erblicke darin einen Hinweis darauf, daß die erzbringenden Lösungen bzw. Gase und Dämpfe (hoher F-Gehalt!) sehr arm an Eisen waren, zumal auch sonstige eisenreiche Minerale fehlen, wenn man vom Ilmenit und dem spärlichen Magnetit der Tuffe absieht. Diese Tuffminerale gehören aber einer älteren und anders gearteten Mineral- und Elementengesellschaft an als die Vererzung. Zu dieser Armut an Eisen paßt es auch ausgezeichnet, daß die Zinkblende stets sehr hellbraun ist, außer sie ist durch Bitumen dunkel gefärbt. Möglicherweise gehört aber der Kiesgehalt des Baron Franz'schen Eisengrübels hierher, tritt hier aber streng getrennt von der Zn-Pb-F-Vererzung weit im Hangenden (etwa 200 m) auf, wurde also später zugeführt.

Über einen etwaigen Silbergehalt liegen keinerlei Angaben vor. Dies dürfte darauf schließen lassen, daß ein solcher - wenn überhaupt vorhanden - ähnlich wie in Bleiberg usw., sehr gering gewesen sein dürfte. Auch CANAVAL (2), der sonst stets auf etwaige Silbergehalte eingeht, erwähnt nichts über einen solchen. Irgendwelche Silberminerale wurden in den Anschliffen nicht gefunden. Hingegen ist ein Cd-Gehalt durch den Greenockit angezeigt.

Überblicken wir das Gefüge der Erze im Handstück und nach dem mikroskopischen Bild, so fallen zwei Eigenheiten auf:

1.) Immer wieder sehen wir, daß das Lagergestein vor-diagenetisch sehr unruhig abgelagert worden war. Weit verbreitet sind breschige Gefüge, ferner keilen die Schichten im cm-Bereich oft plötzlich aus, setzen ebenso unvermittelt wieder ein. Mit Kalkspat oder Dolomit gefüllte "Mikroverwerfer" verstellen Hangendschichten um mm- oder cm-Beträge, senken die Liegendschichten ebenfalls um mm und verlaufen sich schließlich darin. Sie gehen zum Teil auf Setzungsrisse bei der Diagenese zurück, sind zum anderen Teil aber wohl durch die "Bodenunruhe" bedingt. Häufig sind auch Jaukenkalke, die aus ein- oder mehrere cm-großen Bröckelchen bestehen, die diagenetisch zu einem einheitlichen Gestein verschweißt wurden. Manchmal wird dieser breschige Bau dadurch schön sichtbar, daß hellere Bröckelchen in dunklem (durch Bitumen dunkel gefärbtem) Grundzement liegen. Örtlich kann es bis zu richtiger Kreuzschichtung dieses Grundgewebes kommen. Mehrfach hingewiesen wurde auch auf die oft schalenförmig ausgebildeten Krusten aus Dolomitspat, die ebenfalls vor der Diagenese des Lagergesteins im unruhigen Boden abgesunken, verstellt oder verbogen wurden. Auch der abgebildete feinfältelige Innenbau der Bitumenlagen ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen und zeigt, daß diese C-reichen Lagen im Gelzustand vielfach unter dem Einfluß der Schwerkraft und der Bodenunruhen bewegt wurden, "geflossen" sind. Im Verein mit den Tuffschichten weist dieses unruhige Gefüge auf eine ausgesprochene Bodenunruhe des sich in der Geosynklinale absenkenden Meeresbodens hin. Da weiters Flußspat, Quarz, Dolomitspat, auch Schwerspat ebenso wie Zinkblende und Bleiglanz diese Brekzien ausheilen, ist kenntlich, daß diese Bodenunruhe und die Vererzungen zeitlich zusammenfallen und auch genetisch zusammengehören. Dieser unruhige Innenbau entspricht durchaus der "Sonderfazies" im Sinne von HJ. SCHNEIDER (10) bzw. den "edlen Flächen" usw. von H. HOLLER (7).

2.) Fast noch auffallender als der unruhige Aufbau der Lagergesteine ist die lagige Anordnung vor allem der Bitumenschichten, der Erze, des Flußspates und Quarzes, auf den immer wieder hingewiesen wurde und von dem die Abb. 3, 4, 7, 12, 14, 21, 24 und 26 einen ersten Eindruck vermitteln. Dieser Lagenbau läßt sich in den Handstücken genauso immer wieder feststellen wie in den An- und Dünnschliffen und ist überaus bezeichnend für die hiesige Vererzung.

Deutung und Genesis der Lagerstätte Radnig

Vorstehend wurden die Beobachtungen an der Lagerstätte von Radnig und an ihren Erzen ausführlich dargelegt. Sie stellen die Grundlagen dar für die Deutung der Genesis, wie ich sie auf meinem Vortrag in Wien gegeben habe (4). Durch die inzwischen weiter vertieften Beobachtungen können nun sogar einzelne Angaben näher präzisiert werden.

Wie in der Karte des Bergbaugebietes dargestellt ist, besteht die Lagerstätte aus einem Hauptlager, das 400 m im Streichen und 250 m im Einfallen nachgewiesen ist, schichtparallel etwa 1 m mächtig im "Jaukenkalk" auftritt und alle seine Faltungen und Verwerfungen mitmacht. Etwa 30 - 40 m hangend dazu folgt ein Hangendlager, das nicht viel kleiner ist und wenige Meter darüber ein hangendstes, das aber absätziger zu sein scheint.

Nicht nur aus der Gesamtlage im Großen, wie sie aus der Karte hervorgeht, sondern auch aus dem Bild, das uns die Tagverhau und Ausbisse zeigen, sowie aus den Beschreibungen der Lagerstätte und ihrer Erze von R. CANAVAL ist dieser schichtige, dem Jaukenkalk durchaus konkordante Bau der Erzlager zu sehen.

Die Erze selbst, und zwar alle Typen und deren Übergänge zeigen den gleichen Lagenbau und einen sehr kennzeichnenden rhythmischen Wechsel des Absatzes von "Jaukenkalk",

Flußspat, Dolomit und Erz. Dieser Lagerbau läßt sich im Handstück ebenso gut erkennen, wie unter allen gangbaren Vergrößerungen unter dem Mikroskop.

Irgendwelche Umlagerungen von Schichterzen zu epigenetischen Erzen treten auch in Spuren nicht auf, Umsetzungen der Verwitterung selbstverständlich ausgenommen.

Sowohl der "Jaukenkalk" wie auch die Erze zeigen alle Merkmale einer unruhigen Sedimentation. Da hier, ähnlich wie erstmals von PILGER und SCHÖNENBERG (8) am Südhang der Villacher-Alpe (Dobratsch) aufgefunden, einwandfreie Tuffe vorliegen, lassen sich diese Erscheinungen als zusammengehörig und von einer gemeinsamen Ursache herrührend, betrachten: Im Zuge der absinkenden alpidischen Geosynklinale senkt sich ihr Boden vor allem an den großen, alt angelegten Narben der "periadriatischen Naht" = Torale-Judicarien-Linie ungleichmäßig ab. Diese Narben schneiden den magmatischen Bereich unter der Geosynklinale an, so daß es zum Ausblasen magmatischer Dämpfe und zum Abströmen hydrothermaler Lösungen kommt. An besonders günstigen Stellen können sogar Magmen ausgestoßen werden, die Porphyrite u. dgl. Gesteine sowie deren Bomben liefern.

Dadurch gelangen große Mengen von Ba, Zn, Pb sowie Fluor, S und CO₂ und wahrscheinlich auch beträchtliche Mengen von Spurenelementen (Mo, V, P, sowie die üblichen Spurenelemente der Zinkblende) ins Meer. Handelt es sich dabei, wie es hier zu vermuten ist, um ein mehr oder weniger abgeschnürtes, selbständiges Meeresbecken, so wird die ganze darin vorkommende Lebewelt vergiftet, gibt mit eingeschwemmtem Ton und allenfalls ausgeblasenen Staubbuffen die Lagen, welche später zu den Bitumenlagen umgeprägt werden. Zunächst sind sie schlammartig, geben leicht jeder Beanspruchung (auch solcher der Schwerkraft!) durch Fließen nach. Bei der Diagenese entsteht aus den organischen Resten das Bitumen und jene hochmolekularen aromatischen Verbindungen, welche die gelbroten und tiefroten Verbindungen mit Schichtgitter darstellen.

Der hohe Gehalt an zugeführter Kohlensäure führt dazu, daß wesentliche Mengen des in jedem Meerwasser vorhandenen Magnesiums zusammen mit dem überschüssig vorhandenen, vielleicht teilweise auch zugeführten Calcium den reichlich vorhandenen Dolomitspat liefert. Dieser bildet einerseits Einsprenglinge im ausfallenden feinen Pelit, andererseits mehrere Millimeter dicke Krusten, die absinken, zerreißen, in den Pelit eingebettet oder von Bitumenlagen zugefüllt werden. Auf sie setzt sich vielfach Zinkblende, Bleiglanz, Flußspat oder Quarz. Mit dem Fluor wird auch Si - vielleicht als SiF_4 - zugeführt, das hydrolysiert einerseits Flußspat, andererseits die Quarzkriställchen und die gelartigen SiO_2 -Massen liefert. Es wird aber nur ein geringer Teil des Fluors als SiF_4 aufgetreten sein, denn die Mengen an Flußspat sind um ein Vielfaches höher als jene an SiO_2 .

Das Absinken der Geosynklinale, so wie das Auftreten der magmatischen Äußerungen geht einher mit sehr starken Bodenbewegungen, deren Anzeichen wir, wie in Abb. 1 gezeigt, auf Schritt und Tritt bemerken. Die vordiaogenetischen Brekzien gehören ebenso hierher wie die Diskordanzen unter den Bitumenlagen und die mehrfach angetroffene, ebenfalls vordiaogenetische Kreuzschichtung.

Die magmatischen Aushauchungen erfolgen ausgesprochen rhythmisch und folgen oftmals nacheinander, durch Zeiten ruhiger Sedimentation getrennt. An einem einzigen Handstück (siehe Abb. 6) sind mindestens 9 solche Abfolgen erkennbar gewesen. Könnte man die Ortstöße der seinerzeitigen Grube studieren, so würden sich sehr wahrscheinlich weit mehr dieser Abfolgen feststellen lassen.

Jedes derartige Ereignis setzt mit einem Hiatus ein, der meist mit einer Bitumenlage beginnt oder zumindest mit einer durch Bitumen dunkel gefärbten Schichte. Darüber legt sich meist Flußspat, oft mit Lagen reich an Zinkblende oder Bleiglanz oder Quarz. Zunächst sind die Erze und Gangarten wohl größtenteils als Gele ausgeflockt, die bei der Diagenese kristallisierten. Ein Teil der Erzminerale, vor allem einige Zink-

blenden, sind aber schon primär als oft stark zonare Kristalle ausgefallen, die ähnlich wie die Dolomitspatkrusten in den kolloidalen Brei deutlich einsanken (S. Abb. 28). Auch ein großer Teil des Flußspates und des Dolomitspates dürfte aber schon primär grobkörnig ausgefallen sein. Dies könnte sowohl durch den Reichtum an kristallisationsfördernden Elementen (F!) wie auch durch Erwärmen des Wassers (der abgeschnürten Bucht) bedingt sein. Fossilreste gehen dabei in grobkörnige Dolomite über und werden dadurch schwer bestimmbar. Allmählich beruhigt sich das Gebiet, es beginnt sich wieder mit mehr oder minder scharfen Grenzen normaler "Jauenkalk" abzuscheiden, der nach oben hin immer feinkörniger wird und als gleichmäßige Schichte die darunter liegenden groben und unregelmäßigen Lagen bedeckt.

Diese Ruhe hält aber nur so lange an, daß sich ein oder mehrere cm-dicke Schichten dieses "Jauenkalkes" absetzen können, dann beginnen die magmatischen Äußerungen neuerdings mit Bodenunruhe, Zufuhr von F, CO₂, Zn, Pb, Ba usw. Dies geht fort, bis sich etwa 1 m dieser "Erzfazies" abgesetzt hat. Dann beruhigen sich die Verhältnisse auf lange Zeit, in der sich die zwischen dem Hauptlager und dem 1. Hangendlager befindlichen 30 bis 40 m "Jauenkalk" absetzen. Dann setzten die magmatischen Äußerungen neuerdings ein, wobei sich das erste und nach einer weiteren Ruhepause das zweite Hangendlager abschied. Erst darnach beruhigte sich das Gebiet dauernd und es entstanden die normalen Ablagerungen des Wettersteinkalkes bzw. -dolomits. Es ist anzunehmen, daß die Diagenese in dem Maße durchgriff, in dem mächtigere Schichtpakete abgelagert wurden. Die zunächst kolloidal abgeschiedenen Sulfide kristallisierten vielfach zu Einkristallknoten. Soweit gemengte Gele vorlagen, entstanden vielfach die einschlußreichen Erze, wie sie in den Abb. 21 und 22 gezeigt sind.

Es konnten in der Lagerstätte Radnig keine Gefüge gefunden werden, die darauf hinweisen würden, daß bereits diagenetisch verfestigte Erzsichten aufgearbeitet und wieder abgesetzt (resedimentiert) worden seien. Wohl aber sind vielfach

resedimentierte Jaukenkalkbrocken in Form von Brekzien vorhanden, die durch Flußspat usw. verkittet sind (Abb. 17).

Wie R. CANAVAL (2) anführt, baute man einen etwa 20 m breiten Reicherzfall von Bleiglantz in einer flachen Höhe von 172 m geschlossen ab. Es scheint durchaus möglich, daß dieser Erzfall mit dem Austritt der Zubringerspalten (der geosynklinalen Absenkungsrisse) ursächlich zusammenhängt. Jedenfalls erscheint mir eine solche Deutung viel wahrscheinlicher, als diese Mulden als reine Strömungsrinnen anzusprechen, wie dies für die Nördtiroler Lagerstätten geschehen ist.

Obwohl die Zufuhr der vererzenden Elemente, wie Zink, Blei, Barium, Schwefel, Fluor und Kohlensäure noch mit den vulkanischen Ereignissen zusammenhängt, die die Tuffe lieferten, ist der Stoffinhalt der Lagerstätte Radnig seinem ganzen Charakter nach durchaus nicht vulkanisch, sondern weist auf einen in großer Tiefe liegenden Herd. Der Vulkanismus der Trias wird lediglich als "Erzbringer", nicht als "Erzspender" angesehen. Erörterungen über Beziehungen dieser Lagerstätten zur Vererzung der Ostalpen sind in (4) gebracht; es wird darauf verwiesen.

Die Erze von Radnig sind ausgesprochen prätektonisch in Bezug auf die alpidische Gebirgsbildung, die sie als Schichte mit den übrigen Schichten des "Jaukenkalkes" mitmachten. Da die Erzlager in dieser Kalkabfolge eingebettet sind, sind die Auswirkungen der alpidischen Tektonik auffallend gering, beschränken sich auf Faltung und Verstellungen an den Verwerfern. Abgesehen von diesen selbst kommen keinerlei Mylonitisierungen oder Durchbewegungen vor, sondern es herrscht das syndimentäre-diagenetisch abgebildete Erzgefüge weitaus vor.

Die Metallkomponenten sind weitgehend diffus innerhalb des Lagers verteilt, soweit man sie innerhalb der einzelnen Erz- bzw. Flußspatschichte betrachtet.

Damit ist eine kalkalpine Blei- und Zinklagerstätte in den Ostalpen beschrieben, die den exhalativ-sedimentären Typ besonders klar zeigt und leicht erreichbar ist, sodaß meine An-

gaben jederzeit überprüfbar sind. Auch sind auf den Erzhäufen und den Halden noch solche Mengen an Proben aufsammlbar, daß sie für Untersuchungen bzw. Anschliffe auf lange Zeit ausreichen dürften. Ich habe die Lage der Baue absichtlich so eingehend dargelegt, damit andere sich dort etwa für geochemische Untersuchungen selbst die Proben holen und dabei die Lagerstätte ansehen, statt sich mit "Ladenmaterial" für weitere Untersuchungen zu begnügen.

Vergleiche mit anderen Lagerstätten

Von allen mir bisher bekannten Blei- und Zinkerzlagerstätten der südlichen Kalkalpen scheint Radnig den Typus der synsedimentären Lagerstätten am reinsten zu vertreten, während Raibl im Gegensatz dazu den epigenetischen Charakter am ausgeprägtesten zeigt. Bleiberg liegt dazwischen, in Rubland scheint nach dem, was man mir zeigen konnte, der sedimentäre Einfluß bedeutender als in Bleiberg zu sein; wenigstens machen die derzeit aufgeschlossen werdenden Bereiche einen solchen Eindruck, während die alten Grubenteile fast ausschließlich an Klüfte gebunden sind. Noch stärker ist er aber anscheinend auf der Jauken, wo auch der "Jaukenkalk" sehr unruhiges Gefüge zeigt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich auch dort oder in den Bleiwänden Anzeichen von Tuffen oder zumindestens Grüngesteinslagen (pietra verde) als eingestreute Staubtuffe werden auffinden lassen.

Ein kleines, mir seit 20 Jahren bekanntes, aber völlig unbauwürdiges Blei- und Zinkvorkommen im Marchgraben bei Pirkach am NO-Fuß des Hochstadls dürfte ebenfalls den sedimentären Typus weitgehend vertreten. Im Gegensatz zu Radnig kommen dort aber große Mengen an Eisenbisulfid als Pyrit und Markasit vor, die in Radnig praktisch fehlen. Wahrscheinlich lassen sich aber weitere solche Vorkommen etwa im Raume von Mitterberg - Kreuzen - Förolach auffinden, wenn man diesen Typus nunmehr genauer kennt. Es ist geplant, in diesem Sommer (1964) darnach zu suchen.

Es wäre sehr lohnend zu untersuchen, ob alle diese Lagerstätten in etwa demselben stratigraphischen Horizont liegen, d. h. im großen und ganzen altersgleich sind oder nicht. Diesbezüglich wäre auch angezeigt, Radnig mit den Nordtiroler Lagerstätten zu vergleichen; denn es könnten sich allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten, etwa Zusammenhänge im Sinne des Deckenbaues dabei ergeben.

J. RENTZSCH (9) hat sedimentäre Blei-Zink- und Kupfer-Lagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen aus dem Balkan beschrieben. Die dortigen Erze sind aber viel bunter zusammengesetzt, enthalten reichlich Kupfererze, die hier fehlen. RENTZSCH geht auch auf die sedimentären Theorien der alpinen Erze ein, irrt aber, wenn er schreibt: "Nach der Beschäftigung mit den Anlageungsgefügen erkannte ein Teil der Epigenetiker (SIEGL 1956; CLAR 1957) die Gefüge der schichtigen Erzlager als Sedimentärgefüge an, deutete sie aber als Internäsedimente (Höhlensedimente), d. h. die Hydrothermen sollen ihren Erzinhalt in schichtparallelen Höhlenräumen abgeschieden haben. Die dabei entstehenden Gefüge sind schwerkraftbedingt ...", denn nicht ein Teil der Epigenetiker erkannte die Gefüge der schichtigen Erzlager als Sedimentärgefüge an, sondern W. SIEGL sowie E. CLAR erkannten einen Teil der schichtigen Erze als Internäsedimente. Die Internäsedimente von Bleiberg, die dem zu Grunde liegen und die mein ehemaliger Assistent W. POLESNIG anlässlich seiner Diplomarbeit dort auffand, sind etwas ganz anderes als die syngenetischen Erze vom Typus Radnig, welche hier beschrieben sind.

Hingegen scheint die Lagerstätte von Gorno, welche VACHE beschrieb (12), weitgehend dem Typus von Radnig zu entsprechen.

Obwohl ich allgemein als "Epigenetiker" angesehen werde, weil ich stets für eine Vererzung der Ostalpen eingetreten bin, die mit der alpidischen Orogenese eng zusammenhängt, hoffe ich vorstehend gezeigt zu haben, daß ich mich einer synsedimentären Deutung der Erzbildung durchaus nicht verschließe, wenn diese durch die Verhältnisse an einer Lagerstätte wahrscheinlich ge-

macht wird. Nur fehlten für unseren Raum bisher klare Beispiele dafür, an denen dieser Typus rein, ohne epigenetische Nebenerscheinungen studiert werden kann. Hingegen habe ich mich stets dagegen ausgesprochen, die "epigenetischen" Erze durch eine Umlagerung sedimentär abgesetzter Erze deuten zu wollen. Ich habe auch heute noch keinen Grund, meine Meinung hierüber zu ändern. In (4) habe ich ausführlich dargelegt, wie ich mir die Beziehungen zwischen den sedimentär-syngenetisch abgesetzten, den epigenetisch gebildeten und den in "Internsedimenten" enthaltenen Erze denke.

Nachschrift Juni 1964

E. WEGMANN machte mich brieflich auf eine Arbeit von H. GÜNZLER-SEIFERT (13) aufmerksam, wofür bestens gedankt sei. In ihr wird schon 1952 auf alte Brüche im Kreide-Tertiär-Anteil der Wildhorndecke zwischen Rhône und Rhein hingewiesen. Sie stellen lang aushaltende Längsverwerfungen im Bau der Alpen dar, schon während der Geosynklinalzeit wirksam; ihre Bewegungen dauerten so lange, bis das Gewicht der Decken an der Oberfläche nicht mehr genügte, die Tiefenregion anzuregen (persistente Brüche). Die von mir entwickelten Gedanken über die Längsrisse, denen die Vererzung folgte, stimmen ausgezeichnet mit jenen von GÜNZLER-SEIFERT überein und zeigen, daß gewisse Grundvorgänge der alpinen Gebirgsbildungen in den gesamten Alpen immer wieder gleichartig erkennbar sind, auch wenn von ganz verschiedenen Seiten, wie West- und Ostalpen und von verschiedenen Fragestellungen (alpiner Deckenbau, Vererzung) ausgegangen wird.

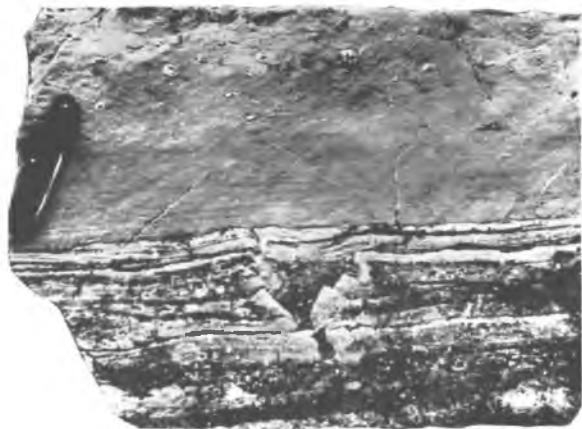
Meinen Assistenten Dr. J. G. Haditsch und E. Korschitz danke ich für die Mitwirkung an der durch ungünstige Witterungsverhältnisse erschwerten Vermessung, ihnen und allen anderen Mitarbeitern für die eifrige Mithilfe, meiner Frau überdies für die vielen Mikroaufnahmen, von denen die hier gebrachten nur einen kleinen Teil darstellen.

Schrifttum

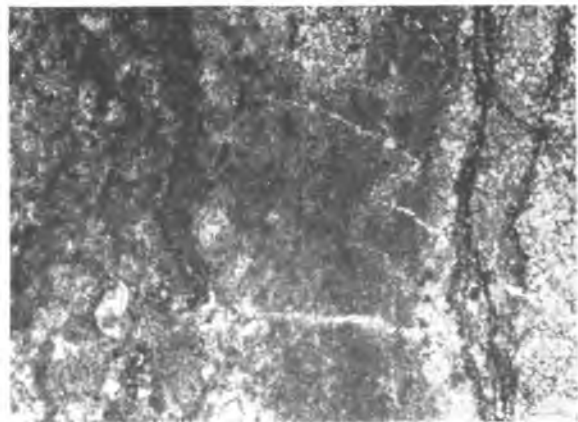
Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis ist in (4) enthalten und sei darauf hingewiesen.

1. BEMMELEN van R. W. Beitrag zur Geologie der westlichen Gailtaler Alpen. Jb. geol. B. A. 100, 1957, 179-212 und ebenda, 104, 1961, 213-237.
2. CANAVAL R. Die Blei- und Zinkerzlagerstätten des Bergbaues Radnig bei Hermagor in Kärnten. Car. II, 2, 1898, S. 1-15 (des Sonderdruckes).
3. EHRENBERG H., A. PILGER u. F. SCHRÖDER, Das Schwefelkies-Zinkblende—Schwerspatlager von Meggen, Beih. Geol. Jb., 12., Hannover 1954, 352 S. (H. 7 d. Monographie Deutscher Blei-Zinkerzlagerstätten).
4. FRIEDRICH O. M. Zur Genesis der Blei- und Zinklagerstätten in den Ostalpen. N. Jb. Min. Moh. 1964, 2, 33-49.
5. GEYER G. Zur Stratigraphie der Gailtaler Alpen in Kärnten. Verh. geol. R. A. 1897, 114-127 und Erläuterungen zur geolog. Karte Nr. 71, Oberdrauburg-Mauthen. Geol. R. A. 1901.
6. Grubenkarten:
 - a) Aug. PICHLER. Grubenkarte des Zinkblende-Bleibergbaues bei Hermagor, gehörig der Frau Josefine Eder. 1:500, 1893.
 - b) Mappe von den kaiserl. königlichen Bleibergbau am sogenannten Radnigberg an der südlichen Seiten des nördlichen Gebirgs ober den Marktflecken St. Hermagor in Geilthal, Landes Oberkärnten. Neu aufgenommen und mappirt in Augustmonat 1791 und in Monat Februar 1792 durch Josef Florian, Einfahrer.
 - c) Profil von Radniger Bergbau, verfärtiget 10. April 1799.
 - d) Profil zu der im Jahre 1792 gefertigten Mappe vom Bleibergbau Radnigberg an der gezeichneten Grundlinie auf Stunde 18. 30' zu stellen ist, Verfasser?
7. HOLLER H. Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätten. Car. II, 7, Sonderheft. Klagenfurt 1936, 1-82.
8. PILGER A. und R. SCHÖNENBERG. Der erste Fund mitteltriadischer Tuffe in den Gailtaler Alpen (Kärnten). Zt. d. Geol. Ges. 110, 1958, 205-215.
9. RENTZSCH J. Zur Entstehung der Blei-Zink-Kupfer-Lagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen des Nordwestbalkans. Freiburger Forschg. C 166, 1963, 1-100.

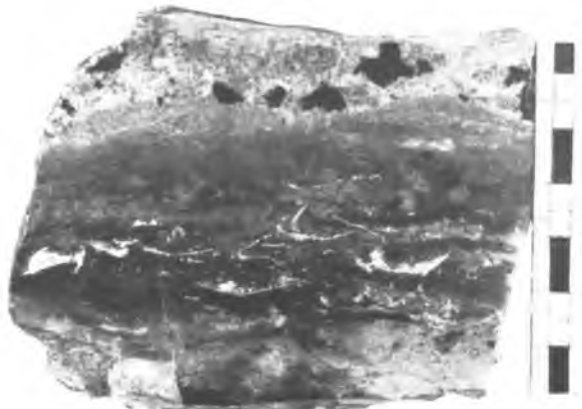
10. SCHNEIDER HJ. Die sedimentäre Bildung von Flußspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. Abh. bayr. Akad. 66, Mn, 1954, 1-37.
11. TAUPITZ K. Chr. Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typus "Bleiberg". Erzmetall 7, 1954, 343-349.
12. VACHE R. Feinstratigraphische Untersuchungen an den erzführenden Schichten der Lagerstätte von Gorno (Bergamasker Alpen). Diss. München 1962.
13. GÜNZLER-SEIFERT H. Alte Brüche im Kreide/Tertiär-Anteil der Wildhorndecke zwischen Rhone und Rhein. Geol. Rdsch. 40, 1952, 211-239.



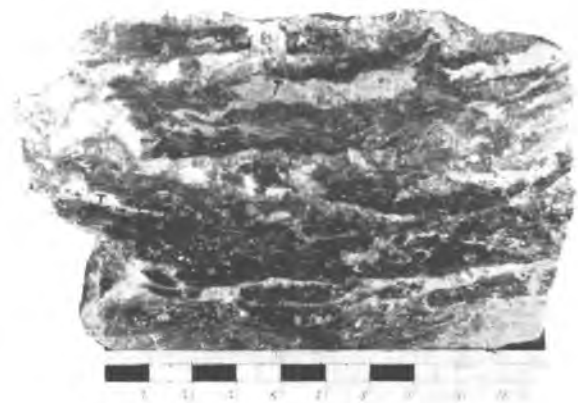
1



2



3



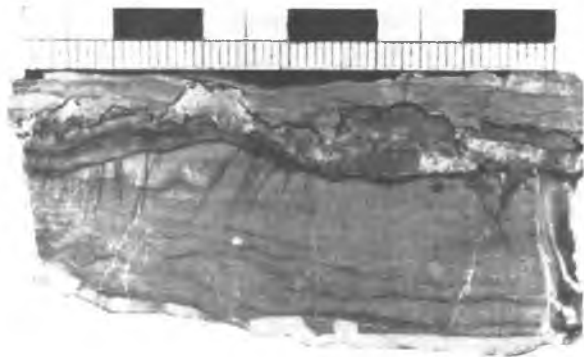
4



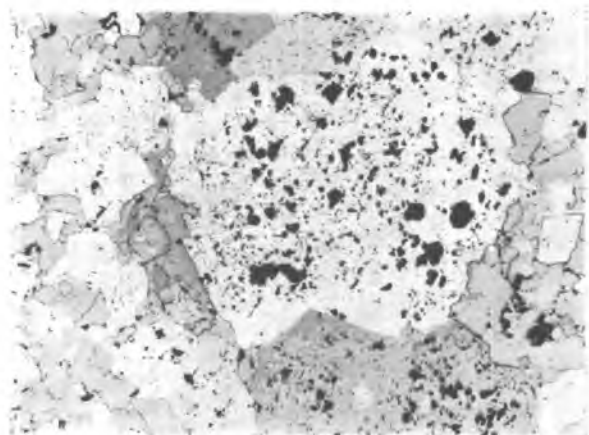
5



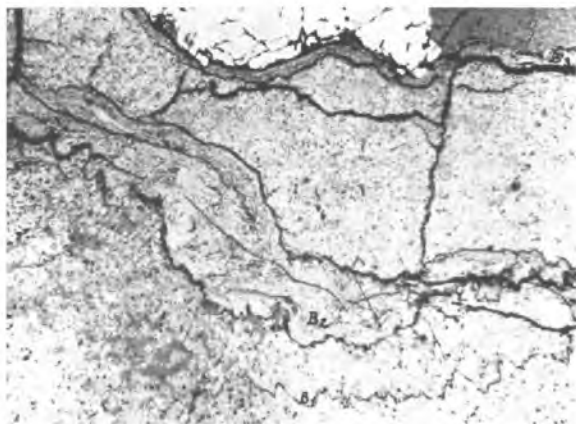
6



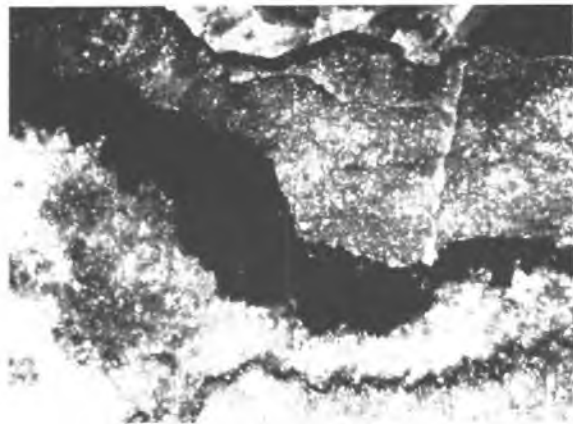
7



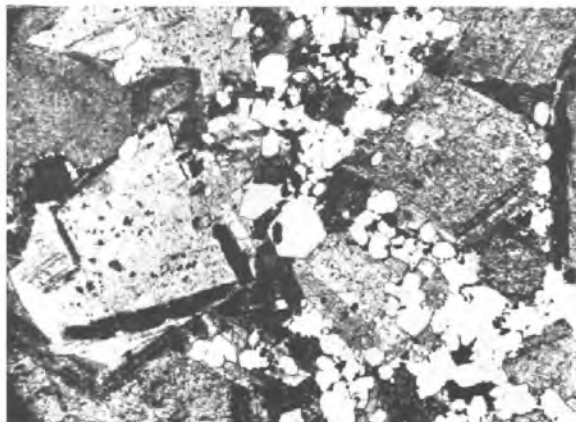
10



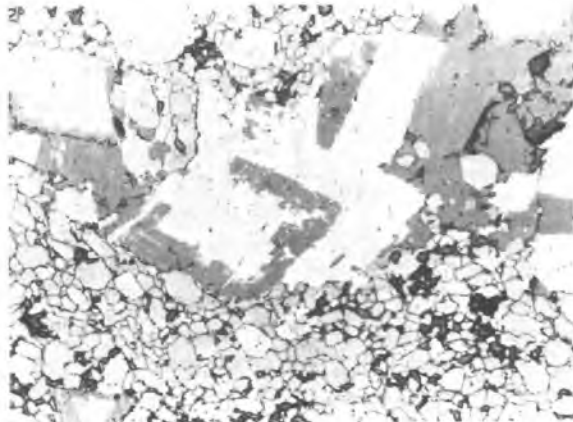
8



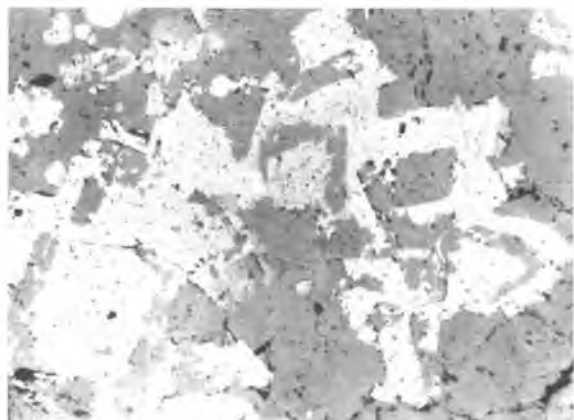
9



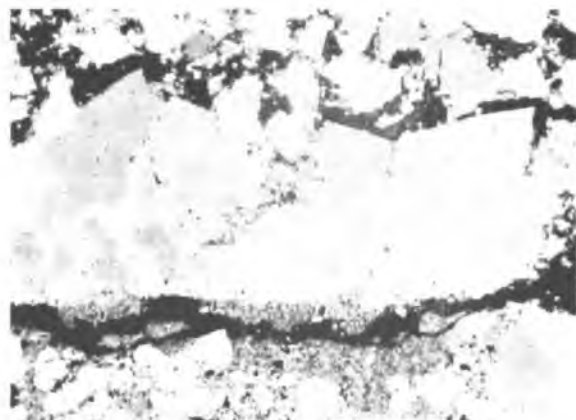
11



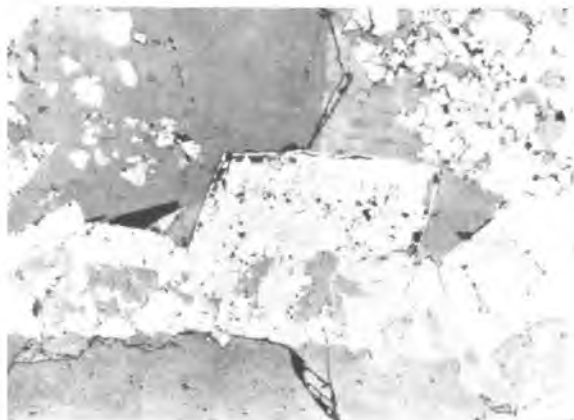
12



13



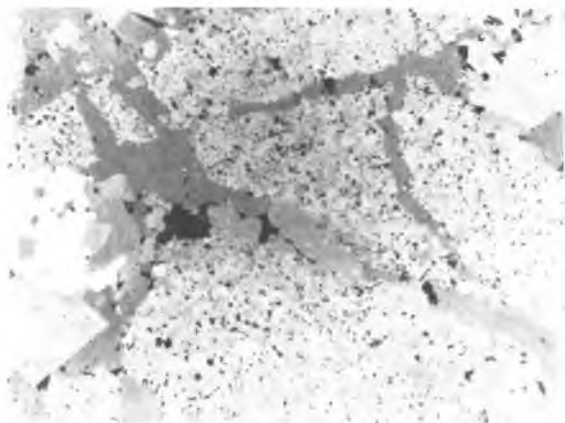
14



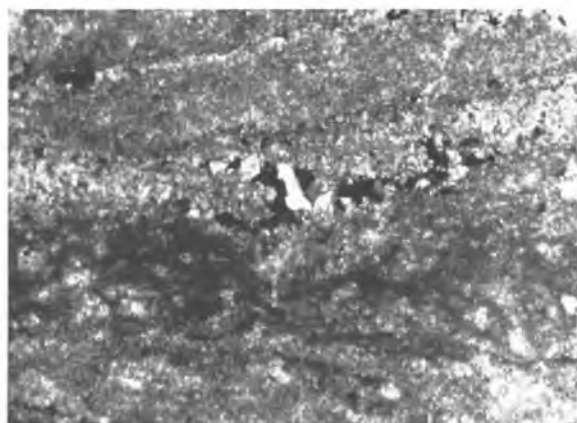
15



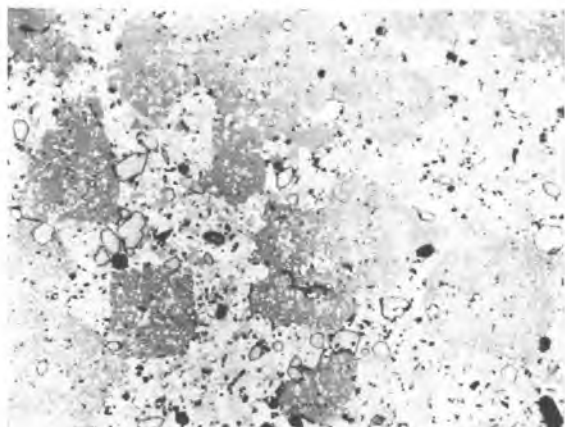
16



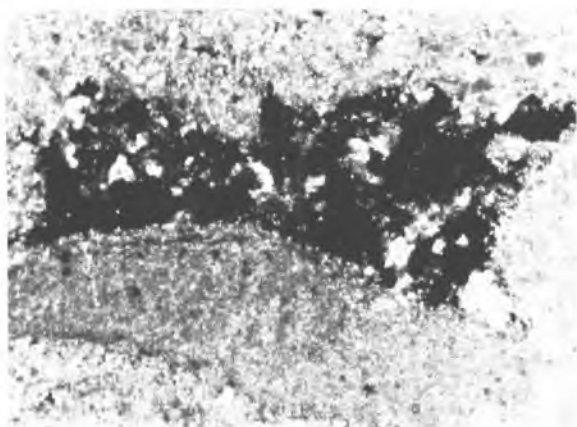
17



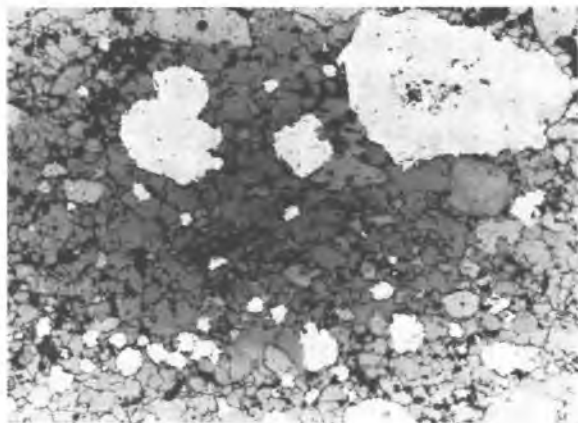
18



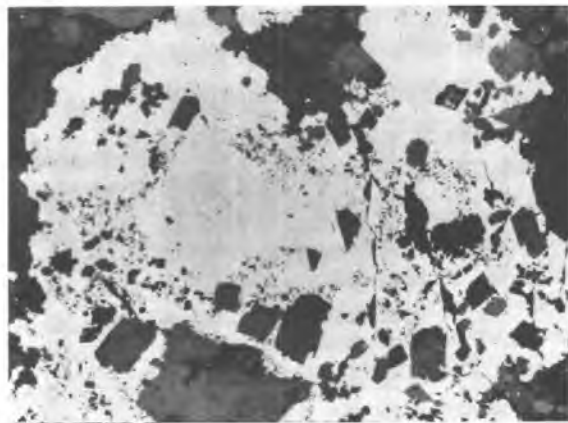
19



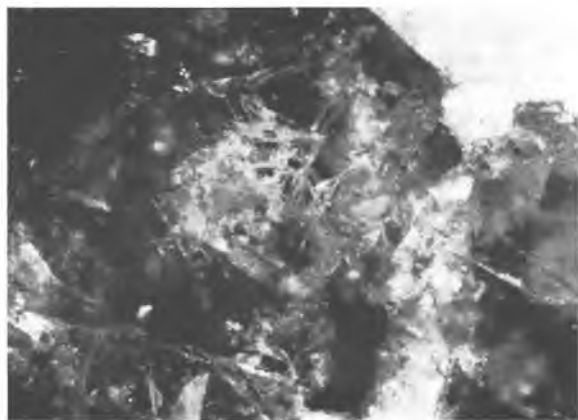
20



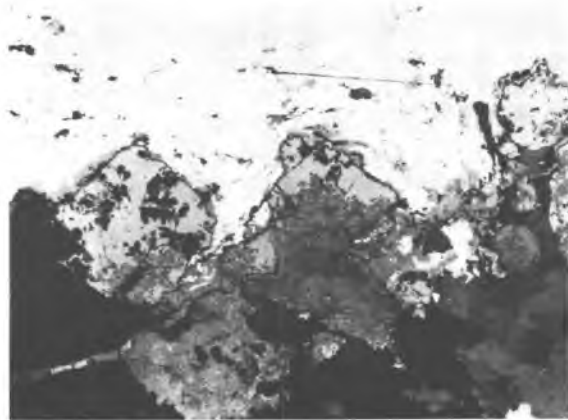
21



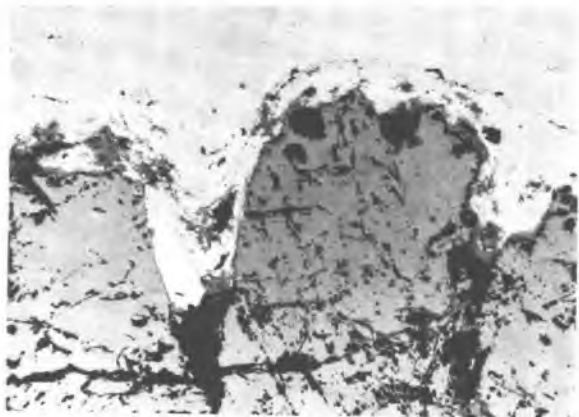
22



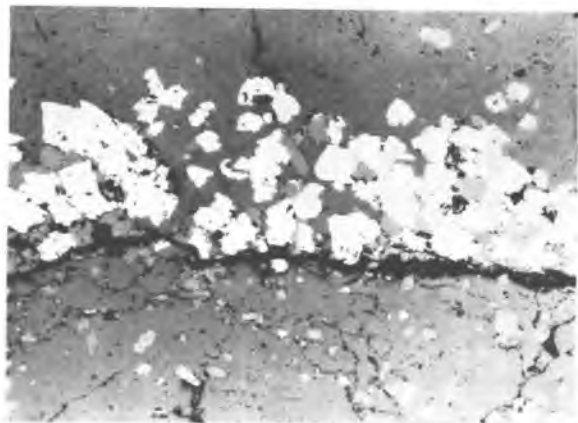
23



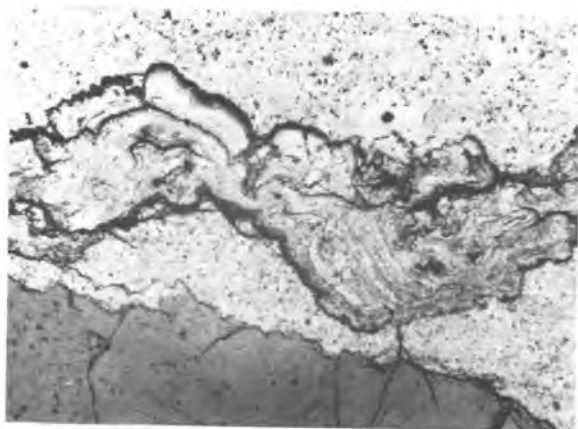
24



25



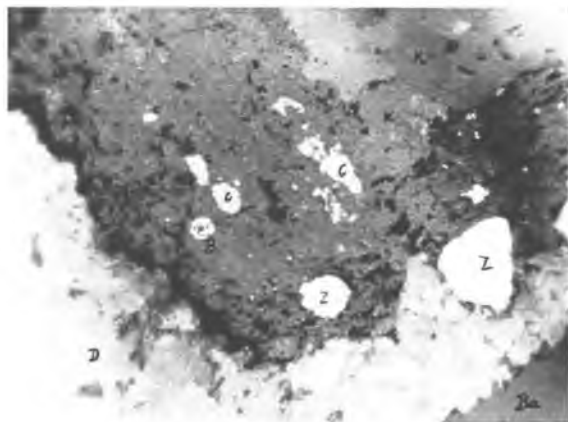
26



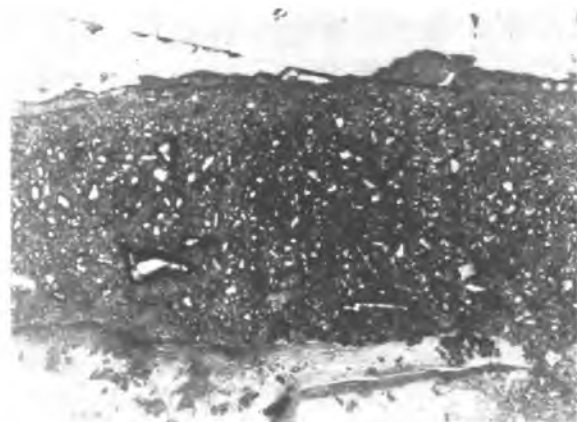
27



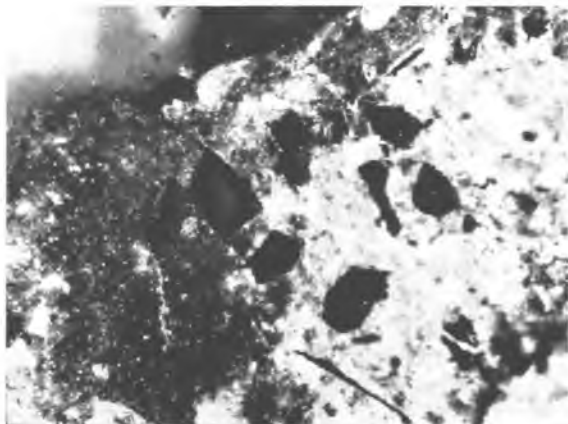
28



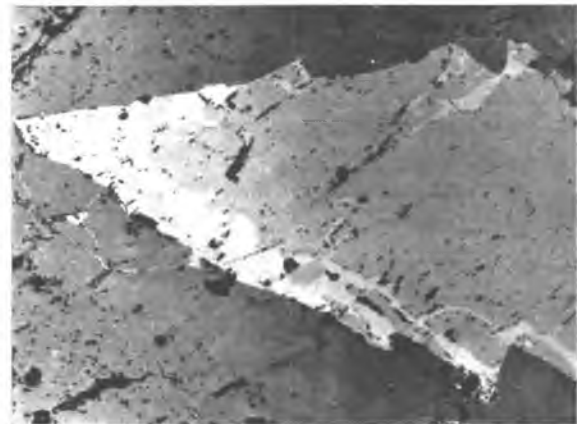
29



30



31



32

Text zu den Abbildungen

Abbildung 1:

Großer Block (Maßstab 1 : 3) am "unteren Weg" nördlich des letzten Schurfschachtes. Unten gut geschichteter, hell- bis dunkelbrauner "Jaukenkalk", reich an Fossilresten. Darüber ist der Absatz (Sedimentation) plötzlich unterbrochen worden. Es folgen bitumenreiche, dunkle Schichten, wechselnd mit hellen in cm-dicken Lagen. Die beiden obersten Lagen sind bereits nach dem störenden Ereignis abgelagert worden. Die oberen grauen Schichten zeigen ruhigen Absatz, nach oben hin werden sie gröberkörnig und fossilreich. Umkopiert nach einem Farbdia.

Abbildung 2:

Feinkörniger "Jaukenkalk", wellig-lagig, wechselt über Bitumen-Lagen mit gröber körnigem. In Kleinhöhlen-etwas Flußspat. Diagenetische Risse durch Flußspat und Dolomit ausgefüllt. Fossilreste. Dünnschliff RD 6; 50 : 1.

Abbildung 3:

"Erzlager". Unten hellbrauner, mittig dunkler "Jaukenkalk" enthält Dolomitkrusten (weiß), vielfach gebogen, oft mit deutlich kenntlichen Kristallspitzen nach oben und Zinkblende. Diese ist in der Lage über den Dolomitkrusten besonders angereichert. Dieser mittlere Teil des "Jaukenkalkes" besteht hauptsächlich aus Flußspat. Zu oberst Lage aus grobspätiger Zinkblende (grau) und etwas Bleiglanz (schwarz). Anschliff 2135.

Abbildung 4:

"Erzlager" aus dunklem, feinkörnigem Flußspat, grobkörnigen Flußspatlagen und Zinkblende, Krusten und gefüllte Kleinhöhlen aus Dolomitspat und reichlich Tufflagen (T). Groß-Anschliff 2134.

Abbildung 5:

Große Erzstufe, in der Lagen aus dunklem "Jaukenkalk" und solche aus Flußspat, Zinkblende und Dolomitspat vielfach aufeinander folgen. Näheres im Text. Vor dem Mundloch des Erzherzog Franzstollens.

Abbildung 6:

Flußspatreicher "Jaukenkalk" (dunkelgrau) in Schollen und Lagen wird durch weißen, grobspätigen Flußspat (Hauptmasse) und Zinkblende (B) verkittet. Zwickel spärlich mit Kalkspat (Ca) gefüllt. Großschliff 2138.

Abbildung 7:

Erztyp 3. Zu unterst eine Lage aus weißem Flußspat, darüber gebänderter "Jaukenkalk" mit feinen Bitumenlagen. Eine dicke Bitumenlage läßt Bitumenstreifen nach unten absinken; darüber Flußspat und Zinkblende, die von "Jaukenkalk" in kleinen Schollen überlagert werden. Eine dünne Bitumenlage deckt das alles

diskordant ab und über sie folgt gewöhnlicher Jaukenkalk, Näheres im Text. Schliff 2140.

Abbildung 8:

Unten im Bild liegt feinkörniger "Jaukenkalk"; über einer bitumenführenden Sutur (B₁) folgt gröberer "Lagerdolomit" mit Flußspat und etwas Quarz (beide dunkelgrau). Darauf liegt eine dicke, "geflossene" Bitumenlage; auf sie folgt schwach zerbrochener, feinkörniger "Jaukenkalk", dann noch eine Bitumenlage. Über dieser liegt Zinkblende (weiß, oben, Mitte) und Flußspat (grau, rechts oben). Schliff 2099, 40 : 1.

Abbildung 9:

Dieselbe Stelle wie Abb. 8, aber unter gekreuzten Polarisatoren. Die Bitumenlagen (schwarz) treten gut hervor, auch die örtliche Durchtränkung des "Jaukenkalkes" mit wolkig verteiltem Bitumen.

Abbildung 10:

Grobe Dolomitspatkörner sind siebartig voller Poren; vereinzelt Quarzkörner, Spur Pyrit. Anschliff 2083, 100 : 1.

Abbildung 11:

Stark zonare Spatdolomite sind sehr porig und umschließen viele Quarzkristalle (lichtgrau, glatt) und wenig Flußspat (dunkelgrau, glatt). Anschliff 2087, 100 : 1, geätzt mit 30 % Al-Nitratlösung.

Abbildung 12:

Unten "Jaukenkalk" bzw. "Lagerdolomit", an dieser Stelle hauptsächlich aus Quarzkörnchen bestehend, darüber grobkörnige Lage aus stark zonarem Dolomitspat (fast weiß) und Flußspat (grau), sowie wenig Quarz in Kristallformen. Oben folgt wieder quarzreicher "Lagerdolomit". Spur Zinkblende (weiß, unter der Mitte). Anschliff 2122, 100 : 1.

Abbildung 13:

Nest bzw. Ende einer Dolomitkruste aus stark zonarem Dolomitspat in Flußspat (grau, glatt), etwas Zinkblende. Anschliff 2117, 100 : 1.

Abbildung 14:

Unten "Lagerdolomit", darüber eine Bitumenlage (schwarz), darauf Kruste aus Dolomitspat mit Kristallspitzen nach oben. Darüber legt sich wieder Bitumen und ganz oben folgt wieder "Lagerdolomit". Anschliff 2094, 40 : 1.

Abbildung 15:

Über einer Lage aus grobkörnigem Flußspat liegt eine Kruste aus stark zonarem Dolomitspat mit freien Kristallspitzen nach oben. Darüber grobkörniger Flußspat mit Dolomit, etwas Zinkblende (weiß) und Quarzkristallen. Anschliff 2117, 40 : 1.

Abbildung 16:

Über "Jaukenkalk" = Lagerdolomit (unten) liegt ein Nest (eine gefüllte Kleinhöhle?) aus Kalkspat (dunkel, da mit 10 % Al-Nitratlösung geätzt). In ihm und randlich um den Lagerdolomit grobkörniger Dolomitspat in scharfen, ab und zu deutlich zonalen Kristallen. Anschliff 2118, 100:1.

Abbildung 17:

Brekzie auf "Jaukenkalk", verkittet durch Flußspat (dunkelgrau, glatt), Dolomitspat und Zinkblende (weiß). Anschliff 2133, 100:1.

Abbildung 18:

Kleine Höhlen in "Jaukenkalk" sind gefüllt mit Flußspat (schwarz), Quarz und Dolomitspat (verschieden grau). Im "Jaukenkalk" weiß verteiltes Bitumen; Fossilreste, Dünnschliff D8, 50 : 1, gekreuzte Polarisatoren.

Abbildung 19:

"Lagerdolomit" besteht aus Einsprenglingen von Flußspat (dunkelgrau) und Quarzkriställchen in mittelkörniger Dolomitgrundmasse. Anschliff 2094, 100 : 1.

Abbildung 20:

Über gewöhnlichem "Jaukenkalk" (links unten) eine feinkörnige Lage mit eingestreutem Tuffmaterial. Darüber ein Nest aus Flußspat (schwarz) und Dolomitspat (weiß bis grau). Oben wieder Jaukenkalk. Die freien Kristallecken des Flußspates zeigen (namentlich rechts) nach oben (schwerkraftgerichtetes Wachsen). Dünnschliff D8, 50 : 1.

Abbildung 21:

"Jaukenkalk", hier bestehend aus einem Pflaster aus Quarzkörnchen + Flußspat + Dolomit (alle grau) und Kalkspat (schwarz, da mit 10 % Al-Nitratlösung weggeätzt!), sowie etwas Bitumen enthält Zinkblende (weiß) in großen Knollen und in kleinen, deutlich schichtig angeordneten Rundlingen. Die Zinkblendekörner enthalten Grundmasse-Einschlüsse. Anschliff 2100, 100 : 1.

Abbildung 22:

Nest aus Zinkblende (weiß) mit reinem Kern und Schichten mit feinen und groben Einschlüssen; die groben sind vorwiegend Dolomitspat. Grundmasse: "Lagerdolomit" mit viel Flußspat, Dolomitspat und etwas Quarz. Anschliff 2122, 100 : 1.

Abbildung 23:

Sagenit (helle Nadeln) in Zinkblende (dunkel). Rechts oben Dolomitspat. Anschliff 2098, gekreuzte Polarisatoren, 100 : 1.

Abbildung 24:

Bleiglanz (weiß, oben), gelförmig über Zinkblende (graue, narbige Körner) abgelagert, enthält feinste Tonteilchen und etwas Kalkspat. Unten Flußspat (schwarz) und Dolomit (grau). Die Zinkblende ist weitgehend zu Zinkspat verwittert. Anschliff 2086, 100 : 1.

Abbildung 25:

Bleiglanz (weiß, oben) gelförmig über Zinkblende (grau) abgelagert. Im Bleiglanz, der etwas angewittert ist, feinste Tonteilchen, die zeigen, daß das PbS-Gel etwas geflossen ist und zwischen die Zinkblendekörner "einsackte". Anschliff 2089, 100:1.

Abbildung 26:

Über dunkelbraunem Flußspat mit etwas Dolomitspat und Quarzkriställchen liegt eine Bitumenlage (schwarz). Darüber grober, heller Flußspat mit viel, lagig angeordnetem Bleiglanz (weiß), etwas Dolomit und Quarz. Anschliff 2125, 100 : 1.

Abbildung 27:

Über "Jaukenkalk" eine dicke Lage aus "geflossenem" Bitumen (mit Dolomit, Flußspat, Pyritfünkchen). Darüber Lage aus Dolomit, bedeckt mit dünner Bitumenhaut, auf die grobkörniger Flußspat (dunkelgrau, oben) folgt. Anschliff 2099, 100 : 1.

Abbildung 28:

Eine Bitumenschichte (dunkelgrau, lagig) über "Jaukenkalk" ist unter einem groben Zinkblendekorn (weiß) nach unten eingedrückt. Anschliff 2106, 40 : 1.

Abbildung 29:

Feinbau einer Bitumenlage: kohlige Krümel (hellgrau, C), "vererzte Bakterien" (B, weiß), Zinkblendekorn (weiß, Z). Oben Kalkspat (K), unten Dolomit (D) + Flußspat (F) und etwas Schwerespat (Ba). Anschliff 2095, 320 : 1.

Abbildung 30:

Tufflage über "Jaukenkalk" (bzw. Flußspat + Lack, im Bild nicht zu unterscheiden). Oben grobkörniger Flußspat (fast weiß). Im Tuff viel Ilmenit (weiße Körner). Anschliff 2134, 100 : 1.

Abbildung 31:

Tufflage (fleckig, rechts herauspoliert, daher unscharf) umschließt viel Ilmenit (dunkle Körner). Oben links Lack und Flußspat (grau, glatt). Anschliff 2134, 150 : 1.

Abbildung 32:

Dolomitspat-Rhomboeder (lichtgrau, Mitte) ist gerichtet verwachsen mit Zinkspat (weiß). (Primär gebildeter Zinkspat?). Anschliff 2138, 130 : 1.