

DIE VERERZUNG DER OSTALPEN,
GESEHEN ALS GLIED DES GEBIRGSBAUES

Von
O. M. FRIEDRICH (Leoben)

Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen. 8. Bd. , 1968, 1-136

Dem Andenken an

GUSTAV HIESSLEITNER

(1892 bis 1964),

den erfahrenen Bergmann

und Lagerstättenforscher

gewidmet.

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung (Summary)	4
Einleitung	5
Gruppengliederung, Allgemeines	10
A. Alte Lagerstätten	12
I. Vorvariskische Lagerstätten	13
II. Variskische Lagerstätten	24
B. Alpidisch gebildete Lagerstätten	29
I. Lagerstätten des Geosynklinal-Stadiums	29
Allgemeines	29
1. Spatmagnetitlagerstätten	44
2. Eisenspatlagerstätten	45
3. Kupferkiesgänge von Mitterberg	49
4. Kieslagerstätte Schwarzenbach/Dienten	51
5. Blei-Zinklagerstätten in den Kalkalpen	53
6. Flußspat in Guttensteinerkalk	58
7. Gips im Bunten Keuper	59
8. Manganvorkommen im Lias	59
9. Bauxit	60
II. Lagerstätten der Orogenese	60
Synorogene Mineralisationen	61
1a. Talk- und Asbestbildung	61
1b. Weißschiefer (Leukophyllite)	64
2a. Alpine Kieslager im allgemeinen	65
2b. Kieslager in Serpentin	66
3. Alpine Lagergänge	66
a. Goldlagerstätte Schellgaden	67
b. Ag-Cu Kronbach	72
c. Ag-Cu-Gänge	72
d. Ag-Pb-Lagerstätten	73

	Seite
e. Grazer Pb–Zn-Lagerstätten	74
f. Gurktaler Pb–Zn-Lagerstätten . . .	75
g. Schneeberger Pb–Zn-Lagerstätten .	76
h. Lagerstätten um das Engadiner Fenster	77
i. Lagerstätten um das Wechselfenster	79
III. Subsequente Vererzungen	80
1. Kiese der subsequenten Abfolge	81
2. Zug Innerkrems–Hüttenberg	84
3. Tauerngoldgänge	87
4. Alpine Zerrklüfte	90
5. SO-Kärntner Herd	91
6. Hg- und Sb in Süd- und Ostnarben . .	91
7. Lagerstätten an inneralpinen Ein- brüchen	94
IV. Lagerstätten in den Südalpen, Dina- riden usw.	96
V. Anhang	98
a. Allgemeines über geosynklinale Lagerstätten	98
b. Stellungnahme zu H. SCHNEIDER- HÖHN	103
C. Nachalpidische Lagerstätten	105
1. Fe-, Mn-Erze und Verwandte	105
a. auf Serpentin	105
b. Karsteisenerze	105
c. Manganvorkommen	107
2. Seifenlagerstätten	107
3. Kohlen, Tone, Schotter usw.	108
Übersicht	109
Rückblick	110
Schrifttum	116

Zusammenfassung

Neben ganz alten Lagerstätten kommen solche aus der Zeit der variskischen Gebirgsbildung vor, doch sind alpidisch entstandene weitaus zahlreicher und wichtiger. Diese gehören teils dem Geosynkinalstadium an, wie die Mitterberger Kupfererzgänge, die Spatmagnesite und Eisen-spatlagerstätten, jene von Pb und Zn in den Kalkalpen. Zufuhrwege sind die Senkungsrisse der Geosynklinale. Andere Lagerstätten entstanden bei der Orogenese, so die verbreiteten Lagergänge, während ein Teil der Kieslager dem initialen Magmengeschehen zuzuordnen ist.

Dem subsequenten Magmatismus sind Kieslager in der Kreuzeckgruppe zuzuordnen, auch der Erzzug Innerkrems-Hüttenberg. Um bestimmte, tektonisch geprägte Gebiete (Engadiner- und Wechsel Fenster) sind Lagerstätten gehäuft. Subsequent sind auch die Tauernerze. Im S liegt ein weiterer Herd, der zu den Lagerstätten in den Südalpen überleitet, ebenso verbinden Sb(+Hg)-Lagerstätten am Ostrand die Vererzung mit jener der Slowakei. Nachalpidisch sind nur einige Limonitvorkommen und Goldseifen.

Summary

Apart from very old ore deposits there are also some of Variscian age, but those of Alpidic time are by far more numerous and more important. These deposits belong in part to the geosyncline stage, as p.e. the copper veins of Mitterberg, the coarse grained magnesite and siderite deposits or the lead-zinc deposits in the Calcareous Alps ("Kalkalpen"). The submersion fissures of the geosyncline were the ways for the importation of the solutions. Other deposits were formed during the orogenesis, p.e. the wide-spread bedded veins. A part of the bedded sulphide veins ("Kieslager") must be coordinated with the initial magmatic events.

The subsequent magmatism is to be connected with the sulphide veins of the Kreuzeck massif, also with the string of deposits Innerkrems-Hüttenberg. Around certain, tectonically formed areas (Engadin and Wechsel Windows) deposits are accumulated. Also the veins of the Tauern area belong to the subsequent magmatism. In the southern region there existed another centre of mineralization, which leads over to the deposits of the Southern Alps; this in the same way like at the eastern border of the Alps anti-mony (+mercury) ore deposits do it to the ore mineralization of Slovakia. Of postalpidic age there are only some limonite deposits and gold placers.

Einleitung

Es ist wohl allgemein bekannt, daß die Ostalpen zahlreiche kleine und arme Lagerstätten bergen, zwischen denen nur da und dort eine größere eingestreut ist, die auch den heutigen Anforderungen des Bergbaues entspricht. Wieviele es sind und welcher Art sie sind, darüber wissen wir erst richtig Bescheid, seit ich zur Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft 1953 in Leoben eine Lagerstättenkarte (75) herausgab, deren Druckkosten damals die Magnesitwerke Radenthein trugen. Inzwischen sind in einigen Gebirgsgruppen weitere Lagerstätten dazugekommen, so vor allem in der Kreuzeckgruppe, in der ich durch 7jährige Feldarbeit zahlreiche früher unbekannte Vorkommen ermitteln konnte. Eine Übersichtskarte dieser Lagerstätten habe ich in der Monographie über diese Lagerstätten (87) vorgelegt, sodaß die Karte darnach ergänzt werden könnte.

Ich hatte auch vorgehabt, die wichtigsten tektonischen Linien in diese große Lagerstättenkarte aufzunehmen. Da damals geeignete Unterlagen zu diesem Vorhaben nicht verfügbar waren, es andererseits wegen der rechtzeitigen Herausgabe der Karte zur Tagung auch nicht möglich war, diese Linien aus dem geologischen Schrifttum mühsam erst zu erarbeiten, mußte dies unterbleiben. Inzwischen sind sowohl von der Geologischen Bundesanstalt wie auch von verschiedenen Forschern solche Unterlagen veröffentlicht worden, sodaß es heute leicht wäre, diese Leitlinien in eine etwaige Neuauflage einzutragen. Leider fehlt es jetzt an Geld für eine solche. Dafür sind für den österr. Teil der Ostalpen von der Geologischen Bundesanstalt sowohl eine Lagerstättenkarte (151) wie auch eine geologisch-tektonische Karte (8) herausgekommen; erstere allerdings ohne mich als Herausgeber einer ersten solchen Karte zu nennen,

obwohl sie offensichtlich als Unterlage sehr wesentlich benutzt wurde. Man sollte meinen, daß eine Anstalt, die unter ihren früheren Leitern einen allgemein anerkannten guten Ruf erworben hatte, es nicht nötig haben sollte, eine wesentliche Kartenunterlage ins Archiv einzureihen, um dann nur anführen zu brauchen: "Arbeitsgrundlagen Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt"!

Ich hatte vor einigen Jahren vorgehabt, mit meinen Mitarbeitern die gesamten Lagerstätten der Alpen wissenschaftlich zu bearbeiten. Es waren vier Jahre Geländearbeit vorgesehen gewesen. Da weder ich, noch meine Mitarbeiter die hohen Kosten ganz aus eigener Tasche tragen konnten, hatte ich einen Antrag an den Österreichischen Forschungsrat um Bereitstellung der nötigen Mittel gestellt. Mit dem Hinweis, ich müßte erst nachweisen, daß ich mich wohl moderner Hilfsmittel dabei bedienen würde, wurden mir diese Mittel verweigert bzw. ich verzichtete unter solchen unwürdigen Bedingungen auf jede weitere Verfolgung dieses Ansuchens. So wollen wir uns hiermit auf die Ostalpen beschränken; ich bin aber überzeugt, daß entsprechende Überlegungen auch für die West- und Südalpen gelten. Diese Überzeugung beruht darauf, daß ich auch in diesen Teilen der Alpen manche Lagerstätten kenne, daß H. HUTTENLOCHER (134, 135) für die Schweiz schon weitgehend vorgearbeitet hat und daß bei den innigen Beziehungen zwischen dem geologischen Bau eines Landes und dessen Lagerstätten sich manche Grundzüge der ostalpinen Vererzung sinngemäß auf die Westalpen übertragen lassen.

Da immerhin ein Teil der ostalpinen Lagerstätten allgemein bekannt ist, hat man sich schon früh für diesen Teil Gedanken über deren Entstehung gemacht und leider diese Gedanken verallgemeinert. Der erste, der versuchte, die Lagerstätten der Ostalpen im Rahmen der eben aufgekomme-

nen Deckentheorie zu deuten, war mein Vorgänger B. GRANIGG (110). Er ging allerdings von der nur für einen Teil unserer Lagerstätten zutreffenden Voraussetzung aus, daß die Lagerstätten älter als der Deckenbau seien, daß sie daher mit den einzelnen Decken gewandert, daher gewissermaßen wurzellos seien. Später (1928) legte W. PETRASCHECK (180) dar, daß die Magnesitlagerstätten und jene des Eisenspates blutsverwandt seien, ja daß überhaupt der größte Teil der ostalpinen Erzlagerstätten auf einen gemeinsamen Herd zurückginge, den er in den verbreiteten Andesitergüssen der Südalpen sieht (181). Die Lagerstätten seien geologisch jung, da sie nur von Störungen betroffen würden, die auch in den miozänen Braunkohlenlagerstätten vorhanden seien.

Gegen diese Meinung traten Freund E. CLAR und ich (32) mit einer Arbeit auf, die zeigte, daß auf verschiedenen Lagerstätten der Ostalpen eindeutige Beziehungen zu Metamorphosen, vergleichbar der Tauernkristallisation, nachweisbar sind und daß die betreffenden Lagerstätten durchaus tiefmagmatischen, plutonischen Charakter zeigen, nicht vulkanischen, wie es bei einer Herleitung von einem Ergußgestein der Fall sein müßte. Auch R. SCHWINNER erhob mehrmals (213, 214, 215) scharfe Einwendungen gegen die, wie er sich ausdrückte, "unitaristische Theorie"

Während des 2. Weltkrieges hatte ich neben vielen anderen Vorkommen vor allem die Talklagerstätten des Rabenwaldes (Oststeiermark) (73) studiert und erkannt, daß diese an eine Überschiebungsbahn zweier Kristallinteildecken gebunden sind und bestimmte, enge Beziehungen zur Metamorphose zeigen.

Nach dem Krieg wurde von LEITMEIER und SIEGL (153, 154, 155, 156, 206) sowie von GOMEZ DE LLARENA (102) die sedimentäre, vor allem die saline Entstehung unserer Spatmagnesitlagerstätten heftig verfochten. In einer

eigens dazu von W. E. PETRASCHECK einberufenen Magnesit-Tagung vertrat ich die metasomatische Entstehung mit so treffenden Belegen, daß sie seither wohl allgemein als zutreffend angesehen wird (83).

Auf der Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft 1953 in Leoben vertrat H. J. SCHNEIDER (198) die Meinung, die kalkalpinen Blei- und Zinklagerstätten seien nicht, wie bisher angenommen worden war, hydrothermal-metasomatisch, sondern sedimentär, gleichzeitig mit der Ablagerung der betreffenden Schichten entstanden. In der Folgezeit entstand darüber ein lebhafter wissenschaftlicher Streit, der zu einer Aussprachetagung 1956 in München (12) und im folgenden Jahr in Villach/Bleiberg führte (11), ohne daß eine Einigung zustande kommen konnte.

Als zehn Jahre später (1963) die Deutsche Mineralogische Gesellschaft in Wien tagte und ich den Einführungsvortrag über die ostalpinen Lagerstätten übernahm, mußte ich mich für eine der beiden Meinungen entscheiden. Deshalb studierte ich verschiedene Vorkommen und fand in der kleinen Lagerstätte von Radnig bei Hermagor ein Beispiel für eine tatsächlich rein sedimentär ausgefüllte Lagerstätte (88) und konnte eine beiden Anschauungen befriedigende Deutung in der Form erarbeiten, daß auf den Zerrspalten, die sich beim Absinken des alpidischen Geosynklinaltroges bilden, Pb-, Zn-, F-, Ba-, S-, Fe-führende Lösungen aufdrangen, die in den durchströmten Kalkschichten die Erzmetasomatosen auflösten; ein dabei nicht ausgefüllter Teil ergoß sich in das darüber befindliche Triasmeer und wurde dabei sedimentär abgeschieden. Die dabei wirksamen Aufströmspalten förderten auch vulkanische Tuffe, die als Zeichen dafür zu werten sind, daß die betreffenden Setzungsrisse tatsächlich in magmatisch aktive Bereiche einschnitten und sie anzapfen konnten.

Auf der Tagung der Geologischen Vereinigung in Mainz hatte E. CLAR (35) den damaligen Stand unserer Ansichten über Zusammenhänge zwischen Gebirgsbau und Vererzungsvorgängen dargelegt; er hatte ja als Montangeologe sehr reiche Erfahrungen auf diesem Gebiet.

Da vor allem von GOMEZ DE LLARENA (103) noch immer die sedimentäre Natur der Spatmagnesitlagerstätten vertreten wurde und F. ANGEL (5) diese Gruppe aus der alpidischen Vererzung herausnehmen und an die variskische Gebirgsbildung anschließen wollte, befaßte ich mich neuerdings mit dieser Frage und konnte zeigen, daß auch die Magnesitlagerstätten vor der alpidischen Orogenese, aber doch innerhalb der alpidischen Geosynklinale entstanden sind und berichtete darüber auf der Tagung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute 1967 in Salzburg (95, 96).

Auf dieser wurde auch über die Kupfererzlagerstätte von Mitterberg (14) berichtet, über die auch eine neue Arbeit von J. BERNHARD erschien (13). Zu dieser Arbeit mußte ich mich aus mehreren Gründen kritisch äußern (92) und entwickelte eine neue Theorie über die Genesis dieses großen Gangvorkommens. Aus diesen Gedankengängen entstand eine für die ganzen Ostalpen gültige Anschauung über die Genesis, die nachstehend dargelegt wird. Ich habe darüber bereits in Vorträgen in Graz, Klagenfurt und Göttingen berichtet. Ein Kurzauszug erschien im H. 58 des Karinthin (97).

Gruppengliederung der ostalpinen Lagerstätten

In meiner Lagerstättenkarte hatte ich diese nach sachlichen Belangen geordnet und in einzelne Typen untergliedert. Für die jetzigen Betrachtungen ist eine andere Unterteilung vorteilhafter, nämlich nach ihrem Entstehungsalter, soweit sich dies angeben läßt. Zunächst schälen sich da aus der Vielzahl von Vorkommen drei große Übergruppen heraus, nämlich: A) Lagerstätten, älter als die alpidische Zeitspanne,

B) die alpidisch gebildeten Lagerstätten und schließlich

C) Lagerstätten, jünger als die alpidische Gebirgsbildung.

Jede dieser Übergruppen läßt sich dann wieder unterteilen, wobei entsprechend den sehr verschiedenartigen Verhältnissen sehr vielen Gruppen der Übergruppe B nur sehr wenige der Übergruppe C gegenüberstehen.

Außer Erzlagerstätten im üblichen Sinne beziehen wir aber auch bestimmte Minerallagerstätten in unsere Betrachtungen ein, nämlich solche, deren Genesis mit den Vorgängen der Erzlagerstättenbildung irgendwie zusammenhängen. Seit langem ist dies schon für Magnesitlagerstätten, zumindestens für die Spatmagnesite und die mit diesen eng verwandten Talklagerstätten üblich. Aber auch Vorkommen bzw. Lagerstätten von Flußspat, Schwerspat, von Phosphaten u. dgl. wollen wir berücksichtigen, allerdings die salinaren Bildungen mit Steinsalz, Gips und Anhydrit nur ganz flüchtig dort erwähnen, wo sie zeitlich aufscheinen. Kurz können auch nur die Lagerstätten von Sanden, Tonen, Bentonit usw. gestreift werden, obgleich diese wirtschaftlich

sehr wichtige Lagerstätten darstellen. Aber auch die Kohlen und verwandte Lagerstätten gehen über den Rahmen unserer Darlegungen hinaus, können ebenfalls nur an geeigneter Stelle gerade erwähnt werden, um das Bild abzurunden und zu vervollständigen.

Bei den einzelnen Gruppen und Untergliederungen können jeweils nur einzelne Beispiele eingehender besprochen werden, solche, die entweder für den betreffenden Typus kennzeichnend sind oder solche, die leicht zugänglich oder im Schrifttum schon ausführlich behandelt sind, aber auch solche, die ich persönlich genau kenne, weil hier die Gewißheit größer ist, einen typischen Vertreter zu nennen, als bei solchen, die man nur aus dem Schrifttum kennt. Ich habe gewiß im Laufe der letzten 40 Jahre viele Lagerstätten aufgesucht und glaube mit Recht behaupten zu können, mehr ostalpine Lagerstätten persönlich zu kennen als sonst jemand. Gerade diese eingehende Kenntnis unserer ostalpinen Lagerstätten versetzt mich ja in die Lage, diese Betrachtungen abzufassen.

Hatten die früheren Lagerstättenforscher bei uns meist nur punktförmig gearbeitet, d. h. nur solche Lagerstätten beschrieben, bei denen sie fachlich zu tun hatten, beispielsweise als Berater oder Gutachter, so habe ich schon von Anfang an eine systematische Bearbeitung ganzer Gruppen, wie jene vom Typus Schellgaden der Goldlagerstätten oder einzelner Berggruppen, wie der Schladminger Tauern oder der Kreuzeckgruppe bevorzugt. Nur durch diese systematische Arbeit war es möglich, die Genesis der einzelnen Typen aufzuklären.

A. Alte Lagerstätten

Als "alte" Lagerstätten bezeichnen wir jene, die vor der alpidischen Zeitspanne entstanden sind. Dabei wird der Ausdruck "alpidisch" in zeitlichem Sinne gebraucht und umschließt die Zeit, in der alle Vorgänge abliefen, die sich nach der vorhergehenden, der variszischen Gebirgsbildung (im Karbon) und vor dem Heute, also im Wesentlichen vor der Eiszeit abgespielt haben.

Dabei scheint es mir wichtig, darauf hinzuweisen, daß sich zeitlich das Ende der variszischen Gebirgsbildung, beispielsweise im Norden, etwa in Mitteldeutschland mit dem Beginn der alpidischen Geosynklinale überdecken können. Das heißt also, daß zur selben Zeit, als im Norden die variszische Gebirgsbildung ausklang, im Bereiche der Alpen schon die alpidische Geosynklinale einsetzte. Wenn man also den Beginn irgendeiner Lagerstättenbildung etwa im Unterperm anzusetzen hat, könnte man, wenn man von mitteldeutschen Verhältnissen ausgeht, diese Lagerstätte noch der variskischen Orogenese zuzählen, während man sie bei uns wegen ihres Zusammenhanges mit der alpidischen Geosynklinale und ihrer Lagerstätten in unserem Raum wohl dieser zurechnen müßte, siehe beispielsweise (116). Auch H. P. CORNELIUS (44) hat sich in diesem Sinne entschieden. Andere hingegen, z. B. jene in den "Schichten von Tregiovo" (113) und (178) sind, obwohl auch permisch, der variskischen Abfolge zuzuzählen, weil sie mit dem subsequenten Bozener Quarzporphyr und damit mit der variskischen Gebirgsbildung zusammenhängen.

Man sollte diese alten Lagerstätten noch unterteilen in I) ganz alte und II) in jene, die zusammenhängend mit der variskischen Gebirgsbildung entstanden sind. Da aber

diese alten Lagerstätten alpidisch meist weitgehend überprägt und die Unterschiede vielfach verwischt worden sind, fällt es manchmal schwer, sie entsprechend zu unterscheiden. Auch würde dies voraussetzen, daß von den betreffenden Gebieten moderne geologische Karten vorliegen. Gerade in dieser Hinsicht müssen wir beschämt feststellen, daß wir zu den typisch (geistig) unterentwickelten Ländern zu zählen und z. B. weit hinter Marokko oder den Iran einzureihen sind! Vergleicht man den Personalstand der Geologischen Bundesanstalt, deren Hauptaufgabe die Herausgabe der geologischen Karten unseres Staates sein müßte, etwa vor dem 1. Weltkrieg mit dem von heute, so wird erschütternd klar, wie wenige geologische Aufnahmeblätter seit 1945 herausgekommen sind, obwohl diese die Grundlage jedweder theoretischen Überlegung sein sollten.

1) Ganz alte (vorvariszische) Lagerstätten

Zu den ältesten Lagerstätten der Ostalpen zählen solche des Eisens und der "Stahlmetalle". Es ist bekannt, daß sich in diesen frühen Zeiten weltweit Eisenglanz-Lagerstätten vom Typus der Itabirite Brasiliens oder der Eisenerze von Krivoi-Rog (Rußland) gebildet haben. Sie sind sedimentär entstanden, daher flözartig ausgebildet und zählen zu den größten Eisenerzanhäufungen der Erde. Vertreter dieses Erztypus sind mehrfach auch in den Ostalpen bekannt und bebaut worden: so am Plankogel in der Oststeiermark und in der Pöllau bei Neumarkt (Steiermark). Leider sind unsere Vorkommen sehr bescheiden und deshalb heute unbauwürdig. Durch die schwache Metamorphose der betreffenden Schichten sind auch die Erze meist schwach epimetamorph geworden. Dadurch wird auch eine einwandfreie Zuordnung erschwert, sodaß auch eine Bildung nach Art der Lahn-Dillerze durchaus möglich wäre.

1.) Das Eisenerzvorkommen am Plankogel bei Birkfeld ist von E. CLAR (30) beschrieben worden, wurde während des Krieges von den Hermann-Göring-Werken (Linz) untersucht, in deren Auftrag auch die Gesellschaft für prakt. Lagerstätten-Untersuchung ("Prakla") geophysikalische und Herr H. BOIGK 1938 und 1939 geologische Aufnahmen durchführten.

Neben eigenen Befahrungsberichten (1940) und einer von mir aufgenommenen Grubenkarte der Hauptbaue, die in den Fig. 1 und 2 wiedergegeben sind, liegen mir zahlreiche Gutachten und Berichte vor. Ich erwähne von diesen vielen nur jene von HIESSLFETNER (1939), BILEK (1921), KRAJICEK (1942). Aus dem Jahre 1806 liegt vom Verweser Weichh. STÖCKLER eine Grubenkarte mit Schnitten vor; sie überlieferte die Namen der alten Baue.

Nach E. CLAR liegt unter dem sicheren Paläozoikum und über dem im Osten auftauchenden Kristallin eine wilde Schuppenzone aus Ton-, Kalk- und Grünschiefern mit kristallinen Anteilen. In ihr liegt die Lagerstätte, die aus zwei getrennten Vorkommen besteht: Ein Teil liegt ganz wenig (etwa 500 bis 700 m) nördlich des Plankogels (1532 m), zwischen 1150 m und 1350 m, der andere südöstlich davon im hinteren Weiztal, unferne des Gasthofes Granitzer. Wie die Karte von BOIGK zeigt, handelt es sich um getrennte Linsen, nicht — wie in manchen Gutachten vermutet wird — um Teile eines zusammenhängenden Zuges.

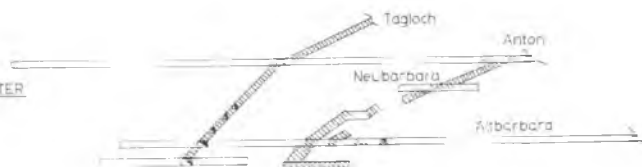
Der Querriß auf Figurentafel 1 zeigt, daß unter einem recht geschlossen durchziehenden Hauptlager ein Liegendlager vorhanden ist, unter dem noch weitere, aber sehr absätzige Linsen vorkommen. Auch die magnetische Vermessung hat bestätigt, daß im Streichen nur kurz anhaltende Linsen vorkommen, keine durchziehende Erzmasse.

PLANKOGEL - NORDSEITE

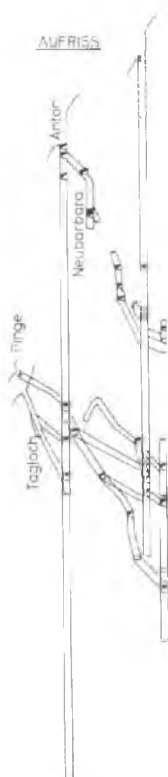
Anton - und Barbarastollen -

OFFENE STRECKEN UND BAUE ('940), AUFGEN. O.M.FRIEDRICH

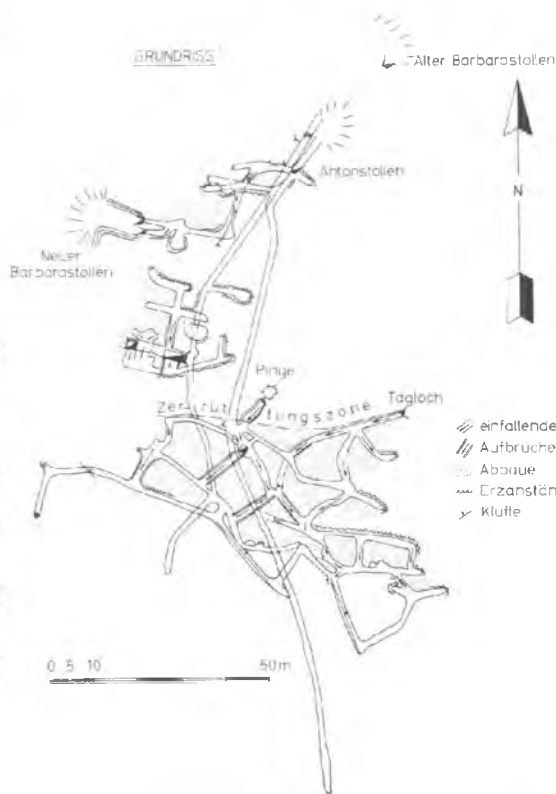
STARK VEREINFACHTER
KREUZRISS



AUFRISS



GRUNDRISS



- einfallende Strecken
- Aufbrüche, Gesenke
- Abbaue
- Erzstände
- Klüfte

Figurentafel 1: Plankogel-N-Seite. Grund- und Aufriß der Eisenerzlagerstätten; zeigt 2 Lagerlinsen, die teilweise abgebaut sind, das Haupt- und Liegendlager.

Sie hat sogar auf die geringe Durchtränkung der Grünschiefer mit Magnetit schärfer angesprochen als auf die an sich recht reichen Magnetitquarzite.

Die Erzlager stellen schichtig gebaute Hämatit-Magnetite mit Quarzlagen dar, die in Magnetitquarzit und in teilweise recht viel Ankerit führende Phyllite übergehen. Sie sind konkordant den Schichten eingelagert und wechselnd mächtig: reiche Bänke, fast aus Derberz bestehend, sind meist 0·5 m mächtig werden aber auch 2—3 m mächtig, wobei letztere aber oft recht beträchtliche Quarzgehalte aufweisen. Im Mittel dürften die bauwürdigen Lagerteile 1/2 m mächtig gewesen sein, davon dürften 0·3 bis 0·5 m auf Derberze entfallen. Streichend ist man über die Linse in ihrem bauwürdigen Bereich nicht ausgefahren, hat also nicht versucht, etwaige weitere Linsen zu erschließen, wofür wohl auch die Obertagsaufschlüsse wenig Anreiz boten. Wohl aber hat man (vergeblich) das Hangende des Hauptlagers durch den Südschlag des Antonstollens auf etwa 90 m untersucht. Bei dem Schuppenbau, den das Gebiet zeigt, wäre es durchaus denkbar, daß die Liegendlager tektonische Wiederholungen des Hauptlagers sein könnten, doch spricht die Regelmäßigkeit nicht sehr dafür, wohl aber die Zerreißungszone, die am Nordrand des Hauptlagers etwa beim Tagloch des Altbarbarastollens das bauwürdige Feld begrenzt. Einzelheiten sind im Bericht vom 2.7.1940 festgehalten, der im Archiv des Institutes aufbewahrt ist.

Die alten Baue, wie Vinzenzi, Franziskus, Maria und ein Tagebau, sowie ein Stollen W des Pöllabauer Stalles sind wohl im Gelände noch auffindbar (Lageskizze, Figurentafel 2), waren aber nicht zugänglich.

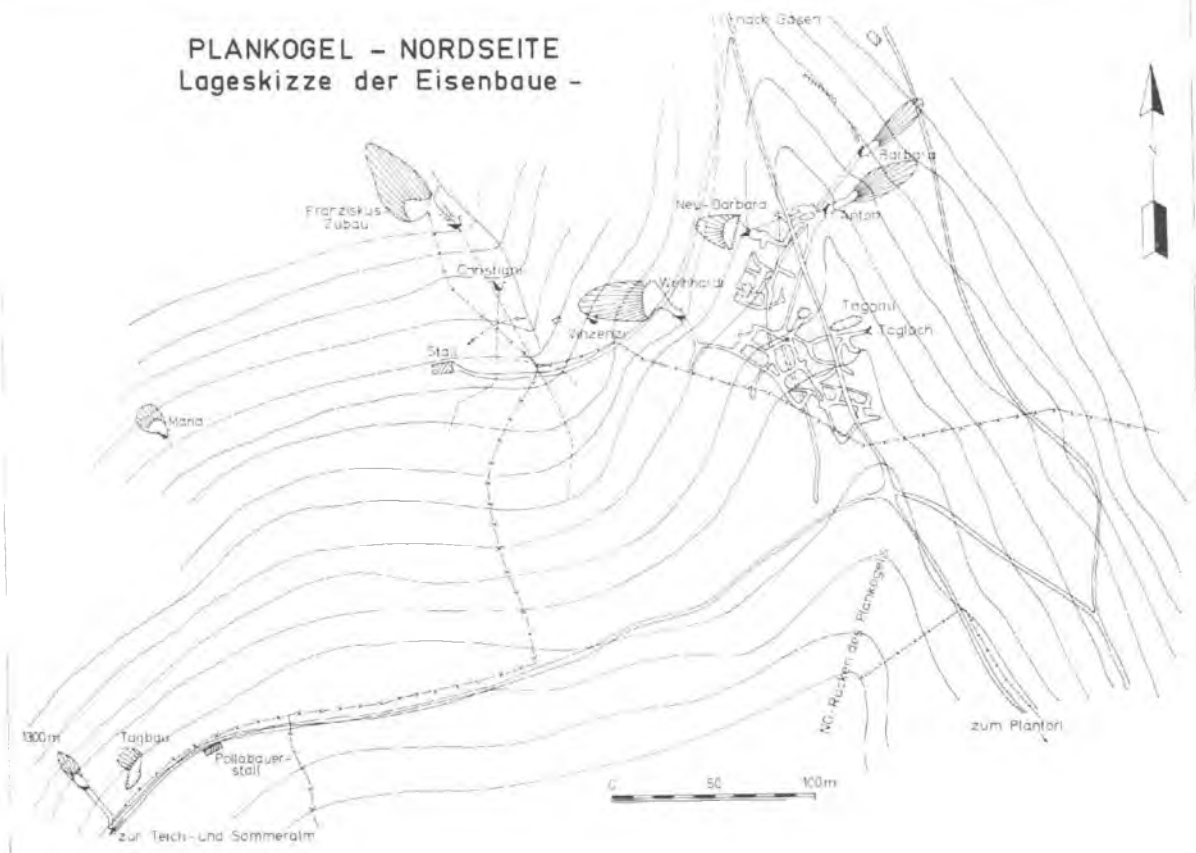
Im Aufsatz über die Eisenerze im FREUND'schen Handbuch (77) habe ich in Bild 7 einen in Eisenglanz-Quarzgrund aufgesproßten Magnetit-PorphYROblasten abgebildet. Bemerkenswert scheint mir aus geochemischen Gründen noch zu sein, daß E. KRAJICEK 1942 auf Lesestücken des südlichen Vorkommens (Stall d. Stallbauern) in Quarzgängen noch derben Zinnober auffand neben Cu führenden Kiesen (jüngere Zufuhr?).

Schließlich sei noch erwähnt, daß in den Grünschiefern (metamorphen Diabastuffen) ebenfalls schlierige Magnetitanreicherungen vorkommen, die in der magnetometrischen Karte gut aufscheinen. Sie sind genetisch aber etwas ganz anderes und leiten zu den nächsten Vorkommen über.

Baue auf ähnliche sedimentäre Eisenglanz-Magnetit-Lager befanden sich auch in der Pöllau bei Neumarkt, in Vellach bei Metnitz in Kärnten, unter der Rotrastenalm bei Reichenau (Kärnten) u. v. anderen Orten. Von mehreren liegen Grubenkarten (Pöllau), Berichte oder Gutachten in meinem Archiv. Auch K. A. REDLICH (192) bringt kurze Angaben.

2. Einen anderen Typ von oxydischen Eisenerzen stellen jene aus dem Heuberggraben bei Mixnitz dar, denen auch weitere im Breitenauergraben anzuschließen sind. Im Heuberggraben handelt es sich um dichten Roteisenstein bis Eisenglanz, begleitet von dichtem, rotem Quarz (Jaspis) (Abb. 82 in 56), wohl auf untermeerische Hydrothermen ("Exhalationen") im Altpaläozoikum zurückgehend, also ungefähr den Lahn-Dillerzen entsprechend. Sie treten leider auch nur in kleinen Linsen auf, während in der Breitenau nach E. CLAR (31) auch sedimentäre, dichte Eisenspäte (Toneisensteine) mit beträchtlichen Mangangehalten abgebaut worden sind.

PLANKOGEL - NORDSEITE Lageskizze der Eisenbaue -



Figurentafel 2: Plankogel-N-Seite: Lageskizze des Taggellandes und der Einbaue.

Ein weiteres kleines Eisenerzlager in paläozoischen Gesteinen ist von Neustift/Rosegg bei Andritz bekannt. Man hat hier eine schlierige Magnetit-Anreicherung in einem metamorphen Diabastuff (Grünschiefer) beschürft, die teilweise auch viel Eisenglanz enthält. Auf Querflüchen, die mit Quarz gefüllt sind, tritt in auffallender Weise wieder Zinnober auf. Auch nesterartige Anreicherungen von trübem (zersetztem), ehemals wohl basischem Plagioklas mit Quarz sind nicht gerade selten. Dieses an sich völlig bedeutungslose Eisenerzvorkommen erwähne ich deshalb, weil es die schönsten Martite enthält, die mir je untergekommen sind. Bilder von diesen habe ich im FREUND'schen Handbuch (77) und auch in den "Erzmineralen der Steiermark" (84) veröffentlicht. Da das Erzlager, das bis 20 cm mächtig wird, knapp unter der jungtertiären Verebnung ansteht, dürfte die Martitbildung wohl mit dieser zusammenhängen.

3. Als Beispiel für schlierige Magnetitanreicherungen, die an Diabas gebunden sind, sei auf das Vorkommen auf der Platte bei Graz hingewiesen, das nach dem 1. Weltkrieg als Tempererz kurzfristig bebaut wurde (Karte erliegt im Archiv). Es liegt nahe dem Gehöft Plattenschuster (Hell, früher Schleifer) und handelt es sich um schwach lagig angeordnete, sehr feinkörnige Magnetitgehäufte, ebenfalls weitgehend martitisiert.

Es ließen sich noch viele Beispiele dieser Art bringen, doch dürften diese wohl genügen, um darzutun, daß solche alte Eisenerzlagerstätten reichlich vorhanden sind.

Unter dem Porphyroid, der das Liegende der Eisenspat-Lagerstätte des steirischen Erzberges bildet, tritt nach HAJEK (117) ebenfalls Roteisenstein auf; auch darauf sei hier hingewiesen.

4. In paläozoischen Kalken der Umgebung des Dorfes Veitsch treten am Friedl-, am Kas- und am Heinkelkogel sedimentäre Anreicherungen von Manganspat auf, die im vorigen Jahrhundert als Manganerze bebaut wurden. Sie wurden von meinem Mitarbeiter J. G. HADITSCH bearbeitet (siehe Arbeit im 7. Band!).

Paläozoische Kalke mit beträchtlichen Mangangehalten wurden am Poludnig (204, 231) abgebaut, insbesondere waren – wie auch sonst auf Manganlagerstätten – oxydische Anreicherungen bauwürdig.

Schließlich wären auch die Rhodonitvorkommen, beispielsweise vom Plankogel bei Hüttenberg (168, 36, 3) vom Metnitztal oder von Dürnstein bei Friesach (34) hier anzuführen.

5. In vielen paläozoischen Gebieten sind Grüngesteine eingeschaltet, Diabase und deren Tuffe in metamorpher Umprägung. Im Gefolge ihrer Bildung wurden tonige Sedimente vielfach von Kiesen durchsetzt. Solche Schiefer verwittern leicht, wobei sich allerlei Al-Sulfate bilden; sie wurden früher vielfach als Alaunschiefer abgebaut. So arbeiteten 1520 bis 1590 im Oberhauser Graben östlich Schladming etwa 300 Leute auf Alaunschiefer (94). Auch an zahlreichen anderen Orten wurde Alaunschiefer gewonnen; es würde zu weit führen, sie hier alle anzuführen.

Es ist zwar nicht ausgeschlossen, doch wenig wahrscheinlich, daß solchen Alaunschieferbergbauen in paläozoi-

schen Serien auch Schiefer zu Grunde lagen, die durch den Thermen-Nachhall dieser Magmen in der Art der Propylite bzw. der Alunitisierung entstanden sind, weil Gesteine mit löslichen Salzen kaum die vielen Ereignisse seit dem Altpaläozoikum überstanden haben dürften, ohne daß die Salze ausgelaugt worden wären.

6. Wichtiger als diese waren aber Kiesanreicherungen, die heute in meist epizonaler Metamorphose als Kieslagerstätten vorliegen. Diese enthalten meist auch Kupfer- und Silbergehalte und wurden mehrfach bis in die neue Zeit hin abgebaut. Beispiele sind der bekannte Bergbau in der Walchen bei Öblarn, Teichen bei Kalwang oder Glashütten im Burgenland, auch Großstübing bei Graz.

Über den Bergbau in der Walchen liegt eine neue Arbeit von H. J. UNGER (222) vor; über erzmikroskopische Einzelheiten, insbesondere über die häufig auftretenden Myrmekite von Bournonit, Boulangerit um Fahlerzkerne, begleitet von etwas Bleiglanz, Zinkblende usw. berichtete ich (84) und veröffentlichte darüber acht Lichtbilder.

Der Kiesbergbau in der Teichen bei Kalwang wurde seinerzeit von R. CANAVAL ausführlich beschrieben (19), ging in erster Linie als Kupferbergbau um, war 1859 eingestellt, während des 1. Weltkrieges (1916) aber wieder eröffnet worden und wurde bis 1928 als moderner Betrieb weitergeführt, liegt seither aber still, weil die leicht erreichbaren Erzmittel ausgebaut sind.

Man baute ein Erzlager ab, das tektonisch in einzelne große Linsen zerteilt ist. Die Streichenderstreckung erreichte 2*5 km, das Einfallen (45°) war auf 400 m verfolgt. Die Abbaue gingen bis 100 m unter die Haupt- = Gotthardi- (= Tal-)Sohle hinab; nach oben ist die Lagerstätte in ihren

bekannten Teilen vollständig verhaut (= ausgebaut). Die einzelnen Linsen erreichten Streichlängen bis zu 300 m, die Mächtigkeiten betrugen meist zwischen 0'2 bis 1'0 m, erreichten auch 2 bis 3 m. Man erzeugte in den letzten Jahren etwa 1000 t Kies im Monat mit 42 % S, 44 % Fe, 2'6 % Cu; der Anteil an Derbkies betrug bis zu 70 %. Vom Berater W. PETRASCHECK wurden verschiedene Aufschlußarbeiten angeregt, diese auch ausgeführt, sie blieben aber nach dem bergamtlichen Stillegungsprotokoll sämtliche ohne Erfolg. Doch zeigt H. HIESSLEITNER (128) noch einige Möglichkeiten auf, wenngleich auch er wenig Hoffnung auf einen künftigen Erfolg hat. Eine bis zuletzt nachgetragene Grubenkarte liegt vor. Erzreserven wurden nicht hinterlassen.

Der Kiesbergbau Großstübing sollte während des 2. Krieges weiter aufgefahren werden, doch brannte in der Nacht vom 24. auf 25. 12. 1941 das Werksgebäude ab worauf man die Weiterarbeit einstellte. Er sollte die Papierfabrik Gratkorn mit Kies versorgen, was auch vorher, bis 1923 der Fall war. Das Kieslager war 1'8 m mächtig. Da diese Lagerstätte nicht neu untersucht ist, wäre es auch möglich, sogar wahrscheinlich, daß sie genetisch zu den "Grazer Blei-Zinklagerstätten" zu rechnen ist.

Es ließen sich noch viele ähnliche Vorkommen anführen, doch genügen diese wohl als Beispiele für diesen verbreiteten Lagerstättentyp. Es gibt aber auch noch verschiedene andere Typen von Kieslagerstätten in unseren Bergen. So ist unmittelbar hinter dem Wasserfall beim Gasthof "Weiße Wand" im Untertal bei Schladming ein Magnetkieslager vorhanden. Es ist 70 bis 90 cm mächtig, enthält angeblich 0'78 % Cu, aber nur 32 % S. Man baute eine angeblich 23 m lange, noch offenstehende Zeche aus. In der steilen Wand befindet sich 9 m darüber ein zweiter Stoll-

len, der in der Sohle aber Pyrit führt. Es handelt sich wahrscheinlich um Magnetkiesschlieren in Amphibolit, die ja weit verbreitet sind.

7. Nicht selten sind sedimentäre Kiesgehalte auch an Kalke oder deren Grenzlagen gebunden, wie am Nöckelberg bei Murau oder am Hirnkogel bei Pusterwald.

Am Nöckelberg, etwa 1 1/2 bis 2 Gehstunden oberhalb St. Peter am Kammerberg (Oberstmk.) bestand einst nach geschichtlichen Überlieferungen ein reger Bergbau auf Pyrit. Er soll angeblich in 96 Stollen gearbeitet worden sein. Ein ausführlicher Bericht hierüber liegt von K. PURKERT (190) vor, dem wir weitgehend folgen.

Der noch offene Haupteinbau, der Max-Rieplstollen, ist in den Hangendteilen einer über 100 m mächtigen Marmorbank angesetzt und auf ungefähr 60 m fahrbar, da er im festen Gestein ohne Zimmerung steht. Querschnitte ins Hangende und Liegende stammen aus neuerer Zeit. Der hintere Teil des Stollens steht unter Wasser, ist daher unzugänglich. Im Marmor treten Schmitzen, Linsen, dickere und dünne Bänder von Pyrit und ganz wenig Kupferkies auf und ergeben zusammen eine Lagermächtigkeit von 2 bis örtlich 6 m. Es handelt sich offensichtlich um eine syngenetische Kiesanreicherung an Kalken, die durch Metamorphose zu Marmor rekristallisierten, wobei auch der Kiesgehalt grob kristallin wurde. Die Lagerstätte liegt im Bereich der geologischen Karte der Stolzalpe von A. THURNER (220).

Eine ähnliche Kiesanreicherung, aber reicher an Magnetkies wurde im Hirnkogel bei Pusterwald beschürft. Sie wird immer wieder zusammen mit dem Goldvorkommen von Pusterwald genannt, hat aber genetisch nichts damit zu tun. Die Kiesanreicherung ist an eine Falte

aus Marmor mit Biotitschieferlagen gebunden und ist vom Tag aus durch einen etwa 30 m langen Stollen erschlossen, der hinten gesenkartig absteigt, dabei aber breit wird. Dieses Vorkommen wurde 1939 auf Gold bemustert, ergab aber keine irgendwie in Betracht kommenden Werte (unter 0,1 gr/t). Bemusterungsplan und Ortsbilder von G. HIESS-LEITNER liegen vor.

8. In die Gruppe der voralpidischen liquidmagmatischen Erzausscheidungen gehören die Chromerzvorkommen im Serpentin von Kraubath und am Hochgrößen bei Rottenmann, letztere teilweise metamorph umgeprägt.

Von der für alpine Verhältnisse recht bedeutenden Dunit- bis Serpentinmasse von Kraubath in Obersteiermark erwähnte 1806 M. J. ANKER Chromit; 1810 stellte man die Gulsen als Fundort fest. Erzherzog Johann ließ darnach schürfen und begann 1811 darauf einen nicht unbedeutenden Bergbaubetrieb, der bis Ende des 19. Jahrhunderts mit Erfolg weitergeführt wurde. Während des 1. Weltkrieges erwarb die Friedrich Krupp AG (Essen) die Bergrechte, baute die leicht gewinnbaren Erze ab, doch erlag dann der Betrieb den ungünstigen Verhältnissen der damaligen Zeit. In der ersten Betriebszeit ging der Chromeisenstein an eine chem. Fabrik, die daraus vor allem Chromfarben erzeugte. Die kleine Ortschaft "Chromwerk" am Eingang in den Sommergraben, aus der ehemaligen Aufbereitung und der zugehörigen Siedlung hervorgegangen, kündigt heute noch von diesem Bergbau, der um die Jahrhundertwende dem Konkurrenzdruck der türkischen Lagerstätten erlag.

Der Chromit bildet einerseits schlierige Anhäufungen, Nester und Platten im Olivinfels, häufig nahe den Bronzitschlieren, durchtränkt aber auch breite Bereiche des Gesteins. Das Auftreten des Erzes kann in den alten Tage-

bauen noch gut studiert werden, auch sind Proben auf den Halden noch reichlich aufzusammeln, allerdings nur, wenn man die Orte genau kennt. Die Hauptbaue lagen sowohl in der Gulsen, wie vor allem im Mitterberg (zwischen dem Sommer- und dem Wintergraben) und im Fledelberg.

Es gibt über diese Lagerstätten sehr viele Berichte und Gutachten, die zum größten Teil in meinem Archiv verwahrt werden. Einige Lichtbilder von Anschliffen dieses Chromites veröffentlichte ich in (77).

Es liegen auch verschiedene Analysen, sowohl von Derberzen wie auch von verwachsenem Gut, nicht aber von reinem Chromit vor. Ich führe nachstehend einige an, die 1952 im Labor des Magnesitwerkes in Großveitsch angefertigt wurden.

	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	NiO	MnO	MgO +CO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	H ₂ O	SiO ₂	CO ₂
1	56·63	14·74	9·46	0·05	0·48	8·85+	6·25	Spur	1·15	2·39	nb
2	26·53	8·92	5·24	0·24	0·30	21·84	22·50	1·16	3·82	7·52	1·93
3	54·95	10·90	12·52	0·18	0·52	11·47+	4·75	Spur	1·29	3·42	nb
4	51·02	10·51	12·24	0·09	0·37	12·80+	9·50	Spur	1·44	2·03	nb
5	57·29	10·77	12·92	0·14	0·42	10·20+	5·35	Spur	1·19	1·72	nb
6	28·33	13·82	5·00	0·28	0·65	23·24	8·05	0·32	5·47	14·84	nb

Aus diesen Analysen läßt sich das technisch wichtige Verhältnis Cr : Fe leicht errechnen. Die Analyse Nr. 6 bezieht sich auf Erz vom Hochgrößen.

Über die Stellung des Chromerzes innerhalb der Ultrabasitmasse hat sich namentlich G. HIESSLEITNER geäußert (131) und Karten sowie Schnitte beigelegt. Er erkannte, daß dem Massiv ein deutlicher Lagenbau zukommt, eine magmatische Bankung, aus der sich Anreicherungszone ergeben, die für etwaige spätere Schurfarbeiten wichtig werden könnten.

Im zweiten steirischen Chromvorkommen, am Hochgrößen bei Oppenberg, liegt ein anderer Serpentinittyp vor, nämlich Antigoritit (42). Das Vorkommen ist wesentlich kleiner. Der Chromit ist selten schlierig angereichert, sondern imprägniert meist nur streifig Serpentin. Erzmikroskopisch zeigt sich, daß die Chromitkörnchen meist von dicken Hüllen aus Magnetit umgeben sind. Außerdem enthalten manche Körnchen eine dem Ilmenit ähnliche Komponente (siehe 77, S. 13, und Abb. 7), die noch nicht näher bestimmt ist. Das Vorkommen liegt sehr ungünstig hoch am Berg, hat daher kaum bergmännischen Wert.

Die mit einer Durchbewegung verbundene Metamorphose erzeugte in diesem Serpentin auch eigenartige, bohnen- bis nußgroße Spindeln aus verdrehten Chrysotilfasern, die ebenfalls mehrfach beschürft worden sind.

II. Variszische Lagerstätten

Die variszische Gebirgsbildung hatte weite Bereiche der heutigen Ostalpen erfaßt. Allerdings ist ein großer Teil dieses alten Gebirges von der alpidischen Orogenese überwältigt und in deren Bereich einbezogen worden. Dadurch fällt es schwer, den alten, variszischen Anteil vom alpidisch verformten zu lösen. Immerhin wissen wir durch die Forschungen von F. ANGEL, daß das Gebiet der Gleinalm mit der nach ihr benannten Gleinalmkristallisation hauptsächlich variszisch geformt wurde. Ebenso hat die Knappenberger Forschungsstelle (CLAR, FRITSCH, MEIXNER mit ihren Mitarbeitern) gezeigt, daß auch die Metamorphose der Sau- und der Koralm variszischen Alters ist. Damit ist es möglich, Vererzungen, die mit diesen Metamorphosen verbunden sind, als variszische anzusprechen.

1. Bevor wir auf die Erzlagerstätten eingehen, die zusammenhängend mit der variszischen Gebirgsbildung entstanden sind, sei auf die ebenfalls damit verbundenen Kohlenlager des Karbons hingewiesen, die uns in schwach metamorpher Form als Anthrazit vorliegen, beispielsweise vom Stangalmsattel, vom Werchzirmgraben bei Turrach oder der Turracherhöhe selbst. Sie wurden teilweise nach dem 2. Weltkrieg wieder bebaut und lieferten durch ihre mulmige Beschaffenheit ausgezeichneten Brennstoff für Staubkohlenfeuerungen. Derzeit sind aber die Betriebe eingestellt, die Anlagen verfallen wieder.

2. Wichtiger aber als der Anthrazit ist die stärker metamorphe Form als dichter Graphit. Solcher wird in Kaisersberg bei Leoben, im Leimsgraben und im Sunk bei Trieben auch heute noch abgebaut (145). Wie ich zeigte (64), läßt sich bei sorgfältigem Anschleifen das von den Graphitblättchen abgeformte Zellgefüge der Pflanzen noch gut erkennen.

3. Hier sind auch die kleinen Vorkommen von sedimentärem Eisenspat anzureihen, die als Kohleneisensteine den Anthrazit der Stangalpe begleiten. Sie sind ein recht typisches, wenn bisher auch kaum bekannt gewordenes Glied variszischer Vererzung. Ich bin überzeugt, daß man auch bei den Graphitlagerstätten von Kaisersberg bis Sunk Vertreter findet, wenn man darnach sucht.

4. In den Kristallingebieten der Glein-, Kor- und Saualpe gibt es zahlreiche kleine Kieslagerstätten, die dieser variszischen Orogenese zuzuschreiben sind. Am interessantesten von diesen ist das Kiesvorkommen von

Lamprechtsberg in der südlichen Koralm, das ich eingehend untersucht hatte. Ich hatte schon damals (1932) den Titel: "Eine alte, pegmatitische Lagerstätte..."bewußt gewählt, um darzutun, daß es sich um eine Lagerstätte handelt, die nicht in den Rahmen der damals von W. PETRASCHECK zusammengefaßten ostalpinen Lagerstätten paßt, und zwar deshalb nicht, weil klar war, daß sie nicht jungtertiär ist, sondern viel älter und weil sie beim besten Willen nicht auf Andesit als Erzbringer bezogen werden konnte, sondern als ausgesprochenes Reaktionsprodukt pegmatoider Mobilisate der Koralm mit Marmor entstand. Es bildete sich dabei ein Skarnartiges Gestein, reich an Granat, Humit, Feldspat (Mikroklin mit breiten Myrmekitsäumen, Oligoklas), Diopsid, Turmalin, Zoisit, Klinozoisit, Hornblende, Biotit, Muskowit usw., begleitet von Magnetkies (Haupterz), Kupferkies, Zinkblende und Bleiglanz. Der P-T-Bereich lag an der Grenze zwischen Kata- und Mesozone. Das Vorkommen erinnert an jenes von Silberberg bei Bodenmais.

In Lading (Kärnten, W Wolfsberg) ist ein ähnliches Vorkommen vorhanden, wahrscheinlich gehört auch jenes von Naintsch bei Anger entfernt hierzu, ist aber wesentlich ärmer an Mineralien.

5. In Grüngesteinen dieser Kristallgebiete, also in den Amphiboliten und Eklogitamphiboliten kommen immer wieder kleine Kiesnester vor, zur Hauptsache aus Magnetkies bestehend, von Kupferkies mehr oder minder reichlich begleitet. Der Magnetkies enthält häufig geringe Nickelgehalte, die oft als Pentlandit entmischt sind. Gangarten sind Hornblende, Epidot, Chlorit, auch Ankerit und Quarz. Als Beispiel seien die Kiese von der Lobming bei Knittelfeld angeführt oder jene vom Os-

waldgraben bei Kainach, beide im Bereiche der Gleinalm gelegen; Vertreter finden sich aber in fast allen Kristallingebieten, bis in die Ötztaler und Stubai Alpen hinein

6. Zu den variskischen Lagerstätten sind auch jene zu zählen, die dem Bozener Quarzporphyr und seinem Gefolge zuzurechnen sind, beispielsweise jenes von Terlan bei Bozen, dessen lagerstättenkundliche Klärung H. BÖCHER zu danken ist, wenngleich dessen Ergebnisse von anderen veröffentlicht worden sind.

7. Hingegen kann bei Lagerstätten, die im Perm auftreten, erst von Fall zu Fall entschieden werden, ob sie der variskischen Abfolge zugerechnet werden sollen oder doch schon dem alpidischen Geschehen angehören. Soweit solche Lagerstätten beispielsweise an permische Konglomerate gebunden sind, die die alpidische Geosynklinale einleiten, wird man sie der alpidischen Vererzung als sehr frühe Bildungen zurechnen dürfen. Dies scheint beispielsweise bei den Eisenerzen im Verrucano des Hohen Burgstalls bei Fulpmes der Fall zu sein, über die W. HAMMER (119) berichtete und auf die auch R. v. KLEBELSBERG (146) hinweist. Es handelt sich um Eisenglanz mit Magnetiteinsprenglingen im Quarzkonglomerat, schwach metamorph überprägt.

8. Weniger sicher ist dies schon bei der gleichfalls sedimentären Eisenglanz-Lagerstätte im Bocksattel (Nockgebiet). R. CANAVAL (26) hat auf sie aufmerksam gemacht und H. STOWASSER (212) geht in seiner ausgezeichneten Arbeit über das Stangalmmesozoikum darauf ein und hat auch gerade über dieses Gebiet zwischen Rosennock—Pfann-Nock und Klomnock eingehend berichtet.

9. Diese Unsicherheit gilt auch für andere Lagerstätten im Perm, beispielsweise für jene sedimentären Blei-Zinklagerstätten im Bellerophonkalk von Calesberg bei Trient, die R. CANAVAL und jüngst A. MAUCHER (159) sowie H. J. SCHNEIDER (199) beschrieben. Ebenso ist hier jene Vererzung anzuführen, die J. G. HADITSCH (113) und H. MOSTLER (178) aus den "Schichten von Tregiovo" bearbeitet haben.

10. Jene Lagerstätten und Mineralvorkommen aber, die mit dem Trockenklima im Perm zusammenhängen, wie die verbreiteten Salz-, Gips- und Anhydritlagerstätten dieser Schichten, wird man mit großer Wahrscheinlichkeit richtiger als Spätfolge des variskischen Geschehens einstufen, wenn man es nicht vorzieht, sie aus beiden herauszunehmen und als Lagerstätten anzusehen, die streng weder der einen noch der anderen Abfolge zuordenbar sind und sie, ebenso wie das Perm selbst, als Zwischenglied ausscheidet. W. MEDWENITSCH (162) hat soeben das Vorkommen von Gips und Anhydrit in diesen Schichten dargelegt.

Außer diesem älteren Salinar mit Gips und Anhydrit gibt es aber noch ein jüngeres in der oberen Trias (bunter Keuper). Über die Hauptvorkommen in der Semmeringgegend liegt darüber eine Dissertation von K. NEUNER (179) vor. Der Gips tritt dort in zwei getrennten Schichten auf, als Eugenlager und im Katharinalager als Gipsmantel um einen Anhydritkern. Diese jüngeren Gipslagerstätten sind der alpidischen Geosynklinale zuzurechnen, seien aber schon hier genannt, um den Zusammenhang mit den anderen Gipsen zu wahren.

B. Alpidisch gebildete Lagerstätten

Vielfach versteht man unter alpidisch gebildeten Lagerstätten nur solche, die bestenfalls während der, die meisten aber erst nach den Hauptphasen der alpidischen Orogenese entstanden sind. Man folgt dabei längst überholten Vorstellungen, beispielsweise von W. PETRASCHECK (180), die auch heute noch vielfach nachgebetet, aber selbst von W. E. PETRASCHECK (184) nicht mehr aufrecht erhalten werden.

Nach den heutigen Erkenntnissen ist dieser Rahmen viel zu eng; mit meiner Deutung der kalkalpinen Blei- und Zinklagerstätten (88) habe ich schon 1963 einen neuen Weg gewiesen: Die alpidische Vererzung beginnt schon mit der Anlage, mit dem ersten Absinken der alpidischen Geosynklinale im Perm und endet mit dem letzten Nachsacken der schließlich zum Gebirge herausgehobenen Alpen, dem Aufreißen der Tauern-Goldgänge und der alpinen Zerrklüfte im Jungtertiär!

I. Lagerstätten des Geosynklijalstadiums

Die alpidische Orogenese stellt einen verhältnismäßig kurzzeitigen und jungen Akt dar; ihm geht ein weitaus länger dauerndes Absinken der betreffenden Gebiete voraus, die Bildung und Füllung der alpidischen Geosynklinale. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei auf die diesbezüglichen Ausführungen im Mitterberger Aufsatz des vorigen Bandes verwiesen (S. 160-162) (92). Dort habe ich ausführlich dargestellt, wie die im Vergleich zur hohen Druckfestigkeit recht geringe Scher- und Zugfestigkeit der Gesteine die Voraus-

setzung für die Geosynklinalvererzung ist: Bei den langgestreckten und verhältnismäßig schmalen Meeresbecken der einzelnen Geosynklinaltröge treten Scherrisse (Setzungsrisse) auf, an denen der Beckenboden gegenüber seinem Vorland absinkt. Die üblichen Profile durch solche Synklinaltröge stellen die Verhältnisse sehr stark schematisiert, weitgehend als stetiges Abbiegen dar, das aber durch die geringe Scher- und Zugfestigkeit in dieser Form nicht möglich ist, denn es muß zwangsläufig zu einem Absinken kommen, das etwa einem Grabenbruchsystem vergleichbar ist, wenn es auch durch eine grundsätzlich andere Bewegungsursache ausgelöst wird. Bei Grabenbrüchen haben wir bekanntlich das Auseinanderklaffen, das Voneinanderstreben zweier Schollenteile als Grundursache, beim geosynklinalen Absinken aber nach AMPFERERS Unterströmungstheorie das Abströmen von Massen im tiefen Untergrund. Dem entsprechend wirkt sich bei Grabenbrüchen vor allem die geringe Zugfestigkeit der Gesteine aus, beim geosynklinalen Absinken hingegen vor allem ihre geringe Scherfestigkeit. Im Endergebnis sind sich aber die Auswirkungen beider Vorgänge weitgehend ähnlich: Es bildet sich ein Bruchsystem aus, das beispielsweise H. CLOOS (40) mehrfach darlegte (Titelzeichnung oder Abb. 39), auch K. METZ (175) geht ausführlich darauf ein.

Daß sich bei Raumschwund im Untergrund mäßig verfestigter Gesteine solche Scher- bzw. Setzungsrisse bilden, kann man sehr schön an den Sand- und Kiesmassen einer Sandgrube ober St. Veit/Glan (Kärnten) sehen (Abb. 1, 2). Dort sind eiszeitliche Sandmassen durch einen Massenverlust im Untergrund nachgesackt, wobei prächtige solche Setzungsrisse entstanden. Wie E. H. WEISS (226) zeigte, entstand dieser Massenschwund im Untergrund entweder durch Abschmelzen eines eiszeitlichen Toteislappens oder durch

2



3



1



Text zu Tafel 1:

Abb. 1 und Abb. 2: Setzungsrisse in der Rückwand der Sandgrube bei St. Veit/Glan, entstanden durch Nachsacken der Schichten, ausgelöst durch Massenschwund im Untergrund. Abb. 3: Locker gebaute Brekzie; Kalkschollen (grau) umkrustet von Bleiglanz und Zinkblende (dunkelgrau) werden durch hellen, fast weißen Kalkspat verkittet. Mieß (Mežica), Tiefbau; 600 m unter Carditaschiefern. — Aufn. Bergdir. BIANCARDI, 1964.

Ausfließen oder Ausquetschen einer durchnässten Moräne oder dergleichen unter der Last der darüber befindlichen Sand- und Kiesmassen, nicht aber durch irgendwelche tektonische Ereignisse.

Da diese Scherrisse nach unseren Vorstellungen durch das Abströmen der Massen im Untergrund (Sima oder tiefer) ausgelöst werden, reichen diese Risse auch so tief hinab.

Je nach der Tiefenlage und der Gesteinsfestigkeit können diese Setzungsrisse manchmal lange, tiefreichende Gangspalten bilden, wie wir sie im Mitterberger Hauptgang vor uns haben, oder in schieferigen oder tonigen Gesteinen oder im plastischen Bereich der Tiefe auch nur feine Ruschelzonen. Aber auch diese bilden für die unter hohem Druck stehenden, daher aufzusteigen bestrebten Lösungen den "Weg des geringsten Widerstandes" und werden daher dazu benutzt. Die Auflockerung des Gefüges auch in solchen schieferholden Gesteinen durch den Massenschwund in der Tiefe, das durch das Abströmen im Sinne AMPFERERS bedingte Massendefizit hält die Wegsamkeit offen. Dadurch können auch tonige oder plastische Schichten, wie etwa die Partnachsichten an diesen Stellen für die Lösungen durchlässig bleiben.

Diese Scher- und Setzungsrisse bieten somit den mit Stoffen beladenen Lösungen günstig geartete Aufstiegsmöglichkeiten, denn sie stellen ja ausgesprochene Auflockerungszonen dar, zum Unterschied von orogenetischen Scherrissen, an denen die beiden Flügel aneinandergepreßt, die Klüfte daher geschlossen, abgedichtet werden. Wir sehen diese Auflockerung in der Tiefe dieser Risse mehrfach durch den Bergbau sehr schön aufgeschlossen, beispielsweise in den tiefsten Sohlen von Mieß (Kärnten), wo schöne Kokarden eng an solche tektonische Breschen gebunden sind (Abb. 3), oder auch in der Magnesitlagerstätte der Inschlagalm bei Leogang (Abb. 4), oder in Diegrub (Abb. 24 und 25).

Wie ich in meinen Aufsätzen über sedimentäre Blei- und Zinklagerstätten zeigte, verursachen die Setzungen am Boden des Geosynklinalmeeres jene Bodenunruhe, deren Anzeichen man auf diesen Lagerstätten immer wieder trifft. TAUPITZ und SCHNEIDER haben mehrfach auf diese Bodenunruhe hingewiesen, und ich habe in Abb. 1 meines Radnig-Aufsatzes ebenfalls ein typisches Bild gebracht. Diese Bodenunruhe läßt auch jene syndiagenetischen Breschen entstehen, wie sie von Unken, aber auch vom Jaukenkalk usw. reichlich bekannt geworden sind, von mehrfachen Resedimentationen usw. begleitet.

Sie leiten ohne scharfe Grenze zu jenen Breschen über, die durch untermeerische Rutschungen, "turbidity-currents" usw. entstanden und in diesen Bereichen allgemein verbreitet sind. Wo nämlich diese Setzungsrisse den Meeresboden des Geosynklinaltroges schneiden, entstehen – oft vielleicht nur geringe – Höhenunterschiede, die im kaum oder nur ganz schwach verfestigten Sediment durch Abgleiten als Trübe- oder Schlammstrom ausgeglichen oder gemildert werden. Es ist genügend bekannt, unter welchen

geringen Neigungen Naßschnee-Lawinen auftreten oder durchnässe, tonige Böden fließen können. Noch vielleicht müssen kaum verfestigte Sedimente ins Abgleiten, Fließen kommen, wobei dann die Schlammströme, die "turbidity-currents", ja auch gewaltige Massen sonst kaum erklärbarer, oft Erze führende solcher klastischer Sedimente mit allen Anzeichen untermeerischer, strandferner Bildung entstehen können (Olisthostrom (104), auch Gleitdecken, Slumping usw.) Ich habe gerade in letzter Zeit beim Symposium über schichtgebundene Blei-Zinklagerstätten in Touissit und Zelidja bei Oujda in Marokko prächtige Aufschlüsse solcher Bildungen gesehen, auch wenn man deren Entstehung dort vorläufig noch anders zu deuten versucht. Ich bin aber überzeugt, daß man bei kritischer Überprüfung dieser Aufschlüsse auch dort die wahre Natur dieser klastischen Sedimente erkennen wird.

Solches Abgleiten kann auch (wenigstens einen Teil) jener "Rinnen" erzeugen, die in diesen sedimentären, schichtgebundenen Lagerstätten verbreitet vorkommen. Wir kommen später nochmals darauf zurück.

Diese Setzungsrisse streichen in ihrer ursprünglichen, nicht durch die spätere Orogenese verstellten Anlage weithin mehr oder weniger parallel zum Rand des Geosynklinaltroges, sind aber nicht unbedingt an die Randzone gebunden, sondern können bei entsprechenden Abströmvorgängen im Untergrund auch fast mittig auftreten.

In ihrem Teufenverhalten unterscheiden sich diese Scher- und Setzungsrisse grundsätzlich von den Zerrklüften (h01- und (bc)-Klüften) im Scheitelgebiet einer Falte (Antiklinale). Diese Scheitelklüfte öffnen sich nach oben sehr stark, keilen andererseits in der Teufe sehr bald aus, an die Stelle der Spalte tritt im Faltenkern eine Pressungszone, die jede offene Spalte zudrückt und Lösungen (Hydrothermen) jede Aufstiegsmöglichkeit verwehrt. Solche Scheitelklüfte sind al-

so für die Bildung großer, weithin streichender und sich in beträchtliche Teufen erstreckende Erz- und Gesteinsgänge weitaus ungeeigneter als die Setzungsrisse in diesen Geosynklinalgebieten. Vor allem kann man nur auf solchen ein Anhalten des Erzganges in beträchtliche Teufen und auch einigermaßen befriedigende Mächtigkeiten in der Teufe erwarten, wie sie uns in den großen Erzgängen, bei uns beispielsweise im Mitterberger Hauptgang, entgegen-treten. Die Vererzung ist auf den Setzungsrisse nach unten nur durch die Druck- und Wärmehöhenbedingungen der Ausscheidungsmöglichkeit begrenzt, nicht durch die mechanische Spalteneinengung.

Diese tief in den Untergrund hinab reichenden Scherisse zapfen dabei vielfach den magmatischen Bereich an, sodaß Ganggesteine aufdringen können, wie wir dies in Mitterberg sehen. G. HIESSLEITNER (132) hat als erster auf die Bedeutung dieses Ganggesteins ("Diabas-Propylit") sowohl von Mitterberg wie auch von Tösens (Tirol) und Rabant hingewiesen und betont, daß das Diabas-Ganggestein in Mitterberg jünger als die ältere Erzgeneration, aber älter als die junge Erzabfolge sei. Es ist dort etwa seit 1948 bekannt, tritt nur im Westfeld auf und dort auch nur in der Tiefe. Sie halten sich streng an den Bereich des Hauptganges, schneiden die alte Erzführung ab und umschließen Schollen davon. Die Schmelze war dabei vermutlich recht kühl, daher "träge", denn sie bewirkte keine Kontaktmetamorphosen und war vermutlich sehr wasserreich (propylitische Umsetzungen!).

Häufiger noch als magmatische Schmelzen selbst, die auf diesen Setzungs-(Scher-)Rissen Ganggesteine bilden, können aber vulkanische Lockermassen gefördert werden, wenn diese Risse solche Herde anzapfen. Sie treten uns im sedimentären Anteil als Tuffe oder Tuffite entgegen (Rad-

nig usw.). H. J. SCHNEIDER und K. Chr. TAUPITZ haben mehrfach auf Zusammenhänge von Blei-Zinkvererzungen und vulkanischen Erscheinungen hingewiesen; sie werden durch diese Erkenntnisse leicht verständlich.

Durchreißen Setzungsrisse leicht auflösbare Karbonatgesteine, so lösen die auf ihnen aufsteigenden Lösungen Metasomatosen aus, wie wir sie bei Magnesit- und Eisenspatlagerstätten, aber auch bei Blei- und Zink-Lagerstätten in den Kalkalpen oft musterhaft schön sehen.

Die hier angenommene und vertretene Art der Spaltenbildung erklärt auch das auf den großen Gängen immer wieder angetroffene Verhalten der Nebengänge und Fiederspalten zum Hauptgang bestens.

Aus der langen Dauer einer Geosynklinalentwicklung — der alpidischen vom Perm bis ins Tertiär — ergibt sich auch zwangsläufig, daß die Vererzungsvorgänge auch geologisch lange Zeiten hindurch anhalten. Dabei ergeben sich auf den Erzgängen weitgehend die Möglichkeiten von Umbildungen des Mineralinhaltes durch aufsteigende Lösungen, wie wir sie in den vielen Rejuvenationen, inneren Gangmetasomatosen, dem vielfachen Wechsel von Erzabfolgen usw. immer wieder treffen. Auch der Wechsel von Erzabsatz, Ganggesteinsfülle und jüngeren Erzfolgen, begleitet und getrennt von geringen, im Vergleich zu den Deckenbewegungen sogar auffallend schwachen tektonischen Einflüssen paßt ausgezeichnet in die dargelegten Anschauungen. Wir sehen auch dies beispielsweise sehr schön im Mitterberger Hauptgang.

Diese lange währenden Lösungsaufstiege erklären auch die oftmals beobachteten Wechsel der abgesetzten Metalle, wie etwa Übergänge von eisenarmen zu eisenreichen Magnesiten, zur Kupferkies- und zur Fahlerzvererzung und zur Eisenspatmetasomatose. Durch Änderungen und

Verlagerungen im abströmenden Untergrund werden sich auch die Setzungsrisse ändern, manche werden abklingen, dafür reißen benachbart neue auf. Musterbeispiele hierfür sind die Magnesite im Raume Mühlbach—Dienten—Goldeck, die Mitterberger Kupfererzgänge und die dortigen Siderite bis Pistomesite etwa vom Kollmannsegg. Einzelheiten darüber habe ich sowohl in den Arbeiten über die Magnesitbildung (83, 95) wie auch über die neue Deutung des Mitterberger Hauptganges (92) gebracht.

Die vorstehend dargelegte Herleitung des Ganginhaltes aus der Tiefe, etwa aus dem Sima und den darunter folgenden Zonen paßt auch geochemisch ausgezeichnet zu den mineralogischen Verhältnissen; dies habe ich ebenfalls sowohl in der letzten Magnesitarbeit (95) wie auch im Aufsatz über den Mitterberger Gang ausführlich dargelegt.

Auf den Setzungsrissen bzw. Zerrspalten wird aber nicht der gesamte Stoffgehalt der Lösungen (Hydrothermen) als Erz- bzw. Gangartmineral ausgefällt; auch bei metasomatischen Bildungen werden nicht alle zugeführten Stoffe aufgebraucht. Die Reste und die "Ablaugen" gelangen in das darüber befindliche Meer der Geosynklinale und können dort sedimentär ausgefällt werden, wie ich dies für die Blei—Zinkerze schon 196 (88) darlegte. Auch dabei ergeben sich mehrere Möglichkeiten, je nachdem, ob die Mineralbildung noch in den bodennahen Lockerschichten, allenfalls unter Mitwirkung metasomatischer Vorgänge, ausfallen, wie die Magnesitanteile in der Brunnsinkbresche, die Eisenspäte im Präbichlkonglomerat bei der Leobner Hütte am Polster oder Teile der Blei- und Zinkerze von Zelidja bei Bou-Bekker in Nordmarokko, oder ob die Stoffe ins Meerwasser selbst gelangten, dort in mehr oder weniger geschlossenen Schichten oder Lagen ausfielen (Radnig) wobei sehr häufig ein deutliches Pulsieren der Stoffzufuhr

durch den schichtig-rhythmischen Wechsel der Erzlagen angezeigt wird. Entfernter von der Eintrittsstelle ins Meer kann der Metallgehalt so verdünnt sein, daß vereinzelt nur ganz dünne Erzlagen oder gar nur vereinzelt Knollen oder Knoten ausfielen, wie dies beispielsweise von der Bleiglantzbank der mitteldeutschen Trias bekannt ist.

Die Schnittlinien dieser Risse mit dem darüber befindlichen Meeresboden könnten dabei jene "Rinnen" bilden, auf die mehrfach von den "Sedimentaristen" hingewiesen worden ist. Es ist wohl selbstverständlich, daß es an diesen Schnittlinien zu Höhenunterschieden kommen muß, die ihrerseits Rutschungen, Nachgleiten der noch nicht oder kaum verfestigten Sedimente auslösen. Solche sind als subaquatische Rutschungen bekannt und verursachen die vielfach als "Sonderfazies" bezeichneten Gefüge der betreffenden Karbonatgesteine, beispielsweise des Jaukenkalkes (Radnig), des Triaskalkes von Diegrub, von Unken usw. und bezeugen die Bodenunruhe zur Zeit ihres Absatzes. Auch die als Schlammströme, Gleitdecken, Olisthostrome, als "Turbidity current" usw. bezeichneten Gefüge gehören ebenso hierher wie die "edlen Flächen" von H. HOLLER aus Bleiberg, Resedimentationen usw.

Diese tief hinabreichenden Setzungsrisse erklären auch die in bestimmten Gebieten immer wieder feststellbare Häufung von Vorkommen, z. B. im Drauzug usw., sowohl im Streichen wie auch quer dazu. Auch die vor allem von POLESNIG aufgefundenen Wasserwaagen in Internsedimenten von Bleiberg (11) sind dadurch leicht verständlich geworden.

Fassen wir die für die Vererzung wichtigen Eigenschaften solcher Setzungsrisse gegenüber Spalten in den Scheiteln einer Falte oder einer Antiklinale übersichtlich zu-

sammen, so ist hervorzuheben:

- 1.) Diese Setzungsrisse können lang fortstreichen, auf Zehner- bis Hunderte von km. Theoretisch wäre es denkbar, daß sie die ganze Streichlänge eines Teilbeckens der Geosynklinale anhalten, also beispielsweise von Tirol bis Wien durchziehen könnten. Praktisch wird es wohl nicht zu so extremen Längen kommen, weil ja auch das Absacken auf diese Längen nicht gleichmäßig erfolgen kann; denn es erfaßt ja Gesteine sehr verschiedener Festigkeit. Auch werden die Massen des Untergrundes kaum so gleichmäßig abströmen, wie es eine auf so lange Strecke durchziehende regelmäßige Setzung voraussetzen würde.
- 2.) Die Wände eines Setzungsrisse setzen von oben bis in große Teufen etwa mehr oder weniger parallel hinab, während ein Riß im Scheitel einer Falte V-förmig gestaltet sein muß, oben weit auseinanderklaffend, sich nach unten bald nähernd, sodaß ein solcher Gang in der Tiefe rasch auskeilen muß, zumal – bei der Betrachtung eines gebogenen Paketes (Stabes) – unter der neutralen Faser ein Druckbereich folgt, der die Spalte nach unten abdichtet und aufsteigenden Lösungen das Empordringen erschwert. BERNHARD hat sich in Mitterberg vergeblich bemüht, eine die Gangspalte erzeugende Falte aufzufinden.
- 3.) Die Setzungsrisse setzen von der Erdoberfläche bis in den plastischen Bereich der Erdkruste hinab fort, damit in Teufen, die für den Bergmann unerreichbar sind, die er seit alters als "ewige Teufe" bezeichnet. Dies ist für die Teufenerstreckung eines Gangbergbaues lebenswichtig, wird nach unten nur durch die P-T-Bedingungen für die Mineralausscheidung begrenzt (sogenannte

"taube Wurzeln der Gänge"), nicht aber durch das Ende der Spalte an sich. Diese untere, physikalisch-chemisch bedingte Grenze wird vor allem bei Mineralbildungen wirksam, bei denen Gase mitwirken, beispielsweise bei Karbonaten, etwa bei den Gängen dichten Magnesits in Serpentin. In der tiefsten Sohle der Blei-Zinklagerstätte von Mieß sehen wir die Vererzung noch 500 m unter den Raibler Schichten, auf der Jauken 400 m über diesen!

Dieses tiefe Hinabreichen der Setzungsrisse bis in magmatisch aktive Bereiche ist ja auch die erste und wichtigste Voraussetzung für das Hochdringen der vererzenden Lösungen. Es wird auch dadurch bezeugt, daß auf den großen Erzgängen immer wieder Ganggesteinsschmelzen hochdringen, wie dies G. HIESSLEITNER (132) für Mitterberg, Tösens und Rabant gezeigt hat. Auch das häufig gemeinsame Auftreten von Vererzung und vulkanischen Tuffen mag in vielen Fällen dadurch einfach deutbar sein. Der Vulkanismus ist in diesen Fällen bestenfalls Bringer, wenn nicht nur Begleiter der Vererzung, aber nicht ihr Vater, nicht der Metallspender, den ich für viele Fälle in größerer Tiefe vermute.

Die Teufe großer, alpiner Erzgänge des Geosynklinalstadiums in Deckengebieten, wie jene von Mitterberg oder Röhrerbüchl wird darüber hinaus wohl auch durch die Mächtigkeit der einzelnen Gesteinsdecken (z. B. Grauwackenzone) begrenzt. Für diese für den Bergbau wichtige Lagerstättengruppe — aber nur für sie — trifft also die Annahme von B. GRANIGG (110) zu, daß die Teufe der Lagerstätten durch die Dicke der einzelnen Decken gegeben sei.

- 4.) Diese Setzungsrisse, ausgelöst durch einen Massenschwund in der Teufe, bedingen es, daß das Gestein bis in große Teufen hinab aufgelockert ist. Dadurch kommt es zur Bildung von Kokardenerz, bei dem also locker gepackte Gesteinsbruchstücke durch Erz und Gangarten verkittet werden. Wir sehen dies sehr schön beispielsweise in der tiefsten Sohle in Mieß (Abb. 3), aber auch mehrfach auf Magnesitlagerstätten, so in jener der Inschlagalm (Abb. 4), in Diegrub (Abb. 24, 25) oder aus dem Sunk, wovon ich ebenfalls Abbildungen brachte (93). Diese Auflockerung in großer Teufe ist für den Vererzungsvorgang eine sehr wichtige Voraussetzung, vor allem, wenn man sie mit dem Druckbereich vergleicht, den eine so große Gangspalte, wie sie in Mitterberg vorliegt, verlangen würde, wenn sie der Scheitelriß einer Falte oder Antiklinale sein würde. Dieser Druck müßte die Gangspalte nach unten gegen vererzende Lösungen abdichten.
- 5.) Das sich nach oben bis an die Oberfläche des festen Gesteins (Erdoberfläche bzw. Meeresboden der Geosynklinale) erstreckende Absacken an diesen Setzungsrisse erzeugt jene "Rinnen", auf die besonders in den Arbeiten über die sedimentären Blei-Zinklagerstätten immer wieder hingewiesen wurde, so von SCHNEIDER (198, 199, 200), TAUPITZ u.a.

Das Absacken, Nachsitzen an diesen Scherrissen bedingt auch die immer wieder beobachtbare "Bodenunruhe" der betreffenden Geosynklinalsedimente (mehrere Abbildungen in (89) von Radnig, Abb. 4 bis 6 in (86) (Diegrub)), das Gefüge einer diagenetischen Breche des Jaukenkalkes, die "edlen Flächen" von HOLLER in Bleiberg usf.

- 6.) Die Füllung des Geosynklinaltroges mit Sedimenten vom Perm bis in die Unterkreide zeigt an, daß das Absinken der Geosynklinale auch geologisch lange Zeit währt, eben über diese Formationsstufen. Damit steht den dabei ablaufenden Vererzungsvorgängen ebenfalls dieser Zeitraum zur Verfügung. Dies läßt auch einfach verstehen, warum eine epigenetische, an Scherzonen, Risse, Rupturen gebundene Vererzung manchmal an bestimmte Schichtfolgen geknüpft sein kann, beispielsweise in Bleiberg an den Horizont des "Erzkalkes" im Wettersteinkalk (202, Abb. 1). Diese Bindung ist hier genauso wenig ein Beweis für eine "deszendente" oder eine "mobilisierte" Erzzufuhr wie in Lafatsch, auch wenn dies von mancher Seite und immer wieder behauptet wird. Es ist selbstverständlich, daß sich der Charakter der vererzenden Lösungen dabei wesentlich ändern kann. Zunächst sind sehr Mg-reiche Lösungen aufgedrungen, die die Magnesia-Metasomatose unserer Spatmagnetit-Lagerstätten auslösten. Allmählich nimmt der Eisengehalt dieser Lösungen zu, sodaß eisenhaltige Magnesite, später Breunnerit, Mesitin gebildet wurden. Wie die Lagerstätte von Diegrub (86) zeigt, tritt dabei schon etwas Kupfer in den Lösungen auf, das dann in den Kupferkiesgängen von Mitterberg vorherrscht, wobei als Gangart schon Pistomesit entsteht, der dann zu den "Siderit"-Lagerstätten überführt, in denen ebenfalls Pistomesit und Sideroplesit gegenüber Siderit vielfach vorherrschen.

In den späteren Abfolgen treten neben den eisenreichen Karbonaten teilweise störende Blei- und Zinkgehalte auf (Teltschen), die zu den Blei- und Zinklagerstätten überleiten, die in der Mitteltrias entstanden.

Aber auch kleinere Änderungen im Stoffbestand lassen sich immer wieder feststellen; sie erzeugen die verschiedenen "Erzgenerationen", wie sie schon seit BÖHNE und BUTTMANN aus den Mitterberger Gängen bekannt sind. Zwischen solchen Generationen kann, wie in Mitterberg, auch Gesteinsschmelze aufdringen, die Ganggesteine, "Gangdiabase" usw. bildend.

- .) Wo die auf den Setzungsrisen aufsteigenden Lösungen auf Karbonatgesteine treffen, lösen sie die weit verbreiteten Metasomatosen aus, die zur Bildung der Spatmagnesitlagerstätten, der metasomatischen Eisenspatvorkommen usw. führten. Daß dabei vorzugsweise relativ junge, wenig umgelagerte Kalke besonders empfindlich sind, ist leicht verständlich. So erklärt es sich zwanglos, daß Unterkarbon- und Silur-Devonkalke ganz besonders von der Magnesia- und auch Eisenmetasomatose bevorzugt worden sind und daß — worauf vorstehend schon hingewiesen worden ist — bestimmte Triassschichten wie der "Erzkalk" innerhalb des Wettersteinkalkes so auffallend reichlich vererzt seinkönnen.

Als sich späterhin der Geosynklinaltrogl mit Triassedimenten gefüllt hatte, wurden diese bevorzugt metasomatisch verdrängt. Dies zeigt sich schon bei den Übergangsgliedern zwischen Magnesit- und Siderit-Lagerstätten, so im Kaswassergraben und in Diegrub (86).

Noch stärker sehen wir das bei den darüber liegenden Karbonatgesteinen, wie Wettersteinkalk usw., die von den Fe-Pb-Zn-Ba- und F-führenden Lösungen besonders stark angegriffen wurden, sodaß die entsprechenden kalkalpinen Verdrängungslagerstätten entstehen konnten (Bleiberg, Raibl, auch Lafatsch usw.).

- 8.) Auf den Setzungsrissen setzt sich weder im Erzgang noch in den metasomatischen Bildungen der ganze Stoffinhalt der Lösungen als Erz oder Gangart ab. Ein Rest gelangt, vermischt mit den "Ablaugen" in das darüber befindliche Meeresbecken des Geosynklinaltroges und fällt dort sedimentär aus. Ich erblicke in den Eisenerzlagerstätten der Taghaube, des Rötels und der Teltschenalm bei Aussee hierher gehörende Bildungen.

Es ist auch nicht ganz ausgeschlossen, daß— wie W. SIEGL (208) annimmt, der sedimentäre Magnesit von Leogang/Ellmau wenigstens teilweise (sein CO_2 -Anteil!) auf diese Lösungen zurückgeführt werden kann, während für den Mg-Anteil ja im salinaren Meeresbecken hinreichend Mg verfügbar ist. Wie ich in (95) ausführte, dürften die Mg-reichen Ablaugen aber die weit verbreiteten Dolomitierungen der betreffenden Trias-sedimente ausgelöst haben.

Schon 1963 habe ich in (88) dargelegt, daß der in den unterliegenden und von den vererzenden Lösungen durchströmten Triaskalken nicht metasomatisch ausgefällte Pb-, Zn- und Fe-(als Markasit usw.) Anteil sedimentär ausgeschieden wurde (Anteile in Bleiberg, Raibl, sowie Gorno, Radnig, Unken usw.).

Ebenso habe ich in (92) gezeigt, daß der im Permsandstein des Obboinigrabens (80) die Sandkörner verkittende Gehalt an Kupfersulfiden den Ablaugen der Kupferkiesgangvererzung entstammen könnte. Auch die "Grünen Werfener Schiefer von Mitterberg" (HEISEL) lassen sich durch diese reduzierend wirkenden Ablaugen (im Gang Ferrokarbonate durch Reduktion des früher ausgeschiedenen Fe_2O_3 zu Fe_3O_4) zwanglos verstehen.

Als Vertreter dieser alpidisch-geosynkinal entstandenen Lagerstätten seien nachstehende besprochen:

1. Spatmagnetit-Lagerstätten

Über diese habe ich seit mehr als einem Jahr in der "Radex-Rundschau" eine ausführliche Arbeit in Druck (96). Außerdem habe ich im Frühjahr 1967 auf der Tagung der GDMB darüber gesprochen (95), sodaß wir uns hier kurz fassen können. Die metasomatische Entstehung dieser Lagerstättengruppe ist von mir mehrfach (83, 86 u. a.) und mit so eindeutigen Belegen vertreten worden, daß sie – abgesehen von wenigen (GOMEZ DE LLARENA und A. MAUCHER) – allgemein als zutreffend angesehen wird, zumal die beiden Außenseiter keine überzeugenden Gründe für ihre abweichenden Auffassungen anführen können. Ebenso habe ich in (83) gezeigt, daß salinar-sedimentäre Magnetitbildung zwar möglich sein kann, daß sie aber für unsere Magnetitlagerstätten nicht zutrifft.

Auch das Alter der Magnetitvererzung hat sich durch die Brunnensinkbresche für die eisenarmen Magnesite als permisch festlegen lassen, während die eisenreichen Glieder bis in die mittleren Triaskalke (bzw. -dolomit), also ins Anis reichen. Hingegen reichen die Magnesite in den Pyrenäen noch ein wenig weiter hinauf.

Das Gefüge der Magnetitlagerstätten zeigt, wie ich in (93) betonte, in seinem Eisblumen- bzw. Pinolitgefüge (Abb. 5, 6, 6a) ein Aufsprossen der Körner in einer ausgesprochenen Ruhezeit an, aber auch ein lockerer Verband von losen Gesteinsbrocken vor der Metasomatose wird vielfach prächtig abgebildet (Abb. in 93 und Abb. 6a und 24, 25). Diese beiden Gefügearten stützen meine Annahmen über die



4



5



6



6a

Texte zu Lichtbildtafel 2 (nebenstehend):

Abb. 4: Schollen von Dolomit (dunkel) in Spatmagnetit. Abbauwand (unbauwürdig), Tagbau Inschlagalm. Auflockerung und Brekzienbildung, darnach Magnetit-Metasomatose. die das Gefüge verheilt.

Abb. 5 bis 6a: Eisblumengefüge im Spatmagnetit, Sunk bei Trieben. Verkleidungstafeln Stift Admont, Vorhalle zur Bücherei. Höhe der Tafeln: 80 cm. Der Triebensteinkalk war zu locker gepackten Schollen zerbrochen; diese werden durch den Magnetit verkittet und ausgeheilt. In den Schollen wird vielfach deren ss als "Lagenmagnetit" übernommen und abgebildet. Zwischen den einzelnen Schollen sproßt vielfach grobes Eisblumengefüge auf (Grobe Eisblumen in offenen Hohlräumen und Druckschatten). Der graue rechts in Abb. 6a von oben nach unten ziehende Streifen entspricht einer Redolomitisierung, bei der das kohlige Pigment "verwaschen" wurde. Kristallisation in Ruhe nach vorhergegangener Zerkleinerung und Metasomatose.

Auflockerung der Gesteine an diesen Setzungsrissen durch das Abströmen tief liegender Massen im Sinne von O. AMPFERER und über die Entstehung dieser Lagerstätten in der Geosynklinalepoche, also in Ruhe, lange vor der Orogenese.

2. Eisenspatlagerstätten

Die metasomatische Entstehung vieler (aber nicht aller!) Eisenspatlagerstätten der nördlichen Grauwackenzone ist seit den Arbeiten von K. A. REDLICH und W. PETRASCHECK so bekannt, daß wir hier nicht näher darauf einzugehen brauchen.

W. JOHANNES (142) zeigte, daß sowohl relativ als auch absolut niedrige Konzentrationen an gelösten FeCl_2 genügen, um Kalkspat in Eisenspat überzuführen. Magnetit bildet sich heißer leichter als Eisenspat ($\geq 300^\circ \text{C}$), während geringe Wärmehöhen für Eisenspatbildung ausreichen: wahrscheinlich, daß Siderite unter niedrigeren, Magnetite

unter größeren Wärmehöhen entstanden sind. Und: geringe Wärmehöhen führen zu eisenreichen, größere zu Mg-reichen Mischkristallen (S. 163).

Über das Alter dieser Eisenspatvererzung haben sich in den letzten Jahren Anhaltspunkte ergeben, wie ich in der letzten Magnesitarbeit (96) ausgeführt habe. Es ergaben sich in letzter Zeit mehrfach Hinweise darauf, daß neben der verbreiteten älteren Eisenspatvererzung auch noch eine jüngere, nachtektonische Vererzung ablief, ähnlich wie wir auch bei den Kupfererzen zwei verschieden alte Generationen unterscheiden können, die durch den "Gangdiabas", aber auch durch tektonische Ereignisse getrennt sind.

Für die ältere Eisenspatabfolge ergab sich 'durch das vererzte Präbichlkonglomerat ein Alter von Permo-skyth bis wenig jünger, denn der Siderit geht höchstens in die tiefsten, dem Guttensteinerkalk entsprechenden Triaskalke hinein.

Es gibt auch im Präbichlkonglomerat Teile, die den Eindruck erwecken, als sei ein Teil davon syndiagenetisch vererzt worden, wenngleich so eindeutige Hinweise, wie sie im Brunnsinkkonglomerat für die Magnesitbildung vorliegen, noch nicht aufgefunden sind. Doch steht eine eingehende Bearbeitung dieses Konglomerates und seiner Vererzung aus bestimmten Gründen noch aus.

Andererseits ist die Sideritvererzung sicher älter als Gosau, denn wie A. ALKER (2) zeigte, findet man Siderit bereits als Geröll im Konglomerat der Gosau von Geistthal.

Um sicher zu sein, daß in diesen Geröllen tatsächlich Siderit oder sehr eisenreiche Glieder der Magnesit-Sideritreihe enthalten sind, besorgte Herr DiplIng. F. LAS-

KOVIC Analysen, ausgeführt vom Werkschemiker A. HOLLINGER, Zementwerk Kirchdorf/Krems, wofür beiden Herren bestens gedankt sei.

Bei näherem Zusehen erweisen sich nämlich viele der im Gesteinskonglomerat enthaltene Gerölle nicht als "Siderit", sondern als Glieder der Reihe Eisendolomit-Ankerit. Deshalb wurden von vielen hundert Geröllen solche ausgesucht, die nach Farbe, Glanz usw. am ehesten als Eisenspat anzusprechen waren. Sie ergaben folgende Werte:

	1	2	3	4	5	6	7
FeO	1'31	50'00	n.b.	50'70	0'36	41'35	n.b.
MnO	0'17	0'11	n.b.	0'14	0'15	0'09	n.b.
MgO	20'16	2'62	20'16	2'59	18'35	5'85	20'66
CaO	30'28	1'40	30'04	0'70	32'24	6'17	29'39
Fe ₂ O ₃	0'40	3'99	1'93	3'00	2'19	3'80	1'89
Al ₂ O ₃	0'47	1'56	0'43	3'64	0'45	2'04	0'16
Unlös.	0'97	0'39	1'44	1'24	0'54	0'22	0'05

Berechnet man daraus die einzelnen Karbonate, ohne sie auf 100 % umzuformen, aber MnCO₃ zu FeCO₃ zuzählend, so ergeben sich:

FeCO ₃	2'11	80'8	—	82'98	0'82	66'76	—
MgCO ₃	42'16	5'48	42'16	5'42	38'76	12'23	43'20
CaCO ₃	54'04	2'5	53'61	1'25	57'54	11'02	52'45

Darnach sind die Proben 1, 3, 5 und 7 als Dolomite bis Eisendolomite zu bezeichnen, 2 und 4 als Sideroplesit, während 6 als Mesitin anzusprechen ist. Die Proben 2 bis 7 sind merklich angewittert, in Brauneisenerz übergehend, daher die Fe₂O₃-Werte. Deshalb wurde auch darauf verzichtet, die Analysen auf 100 %-Karbonatwerte umzurechnen. Doch reichen die erhaltenen Werte aus, die Karbonate wie oben angegeben anzusprechen.

Damit ist sichergestellt, daß eine Eisenspatvererzung der Grauwackenzone älter als Gosau ist, denn auch die Geröllgesellschaft im Gosaukonglomerat von Geistthal entspricht — abgesehen von Ankerit und Eisenspat — weitgehend den Gesteinen der Grauwackenzone. Diese Gesellschaft kann nach dem Gesamteindruck wohl nur aus nicht allzufernem Hinterland der Gosaugeröllschüttung stammen. Da Geistthal aber heute weitab von der nördlichen Grauwackenzone liegt, sind die ursprünglichen Lagebeziehungen völlig ungeklärt, doch zeigen diese Gerölle, daß die Eisenspatvererzung der Grauwackenzone älter ist als die Oberkreide.

Als Hinweise auf eine jüngere Eisenspatvererzung sind die Lagerstätten um Werfen zu nennen. Sie liegen in einer ausgesprochenen Mylonitzone an der Basis der Kalkalpen und sind durch das Vorgleiten der Kalkalpendecken teilweise noch etwas tektonisch verformt worden, wenn sie auch nach HEISSEL (121) nicht der "Hochalpen-Überschiebung" unterworfen waren. Teilweise folgt diese jüngere Vererzung, wie ich zeigte (172), auffallend diesen Deckenbahnen; das könnte darauf hinweisen, daß die betreffenden Vererzungsvorgänge syn- bis posttektonisch abliefen, also möglicherweise einer zweiten Vererzungsphase, beispielsweise der jüngeren Erzgeneration von Mitterberg vergleichbar, zuzuordnen sind. Da vor allem die Eisenerzlagerstätten um Werfen nicht mehr zugänglich sind, fällt es schwer, diese Frage derzeit eindeutig zu entscheiden.

Eine ähnliche geologische Stellung haben auch die Erzvorkommen am Rande der Krabachjoch-Deckscholle (Arlberggebiet), die kürzlich K.E. KOCH (147) bearbeitet hatte; auch E.P. MATTHIAS (157) weist auf sie hin. Da hier tektonische Breschen metasomatisch vererzt wurden,

die Breschen aber bei der alpidischen Deckenbewegung gebildet worden sind, kann die Vererzung erst nach diesen Deckenbewegungen stattgefunden haben und muß deren Vererzung somit der jüngeren Phase angehören.

Eindeutig geklärt können diese Altersfragen wohl erst durch weitere, eigens darauf abgezielte Bearbeitungen werden. Einstweilen mag der Hinweis auf diese Möglichkeit genügen.

3. Kupferkieslagerstätte Mitterberg

Über diese Lagerstätte habe ich im 5. Band dieser Zeitschrift eine neue Deutung gebracht (92), auf die bezüglich aller Einzelheiten verwiesen sei. Wir halten hier nur fest, daß ich die Bildung der Gangspalte als Setzungsriß im frühen Geosynklinalstadium ansehe. Auf diesem Rißsystem, die Hauptgangspalte und Nebengänge sowie die Gangtrümer umfassend, drangen die Lösungen hoch, welche die Erze und Gangarten der beiden ersten Erzgenerationen brachten, dann wurde noch Gesteinsschmelze emporgepreßt und erstarrte als "Gangdiabas", der durch die eigenen und nachfolgenden Lösungen propylitisch verändert wurde. Die junge Erzabfolge schließt den Vererzungsablauf.

Geochemisch passen die Elemente Mg, Ni, Co, Cr, aber auch P (Apatit) usw. ausgezeichnet zur Herleitung des Stoffbestandes aus tiefen Schichten der Erde (Sima), weit aus besser, als etwa zu Restlösungen der Tauernkristallisation, an die ich früher gedacht hatte.

Die Gangartminerale verbinden diese Lagerstätte nach K. MATZ mit den Sideriten vom Kollmannsegg einer- und mit den Magnesiten der Dientener Umgebung andererseits.

Die Vererzung beginnt im Perm; die "Ablaugen" der Vererzung reduzieren die sonst durch Fe_2O_3 rot gefärbten Werfener Schichten zu den für dieses Gebiet typischen "Grünen Werfener Schichten von Mitterberg" (HEISSEL) (Siehe auch Abb. 22).

Soeben (Ende Mai 1968) erschien von W. HEISSEL ein Bericht über den geologischen Bau des Gebietes (122). Meine Anschauungen über diese Lagerstätte passen in diesen Rahmen. So hebt er hervor, daß sich das Aufreißen der Gangspalte nicht durch die Vorstellung eines im First aufgebrochenen Gewölbes deuten lasse.

In der Zeit der alpidischen Orogenese wurde der Bereich der Grauwackenzone und ihr Dach aus dem Süden in die heutige Lage verfrachtet. Die großen Störungen des Gangsystems gehen zum großen Teil auf diese Bewegungen des Deckenbaues zurück.

Die nicht in der Gangspalte (Setzungsriß) ausgefallenen Anteile geben einerseits die sedimentären Eisenerzlagertätte der Taghaube (siehe vorstehend); andererseits lassen sich auch permische Sandsteine mit sulfidischen Kupfererzen, wie sie im Oboiniggraben (Kärnten) vorliegen, als sedimentär ausgefällte Kupferreste ansehen.

Da die westlichen Glieder der Kupferlagerstätten, also jene um Schwaz–Brixlegg teilweise noch in die mittlere Trias hinaufreichen, scheint es durchaus möglich, daß deren Vererzung ebenfalls der jüngeren Phase von Mitterberg entsprechen könnte.

Ähnliche Kupfererzgänge sind bekannt vom berühmten Röhrerbühelgang bei Kitzbühel oder vom Hammergraben bei Filzmoos.

Ein quarziger NS-Gang mit Kupferkies, Fahlerz, begleitet von Skutterudit wurde in Tratten bei Kerschorf (Gailtal, Kärnten) einst bebaut (alter Schrämlstollen, Karte von mir 1940 aufgenommen).

Erzmikroskopisch zeigte sich, daß das Fahlerz (Tetraedrit) tektonisch schwach zerdrückt ist, Äderchen und Nester aus Kupferkies enthält. Das Erz tritt mit Dolomit-Kalkspat als Gangart auf, wobei Quarzsäulchen dem Erz wie auch den Karbonaten eingewachsen sind. Das Fahlerz ist teilweise reichlich von feinen Skutteruditkörnern durchwachsen, die prächtig zonar ausgebildet sind. Aus ihrer Verwitterung entstanden die reichlich auftretenden Anflüge von Annabergit (Nickelblüte) und Erythrin (Kobaltblüte) die auch von anderen Oxydations- und Zementationsmineralien, wie Azurit, Malachit, auch Kupferindig begleitet wird.

Der Kupferkies tritt in zwei Generationen auf; die eine ist älter als der Tetraedrit und ist von eisenreichem Ankerit begleitet, während die jüngere dem Fahlerz aufzementiert ist.

Damit erweist sich, daß das Vorkommen von Tratten sowohl in seiner Form (Gang), wie auch in seinem Mineralinhalt und dessen Abfolge weitgehend an die Mitterberger Gänge erinnert, insbesondere an die jüngere Abfolge dortigen Vererzung. Da überdies nach den Lehren der Deckentheorie die Grauwackenzone samt ihren Lagerstätten aus dem Süden stammt, worauf E. CLAR neuestens sehr eindrücklich hingewiesen hat (38), ist es mindestens angezeigt zu überlegen, ob sich hier im Süden nicht Reste solcher Lagerstätten finden lassen; Tratten könnte ein Fingerzeig hierfür sein.

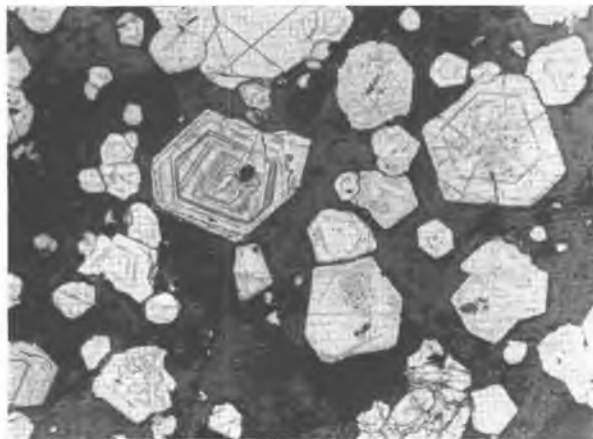
4. Kieslagerstätte Schwarzenbach bei Dienten

In dem vom Dientengraben nach N. abgehenden Schwarzenbachgraben ist eine Kieslagerstätte bekannt, die nach dem 2. Weltkrieg abgebaut wurde; G. HIESSLEITNER (129) berichtete kurz über sie.

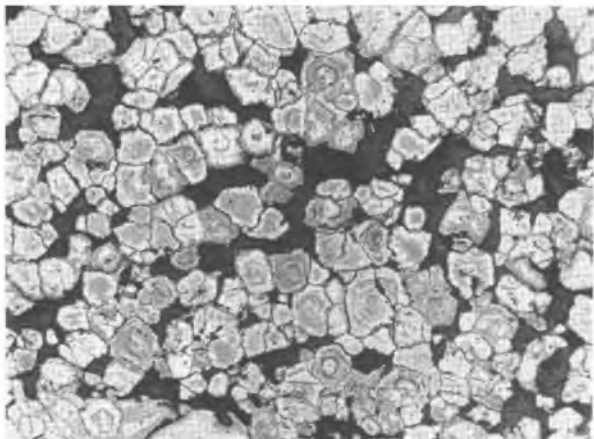
Sie bildet eine plattige Kieslinse, eigentlich ein Kieslineal, das schichtparallel in den Phylliten steckt und steil nach Süden einfällt. Es steht oben fast saiger und biegt unten auf 60° ein, streicht OW und schiebt schräg nach W in die Teufe. Die Streichlänge ist sehr gering, 15 bis 20 m, doch die Mächtigkeit fast 4 m. Der As-Gehalt stieg örtlich bis auf 0,6 % an. Das Vorkommen liegt etwas tiefer als der Mitterberger Gang und wie er im Liegenden der Magnesit-Spateisenerz-Zone. Pyrit in groben Körnern ("kristallig") herrscht gegenüber dem Kupferkies weit vor; er durchtränkt teilweise pseudoschichtig den aufgeblättern Schiefer. In der Teufe (Winterstollensohle) tritt eine beträchtliche Störung auf, die den Abbau erschwerte. Von 1946 bis 1951 wurden 25 000 t Derbkies mit 36–37 % S abgebaut, 1952 aber der Betrieb eingestellt. Die Erzaussichten in der Tiefe sind nach HIESSLEITNER aber noch nicht beendet.

HIESSLEITNER betont, daß ein dem Mitterberger Gangdiabas ähnliches Gestein zwar nicht in der Lagerstätte selbst, aber in deren Nahbereich aufträte; auch führt er an, daß der Pyrit die ältere, magnesitische Gangart verdränge, während lamellar verzwilligter Kupferkies, etwas Fahlerz, wenig Quarz der jüngeren Erzgeneration von Mitterberg, besonders aus dem Westfeld, 6. Sohle entspreche. Im übrigen sei der Raum von Schwarzenbach vor und nach der Vererzung stärker durchbewegt worden als das engere Gebiet um Mitterberg.

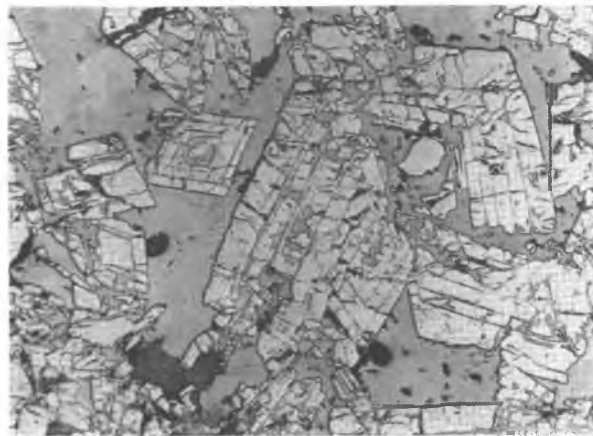
Anschliffe aus Proben, die ich 1950 auf sammelte, zeigen prächtig zonare Eisenkiese (Abb. 7, 8) in einem Untergrund aus Kupferkies, nicht minder schöne Arsenkiese (Abb. 9), die ebenfalls von Kupferkies zonar verdrängt werden, sowie Körperchen aus Zinkblende, eingewachsen in Kupferkies, beide durchsetzt von feinen Äderchen aus Dolomit (Abb. 10).



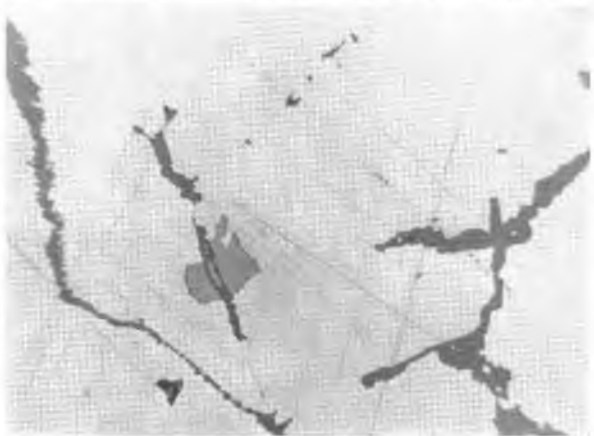
7



8



9



10

Text zu den Abbildungen der Tafel 3 (Schwarzenbach/Dienten)

Abbildung 7: Zonare Pyrite in Pinolitgrund. 2 Jahre luftgeätzt. - Anschliff 2211; 44 : 1.

Abbildung 8: Pflaster aus zonaren Pyriten in Pinolitgrund. 2 Jahre luftgeätzt. - Anschliff 2211; 44 : 1.

Abbildung 9: Arsenkies (weiß, schwaches Relief) wird zonar verdrängt durch Kupferkies (grau, glatt) und wenig Dolomit (dunkelgrau). Im Kupferkies etwas Fahlerz (Spur lichter). - Anschliff 2211; 44 : 1.

Abbildung 10: Kupferkies (grau, Grundmasse) enthält Zinkblende-Körperchen (dunkelgrau), beide von Dolomitäderchen (dunkelgrau bis schwarz) durchzogen. - Anschliff 2216; 100 : 1.

Die durchaus pinolitisch aussehende Gangmasse dieser Lagerstätte bildet eine Brücke zwischen den Kupferkieslagerstätten dieses Gebietes und den Magnesiten, die in der Umgebung Dientens in zahlreichen Kleinvorkommen auftreten. Die zonaren Kiese entsprechen durchaus jenen von Mitterberg, wie sie BERNHARD beschreibt, sind von hier vielleicht noch schöner zonar. Schon HIESSLEITNER hebt hervor, daß die Lagerstätte epigenetisch ist, obwohl sie auf den ersten Anblick viele Züge einer schichtigen Kiesenreicherung zeigt ("pseudoschichtig" im aufgeblätterten Schiefer).

5. Blei-Zinklagerstätten in den Kalkalpen

In den nördlichen, vor allem aber in den südlichen Kalkalpen treten zahlreiche Blei- und Zinklagerstätten auf, die zum Teil auch große, heute noch in Arbeit stehende Bergbaue ermöglichen.

Wie ich in mehreren Arbeiten (88, 89, 91) ausführte, läßt sich die vor einigen Jahren noch sehr heftig umstrittene Genesis sehr einfach verstehen, wenn man die von mir vorgeschlagene Deutung zu Grunde legt, nämlich, daß die

Erzlösungen in der mittleren Trias an Setzungsrisen der Geosynklinalbecken hochdrangen, dabei in den durchströmten Schichten der unteren und mittleren Trias Metasomatose auslösten, wobei die großen Erzstöcke, -schläuche usw. entstanden, während ein dabei nicht ausgefallter Anteil der Metalle sich in das darüber befindliche Meeresbecken ergoß und dort sedimentäre Lagerstättenbildung auslöste. Auf Einzelheiten, beispielsweise auf die Teufenerstreckung, auf die jeweils metasomatisch bzw. sedimentär ausgefallten Metallmengen usw. braucht hier nicht eingegangen zu werden, da diese Fragen ja von mir schon ausführlich behandelt worden sind.

Da seit 1963 niemand mehr die sedimentäre Entstehungsmöglichkeit von Pb-Zn-Vorkommen anzweifelt und die dabei entstehenden Erzgefüge hinreichend beschrieben sind (203, 89, 91), scheint es wohl nicht mehr erforderlich, diese Tatsache in immer neuen Arbeiten erhärten zu müssen, es ist vielmehr die Zeit gekommen, den Vorgang der Sedimentation näher zu zergliedern. Wie ich mit den Beschreibungen und den reichlichen Bildbeigaben gezeigt habe, entspricht beispielsweise das Vorkommen von Unken dem Falle einer wohl pulsierenden, im großen und ganzen anhaltenden, aber mäßig starken Metallzufuhr, die vor allem Eisendolomit bis Ankerit als chemisches Sediment ausfallen ließ, begleitet von bald mehr, bald weniger Zinkblende und etwas Bleiglanz. Die anhaltende Metallzufuhr ließ in diesen Meeresbecken kein üppiges Leben aufkommen, sodaß die in Radnig so auffallenden Bitumenlagen fehlen. In dieser Lagerstätte (Radnig) aber scheint die Zufuhr der Metalle und anderen chem. Elemente (F!) zwischen den einzelnen Phasen fast aufgehört zu haben, sodaß immer wieder reichlich Lebewesen auftreten konnten, die bei der nächsten Vererzungsphase vergiftet wurden, abstarben und die auffallenden

Bitumenlagen bzw. mit Bitumen reichlich durchtränkten Dolomitschichtchen ergaben. Diese ergeben damit den in Abb. 2, 3, 4, 5, 6 der Radnigarbeit gezeigten cm-Rhythmit.

Die Schelfgebiete von Geosynklinaltrögen begünstigen organisches Leben; insbesondere gedeihen Algenrasen ausgezeichnet, bilden Bänke und lassen lange Riffsäume entstehen. Ihr lockerer, sehr poröser Bau, teilweise verbunden mit den sich dabei entwickelnden reduzierenden Eigenschaften der organischen Stoffe geben in vielen Fällen äußerst günstige Bedingungen für das Ausfällen zugeführter Metalle, vor allem von Blei und Zink, sodaß sedimentäre Lagerstätten mit ihren mannigfaltigem Gefüge entstehen können. Auch günstige Strömungsverhältnisse, teilweise innerhalb des Gezeitenbereiches können im einzelnen günstig mitwirken. Dabei können die Metalle sowohl in der Riffbank selbst wie auch in deren Vor- und Hinterland ausgefällt werden.

Das langsame, sich periodisch etwas steigernde Absinken des Geosynklinaltroges verschüttet die einzelnen Algenbänke (Riffe); sie werden durch eine Sandbank, durch Kalk oder Dolomitarenit — oft durch chemische Fällung ausgediehen — eingedeckt. Darüber entsteht vielfach ein neues Algenriff usw., sodaß dadurch mehrere Riffe flözförmig übereinander folgen können. Jedes stärkere Absinken des Untergrundes, bei dem ein Riff verschüttet wird, stellt eine "Bodenunruhe" dar, öffnet neuerdings die Zufuhrwege für die mineralisierenden Lösungen.

Aber nicht nur verstärktes Absinken kann die einzelnen Riffbänke verschütten und dadurch zum Absterben bringen, sondern die in den mineralisierenden Lösungen vorhandenen Stoffe, die wie Fluor, Barium, aber auch Blei giftig wirken, können sie ebenfalls abtöten, sodaß auf die organisch bedingte Sedimentation wieder anorganische

folgen kann. Dies sehen wir sehr deutlich in den Lagerstufen von Radnig (Abb. 5, 6 in (89)), wo auf cm-dicken Schichten von Dolomitit ebenso dicke aus Flußspat und Zinkblende, Bleiglanz, auch Schwerspat mit kristallisiertem Quarz usw. folgen.

Diese Riffe stellen nur ein für die Vererzung günstiges Nebengestein dar, sind aber weder selbst Erzspender oder auch nur Metallsammler, die etwa aus im Meerwasser vorhandenen Metallspuren diese zu den Erzmineralien anreichern. Zumindestens liegen bisher hierfür keinerlei physikalisch-chemische Begründungen vor. Ohne Zufuhr mineralisierender Lösungen, die sich zwanglos aus dem Erdinneren durch die Setzungsrisse herleiten lassen, kann kaum eine zu Lagerstätten führende Metallanreicherung erfolgen. Nur ganz ausnahmsweise werden durch Wasser aus dem Hinterland, durch Grundwasser oder durch Flüsse genügende Metallmengen ins Geosynklinalmeer verfrachtet werden, die zu Lagerstätten angereichert werden können. Solches ist für einige biologisch wirksame Stoffe zwar durchaus möglich, beispielsweise für Eisen, Mangan, Vanadium u. v. a., wobei aber gerade für diese auch das stark wechselnde Redox-Potential bei der Ausfällung maßgebend mitwirken wird. Auch sind gerade Eisen und Mangan so häufige Stoffe, daß sie schon dadurch in ausreichender Menge den Meeresbecken zugeführt und dadurch lagerstättenbildend angereichert werden können. Die Metalle Blei und Zink, auch Kupfer, Silber, Arsen, Antimon (im Fahlerz) usw. etwa durch eine salinare Mobilisation im Hinterland herleiten zu wollen, halte ich schon wegen der Mengen für irrtümlich. Auch sprechen die Wärmeverhältnisse mehrfach dagegen, wenn beispielsweise eisenreiche Zinkblende oder solche mit Kupferkiesentmischung oder Bleiglanz mit Fahlerztröpfchen entstanden.

Auf die Rinnenbildung in diesen Sedimentbereichen, auf untermeerische Rutschungen, die zu Trübeschlämmen, zu sedimentären Breschen führen und durch Absackungen an den ungleichmäßigen Senkungen hervorgerufen werden, habe ich schon mehrfach hingewiesen. Daß dabei Kokardenerze um einzelne Gesteinsbrocken in lockeren Breschen nahe den Setzungsrisen entstehen können, ist ebenso selbstverständlich wie der Umstand, daß in entstandenen Sandsteinbänken und Konglomeraten Erzgerölle, auch Erzkörnchen als Bestandteile der Sandmassen sich vorfinden.

Die Vergiftung der Lebewesen in abgeschnürten Meeresbecken führte auch zu Schwarzschieferbildung, wie sie in vielen Raibler Schichten der Lagerstätten immer wieder auftreten. Daß in diesen schwarzen Schichten auch ungewöhnliche Elemente biologisch angereichert sein können, paßt gut in diese Vorstellungen, beispielsweise Vanadium, Phosphorsäure usw.

Daß das Gefüge der Karbonatgesteine die Bgden-unruhe vielfach klar erkennen läßt, ist schon erwähnt worden, ebenso das Auftreten von Tuffen usw. als Zeichen dafür, daß die Setzungsrisse magmatisch aktive Bereiche anzapften, sodaß sogar Schmelzen hochdringen konnten.

Dadurch wird der an sich nicht sehr starke Triasvulkanismus verständlich (148), der besonders in den westlichen Südalpen (Dolomiten) verbreitet ist und dort auch Lagerstättenbildend gewirkt hat.

H. J. SCHNEIDER (200) gibt an, daß in den nördlichen kalkalpinen Blei-Zinklagerstätten der Eisensulfidgehalt so zunehmen kann, daß diese Kiese (Pyrit, Markasit) absolut vorherrschen können. Daher wurden solche Lagerstätten früher auf Eisen abgebaut. Sie enthalten mitunter auch Spuren von Kupfererzen (Boulangerit, Tennantit, Kupferglanz,

Kupferkies). Er hebt auch hervor, daß die Blei- und Zinkführung innerhalb der erzführenden Schichten (Anis, Ladin, Carn) immer nur auf wenige Meter (40 bis 200) beschränkt sei, die Mittlere Trias aber mehr als 2000 m mächtig sei. Dabei sei die Erzführung auf jene Schichten beschränkt, die Sonderfazies aufwiesen. Dabei weisen Resedimente, Schlammströme und Schichtfließen auf untermeerische hydrothermale Zufuhr. Dies alles ist nach den vorstehenden Darlegungen leicht verständlich, siehe auch Seite 86.

Nachsatz Ende Juni 1968: Soeben erschien im Juni-Heft von Erzmetall 1968 ein Referat "H. Br." über Erzanreicherungen auf dem Grunde des Roten Meeres (Engng.Min. J. 169, 1, 1968: 102-104). Darnach finden sich im "Atlantis-Graben" des Roten Meeres in 2100 m Tiefe ansehnliche Erzmengen, ohne Fe und Mn mindestens 130 Mill. t, wahrscheinlich wesentlich mehr. Es wird vermutet, daß heiße im Atlantisgraben ins Meer mündende Thermen die Schwermetalle (Au, Ag, Zn, Cu) brachten. Wasserproben in der Tiefe waren 56° C warm, oberflächennahe aber nur 20°! Man nimmt an, daß die Schwermetalle an der Grenzfläche Therme-Meerwasser ausgefällt werden und zu Boden sinken. Das wäre ein rezenter Fall für die von mir angenommene Erzausfällung am Schnitt von tiefen Senkungs-(Zerrungs-)Rissen mit dem Meeresboden!

6. Flußspat in Guttensteinerkalk

In bestimmten Triasschichten tritt häufig Flußspat auf; bekannt sind beispielsweise die Vorkommen vom Sulzbachgraben nahe Gams bei Hiefrau, vom Schindlgraben bei St. Gallen und in der Unterlaussa, ebenso von der Gnadenbrücke an der Radstädter Tauernstraße, von der Kranzhöhe N der Steirischen Kalkspitze (59). Ihr Auftreten in bestimmten Schichten weist darauf hin, daß zu jener Zeit aus dem Untergrund Fluor gefördert worden ist, wie wir auch teilweise viel Fluor mit den Blei- und Zinkmengen hochdringen sehen, sodaß Flußspat auf vielen dieser Lagerstätten eine verbreitete Gangart darstellt.

Ob das bekannte Flußspatvorkommen vom Zederhauser Weißeck ebenfalls hier einzureihen ist, wage ich nicht zu behaupten, obwohl ich es sehr gut kenne. Es könnte sich auch um eine Art Gangvererzung im Hofe der Tauern handeln.

7. Gips im Bunten Keuper

Im Bunten Keuper des Semmeringmesozoikums tritt Gips in zwei Schichten auf und wird von den Schottwiener Gipswerken abgebaut (siehe 179) (S. 28).

8. Manganerzvorkommen in Liasgesteinen

Abgesehen vom Absinken des Geosynklinalbodens verlief der Absatz der mesozoischen Sedimente im ostalpinen Geosynklinaltrog im großen und ganzen in tektonischen Ruhezeiten. Erst im Jura machen sich die Vorphasen der alpidischen Orogenese und damit auch ein schwacher Magmatismus bemerkbar, dem beispielsweise der "Ehrwaldit" des Wettersteingebirges zugeordnet wird (CORNELIUS 44). Hingegen sind im penninischen Trog in dieser Zeit reichlich magmatische, vor allem basische Gesteine aufgedrungen.

Damit mehr oder minder lose zusammenfallend, wird Mangan an verschiedenen Stellen der Kalkalpen ausgefällt (Walderalm bei Innsbruck, Strubbergsschichten bei Abtenau (150, 185, 45, 197) u. m. a.). Wenn das Mangan darin auch vielfach biologisch angereichert ist, erscheint es doch sehr wahrscheinlich, daß es ebenfalls aus der Tiefe zugeführt worden ist, in der Art eines natürlichen "Kunstdüngers" aber das Leben der betreffenden Organismen angeregt hat. Dazu paßt, daß z. B. die in der Trias sedimentär ausgefallenen Siderite (Teltschenalm) besonders manganreich sind.

Im Gegensatz etwa zu den Verhältnissen im Atlas (Marokko) ist es in den Alpen kaum irgendwo zu Großlagerstätten von Mangan gekommen; die meisten gingen kaum über das Schurfstudium hinaus, viele erreichten nur die Größe von (mineralogisch allerdings teilweise sehr interessanten) Mineralvorkommen. Solche hat H. MEIXNER (163) vom Lantschfeld in den Radstädter Tauern, aber auch im metamorphen Kleid aus der Hülle der Tauern (167) bearbeitet.

9. Bauxit

Kurz sollen hier noch die Bauxite erwähnt werden (Brandenberg (Nordtirol), Laussa, Untersberg), die im Wesentlichen vorgosauischer Verwitterung entstammen (133) und chemisch sedimentiert wurden.

II. Lagerstätten der Orogenese

Der zuletzt besprochene Lagerstättentypus, die Manganerze, ist schon auf magmatische Äußerungen zurückzubeziehen, die als Vorboten der orogenetischen Bewegungen gelten können. Aber erst zwischen Unter- und Oberkreide setzt die eigentliche alpidische Orogenese mit der Austrischen Phase ein, weitere Phasen halten bis ins Jungtertiär hinein an. Damit beginnt der zweite Hauptteil der alpidischen Vererzung. Das ist zugleich jener, der bisher bei Fragen der Vererzung fast ausschließlich berücksichtigt wurde.

a. Synorogene Vererzungen bzw. Mineralisationen

1. a. Talk- und Asbestbildung

Zunächst werden durch diese Bewegungen aus der Tiefe basische und ultrabasische Magmenteile hochgeschleppt. Die Ultrabasite, die während Bewegungsphasen in die wassergesättigten Sedimente eindringen, nehmen Wasser auf und werden zu Serpentin umgewandelt. Sie geben aber auch Magnesia an die Umgebung ab und es kommt zu allerlei Wechselreaktionen, aus denen einerseits die Serpentinhofgesteine hervorgehen, wie sie beispielsweise im "Gestellsteinbruch" hinter der Aufbereitung zu Schellgaden gut aufgeschlossen sind (164), andererseits bilden sich dabei verbreitet Talklagerstätten, beispielsweise jene der Tauernschieferhülle (Bruck im Fuschertal/Ferleiten, Ladernig bei Gastein usw.), oft von feinfaseriger Hornblende (Asbestine) begleitet. Auch richtige Hornblendemasbest-Lagerstätten können entstehen (Stern ober Rennweg). Auch der durch seine Minerale bekannte Serpentin vom Grießerhof bei Hirt (Kärnten) (viele Notizen von H. MEIXNER) trägt eine dicke Talkschwarte, die eine bis jetzt bebaute Lagerstätte darstellt; sie ist von G. STERK (210) bearbeitet.

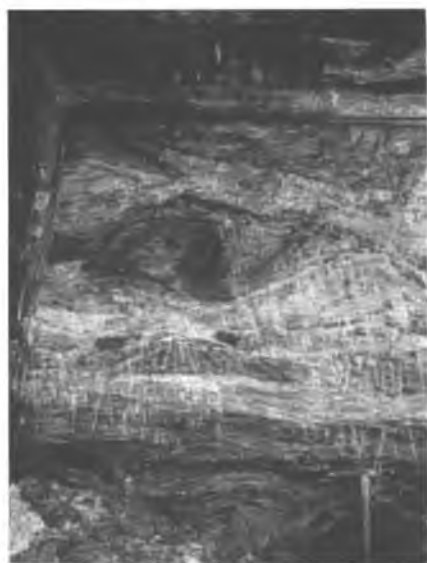
Offensichtlich werden bei dieser Orogenese auch die schon in der ersten "Magnesiamobilisation" (Magnesitbildung) wirksam gewesenen tiefen Zerrspalten als Schwachstellen wieder aktiviert, die Magnesite zerschert, zerstückelt, in die Hüllgesteine eingewickelt. Diese sowohl wie die Magnesite werden dabei in Talk umgewandelt (Rabenwald bei Anger (73), Oberdorf/Tragöß (114)).

Wie ich in meiner Bearbeitung der Talklagerstätten des Rabenwaldes zeigen konnte, setzt die zweite Mg-Mo-

bilisation, die die Talklagerstätten entstehen ließ, mit einer starken, das Nebengestein vielfach fließend verformenden Durchbewegung ein, die sehr stark einengend wirkte und ausgelöst wird durch die Überschiebung zweier verschiedener Kristallinschuppen, von denen die eine den Koralmgesteinen entspricht, die andere aber höheren Stockwerken, etwa der oberen Gleinalmmasse nahesteht. Diese vortalkische Durchbewegung ist in den Gruben in Form von Walzen, eingekneteten Schieferschollen, Faltenwirbeln usw. immer wieder deutlich zu sehen (Figurentafel 3). Lichtbilder davon habe ich in den Abb. 5 bis 13 meiner damaligen Veröffentlichung vorgelegt, bringe einige auch wieder in den Abb. 11-14.

Die Umsetzungsvorgänge (Silikatmetasomatosen) beginnen mit einer starken Kalimetasomatose, auf die allmählich die Magnesiazufuhr folgte. Als Zwischenglieder zwischen diesen beiden bildeten sich Vermiculit nach Biotit, Leuchtenbergit usw. Alle diese Mineralbildungen überdecken sich weitgehend und entsprechen zusammen mit der Talkbildung einer Metamorphose in der unteren ersten bis oberen zweiten Tiefenstufe, die der Tauernkristallisation durchaus vergleichbar ist. Die von der ersten Mg-Mobilisation vorhandenen oder vielleicht auch durch eine Vorphase gebildeten Magnesite werden dabei in Talk umgewandelt, wobei das Pinolitgefüge erhalten bleiben kann, wie die Pseudomorphosen Talk nach Pinolit von Oberdorf zeigen, die H. WELSER (228) auffand und beschrieb.

Vor dieser Vertalkung aber wurden die Magnesite tektonisch in manchmal kleinste Schollen zerschert, auseinander gerissen, in die Schiefer eingeknetet; es bildeten sich vielfach die "Wickelzeilen" im Sinne von F. ANGEL. Am Rabenwald habe ich mehrere tausend Meter Streckenprofile aufgenommen und davon auch eine kleine Auswahl in



11
13

12
14

Abb. 3 (73) veröffentlicht. Stromlinienförmige Schollen, tektonische Gerölle von mehreren Metern Durchmesser bis zu haselnußgroßen Körperchen, spindelförmige Körperchen (Abb. 11), oft als "Walzen" in den Tag- oder Grubenbauen aus dem Talk herausgeschält (Abb. 14), sind hier unliebe Einschaltungen im Talk. Ganz ähnliche Bilder hat jüngst auch J.G. HADITSCH (114) von der Talklagerstätte Oberdorf / Lassing veröffentlicht und gezeigt, daß auch in dieser Talk-Magnesitlagerstätte die Talkbildung nach einer starken tektonischen Beanspruchung einsetzt und abläuft. Auch von den Vorkommen Lassing, Mautern, Rannach usw. ließen sich ähnliche Bilder bringen.

Figurentafel 3: Einige Ortsbilder und Umrissprofile aus der Talklagerstätte Rabenwald. Im Talkschiefer (dunkelschraffiert, z.T. schwarz) liegen Schollen, Walzen und stromlinienförmige Körper des Nebengesteins = vertalkter Reibungsteppich einer Überschiebung. Einzelheiten aus einigen Aufnahmsblättern zusammengezeichnet.

Text zu den Abbildungen der Tafel 4:

Abbildung 11: Linsige "Walze", die in sich stark feingefaltet ist, von lichthem Talk umflossen, unter dem dunkle Talklagen folgen. Kurzes Aufhauen vom 1. Nordschlag des Glückauf-Stollens NP 65, 1942.

Abbildung 12: Starke Verfaltung des Streifengneises der Koralmserie unter dem Talklager, das in der linken oberen Ecke gerade noch sichtbar ist. Die Aplitlagen lassen den Faltenbau besonders schön erkennen. Sie geben, wenn vertalkt, reinweißen Talk. Rieckhgrube, 7. Sohle Süd, Verbindungsschlag zum Tagbaustollen.

Abbildung 13: Gefalteter, streifiger Talk, aus Streifengneis mit Aplitlagen, wie Abb. 2 hervorgegangen. Im unteren Bildmittel Bändergneis (Koralmserie). Irmastollen, etwa unter dem Mundloch des Tagbaustollens. 1944

Abbildung 14: Eine typische "Walze" ist durch den Abbau angeschnitten, eine zweite liegt mit ihrer Spitze rechts hinter dem vorderen Stempel; auf ihr steht der Stempel ganz links. Der Talk darüber (links oben im Bild) ist stark gestaucht. Abbaufeld der 2. Sohle Nord, Mühlederschacht. 1943.

Bei den unter den Bedingungen einer mäßigen Metamorphose ablaufenden Wechselreaktionen zwischen Ultrabasiten und den Hüllgesteinen wird außer der zur Talkbildung verwendeten Magnesia diese aber auch für die diaphthorischen Umbildungen der Gesteine verfügbar. Dabei wird, wie F. ANGEL zeigte, in eisenhaltigen Mineralen das Fe durch Mg weitgehend verdrängt. Dieses überreiche Mg-Angebot ist, vereint mit den großen, in diesen Gesteinsfolgen verfügbaren Wassermengen die Hauptursache für die Diaphthorese.

Diese Vorgänge gehen unter den Bedingungen einer erststufigen Metamorphose vor sich, die der "Tauernkristallisation" weitgehend entspricht. Geringe Mengen an Chrom, Phosphorsäure, Titan usw. werden dabei ebenfalls aktiviert (Apatit, Fuchsit, Anatas, Titanit usw.).

1 b. Weißschiefer (Leukophyllit)

Werden Gesteine, wie Schiefer und Gneise, die an Bewegungsbahnen von Teildecken entsprechend "aufbereitet" sind, (erststufig) metamorph-hydrothermal umgesetzt, ohne daß Magnesia in wesentlichen Mengen daran beteiligt ist, so können Weißschiefer, Leukophyllite entstehen, wie solche seit langem von den Aspanger Kaolinwerken als "Kaolin" abgebaut werden. Da zentralalpines Mesozoikum an diese Deckenbewegungen im Wechselgebiet noch einbezogen ist, ergibt sich, daß diese alpidisch sind; somit sind es auch diese Lagerstätten. Es handelt sich dabei offensichtlich um Tiefenmylonite im Sinne von W. FRITSCH (101) und bei der Neubildung der "Kaolin"-Minerale dieser Lagerstätten um Bildungen einer Finaldiaphthorese im Sinne dieses Forschers.

Ob dieses alpidische Alter auch für den Leukophyllit von Kleinfeldstritz bei Weißkirchen (Steiermark) (17) gilt,

der ebenfalls in bedeutendem Ausmaß abgebaut wird und dessen Aufschluß ich einst leitete, ist noch nicht geklärt; denn es fehlen neue Untersuchungen über den Anteil alpidischer Bewegungen am Bau der Stubalm. Daher ist es richtiger, die Alterseinstufung, ob variskisch oder alpidisch, einstweilen offen zu lassen.

Ähnliche Weißschiefer kommen auch mehrfach in den Hohen Tauern vor, so in der Ankogel-Hochalm- und in der Granatspitzgruppe; da diese aber wesentlich ungünstiger liegen, werden sie vorläufig noch nicht technisch genützt.

2 a. Alpine Kieslager im allgemeinen

Aber nicht nur Ultrabasite werden hochgeschleppt, es dringen verbreitet auch basische (gabbroide) Gesteine hoch bzw. werden deren Tuffe gefördert; sie gehören dem initialen Magmatismus im Sinne von H. STILLE an. In ihrem Gefolge werden wieder Lösungen gefördert, die sedimentäre Kieslager von oft recht beträchtlichen Ausmaßen liefern. Durch die Tauernkristallisation umgeformt, stellen sie die alpinen Kieslager dar, wie sie in vielen Einzelvorkommen des Großarltales (65), in der Rauris, im Pinzgau usw. vorkommen.

Über die Herleitung des Inhaltes dieser Lagerstätten konnte ich mich 1936 nicht bestimmt äußern; sicher war nur ein Zusammenhang mit Grüngesteinen und eine tauernmetamorphe Überprägung. Für das südlich des Tauernhauptkammes liegende Kieslager von Großfragant hat S. PREY (187) die Genesis aufklären können. Die Grünschiefer der Matreier Zone bezeugen einen jurassischen basischen Vulkanismus, der die Stoffmengen der Lagerstätte lieferte. Der Stoffinhalt wurde syngenetisch ausgefällt. Die darüber hinweggegangene Tauernkristallisation erzeugte

aus den Tuffen usw. die Grünschiefer und Prasinite und formte auch das Kieslager metamorph um. Diese Deutung kann aus guten Gründen auch für die anderen Kieslager dieser Gruppe als gültig angesehen werden. Auch Fr. HEGEMANN (120) hat sich mehrfach in ähnlichem Sinne geäußert, hat aber die verschiedenen Typen der Kieslager nicht auseinandergehalten und dadurch seine Arbeiten selbst entwertet.

2 b. Kieslager im Serpentin

Einen anderen Typ alpidischer Kieslagerstätten stellt das an eine kleine Serpentinlinse gebundene Magnetkies-Vorkommen von der Pfeifenbergeralm im Murwinkel (227) dar. Es enthält örtlich ziemlich viel Pentlandit und stellt den alpinen Vertreter der an Magnetkies gebundenen Nickellagerstätten dar, ist allerdings für heutige Begriffe viel zu klein, als daß an einen Abbau gedacht werden könnte. Es ist aber ^{ein} weiteres Beispiel für die an den basischen, initialen Magmatismus der alpidischen Orogenese gebundenen Lagerstättenbildung.

3. "Alpine Lagergänge"

Die im Untergrund der Geosynklinale in die Tiefe gebrachten Massen rekristallisieren, werden teilweise zu palingenen Graniten (Tonaliten usw.) umgeformt. Diese Massen steigen als syntektonische Granite usw. hoch. Dabei werden wieder metallführende Lösungen mit hochgebracht und bilden die typischen "alpinen Lagergänge", also mehr oder minder in die Schieferung des Nebengesteins eingeschlichtete, oft schichtartig scheinende Massen, stets unter den Bedingungen der Tauernkristallisation und verwandter Metamorphosen kristallisiert. Dadurch werden sie beispielsweise

von H. HUTTENLOCHER zu den metamorphen Lagerstätten gestellt. Nach meinem Dafürhalten bezeichnet man sie aber besser als auf Bewegungsflächen unter den Bedingungen einer 1. stufigen Metamorphose (Tauernkristallisation)ausgeschiedene (also nicht nur umkristallisierte)Lagerstätten. E.CLAR hat sich (33) eingehend mit der Frage auseinandergesetzt , wann eine Lagerstätte als metamorph und wann sie als unter den Bedingungen einer Metamorphose entstanden anzusprechen ist.

Schon 1944 habe ich (72) die Zusammenhänge zwischen Deckenbau und Vererzung erkannt,nachdem ich schon zuvor (71) auf enge Beziehungen zwischen Deckenbau und Erzlagerstätten hingewiesen hatte, und alpine Lagergänge Überschiebungsbahnen zugeordnet und die Bedeutung dieser Erkenntnis für den Bergmann hervorgehoben.

In die Gruppe der alpinen Lagergänge gehören:

a. Die Goldlagerstätten von Schellgaden

Diesen Lagerstättentyp habe ich schon sehr frühzeitig von den Tauerngoldgängen abgetrennt und ihnen als "alte" Lagerstätten gegenübergestellt (63, 68). Die zahlreichen Vorkommen dieser Gruppe säumen – wie die in Figurentafel 9 gebrachte Übersichtskarte zeigt – den Nordost- und den Ostrand des Zentralgneises der Ankogel–Hochalm-Masse. Die Hauptbaue liegen um Schellgaden, wo die Birgeck- und der Jägerhaltstollen noch offen sind, ziehen von da nach Süden den steilen Hang hinauf bis an die Waldgrenze, wo die Gruben des Stübelbaues und des Schulterbaues liegen. Im westlich anschließenden Pritzkar unterfuhren die Pramleitnbaue die Grenze von Salzburg und Kärnten und ziehen von hier über Zaneischg ins obere Lieser- = Pöllatal und weiter über den Radlgraben unter Gmünd bis gegen Trebesnig.

Es handelt sich, wie jeder, der ein wenig Grubenkarten lesen kann, aus den beigegebenen Figurentafeln 4 und 5 ersieht, um linsige oder linealartige Erzkörper, die meist gut in die Schieferung des Gesteins eingeschlichtet sind. Es sind mehrere, zueinander ungefähr parallel liegende "Lager" vorhanden, im Stübelbau beispielsweise das Barbara-(=Haupt-) Lager, das Hangendlager, das Leonhardilager, das Köhlerstollenlager und die beiden Schulterbaulager im Schulterbau. Im großen und ganzen gleichen sie einander weitgehend, doch können durch wechselnde Mengen von Turmalin oder Scheelit einzelne Lager bzw. Lagertrümmer eigenes Gepräge annehmen. Örtlich spalten sie aber quer durchs Gestein setzende Gangtrümmer ab, die sich dann meist nesterartig erweitern (Abb. 17).

Das Hauptlagerstättenmineral ist ein zuckerkörniger "Goldquarz", vom tauben, fettigen Gangquarz deutlich verschieden. Er enthält lagig oder bänderig angeordnet verschiedene Sulfide: Eisenkies, Magnetkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende; seltener sind Buntkupferkies oder Fahlerz; Arsenkies fehlt. Örtlich ist Turmalin reichlich vorhanden, bildet ganze Turmalinsonnen, die besonders im jetzt schon schwer zugänglichen Schulterbau prächtig aufgeschlossen sind. Diese enthalten neben Quarz meist auch noch Eisenspat oder Ankerit, örtlich auch viel Albit, Chlorit und Apatit. Turmalin bildet aber auch Garben und Stengelbüschel im Lagerschiefer (Schulterbauhalde) oder bis kopfgroße Mugel und Nester innerhalb der Lagerstätte (Stübelbau). Die schon erwähnten Sulfide können an zahlreichen Punkten der Grube anstehend beleuchtet werden, besonders schön etwa im Nordfeld des Hangendlagers. Gold kann heute wohl nur ganz ausnahmsweise gefunden werden. Scheelit kommt in nuß- bis faustgroßen Muggeln allenthalben vor, besonders reichlich im Südfeld des Hangendlagers, aber

Brgeck

*Übersichtskarte über das
Bergbaugebiet von
Schellgaden*

N

SCHELLGADEN

1:50.000
1:100.000
1:200.000
1:500.000
1:1.000.000

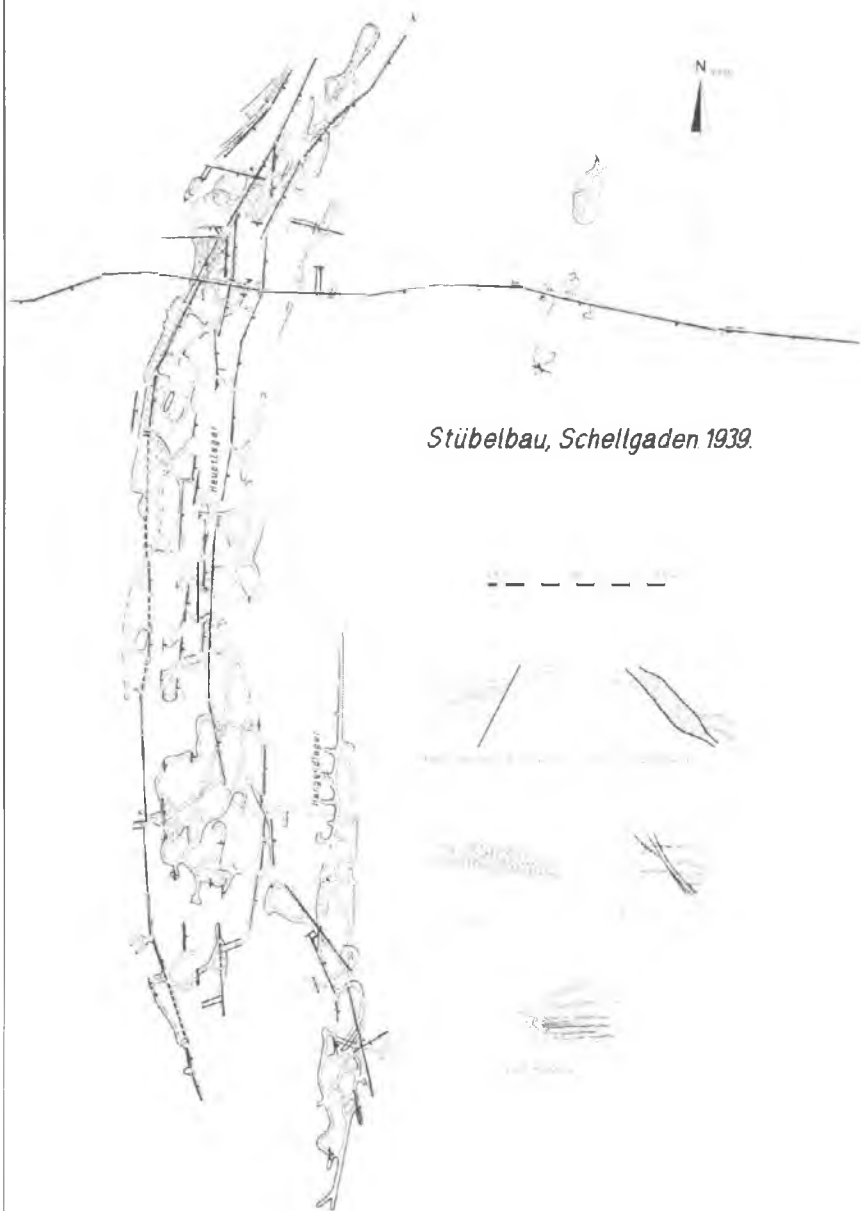
Jägerhütt

Stubelbau

Schulterbaue

Prahmleiten

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Stübelbau, Schellgaden 1939.

Figurentafel 4: Übersichtskarte über das Gebiet der Goldbergbaue von Schellgaden. Am Steilhang N des Dorfes Schellgaden liegt die Grube Birgeck, S des Dorfes die Jägerhalt-Grube. Oben, nahe der Baumgrenze liegt die Hauptgrube "Stübelbau" mit Haupt- und Hangendlager; die Querschläge nach Osten sowie der "Winterzugang" entstammen der Untersuchung 1939/1941. Hangend dazu der Schulterbau mit seinen beiden Lagergängen, sowie der Sigmund- und andere, unbekannte Stollen auf weiteren Hangendlagern. Welchen der vielen Lagergänge die Baue in der Prahlleiten entsprechen, ist noch ungeklärt, vermutlich aber jenen des Schulterbaues.

Figurentafel 5: Stübelbau. Die Grubenkarte zeigt die Abbaufelder des Haupt- und des Hangendlagers (feingestrichelt), sowie die streichenden Störungen (dicke Striche), die die Lagergänge treppenartig verstellen. Der im oberen Bilddrittel von W nach O führende Querschlag ist nach der "Kreuzkluft" aufgefahren und querte auch das hangende "Leonhardilager" ab. Der "Winterzugang" mündete mit einem kurzen Aufbruch nahe seinem östlichen Vorort.

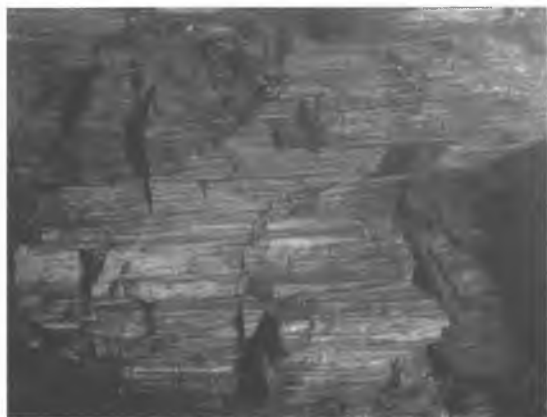
auch im Nordfeld; über ihn wird gesondert berichtet werden. P. RAMDOHR (191) entdeckte mikroskopisch neben Scheelit noch Wolframit sowie Molybdänglanz und Stoltzit (als Verwitterungsmineral!), ebenso neben dem von mir aufgefundenen Altait (PbTe) noch Hessit, Tetradymit und Sylvanit; weiters wies er noch Cubanit und Vallerit in geschützten Kupferkieskörnern nach. Aus diesem Mineralbestand läßt sich auf Wärmehöhen von wenigstens 250° C bei der Bildung schließen. Schließlich sei erwähnt, daß in den alten Abbauen das Mineral Phosphorößlerit (69) erstmalig entdeckt werden konnte.

Die Lagerstätten lassen starke Silikatmetasomatose erkennen, der Lagerstättenquarz dringt dann in das Gestein ein (Abb. 15, 18), spaltet es fingerförmig und verdrängt es schließlich ganz. Dabei setzen sich die Sulfide vorzugsweise an die Glimmerlagen an, die aber schließlich auch verdrängt werden, sodaß bänderige Erzkörper entstehen, in denen Quarzlagen mit sulfidreichen, dünnen Lagen

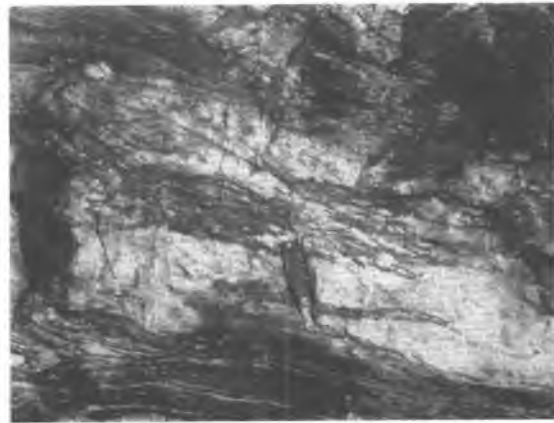
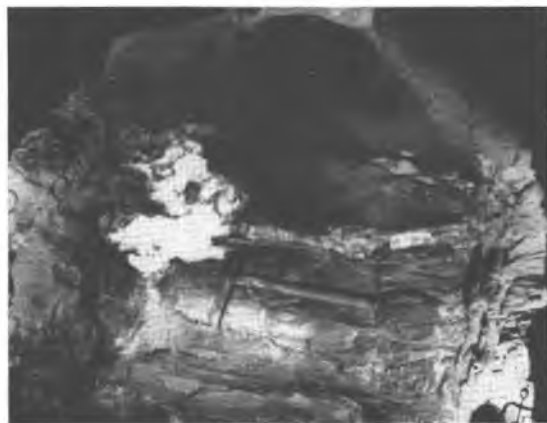
wechseln. Es kann dabei mitunter Erz entstehen, das beim ersten Ansehen an sedimentäre Bildung erinnert; solches ist etwa im alten Bergbau am Nordhang des Radlgrabens unter Gmünd aufgeschlossen. Verfolgt man aber eingeschlossene Gesteinsbrocken oder die gefalteten und gestauchten Kiesbänder genau, so erkennt man, daß die Vererzung während einer Durchbewegung pneumatolytisch bis heißhydrothermal erfolgte.

Zahlreiche Störungen verstellen die Lagerstätte und begrenzen eine Linse gegen die andere. Die wichtigsten davon sind in der Figurentafel 5 durch dicke Linien eingetragen. Dabei streichen die meisten Klüfte gleich wie die Lagerstätte, also NS bis NNO/SSW; sie fallen aber meist etwas steiler ein als die "Lager" und verstellen diese treppenartig. Die auf nahezu 900 Meter verfolgte Kreuzkluft aber steht darauf senkrecht, streicht also OW und fällt steil bis mittelsteil nach Süden. Sie ist jünger als die Vererzung; denn sie enthält Erzbrocken eingequetscht und verstellt die Lagerstätten um wenige, meist 3 bis 6 Meter, und zwar so, daß der nördliche Teil gehoben bzw. der südliche abgesenkt erscheint, also parallel zum Herausheben des Tauernostrandes gegenüber dem Nockgebiet.

Nicht nur die Lagerstättenform ist gänzlich verschieden von den Tauerngoldgängen, sondern auch der Mineralinhalt. So fehlt der auf den Goldgängen fast stets reichlich vorhandene Arsenkies. Ebenso ist das Erzgefüge ganz anders, denn es zeigt Verwachsungen, die eine vorkristallin erfolgte Durchbewegung abbilden (Abb. 6 in 68) und somit das Gefüge eines kristallinen Schiefers. Daraus erkennt man, daß die Lagerstätte im Zuge einer Durchbewegung gebildet und gleichzeitig damit oder wenig darnach von der Tauern-Kristallisation geprägt wurde. Dieses Erzgefüge zeigt im



15,16



17,18

Text zur Tafel 4:

Abbildung 15: "Erzlager" als Paket dicht gepackter Quarzlinsen in der Schieferung des Gneises. Hangendlager, Nordfeld, Ost, 3. Querschlag.

Abbildung 16: Feinbau der Erzlager: gefältelter und gestauchter Lagerquarz (grau) und Hohlraum- bzw. Druckschatten-Füllung durch Milchquarz (weiß). Nordfeld, Hangendlager bei der Mündung des Nordauslängens.

Abbildung 17: Übergang eines schmalen, unbauwürdigen Lagers (rechts bis Mitte) in ein Nest aus Gangquarz (weiß). Hangendlager, Nordauslängen, 1. Querschlag.

Abbildung 18: Verdrängung von Schieferschollen (etwa Mitte nach links) durch Lagerquarz (rechts des Messers). Vordringen der Erze entlang der Glimmerlagen, Bildung von Erzstreifen. Hangendlager, Nordfeld.

Verein mit der Lagerstättenform und den aufgeschlossenen Störungen, daß hier eine typisch syntektonische Lagerstätte vorliegt. Die Durchbewegung erfolgte in einem plastisch verformbaren Zustand. Während diese Bewegungsvorgänge noch ablaufen, erstarrt die Gesteinsmasse und die Bewegung erzeugt die gleichsinnig wie das Erzlager streichenden, aber etwas steiler einfallenden Störungen. Dies zeigt den Übergang einer fließenden, stetigen Verformung zu einer nachfolgenden unstetigen. Noch jünger, aber wegen der rekristallisierten Gangletten noch im Anschluß an die Tauern-Kristallisation erfolgte die Verstellung nach der Kreuzkluft.

Weitere typische Vertreter der "alpinen Lagergänge" waren die Grundlage für den Silberbergbau, der in den Bergen südlich von Schladming vor der Gegenreformation blühte.

Dort tritt die Vererzung in mehreren, teilweise ineinander übergehenden Typen auf, und zwar:

b. Silber-Kupferlagergänge

von der Art des Bergbaues Krombach im Obertal. Über diese Lagerstätte liegt neben einer älteren Bearbeitung von mir (60) eine neue vor (94), auf die hingewiesen sei. Es handelt sich, wie aus der in (94) beigegebenen Karte hervorgeht, um linsige Lagergänge, die von den Alten in beträchtlichem Umfange ausgebaut worden sind. Sie gleichen sowohl in der Lagerstättenform, wie auch in der sich daraus ergebenden Abbauart weitgehend jenen von Schellgaden. Auch hier werden die Lagerlinsen durch gleichsinnig streichende, aber etwas steiler einfallende Störungen ("Blätter") in schmale Erzlineale zerteilt, die treppenförmig aufeinander folgend, die Lagergänge aufbauen. Auch in dieser Lagerstättengruppe dauerten also die Bewegungen, während der die Vererzung in einem plastisch verformbaren Zustand ablief, nach dem Ende der Vererzungsvorgänge noch an.

Ähnlich wie in Schellgaden ist auch in Krombach Turmalin sehr häufig, allerdings feinnadelige, hellgrüne Büschel bildend, sodaß er leicht mit Hornblende verwechselt werden kann.

Außer im namensgebenden Bergbau Krombach tritt uns dieser Lagerstättentyp in den Schladminger Tauern mehrfach entgegen. Größere Baue bestanden darauf auch östlich des Unteren Giglachsees, die "Oberen Giglerbaue" umfassend, am Krahbergzinken usw.

c. Silber-Kupfergänge

Wo die Lagerstätten vom Typus Krombach nahe dem Deckenrand gegen das Mesozoikum der Radstädter Tauern vorhanden sind, wie im Gebiete der Giglerbaue, des Voettern, der Zinkwand, treten an ihre Stelle echte Kupferkies-Fahlerzgänge mit Ankerit als Gangart. Hier war die Auflast

der Gesteinshüllen so gering, daß statt oder neben der fließenden Verformung Bruchspalten aufreißen und dadurch echte Erzgänge entstehen konnten. Am besten bekannt ist von diesen Vorkommen der Erzgang des Seekars, den J.G.HADITSCH (112) jüngst eingehend bearbeitete. Dabei zeigte sich, daß zwischen der Überschiebung und der Zerrüttungstektonik, die die Spalten aufreißen ließ, ein tektonischer Akt und damit wohl auch eine Zeitspanne dazwischen liegt, sodaß die Vererzung dieser Gänge deutlich etwas jünger zu sein scheint als jene der fließend verformten Lagergänge vom Typus Krombach. Es wäre denkbar, daß die Bildung dieser Gangspalten mit jener Zerrungstektonik zusammenhängt, die Lagergänge stufenartig zerlegt, worauf ja vorstehend mehrfach hingewiesen wurde (Schellgaden, Krombach usw.).

Wie im nächsten Band dieser Zeitschrift dargelegt wird, sind die verschiedenen Lagerstätten der Giglerbaue – abgesehen von der Bindung an die Nähe der Deckengrenze zur Radstädter Trias – an die Überschiebung von Schladminger Kristallin über die Quarzphyllit- bzw. Serizitquarzitdekke gebunden. Ihre Lage ist daher eindeutig durch den Gebirgsbau (Tektonik) bedingt.

Alt bekannt ist es, daß diese Kupferkies–Fahlerz–Ankerit-Gänge an den Scharungen mit schichtparallelen verkiesten Lagen, die als "Branden" bekannt sind, in Ni–Co–Bi-Gänge übergehen, die im Gebiete der Zinkwand- und der Voetternbaue (127) (61) rege bebaut wurden.

d. Silber–Bleilagerstätten

Die bekanntesten Silberbergbaue in den Schladminger Tauern gingen aber auf Lagergängen um, die vorwiegend Bleiglanz neben Fahlerz und verschiedenen Bleispießglanzen führen. Ich hatte sie 1933 bearbeitet und auch im 5. Band dieser Zeitschrift mit einer Neubearbeitung begonnen (94), so-

daß wir hier nur darauf hinzuweisen brauchen, umso mehr als dieser Arbeit ja reichlich Grubenkarten und Lichtbilder der Lagerstätte beigegeben sind. Auch diese Lagerstätten, von denen jene im Eiskar, die Eschach-Duisitzbaue und die in der Bromriesen die wichtigsten waren, bilden typische Lagergänge mit Übergängen zu nesterartigen Ausweitungen zu Erzbutzen, örtlich auch mit Brekzienerz (Abb. 4 in 94). Treppenartige Verstellung der Lagergänge durch gleichsinnige, aber steiler einfallende Klüfte, wie wir dies von Schellgaden und den Krombacher Bauen her kennen, sind hier ebenfalls wieder typisch ausgebildet und reichlich vertreten. Das Hangende bildet oft weithin eine "Deckelfläche", eine ausgesprochene Bewegungsfläche, unter der der Bleiglanz zu Bleischweif zerrieben, aber nachtektonisch rekristallisiert ist.

Die Gangartminerale, vor allem der reichlich vorhandene Albit, der Chlorit usw. zeigen, wie ich schon 1933 betonte, daß die Vererzung unter den Bedingungen einer Metamorphose ablief, die der Tauernkristallisation durchaus vergleichbar ist. Junge Klüftchen, die die Erzlager durchsetzen, sind - wie ich ebenfalls schon 1933 zeigte - mit Mineraldrusen besetzt, die alle Übergänge zu den "alpinen Kluftmineralen" zeigen.

e. Grazer Pb-Zn-Lagergänge

Ähnliche Lagergänge sind auch für die unter dem Namen "Grazer Blei-Zinklagerstätten" bekannten Vorkommen kennzeichnend. Den Lagerstättenanteil westlich der Mur hat soeben Fr. BURGSTALLER im Rahmen einer Dissertation untersucht; sie wird in einem Band dieser Zeitschrift veröffentlicht werden. Der ganze Lagerstättenzug ist etwa 24 km

lang, davon entfallen 7 km auf den untersuchten Westteil. Die Vererzung läßt sich nicht syngenetisch-sedimentär oder variskisch entstanden deuten, nachträglich schwach metamorph umgeprägt, sondern sie erfolgte nach der Überschiebung des Grazer Paläozoikums auf das Kristallin des Grundgebirges, aber noch vor dem Einfalten der Schöckelkalkdecke und ist damit sicher (alt-)alpidisch. Die Lagerstätten sind an die "unteren Grünschiefer" unter der Schöckelkalkeinheit gebunden. In der Zinkblende ist teilweise Kupferkies entmischt, im Bleiglanz sind Fahlerzkörperchen enthalten, die neben wenig Rotgültigerz (=Proustit) und dem Ag-Gehalt des Bleiglanzes den hohen Silbergehalt bringen; Magnetit tritt neben Zinkblende im Bleiglanz als "Gangart" auf. Interessant ist weiters, daß sich unter den karbonatischen Gangarten einwandfrei Magnesit nachweisen ließ; dieser ist älter als die Bleiglanzphase und wurde teilweise durch spätere Vererzungs-Teilvorgänge in Ankerit rückumgewandelt. Auch Siderit und wahrscheinlich auch Zwischenglieder beider kommen in geringer Menge vor. Dies sind Hinweise auf eine verhältnismäßig große Wärmehöhe bei der Vererzung. Da der östlich der Mur gelegene Teil des Lagerstättenzuges (bis Haufenreith-Arzberg usw.) dem westlichen durchaus entspricht, kann man somit die ganze Gruppe der Grazer Blei-Zink-Lagerstätten in diese Gruppe einordnen, allerdings in einem weniger tiefen Bereich entstanden als jene in den Schladminger Tauern.

f. Pb-Ag-Lagergänge in der Gurktaldecke

Ebenso zähle ich Vorkommen von Bleilagerstätten in der Gurktaldecke hierher, beispielsweise Meiselding, von welcher eine neue Bearbeitung durch F. MISSAGHI (1976) vorliegt. Hierzu gehören auch weitere in der Umgebung, wie Kraig, Zweinitz bei Metnitz u. a. Auch auf diesen Lagerstätten haben wir die gleichen Lagerstättenformen wie in den

Schladminger Silberbleigruben, also Lagergänge unmittelbar unter einer Bewegungsfläche, örtliches Anschwellen der "Lager" zu Erzbutzen, streifenartige Zerlegung durch gleichsinnige Störungen, also durch solche, die die Bewegungen der fließenden Verformung nach der Lagerstättenbildung noch fortsetzen und auf eine Dehnung, Zerrung des Bereiches hinweisen.

Die Lagerstätte von Vellach bei Mettnitz ist aber eindeutig gangförmig; man bebaute dort einen Haupt- und zwei Liegendgänge, die NW-SO streichen und steil nach SW einfallen. Sie stellen (ac)-Klüfte an Zerrfugen einer Kalkscholle dar. Diese Lagerstätte verhält sich m.E. zu den dortigen Lagergängen so wie der Kupfererzgang vom Seekar zu den Ag-Cu-Lagergängen in den Schladminger Tauern. Eine von mir aufgenommene Geländekarte und ein Bericht an die Landesplanung liegen vor.

Wenn auch diese Lagerstätten in einem einheitlich stratigraphischen Niveau auftreten, worauf W.FRITSCH in der Aussprache nach meinem über diese Frage in Klagenfurt gehaltenen Vortrag hinwies, so muß das noch nicht der von mir vorgeschlagenen Deutung widersprechen. Es könnte beispielsweise dieses Schichtpaket besonders günstig für solche (Teildecken-)Überschiebungen gelegen sein oder geeignete mechanische Eigenschaften dafür aufgewiesen haben.

g. Schneeberger Lagerstätten

Eine Sondergruppe unter den ostalpinen Erzvorkommen bilden die "Schneeberger Lagerstätten", die durch die schönen Silikate als Gangartminerale von den übrigen sich deutlich abheben. Insbesondere ist Granat sehr häufig, auch Hornblende usw. Wenn auch eine neue Arbeit (55) diese Lagerstätte aus dem alpidischen Zyklus herausnehmen und dem variszischen zuordnen will, scheint noch lange

nicht das letzte Wort gesprochen. Insbesondere weisen die benachbarten Vorkommen im Mesozoikum zwischen Ast und Gossengäß auf vielleicht frühalpidisches Alter, ebenso auch die angeführten Altersbestimmungen (Oberkreide). Ohne neue Überarbeitung und Überprüfung der letzten Behauptungen (55) ist es aber nicht möglich, bestimmte Angaben zu machen. Trotzdem führe ich diese Lagerstättengruppe hier an, weil ich sie solange für alpidisch halte, bis eine etwaige künftige Bearbeitung und Überprüfung der Arbeit (55) das Gegenteil beweist.

h. Lagerstätten des Engadiner Fensters

Auf ähnliche Bewegungsbahnen der ostalpinen über penninische Decken haben sich die Lagerstätten gebildet, die an das Dach des Engadiner Fensters gebunden sind. Nach der älteren Bearbeitung von HAMMER (118) hat sich neuerdings P. MATTHIAS (157) sehr eingehend damit befaßt. Auch K. VOHRYZKA (225) hat sie kürzlich erwähnt, doch brachte er weder hier, noch in seiner ausführlicheren Habilitationsschrift wesentliche Tatsachen oder neue Gedanken über diese Vererzung, die über die Erkenntnisse von MATTHIAS hinausgehen, sodaß wir diesem folgen.

Im Rahmen des Engadiner Fensters haben sich die Vererzungsvorgänge — ähnlich wie vorstehend von den Kupfer-Silberlagerstätten der Schladminger Tauern angeführt ist — bald mehr auf Bewegungsbahnen abgespiegelt, sodaß Lagergänge entstanden, dann aber auch wieder echte Gänge gebildet. MATTHIAS unterscheidet neben den schon erwähnten Eisenspatvorkommen am Rande der Krabachjochmasse (siehe 147) und den kalkalpinen Pb-Zn-Vorkommen, Fahlerz-Lagerstätten, Blei-Zink-Kupferkiesvorkommen, reine Zinkblende- und Kieslagerstätten.

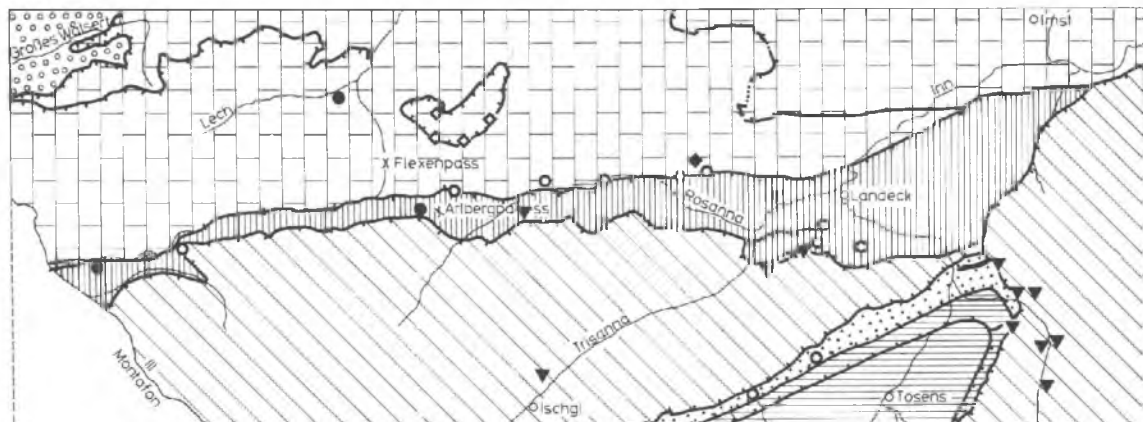
Die wichtigsten Fahlerzlagerstätten treten in den verschiedenen tektonischen Einheiten auf, wobei im großen und ganzen aber die Vererzung an die Überschiebungen gebunden ist, die im Verlauf der alpidischen Deckenbewegungen entstanden. Dabei dienten mehrfach die Schichten des Verrucano als Gleithorizont, sodaß die Erze vorwiegend in Verrucano-Gesteinen auftreten. Auch ergibt sich, daß die Vererzung erfolgte, als die Deckenbewegungen fast abgeschlossen waren. Ihre Bewegungsflächen dienten, wie MATTHIAS hervorhebt, als Zufuhrwege der Lösungen. Geringe Bewegungen erfolgten bei einigen Vorkommen auch noch nach der Vererzung.

Die Bleiglanz-Zinkblende-Kupferkieslagerstätten aber sind nur in den Gesteinen der Öztaldecke vorhanden; sie sind an Überschiebungsbahnen und mylonitische Störstreifen gebunden, in denen die Erze entweder direkt oder unmittelbar benachbart auftreten. Hingegen sind die Zinkblendelagerstätten an den Nordrand der Silvrettadecke geknüpft.

Die Kiesvorkommen liegen in den Gesteinen der Öztal- und der Silvrettadecke (mittelostalpin), ebenfalls an alpidische Überschiebungen und Mylonitzonen gebunden. Einige, wenig wichtige innerhalb der Öztalmasse mögen wohl auch älter sein und der Metamorphose der Gesteinsfolge angehören, ähnlich wie wir die Kieslager von Kleinlobming usw. (siehe S. 26) der Gleinalmkristallisation zurechneten.

Die Vererzungsvorgänge setzten auf allen bedeutenden Vorkommen nach den großen Decken-Überschiebungen ein. Teilweise änderten sich die Wärme- und Druckverhältnisse gesetzmäßig: O heiß, W kühl, ebenso N heißer als S, doch sind im Einzelnen die Verhältnisse verwickelter und noch nicht in allen Einzelheiten geklärt.

G. HIESSLEITNER hat – wie schon erwähnt – aus einer dieser Lagerstätten (Tösens) ein porphyritisches Gang-

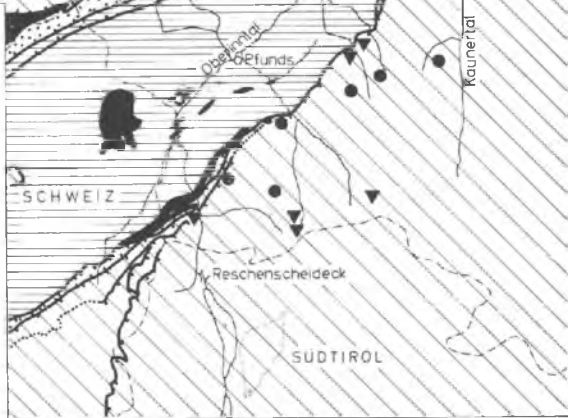


ERZLAGERSTÄTTEN AN ÜBERSCHIEBUNGSBAHNEN IN DEN WESTLICHEN ÖSTALPEN

NACH F. MATTHIAS

- | | | | |
|--|--|--|-------------------------------|
| | Flysch | | Wichtige Überschiebungsbahnen |
| | Mesozoikum des Ötztals | | Wichtige Gesteinsgrenzen |
| | Kristallin und Paläozoikum des Ötztals | | Vorwiegend PbS + ZnS |
| | Mittelöstalpin | | Vorwiegend Cu-Kies |
| | Unteröstalpin | | Vorwiegend Fahlerz |
| | Grüngesteine (Ophiolite) | | Späte |
| | Pennin | | Manganschiefer |

0 5 10 20 km



DIE LAGERSTÄTTEN UM DAS WECHSELFENSTER UND UM DEN SEMMERING

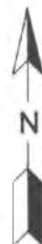
TEILWEISE NACH
W. TUFAR

- Lagerstätten
- Tertiär, Quartär
-  Nördl. Kalkalpen
-  Grauwackenzone
-  Kristallin
-  Semmeringquarzit
-  Semmering-Mesozoikum
ab Anis
-  Altkristallin
-  Wechselserie Pennin

Oberost-
alpin

Mittelost-
alpin

Unterostalpin



0 2 4 6 8 10 15 20km

Figurentafel 6: Die Lagerstätten um das Engadiner Fenster
Nach P. MATTHIAS.

Figurentafel 7: Die Lagerstätten um das Wechselse Fenster und um den Semmering. Teilweise nach W. TUFAR.

gestein aus dem Erzgang beschrieben (132); aber auch außerhalb desselben treten – wie schon HAMMER erkannt hatte – zahlreiche Diabasgänge auf, die zeitlich der Großüberschiebung folgten, daher jung, das heißt alpidisch sein müssen. Sie sind in den geologischen Karten und Schnitten, die dem Gutachten HIESSLEITNER-CLAR (130) beigegeben sind, ausgeschieden und vorzugsweise an die mit der Überschiebung zusammenhängenden Mylonitstreifen gebunden, an denen diese Diabase hochdrangen. An sie sind nach HIESSLEITNER-CLAR die Blei-Zink-Silbererze anzuschließen. Ich selbst habe zeigen können (76), daß auch Boulangerit, Jamesonit, Gudmundit und Antimonit in diesen Erzen vorkommen, also die gleiche Mineralgesellschaft, die man in den ostalpinen Erzen der subsequenten Abfolge immer wieder antrifft. Dabei tritt die Antimon führende Zone nur in den obersten Gangteufen auf (primärer Teufenunterschied!), wobei dann aber auch die Silberhalte sehr hoch sind (bis zu 1 % Ag im Werkblei!). Da die Vererzung auch in den Diabas eindringt, ist sie im wesentlichen jünger als dieser. Dabei halten aber (geringe) Bewegungen selbst noch nach der Vererzung an, so daß man tatsächlich von einer synorogenen Vererzung sprechen kann und ältere Erzabfolgen "metamorph" rekristallisiert erscheinen.

i. Lagerstätten um das Wechselse Fenster

Eine durchaus vergleichbare Vererzung an einer großen Überschiebung von ostalpinen Decken (Altkristallin und zen-

zentralalpines Mesozoikum) über das Pennin des Wechsel-
fensters kennt man weiter ganz aus dem Osten, aus dem
Rande des Wechsel-Pennins. Auch hier sehen wir mehrere
Vererzungstypen enggedrängt an die Deckengrenzengebun-
den. Leider hat TUFAR (221) diese Zusammenhänge nicht
erkannt, reißt dadurch Zusammengehöriges auseinander,
weshalb ich mich zu einer Kritik veranlaßt sah (Bd. 5, S.
193).

III. Subsequente Vererzungen

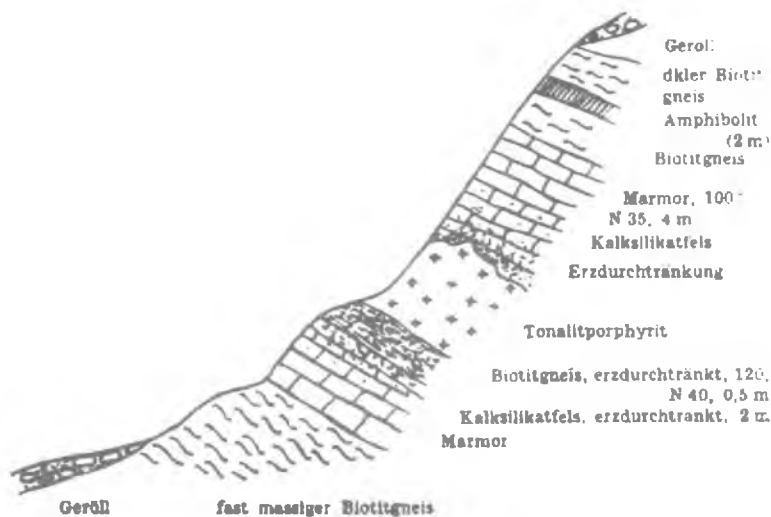
Die durch die Bewegungen im Untergrund der alpi-
dischen Geosynklinale in große Tiefen gebrachten Massen
werden dort, wie schon erwähnt, weitgehend umgeformt, im
großen und ganzen etwa granitisiert und treten uns einer-
seits als "Periadriatica" entgegen, als Granite, Diorite, To-
nalite usw., also im Kleide von Tiefengesteinen, aber auch
als Vulkanite, etwa als Andesit, Dazit usw. An diesen "sub-
sequenten Magmatismus", mit dessen Entstehung sich auch
H. BORCHERT (15, 16) befaßt, sind ebenfalls Vererzungen
geknüpft, die wir deshalb kurz "subsequente Vererzungen"
benennen wollen, obwohl der Ausdruck: "Vererzungsvorgänge
im Gefolge des subsequenten Magmatismusses" richtiger
wäre.

Der Tiefengesteinsanteil dieser Periadriatica dringt
teilweise in die Gesteinsfolgen der penninischen Kerne ein
und erstarrt dort syntektonisch unter den Bedingungen der
"Tauernkristallisation" zu den Gesteinen der "jüngeren Zen-
tralgneisgruppe", ein sehr großer Teil bildet aber die be-
kannten, posttektonischen Massen der Tonalite des Adamello,
des Brixener Granites, des Tonalites der Rieserferner-
Gruppe usw. Beide bringen ein Erzfolge mit. Den syntek-

tonisch ausgeschiedenen Teil davon haben wir schon vorstehend als "Lagergänge" usw. besprochen; daher können wir uns nun dem nachtektonischen Anteil zuwenden.

1. Kiese der subsequenten Abfolge

Schon 1940 habe ich gezeigt (70) (Begehung 1. 8. 1940, Veröffentlichung 1941), daß Kiesvorkommen im Iseltal, Tirol, ursächlich mit Tonalitporphyritgängen so verbunden sind, daß kontaktmetasomatische Bildung anzunehmen ist.



Profil durch das Magnetkiesvorkommen Schlaiten, Osttirol

Wie überall bei diesen Tonaliten, ist die Kontaktmetasomatose nur dort deutlich, wo reaktionsfreudige Kalke

vorhanden sind. Aber schon die für ostalpine Kieslagerstätten ungewohnte Mineralführung solcher Kiese, beispielsweise manchmal in Zinkblende reichlich entmischter Zinnkies, aber auch örtlich viel Arsenkies, sodaß sogar Arsenkieslagerstätten entstanden, wie im Michelbachtal (196) ließen vermuten, daß hier im Süden ein eigener Kieslagerstättentypus vorliege. Dabei ließ das auffallende Ineinanderschieben ("Telescoping") von im plutonischen Bereich deutlich getrennt auftretenden Mineralgesellschaften auf einen verhältnismäßig untief liegenden, also subvulkanischen Herd dieser Vererzung schließen. Sehr eingehende Untersuchungen der Lagerstätten in der Kreuzeckgruppe ergaben schließlich, daß sich diese Vererzung einwandfrei auf das Gefolge der Porphyritgänge des (Rieserferner) Tonalites rückbeziehen läßt.

Dort, wo diese Tonalite u. dgl. in breiter Front zu Tage treten, wie im Adamello oder im Brixener Granit, sind diese Bereiche, wie meine Lagerstättenkarte zeigt, zwar recht arm an Lagerstätten. Es läßt sich derzeit kaum entscheiden, ob es hier überhaupt nicht zu einer Sammlung der leichtflüchtigen Bestandteile kommen konnte, weil das sammelnde, schwer durchlässige Dach fehlte, oder ob dieses Dach und die in ihm etwa vorhandenen gewesenen Lagerstätten abgetragen worden sind.

Im Osten der Rieserfernergruppe aber taucht dieser periadriatische Magmenkörper unter das Kristallin der Villgratener und Defregger Berge, der Schober- und der Kreuzeckgruppe. Dieses Kristallindach ist hier nicht nur von einer Unzahl von Porphyritgängen durchschwärmt, die bei Johann im Iseltal sogar als frische, d. h. tektonisch unversehrte Gesteine zur Werksteinerzeugung viel verwendet werden, sondern es treten hier auch zahlreiche

Kieslagerstätten mit dem vorstehend schon erwähnten eigenen Gepräge auf. Im Westen sind es die bekannten Kieslager von Panzendorf und Tessenberg nahe Sillian und im Osten folgt die reiche, aber sehr verzettelte Vererzung der Kreuzeckgruppe, der ich nach 7jähriger Feldarbeit eine Monographie im Band 1 dieser Zeitschrift widmen konnte. Die Vererzung umfaßt hier nicht nur Kieslager, unter denen jenes in der Knappenstube wohl das größte sein dürfte, sondern auch Goldvorkommen (Fundkofel, Lengholz, Dechant), Lagerstätten von Antimonit (z.B. das von mir aufzuschließen begonnene Vorkommen in der Rabant, Leßnig usw.) und von Zinnober (Glatschach bei Dellach) u. v. a. Wo in diesem Bereiche Kalke vorhanden sind, bildete sich sogleich Eisenspat, der im Raggatal und in der Lodronsche Eisengrube ober Lengholz abgebaut worden ist.

Wie die der Monographie beigegebene Übersichtskarte zeigt, reicht dieser Zug, der in den Villgratener Bergen beginnt, durch die ganze Kreuzeckgruppe nach Osten bis in die Gegend von Paternion im Drautal. Er ist aber in der Goldeckgruppe (4), wo er zwischen der Möll- und der Drautallinie eingeeengt ist, ganz wesentlich ärmer an Lagerstätten als weiter im Westen. Doch setzen einige Lagerstättengruppen, wie die Antimon-, die Quecksilber-Lagerstätten und auch gewisse Goldvorkommen über den Knick des Drautales bei Sachsenburg doch in die Goldeck-Gruppe über und liegen hier nördlich des Drauzuges. Aber auch südlich desselben haben wir im Bereiche der Gailtallinie vergleichbare Lagerstätten (z.B.: Sb Obertilliach, Au Walzentratten usw.). Sie dürften dem durch die Südstörungen angezapften Bereich des südlichen Magmenbereiches der Periadriatica entstammen, der die Verbindung zum An-desit von Saldenhofen, des Bachers usw. anzeigt, aber durch eine rund 100 km lange Lücke unterbrochen ist.

2. Zug Innerkrems—Hüttenberg

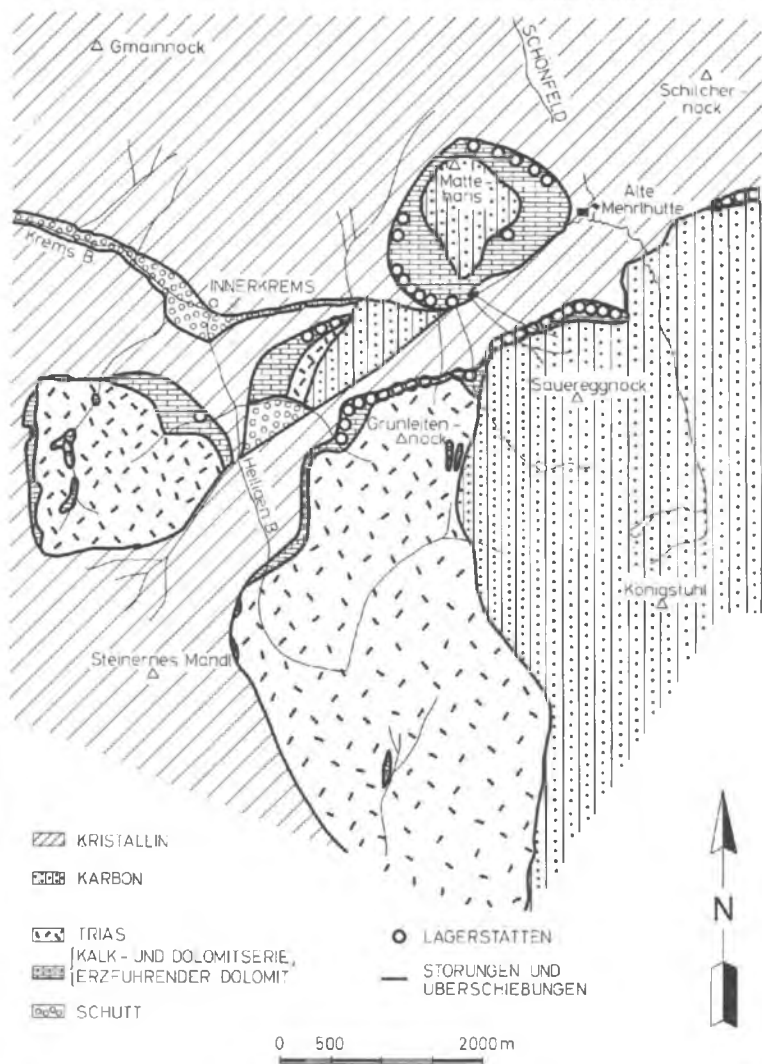
Ungefähr 30 km nördlich vom Ostrand des Lagerstättenzuges von den Villgratener Bergen bis in die Goldeck-Gruppe aber beginnt bei Innerkrems ein weiterer Erzzug, der über Turrach—Friesach—Hüttenberg—Waldenstein—Pack bis nach Salla bei Köflach reicht. Er ist als der südliche Eisenspatzug bekannt, sollte aber richtiger der mittlere heißen, weil weiter im Süden, im Bereiche des Gailtales ein weiterer liegt, über dem allerdings, abgesehen von vielen Notizen von R. CANAVAL, keine, vor allem keinerlei neue Bearbeitungen vorliegen. Solche wären dringend erwünscht, waren bisher aber wegen der leidigen Grenzverhältnisse gegen Italien bzw. Südslawien nicht möglich.

Wie ich zeigte (66), ist dieser Erzzug im Westen ganz streng an die Überschiebung der Gurktaldecke über die Mesozoikumhülle der Trias von Innerkrems ober dem Muralpenkristallin gebunden. Man ist immer wieder verblüfft, wie scharf diese Bindung ist (Fig. 8) und wie reichlich beschürft manchmal kleinste Triasfetzen sind (Abb. 22).

Hier im Westen enthalten die Erze leider sehr viel Kies, und zwar sowohl Eisenkies wie vor allem Magnetkies, auch tritt mitunter etwas Kupferkies auf ("Kupferbau" in der Schafalm, Turracherhöhe). Im Eisenspat ist örtlich ziemlich viel Magnetit eingewachsen, leider meist von Magnetkies begleitet. Diese Lagerstätten zeigen im Westen, also zwischen Innerkrems—Turrach subvulkanischen Charakter; nach Osten senkt sich der Herd in die Tiefe, sodaß die Lagerstätten etwa ab Friesach als hochplutonisch anzusprechen sind.

Der mittlere Teil dieser Lagerstätten ist von M. ZADORLAKY-STETTNER (232) kürzlich bearbeitet worden.

DIE LAGERSTÄTTEN VON INNERKREMS AN DER ÜBERSCHIEBUNGSBAHN - GEOLOGISCHE UNTERLAGE NACH A. THURNER 1927



Figurentafel 8: Bindung der Lagerstätten um Innerkrams an die Überschiebungsfläche.

Teilweise enthielten diese Lagerstätten viel Silber, sodaß in Friesach bekanntlich eine Münzstätte ("Friesacher Pfennige") errichtet werden konnte. Dadurch wird auch die Verbindung dieser Lagerstätten mit jener von Oberzeiring unterstrichen, die von J.G. HADITSCH (115) neu bearbeitet ist. Diese Erze entsprechen weitgehend der Spätphase von Hüttenberg mit Schwerspat-, Cu-, Pb- und Sb-Mineralen.

Nach Osten schließt die Gruppe von Eisenspatlagerstätten um Hüttenberg an, über die wir durch die Arbeiten der Hüttenberger Forschungsstelle unter CLAR, FRITSCH, MEIXNER und ihren Mitarbeitern bestens unterrichtet sind. Aus der Fülle von Veröffentlichungen weise ich nur auf die wichtigsten hin (37, 170, 171, 99, 100, 3, 229); dort weiteres Schrifttum. Es zeigte sich, daß ein mäßig tief liegender Herd von den großen Störungen, wie der Görtscitztal-Linie, der Lavanttal-Störung usw. angezapft wird und auf diesen Schwächezonen, die Zerrungsbereichen entsprechen, vererzende Lösungen hochdrangen. Sie ergaben eine Vererzung, die sehr reich an Mineralarten ist und von U-Bi-Ni-Mineralen über Mn-reichen Siderit, Antimon-Sulfosalzen (Bournonit usw.) und Rotgültigerzen bis zum Zinnober reicht. Die Mineralgesellschaft weist namentlich in der größten und lagerstättenkundlich am besten erforschten Lagerstätte von Hüttenberg darauf, daß diese Vererzung heißer ablief als die Eisenspatvererzung in der nördlichen Grauwackenzone. Ich halte es deshalb für sehr wahrscheinlich, daß sie hier auf die Fortsetzung des periadriatischen Magmenherdes nach Osten zurückgeht, der hier in die Tiefe getaucht ist und dessen uns als seine Äußerung sichtbaren Lagerstätten durch

den Nordschub der Gurktaldecke um etwa 20 km nach Norden geschoben erscheinen. Dazu kommt noch, daß hier im Süden noch weitere Lagerstätten vorhanden sind, die die Brücke zu den südlichen Bereichen des subsequenten Magmatismus herstellen (siehe S. 91¹).

In Hüttenberg wird auch Feldspat der Pegmatite durch Eisenspat verdrängt, in der weiter östlich liegenden Lagerstätte von Waldenstein sind die Pegmatite zu Chlorit-Hydromuskowit (Talk usw.)-Quarzfelsen umgesetzt (57). In dieser östlichen Lagerstätte erkannte ich schon 1929, daß die Vererzung mehrphasig ablief und in den Nebengesteinen sehr weitgehend Umsetzungen auslöste, die einer starken Diaphthorese entsprechen, wobei z. B. Amphibolite in Chloritfelse umgewandelt wurden. Am auffallendsten waren diese Umsetzungen an den in den Erzkörper eingekneteten Pegmatitschollen.

Solche Pegmatite oder Pegmatoide (Venite u. dgl.) sind überhaupt als auf derlei Umsetzungen sehr empfindliche Gesteine in verschiedenen Lagerstättentypen jeweils kennzeichnend umgewandelt.

Außer den schon vorstehend erwähnten Umsetzungen der Pegmatite auf diesem mittleren Eisenspatzug sehen wir Pegmatite in der Talklagerstätte Rabenwald weitgehend vertalkt, sodaß schließlich nur die Quarze teilweise und der Turmalin (Schörl) fast völlig überbleiben, wobei gerade dort der Ablauf dieser Umwandlung im Bereiche von Meterzehnern schrittweise verfolgt werden konnte (73). Hingegen waren vor allem die sauren Plagioklase in der Magnetkieslagerstätte von Lamprechtsberg (58) beständig, während Kalifeldspat weitgehend von dicken Myrmekitsäumen eingehüllt, teilweise vollständig verdrängt wurde. Damit sind die Pegmatite als empfindliche Anzeiger (Indikatoren) für die bei



20



22



21



23

Texte zu Lichtbildtafel 6:

Abbildung 20: Ansicht der Halden vom Pochhartsee (rechts unten) zum Silberpfennig-Erzwies (links oben). Der Gold-erzgang setzt geradlinig über den ganzen Hang hinauf.

Abbildung 21: Verdrängung des Kalkmarmors der Klammkalkzone durch Mesitin (?) entlang feiner Risse. Scharte W Silberpfennig. Metasomatose.

Abbildung 22: Kleines Köpfl aus Triasdolomit im Steinbachsattel (Nöckgebiet). Unmittelbar unter dem Dolomit liegt die Lagerstätte, die durch Stollen von allen Seiten abgeschlossen worden war. Bindung der Lagerstätte an die tektonische Grenzfläche. Die Berge im Hintergrund bestehen aus Karbon.

Abbildung 23: Bleichung des roten Grödener Sandsteins entlang feiner Risse, durch vererzende Lösungen. Glatschach bei Dellach/Drau.

Vererzungsvorgängen herrschenden Bedingungen von Druck-Wärmehöhen und Elementenangebote erkannt und geeignet.

Der Lagerstättenform nach treten uns die Lagerstätten dieses Erzzuges teils als metasomatische Stöcke und Gangnetze entgegen. Der Zug reicht über die Pack nach Osten bis in die Marmore der Stubalm, wo in Kohlbach bei Salla die östlichsten Baue lagen.

Zu dieser Gleichstellung des Innerkrems-Hüttenberger Erzzuges mit dem Lagerstättenzug der Kreuzeckgruppe paßt es auch gut, daß wir in diesem Eisenspatlagerstätten dort haben, wo Kalke vorhanden sind, die zur Metasomatose geeignet waren (Raggatal und Lodron'sche Eisengrube ober Lengholz).

3. Tauerngoldgänge

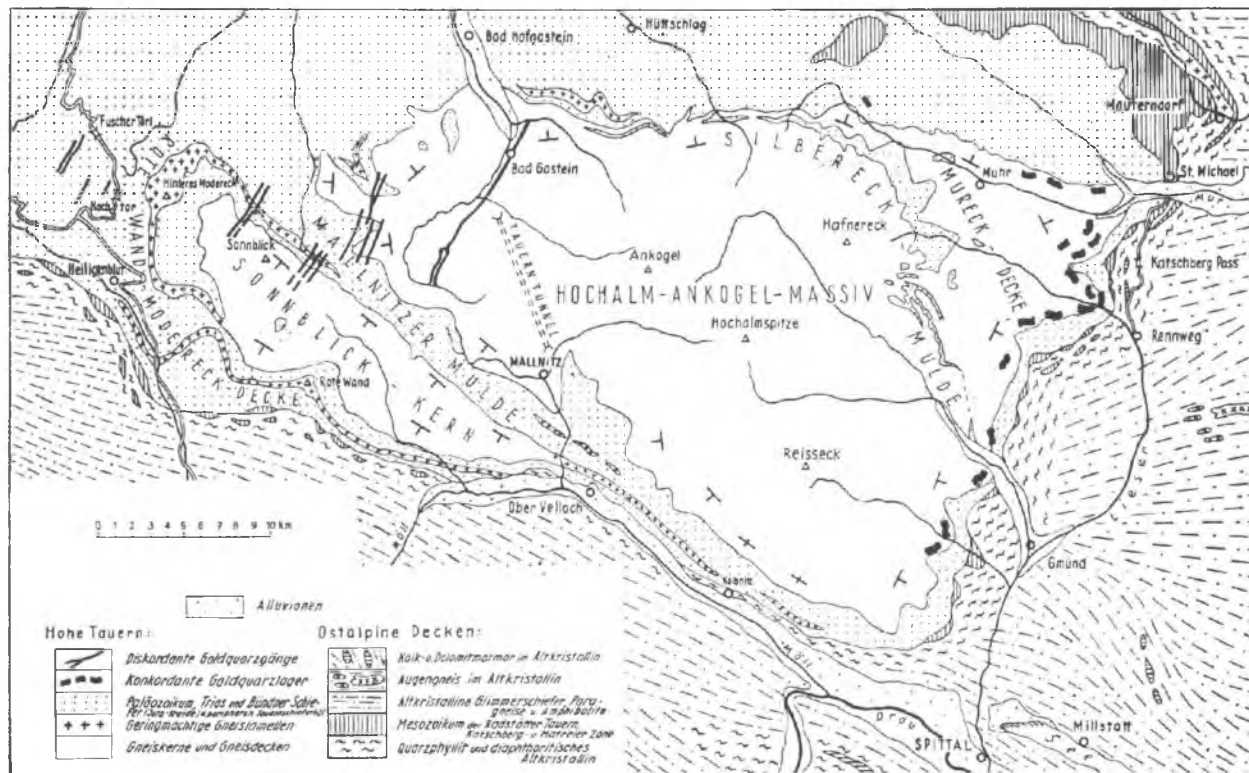
In den Zentralgneiskuppeln der Hohen Tauern treten vor allem dort, wo sie von der Mölltallinie und anderen großen Störungen geschnitten werden, Zerrfugen, teilweise so-

gar noch offene Gangspalten auf. Hierher gehören die bekannten Tauerngoldgänge des Sonnblickgebietes, wie die des Radhausberges, die Siglitz-Pochhard-Erzwies-Gänge, jene der Rauris (Goldberg u. Goldzeche) usw. Über sie ist schon viel geschrieben worden und ich brauche aus der Fülle der Forscher nur auf F. POŠEPNY (186), R. CANAVAL (21, 22, 23), REISSACHER (193), IMHOF (140) hinzuweisen; unter den noch lebenden Forschern trat besonders Ch. EXNER (49, 50, 51, 53) durch seine gründlichen Feldaufnahmen hervor.

Der so auffallend geradlinige Verlauf dieser Erzgänge, die aus dem Zentralgneisbereich in die Gesteine der Schieferhülle übertreten, ohne daß sie dabei ihr Streichen ändern, wie dies beispielsweise aus der Karte von Chr. EXNER (51), die in der Figurentafel 9 wiedergegeben ist, aber auch aus Karten von F. POŠEPNY (186) u. a. ersichtlich ist, aber auch aus der Abb. 20 ersehen werden kann, bezeugt ihr jugendliches, nachtektonisches Alter.

Andererseits ist die geänderte Mineralführung dieser Gänge mit Eisenspat/Ankerit und Bleiglanz (+ Ag) statt Quarz und Arsenkies (+ Au) ein sehr bekanntes Beispiel für den Nebengesteinseinfluß auf die Mineralfällung. Der Eisenspat/Ankerit innerhalb der kalkigen Gesteine (Abb. 21) zeigt auch, wie leicht sich derartige Metasomatosen bilden können.

Außer den Tauerngoldgängen im engeren Sinne sind diesem magmatischen Geschehen auch verschiedene andere Erzlagerstätten zuzuordnen. Da ist an erster Stelle das bekannte Arsenkiesvorkommen von Rotgülden zu nennen, zu dem noch die analogen in der Schurfspitze und im oberen Lanischkessel gehören. Über diese Lagerstätten gibt es viele Arbeiten, von denen nur (161, 62, 67, 172)



Figurentafel 9: Tektonische Übersichtskarte des östlichen Tauernfensters
(nach Ch. EXNER) und Lage der Goldvorkommen

angeführt seien; dort ist weiteres Schrifttum zu finden. Es handelt sich um eine ansehnliche Arsenkieslagerstätte, begleitet von Magnetkies, Gold, Wismut, viel Chlorit usw. in stark gestörter Stelle des diskordant über dem Gneisgranit des Hölltor–Rotgüldenkerneln liegenden autochthonen Mesozoikums der Silbereckscholle. Chr. EXNER bringt ein Profil durch das Lagerstättengebiet (52).

Die Vererzung folgt der Störung, erfaßte vor allem die mesozoischen Marmore und verdrängte sie metasomatisch. Der Bergbau ist sehr alt, ging früher vor allem auf Gold und Silber um ("alter Goldschacht in der Ragöllen"), doch wurde im späteren Mittelalter vor allem Arsenik erzeugt, das in beträchtlicher Menge nach Venedig ausgeführt wurde (1).

Nach H. MEIXNER (mündliche Mittg.) hält er die Golderzgänge des Lavanttales, wie jene der Kliening (211) des Stubalmgebietes (z.B. Kotgraben (111)), ebenso wie den Realgar von Stelzing usw. als Teilphasen der Hüttenberger Vererzung, erstere etwa der dortigen Löllingitphase entsprechend. Von der Stubalm führt ein weiterer Schritt, der dem Zusammenhang der Oberzeiringer Lagerstätten mit dem Hüttenberger Zug entspricht, zu den Goldvorkommen um Pusterwald (78). Beide liegen im Bereiche des Lavantaler–Pölser Störungssystems, das hier den magmatischen Bereich ebenso anzapft, wie die Südbrüche des Fohndorfer Beckens (s. S.95). Andererseits entsprechen diese Arsenkies–Goldlagerstätten weitgehend und oft bis in Einzelheiten den Tauerngoldgängen. Deshalb seien sie hier angeführt und wird damit auf diese interessante Querverbindung hingewiesen, die sicherlich in (magmatischen) Bereichen größerer Tiefe ihre Ursache findet.

Über die Erzgänge von der Achselalm im Hollersbachtal, dem Flecktroggang und dem Achselgang mit ihren Nebentrümmern berichtete W. PETRASCHECK (182). Sie werden bis zu 1 m mächtig, scharfen mit (wenig älteren?) Lagergängen und sind nach unten durch eine Schubfläche abgeschnitten. Die Gänge sind neben weißem Kalkspat und Quarz vor allem mit Flußspat gefüllt, sodaß mehrmals erwogen worden war, sie wegen dieses Minerals abzubauen. In diesen Gangarten kommen Schnüre, Butzen und Einsprenglinge von hellgelber Zinkblende und etwas Bleiglanz vor. Ähnlich ist auch die Lagerstätte in der Gehrwand (166), auf die H. MEIXNER aufmerksam machte.

In diese Gruppe von Lagerstätten reihe ich auch das Zinkblendevorkommen vom Mullwitzaderl in der Venediger-Gruppe; wahrscheinlich gehören noch sehr viele der kleinen Erzvorkommen im Tauernbereich hierher. Es handelt sich meist um Gängchen oder Erzbutzen und -nester, manchmal mit Freigold, aber auch solche mit Bornit und Adular sind bekannt.

4. Alpine Zerrklüfte

Diese Erzgänge sind — ähnlich wie die Schladminger Blei-Silberlagerstätten — durch Übergänge mit den alpinen Zerrklüften und ihrem reichen Mineralinhalt verbunden, die noch jüngere bzw. die jüngsten Bildungen im Ablauf des zentralalpinen Geschehens darstellen. Auch in diesen Zerrklüften sind auffallende Nebengesteinseinflüsse längst und eingehend bekannt. Mit diesen Mineralbildungen enden die Abfolgen der alpidischen Orogenese und die durch sie ausgelösten Metamorphosen. Wie ANGEL (6, 7) und W. FRITSCH (101) gezeigt haben, schließen diese Umprä-

gungen mit Mineralgesellschaften der retrograden Metamorphose; in diesem Kleid tritt uns die alpine Zerrkluftmineralisation entgegen.

5. SO-Kärntner Herd

Im östlichen Südkärnten liegt ein weiterer Herd subsequenter Magmen; obertags treten uns seine Gesteine beispielsweise als Dazit von Saldenhofen usw. entgegen. Wo er in der Tiefe verborgen ist, wird er ebenfalls von jungen Querstörungen angezapft, so vom Lavanttalbruch und zugehörigen Störungen. Diese fördern Erze, die durch ihr subvulkanisches Gepräge und durch ihre beträchtlichen Silber- und Quecksilbergehalte sehr auffallen. Hierher gehören die Bergbaue von Ruden (85, 165), Schwabegg (169, 174), Wandelitzen (24, 85) und Brückl (39, 173, 219) sowie verschiedene kleine Erzvorkommen (z. B. ged. Arsen, Antimonit, Realgar usw.), die in letzter Zeit vor allem durch die Hüttenberger Arbeitsgemeinschaft und deren Mitarbeiter bekannt geworden sind.

Es ist durch die vom Hüttenberger Raum recht geschlossen herabziehenden Erzvorkommen wahrscheinlich, daß dieser SO-Kärntner magmatische Herd irgendwie mit jenem unter Hüttenberg und damit auch mit der Fortsetzung der Tonalite von Osttirol-Kreuzeck-Nockgebiet genetisch zusammenhängt, doch muß er wohl weniger tief, also subvulkanisch liegen und kann dadurch zu den Andesiten usw. der Südalpen und Dinariden überleiten.

6. Hb-Sb-Vorkommen in Süd- und Ostnarbon

Solche Zusammenhänge werden noch deutlicher, wenn man die verschiedenen Quecksilber-, Antimonit- und

Auripigmentlagerstätten betrachtet, die den Süd- und den Ostabbruch des Deckenlandes der Ostalpen begleiten. Hierher gehören einmal die Zinnobervorkommen von Stockenboi (74) und Glatschach bei Dellach (90); von beiden liegen von mir Veröffentlichungen vor.

Im Buchholzgraben (= Stockenboi) erschloß der lange Sebastiani-Unterbaustollen nahe dem Südschacht gangartige Trümmer mit reichlicher Zinnoberführung und Gips im Sandstein, stark sandigen Schiefern und Quarzit mit Gipsmugeln. Diese Gesteine sind wahrscheinlich tektonisch eingepreßte Teile von Permotrias aus dem Riednock-Latschurzug (4), wodurch sich Anhaltspunkte über das Alter der Vererzung ergeben, nämlich daß sie jünger als diese untere Trias, aber auch jünger als die betreffende Tektonik sein müssen und nicht alt, etwa altpaläozoisch sein können, wie A. MAUCHER (160) annimmt. Dies schließt aber die Grundannahme MAUCHERs nicht aus, daß das Hg dieser jungen Lagerstätten im Sinne von H. SCHNEIDERHÖHN (201) ihren Metallinhalt älteren Anreicherungen verdanken, die alpidisch mobilisiert worden sind. Doch fehlen andererseits dafür auch alle Hinweise darauf, wenigstens bezüglich der einzelnen Lagerstätte.

Die Quecksilberlagerstätte von Glatschach ist andererseits ähnlich wie die nahe Antimonitlagerstätte der Rabant vom Herd der Tonalitporphyrite der Kreuzeckgruppe abzuleiten (87). Ihr Mineralinhalt fällt durch das Auftreten von Bravoit, Linneit usw. gegenüber anderen Zinnobervorkommen auf und ist typisch für den subvulkanisch liegenden Herd dieser Lagerstättengruppe.

In der Antimonitlagerstätte von der Rabant folgt der Antimonitgang einem porphyritischen Ganggestein, wo-

von HIESSLEITNER (132) ein gutes Ortsbild bringt. Beide sind jünger als die Drautalstörung, die Trias an die Schiefer der Kreuzeckgruppe preßt, wobei im Schiefermylonit noch Triaskalkblöcke eingeknetet sind. Dabei ist der Antimonitgang nicht an die Drautalstörung selbst gebunden, sondern an ihr spitzwinkelig zuscharende "Relaisspalten", in denen der Pressungsdruck gemildert war. Der in der Mylonitzone vorhandene Antimonit ist bleischweifartig zerrieben, feinstkörnig, wie "Stahlerz". Das porphyritische Ganggestein ist älter als der Antimonit und "quillt", wie HIESSLEITNER anschaulich schildert, in den Mylonit hinein. Der Gesteinsschmelzfluß war träge und kühl, sodaß er keine kontaktmetamorphen Umprägungen bewirken konnte. Die Antimonitvererzung veränderte aber den "Glimmer-Porphyr" stark nach der Art der propylitischen Umsetzungen, sodaß er örtlich einem lichtgrauen Schiefer gleich ("Ölgrüner Schiefer" meiner Ortsbilder aus der Zeit der von mir geleiteten Ausschlußarbeiten). Diese Umsetzungen erinnern sehr an jene des Porphyrites des Mitterberger Kupferkiesganges. Andere, benachbarte Antimonitgänge, z.B. jener von der Gursker Kammer, haben Frühphasen der Vererzung mit Arsenkies und Gold, leiten dadurch zu den Goldlagerstätten des Fundkofels oder des Grakofels über. Aus diesen sind ebenfalls Porphyritschmitzen bekannt (87). Querstörungen, jünger als der Porphyrit und der Antimonit, verstellen örtlich den Gang etwas, sodaß die nachmineralische Tektonik nur mehr sehr mäßig war.

In Stein bei Dellach endlich ist der Triasdolomit des Drauzuges auf jungen Klüftchen so reichlich von Auri-pigment durchsetzt (168), daß man von einer Lagerstätte sprechen kann.

Daß der magmatische Herd der "Periadriatika" durch den ganzen Südteil Kärntens durchzieht, wird schließlich auch durch die vielen Ganggesteinsschmitzen bezeugt, die teils als Malchite (123, 124), teils als Tonalitporphyrite (125, 143), auch als Lurnfeldite (4) usw. bezeichnet werden und die diesen magmatischen Herd mit jenem von Eisenkappel (98) bzw. mit dem Dazit von Saldenhofen, Bacher usw. verbinden. Andererseits weist das Auftreten dieser Gesteine auch darauf hin, daß die große Südnarbe im Alpenbau mit diesem Herd verbunden war, ihn anschnitt und Aufstiegs-möglichkeiten für Schmelzen und Reststoffe ("Restlösungen") bot. Dies läßt es auch leicht verständlich sein, daß in diesem Südkärntner Raum in OW-Richtung gereiht, hochplutonische bis subvulkanische Lagerstätten eng benachbart auftreten.

Den Ostrand der Alpen begleiten vereinzelt weitere Antimonlagerstätten, beispielsweise jene von Schlain in g und Maltern. In Schlain wird das Antimon übrigens von Quecksilber und etwas Arsen begleitet (152), sodaß uns auch hier wieder die für diese späten Abfolgen kennzeichnenden Elemente begegnen. Diese Lagerstätten leiten zu jenen in den Karpathen über, von denen zahlreiche neue Bearbeitungen vorliegen (223, 138, 136, 139).

Als jüngste magmatische Äußerungen treten uns vor allem am Ostrand der Alpen Basalte und verwandte Gesteine entgegen. Dieser finale Vulkanismus hat auch bei uns keine Vererzungen bewirkt.

7. Lagerstätten an inneralpinen Einbrüchen

Wenn auch die große Südnarbe des Alpenbaues, deren Teile uns als Insubrische-, als Pustertal- und Drautal-Linie

usw. entgegentreten, unstreitig die wichtigste, tiefgreifende Störung ist, die den durch Deckenbau geformten Teil der Ostalpen von den südlichen Kalkalpen und den Dinariden trennt und als alpino-dinarische Narbe bekannt ist, so treten doch auch innerhalb des Ostalpenkörpers weitere, große und offensichtlich sehr tiefreichende Brüche auf, an denen beispielsweise die inneralpinen Becken abgesunken sind. Der bekannteste Bruch dieser Art ist der Südbbruch der Fohnsdorfer Kohlenmulde, der durch den Bergbau ja bis in große Teufen (-1130 m!) nachgewiesen ist. Dieser Bruch bereitete dem Bergbau nicht nur durch den Einbruch von heißem Druckwasser (209) große Schwierigkeiten, sondern fördert mit seinen Nebenlinien auch heute noch die Thermen von Talheim und Fentsch. Auch der als Zierstein vielfach verwendete Kalksinter von Maria-Buch bei Weißkirchen ist durch die auf diesem Spaltenbündel auftretenden Thermen entstanden. Überdies ist dieser Bereich als Erdbebenlinie tätig. Damit ist wohl hinreichend bewiesen, daß dieses Störungsbündel tief hinabreicht, bis in magmatisch aktive Bereiche und es wundert nicht, daß es verschiedentlich zu Lagerstättenbildungen gekommen ist, die mit diesen Tiefenlinien zusammenhängen.

Am bekanntesten unter diesen sind die Flatschacher Gänge, die vor einiger Zeit eingehend untersucht worden sind (141). Ein über 3 km verfolgbares, von SW nach NO streichendes Gangbündel (8 Gänge, davon 3 Hauptgänge) wurde in zahlreichen Gruben bis in die neuere Zeit (1307) auf Kupfer und Silber bebaut; auch die Goldgehalte der Erze waren nach F. CORNU (46) beträchtlich. Die Gangfüllung erinnert an jene von Mitterberg, hat aber doch eigenes Gepräge (Domeykit). Im Ingeringtal sind bei der "Holzbrücke" in der Fortsetzung der Flatschacher Gänge Gangnetze be-

kannt, die neben Opal und Schwerspat etwas Auripigment und Realgar führen ("Forcherit"); sie werden, ähnlich wie der Auripigment aus der Kohle von Fohnsdorf als die letzten Nachzügler dieses Vererzungsvorganges angesehen.

Auf damit vergleichbaren jungen Brüchen kennt man einerseits die Arsenkiesgänge von St. Blasen-Kauchau (47), andererseits den Kupferkiesgang von Teufenbach, wobei diese aber auf wesentlich kleineren und zum Fohnsdorfer Südrandbruch weit westlicheren Brüchen liegen. Sie zeigen, gleich wie die Erzgänge von Pusterwald und Oberzeiring, daß überall dort Erze aufdrangen, wo tiefe Brüche in den Herd des Untergrundes einrissen und dadurch Aufstiegswege schufen.

Wo die Ostfortsetzung der Fohnsdorfer Südrand-Bruchlinien in das Serpentinegebiet von Kraubath übertreten, erzeugten die auf den Spalten aufsteigenden Kohlensäurerlinge die Magnesitgänge vom Typus Kraubath. Diese wurden bis vor wenigen Jahren abgebaut; ihre Entstehung wurde seit REDLICHs Zeiten so wie eben dargelegt gedeutet, ich brachte dies durch 30 Jahre in den Vorlesungen in dieser Art; in letzter Zeit wurde diese Genesis von K. VOHRZYKA (224) neuerdings im gleichen Sinne dargelegt.

IV. Lagerstätten in den Südalpen, Dinariden usw.

Südlich der großen alpino-dinarischen Linie, also in den Südalpen, sind die Ostalpen wesentlich einfacher gebaut als das Deckenland nördlich davon. Daher sind dort vielfach auch die Vererzungen entsprechend einfacher abgelaufen, die Gruppe der syntektonischen Lagerstätten fehlt weitgehend und die Altersbeziehungen zum Nebengestein sind oft viel eindeutiger. Dies zeigt sich beispielsweise schon

bei den kalkalpinen Blei- und Zinkerzlagern, etwa in Gorno, aber auch schon in Mieß, das wohl noch sehr stark an Bleiberg–Raibl anklingt, wo aber – wie ŠTRUCL nach freundlichen Mitteilungen – sehr klare und prächtigerhaltene sedimentäre Strukturen aufgefunden hat und beschreibt.

In diesem Raum, der nach Südosten in die Dinariden übergeht, treten neben Blei- und Zinklagern noch zahlreiche anderer Metalle auf, vor allem Quecksilber (Idria) und verschiedene Antimonitlagerstätten. Über sie gibt es ein sehr ausführliches Schrifttum, auch aus neuer Zeit, von dem nur auf Arbeiten von BERCE (9, 10), CISSARZ (27, 28, 29), DUHOVNIK (48), GRAFENAUER (105 bis 109) und ŠTRUCL (216, 217, auch 54) hingewiesen sein möge. So werden die Lagerstätten von Littai und jene in den Savefalten als kühle, metasomatische Bildungen angesprochen und sie auf dazitisches Magma bezogen (107). Hingegen werden die Antimonerze von Trojane als hydrothermale Bildungen angesprochen, die dem Wengener Vulkanismus entstammen (108), ebenso wird ein Teil der Blei- und Zinklagern als Gefolge dieses Magmatismus erklärt, andere aber dem jungen (Oberkreide bis Obermiozän) Magmatismus zugeschrieben, dem die Tonalite des Bachers, die Dacite usw. angehören (109). Auch die bekannte Zinnoberlagerstätte von Idria (144, 10, 41) wird, nachdem sie verschieden gedeutet worden war, von BERCE (10) an den ladinischen Vulkanismus angeschlossen, wobei die tektonischen Ereignisse dieses Gebietes recht verwickelt waren. CISSARZ (27) sieht in den Blei–Zinklagern der Dinariden Spaltstoffe (Differentiationsprodukte) eines initialen Geosynklinalvulkanismus, wobei die Lagerstättenbildung mit den sauren Anteilen des mitteltiassischen Vulkanismus verknüpft ist.

Dabei entstanden sowohl kleine marin-sedimentäre Sulfidlagerstätten und die Blei-Zinklagerstätten vom Typus Bleiberg. Auch rechnet er die Zinnober- und die Antimonitlagerstätten zum selben Vererzungszyklus. Dabei konnten die Erze sowohl marin-sedimentär wie auch subvulkanisch-hydrothermal (und selbstverständlich auch metasomatisch!) ausgefällt werden. Bemerkenswert ist ferner, daß sich in diesem Raum synorogener Plutonismus und subsequenter Vulkanismus zeitlich sehr nahe kommen können, wodurch deren Lagerstättenfolge nicht immer scharf getrennt werden kann. Ohne hinreichende Kenntnis der Einzelvorkommen und auch der Sprache mögen diese Hinweise für einen ersten Überblick genügen. Sie reichen aber aus, die vorstehenden allgemeinen Bemerkungen zu erhärten.

V. Anhang

a. Allgemeine Erörterungen

Überblicken wir zusammenfassend die alpidische Vererzung an Hand der Lagerstättenkarte und der vorstehenden Ausführungen, so sehen wir diese enge mit dem Werden des Gebirges verwoben, mit dessen tektonischem Schicksal, wie Überschiebungsbahnen, jüngeren Störungen, aber auch mit den magmatischen Äußerungen und den zugehörigen Kristallisationshöfen. Ähnlich wie H. STILLE den Magmatismus unterteilte, könnte man sinngemäß auch die Vererzungsvorgänge unterteilen in einen initialen, gefolgt von einem syntektonischen und dem subsequenter.

Dabei würden als initiale Vererzungen jene anzusehen sein, die mit dem Absinken der Geosynklinale ursächlich verbunden sind, also die alpinen Kieslager der Tauernschieferhüllen (Typ Großarl bzw. Fragant), die Ma-

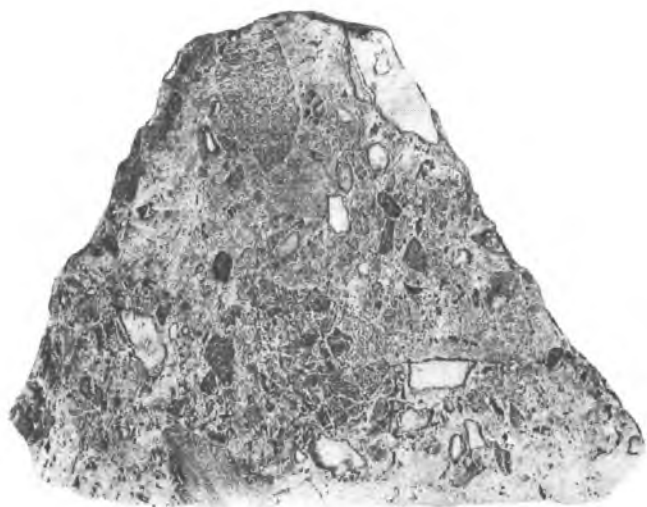


Abb. 24



Abb. 25

Text zur Lichtbildtafel 7 (Zu Textseite 32):

Abbildungen 24, 25: Locker gepackte Brocken aus Triaskalk bzw. Dolomit werden durch spätigen Eisendolomit zu fester Bresche verkittet. Magnesitvorkommen Diegrub, Salzburg.

gnesislagerstätten, die Kupfererzgänge von der Art der Mitterberger, die (metasomatischen) Eisenspat- und die kalkalpinen Blei- und Zinklagerstätten. Wie vorstehend ausführlich dargelegt, entstanden diese Lagerstätten in frühen Geosynklinalstadien in tektonisch verhältnismäßig ruhigen Zeiten; die Vererzungsvorgänge hielten lange an, sodaß sich gesetzmäßige Abfolgen herausbilden konnten, wobei alle Übergänge von echter Gangfüllung in Zerrspalten germano-typischer Art bis zu sedimentär-submarin-hydrothermalen (exhalativer), also syngenetischer Vererzung möglich waren und auch erfolgten.

Mit dem Einsetzen der Deckentektonik, im wesentlichen also mit der vorgosauischen Gebirgsbildung, setzt die syntektonische Vererzung ein; sie hält an, solange die großen Deckenbewegungen ablaufen. Durch sie entstanden vor allem die "alpinen Lagergänge", die vielfach Bewegungsbahnen folgen, ihre Gefüge abbilden und durch einen nachfolgenden Akt der Kristallisation "metamorph" geworden sind. Dabei zeigt diese Umprägung meist die Eigenschaften der "Tauernkristallisation" einschließlich der "retrograden Metamorphose" im Sinne von F. ANGEL (6, 7). Da diese Vererzungs- und Metamorphosevorgänge in verschiedenen Stockwerken ablaufen, entstehen auch Lagerstätten, die örtlich hochkristallines Gepräge zeigen, wie die von Schneeberg in Tirol, vielleicht auch Buchwald bei Mönichkirchen oder Umberg bei Wernberg/Moosburg. Gerade in dieser Gruppe sind aber noch eingehende Untersuchungen nötig.

Die subsequente Vererzung setzt nach Abschluß der großen Deckenbewegungen ein. An den metamorphen Anteil des betreffenden Magmatismusses sind die Tauerngoldgänge, die sonstigen Erzlagerstätten des Tauerngebietes wie Rotgülden, Achselalm usw. gebunden. An die Periadriatika im engeren Sinne hängen Kieslagerstätten in Osttirol bis durch die Kreuzeckgruppe. Weiters zähle ich den Erzzug Innerkrems—Hüttenberg—Salla hierher. Der westliche Teil dieses Zuges ist ein Beispiel, wie weitgehend Erzlagerstättenbildungen von den Bahnen der Deckenüberschiebungen gelenkt werden (Figurentafel 8). Im Süden Kärntens tritt ein weiterer subvulkanisch liegender Herd auf, der dort Lagerstätten lieferte, wo ihn Brüche anzapften; er leitet zu den an die Dazite, Andesite der Südalpen und des Balkans gebundenen Lagerstätten über.

An die Bruchzonen des Drautales und des Ostrandes der Ostalpen sind ebenfalls Hg- und Sb-Lagerstätten gebunden, die dem subsequenten Magmatismus entstammen, dessen Zeugen als Vulkanite und deren Tuffe sowohl obertags immer wieder auftreten, andererseits aber gerade in neuerer Zeit durch Tiefbohrungen verbreitet nachgewiesen werden konnten, wie H. HERITSCH (126) in mehreren Aufsätzen zeigte.

Der finale Magmatismus schließlich, der uns ebenfalls am Ostrand der Alpen in den Basalten usw. entgegentritt, brachte nach unserem bisherigen Wissen keine Erz-mineral-Lagerstätten.

Die ausführlich dargelegte Anschauung, wonach Geosynklinalbildung, zugehöriger Magmatismus, tektonisches Geschehen und Lagerstättenbildung ursächlich zusammengehören, verzichtet darauf, einen beliebigen nächstliegenden

Granit oder Diabas oder sonst irgendwelche Magmengesteine als Erzpender anzusehen. Die Heimat für diese Stoffe dürfte vielmehr in den tiefen Schichten der Erde zu suchen sein, etwa im Sima oder vielleicht sogar noch tiefer (Magnesite) . Die Geosynklinalbildung und die alpidische Tektonik schufen die Wege, auf denen diese Stoffe in uns zugängliche Bereiche hochsteigen konnten.

H. BORCHERT (15, 16) hat sich mehrfach und sehr ausführlich über Zusammenhänge von Geosynklinalen und Lagerstättenbildung geäußert, darauf sei hiermit verwiesen.

Für einzelne Gebiete sind ähnliche Gedanken schon geäußert worden: So betont A. CISSARZ (28, 29) Zusammenhänge von Geosynklinalvulkanismus und Lagerstättenbildung sowohl für die Dinariden wie auch ganz allgemein. Danach gibt es innerhalb des Geosynklinalvulkanismus subvulkanisch-hydrothermale Lagerstätten, die weder mit einer echten, synorogenen, noch mit einer subsequenten, vulkanischen Phase in Beziehung stehen, sondern sich unmittelbar durch Differentiation des geosynklinalen Vulkanismus (wohl Magmatismus) noch während des Geosynklinalstadiums abspalteten. Deren Mineralgesellschaften sind aber artenarm. Auch können Sulfidlagerstätten in Sedimenten und solche in Eruptiva genetisch verwandt sein, können vom selben magmatischen Herd abstammen. Verschieden war nur deren Ausfällung, denn einmal konnten die Lösungen bis zum Meeresboden hochdringen; die Metalle fielen dann synsedimentär aus. Im anderen Falle blieben die Lösungen aber im Eruptiv selbst oder in dessen unmittelbarer Umgebung stecken und erzeugten dort hydrothermale Vererzungen.

Auch H. J. RÖSLER (194) hat jüngst ähnliche Gedanken aufgegriffen, wie ich sie 1963 aussprach, um den Zusammenhang zu klären zwischen den metasomatisch in Trias-

kalken ausgefällten Blei-Zinklagerstätten und ihren synsedimentär entstandenen Gegenstücken, wobei ihn RÖSLER auf bulgarische, oberschlesische und nordafrikanische Lagerstätten anwendet.

In einer ausführlichen Abhandlung (218) untersucht C. SUPERCEANU die vielen und sehr verschiedenartigen Lagerstätten Rumäniens und deren Zusammenhänge mit dem Gebirgsbau. Er gliedert sie in einzelne Metallprovinzen und ordnet diese den verschiedenen, dort wirksam gewesenen Geosynklinalen zu und spricht ausdrücklich von Geosynklineal-Lagerstätten.

Auch C.D. WERNER (230) hebt hervor, daß es unter dem Einfluß eines simatischen Aufstromes im Rückland der Geosynklinalen zu Zerrungstektonik mit Bruch- und Schollenbildung komme, wobei die Bewegungen vorwiegend an persistenten Störungszonen erfolgen. Die Hauptbrüche können dabei tiefliegende, differenzierte und mehr oder weniger hybridisierte Magmenreservoirs erreichen, sodaß ein Aufstieg von Fluida und in höheren Krustenteilen Lagerstättenbildungen möglich werden. Er verweist auch auf GRUSCHKIN (1964), der den generellen Zusammenhang zwischen (Fluorit-) Lagerstätten mit tiefreichenden Störungssystemen herausgearbeitet hat und leitet die Lagerstättenstoffe aus subkrustalen Magmenherden von 40 bis 150 km ab. Er betont weiters ausdrücklich, daß aus petrochemischen und geochemischen Gründen undifferenziertes Sima nicht als Fluida-Lieferant in Frage komme, sondern im Wesentlichen nur Magmen, die ihre Entstehung einer Tiefenspaltung verdanken bzw. einem komplexen Zusammenwirken von Differentiation und Hybridisation (das entspricht also etwa unseren subsequenten Magmen bzw. den Periadriatikern). Wo derartige Gesteine in Form von sehr hoch aufgestiegenen Kleinintrusionen vorlie-

gen, seien regelmäßig (Fluorit-Baryt-)Lagerstätten $\pm$ Sulfiden mit ihnen verknüpft.

b. Stellungnahme zu H. SCHNEIDERHÖHN

Beim "Hinabbau" (E. KRAUS, 149) des Deckengebirges in die Tiefe gelangen die Gesteinspakete in Bereiche, in denen sie nicht bestandfähig (stabil) sind und müssen sich den neuen Bedingungen durch Umprägenvorgänge (Metamorphosen) anpassen. Dabei werden die leicht beweglichen Stoffe, wie sie bestimmte Metalle und einige sonstige Elemente und -gruppen (F, OH-Gruppen, P, S usw.) darstellen, noch vor den Alkalien ("Albitfront") mobilisiert werden und abwandern. Daher ist zu erwarten, daß der Stoffbestand von Lagerstätten in solchen abgesunkenen Krustenteilen ebenfalls leicht umgeformt und verfrachtet, an anderer geeigneter Stelle (höher oben) wieder abgesetzt wird und uns in alpidisch geprägter Form wieder entgegentritt. Diese Gedanken hat H. SCHNEIDERHÖHN (201) bekanntlich zuerst ausgesprochen und vertreten. Es mag tatsächlich für viele, vor allem in der Orogenese-Phase und später entstandene Lagerstätten zutreffen, also für jene Lagerstätten, die vorstehend der syntektonischen und der subsequenten Vererzung zugeordnet worden sind. Da dabei aber die Gesteine und selbstverständlich auch viel leichter die Erze völlig umgebaut werden, läßt sich der Nachweis, daß eine bestimmte Lagerstätte so entstanden sei, kaum erbringen. Höchstens können durch verarmte Mineralgesellschaften, durch Relikte u. ä. indirekte Hinweise aufgefunden werden. Da bei diesen Stoffwechselvorgängen außer den mobilisierten auch neue Stoffe aus der Tiefe hinzutreten können, erhöhen sich diese Schwierigkeiten noch beträchtlich. Gleichschwierig lassen sich aber auch derartige Behauptungen widerlegen (siehe Hg!).

Der Grundgedanke SCHNEIDERHÖHNs über diese Möglichkeit ist also durchaus zu bejahen, nur die von ihm benützten Ausdrücke wie "regenerierte" oder "durchgepauste" Lagerstätten waren m. E. nicht treffend gewählt, denn unter einer regenerierten Lagerstätte stellt man sich eine solche vor, die zwar im Gefüge, in ihrer Form, auch in der Elementenkoppelung der einzelnen Mineralgesellschaft verändert, im Stoffbestand aber im großen und ganzen gleich geblieben ist. Hingegen läßt der Ausdruck "durchgepauste" Lagerstätte an eine solche denken, die auch ihrer Form nach ähnlich, aber in einem höheren Stockwerk wieder entstanden ist. Weder das eine, noch das andere trifft aber zu, wenn der Stoffbestand der alten Lagerstätte dabei völlig aufgelöst, ihre Metalle in den Stoffwechsel der Metamorphose einbezogen und an anderen Orten und in anderer Form als grundsätzlich neue, alpidische Lagerstätte wieder ausgefällt worden ist. Dies ist ein viel tiefgreifenderer Vorgang als etwa die passive Metamorphose einer Lagerstätte. Ein durch Granitisation entstandenes Granit- (oder Tonalit- usw.) Massiv kann im gleichen Sinne auch nicht als regeneriertes, noch viel weniger als durchgepaustes Schieferpaket angesprochen werden. Der Grundgedanke SCHNEIDERHÖHNs läßt aber leicht verstehen, daß in einem Gebiet, wie es die Alpen sind, in den alten, z. B. variskischen oder noch älteren Gebirgsresten nur robuste Lagerstätten, also solche mit schwer mobilisierbaren Metallen, wie Fe, Mn, Cr usw. erhalten geblieben und auffindbar sind, nicht aber die vermutlich einst ebenso vorhanden gewesenen Cu-, Pb-, Zn-, Hg-, Sb- usw. Lagerstätten, weil diese eben als jüngere, in unserem Falle also als alpidische Lagerstätten vorliegen. Mit solchen Umlagerungen alter (variskischer) Lagerstätten durch alpidische Metamorphosen befassen sich auch ILAVSKÝ und NOVAK (137).

C. Nachalpidische Lagerstätten

Nach dem Abschluß der alpidischen Orogenese, der etwa ins Jungtertiär zu stellen ist, entstanden zwar auch noch vereinzelt Lagerstätten, doch sind diese wenig wichtig.

1. Fe-, Mn-Erze und Verwandte

a. Wir haben da zunächst limonitische Verwitterungsdecken auf den jungtertiären Fluren zu nennen. Hierher gehören die Brauneisenerze des Liechtensteinerberges bei Kraubath, die einstens den Hohenofen von Stefan ob Leoben mit Erz versorgten. A. RUTNER (195) hat sie beschrieben und von K. MATZ (158) erliegen in meinem Archiv Pläne darüber. (Ederstollen, Rabl-Stollen). Für die alten Verhüttungsverfahren waren die Erze aber wegen ihres Cr- und Ni-Gehaltes, den sie vom Serpentin ererbt hatten, ungünstig, denn sie waren sehr strengflüssig. Analysen (Labor Donawitz, 1939):

Fe	26	bis	47 %	SiO ₂	7·37	bis	18·66 %
Mn	0·29	"	1·09 %	CaO	0·0	"	0·8 %
Cr	1·3	"	2·81 %	MgO	0·81	"	1·32 %
Ni	0·23	"	0·43 %	P	0·06	"	0·1 %
				S	0·02		

b. Nachalpidisch sind auch die Brauneisensteine (Karsterze), die sich in Karstschloten und Karren im und auf dem Devonkalk des Buchkogels bei Graz gebildet haben. Sie wurden während des letzten Krieges etwas beschürft, teilweise auch abgebaut. Die Karte (Figurentafel 10) gibt deren Lage, Art und Form des Auftretens an.

Auffallend waren recht hohe Arsengehalte dieser Erze. Diese Gehalte wurden von mehreren Laboratorien, die ganz unabhängig voneinander waren (Graz, Wien, Halle/S., Wiesbaden) festgestellt. Sie betrugen beispielsweise:

bei Fe	61·8 %	0·95 %	As
" "	58·3 "	0·90 "	"
" "	60·6 "	0·35 "	"

Eine andere Analyse (Halle/S.) ergab:

Fe	59·5 %	S	0·21
Si	0·7 %	P	0·11
Mn	0·11 %	Glühverlust 13·1 %, aber kein Arsen.	

Die Schurfarbeiten begannen am 1. 8. 39 und erschlossen angeblich etwa 50 000 t Erz. 500 t wurden bis 1. 3. 1960 abgebaut und als Tempererz verkauft.

Ganz ähnliche Erze liegen weiter westlich im Gebiete des "Feliferhofes" und in Thal bei Graz und wurden teilweise als Farberde abgebaut. Sie haben aber nichts zu tun mit der "Farberde", einem grünen, jungtertiären, Cerithien führenden Ton, der nahebei, in Steinberg in mehreren Gruben gewonnen worden war und als Farbträger verwendet wurde.

Weitere, ähnliche Vorkommen wurden gelegentlich als Ocker abgebaut, so nach dem 2. Krieg eines am Fuße des Reiting bei Dirnsdorf, (Trofaiacher Becken). Zahlreiche "eiserne Hüte" auf Ankerit-, auch Kiesvorkommen wurden vorübergehend als Brauneisenerz abgebaut. Einige von solchen Erzen, auch Raseneisensteine wurden schon vorgeschichtlich abgebaut und lieferten Erz für Rennöfen. Ein solcher ist jüngst von Tillmitsch beschrieben worden (177), auch am Rabenwald ober Anger konnte ich einen solchen Schmelzplatz auffinden, gegründet auf kleinste Raseneisenerzvorkommen von wenigen Tonnen.

*Schürfe auf Brauneisenerz
am Buchkogel bei Graz.*



Figurentafel 10: Geländekarte der Schürfe auf Brauneisenerz am Buchkogel bei Graz.

c. Aber nicht nur Eisenerze entstanden durch junge Verwitterungsvorgänge, sondern auch das Mangan wurde auf vielen armen Manganvorkommen so weit angereichert, daß man die betreffenden Vorkommen beschürfen, teilweise sogar kurzfristig abbauen konnte (25).

H. MEIXNER hat solche Mangananreicherungen sekundärer Natur aus den Radstädter Tauern (Kolsberger Alm bei Tweng) beschrieben (163) und E. KRAJICEK berichtet brieflich (21. 11. 1940) von Leestücken aus Manganerzbrocken aus der Basis der Tertiärdecke bei Wandlitz (Kärnten). SO unterhalb der Kirche habe man auf diese Manganerze geschürft und am Rande der Verebnung liegt ein etwa 50 cbm großer Haufen von Stückerz (30 cm Durchmesser) aus dieser Schurfzeit. Es genügt wohl dieser Hinweis; man müßte sonst fast alle schon vorstehend genannten alten und mesozoischen Manganvorkommen hier anführen.

Ebenso wurde auch Kupfer teilweise durch Verwitterung armer Lagerstätten so angereichert, daß es schon in vorgeschichtlicher Zeit abgebaut werden konnte (Mitterberg, Röhrerbühel, Johnsbachtal).

2. Seifenlagerstätten

Eine andere Gruppe von jungen, nachalpidischen Lagerstätten bilden die meist diluvialen Seifen mit etwas Gold. Bekannt sind hier die Seifenbergbaue (große Weitungsbaue in verhärteten Drauschottern) von Tragin bei Paternion (18), jene der Lieser (20), der Salzach (188), von

Wiesenaus (Lavanttal) (81). F. CORNU (46) bringt Einzelheiten über die Gewinnung von Waschgold aus den Sanden der Drau und der Mur und bespricht die Mineralgesellschaft eines solchen Sandes aus der Drau. Schließlich bespricht auch E. PREUSCHEN (189) soeben die Goldseifen der Mur und Drau und belegt, daß diese noch in unseren Tagen verwaschen worden sind. Interessant ist auch, daß in den Drausanden von Feistritz an der Drau (79) örtlich gediegenes Quecksilber in beträchtlichen Mengen vorkam. Es wäre gut möglich, daß es aus Zinnoberseifen reduziert wurde. Denn die Fundstelle liegt nahe der Mündung des Stockenboier Baches in die Drau.

3. Kohlen, Tone, Sande, Schotter usw.

In den Vorlandsenken, aber auch in den inneralpinen Becken lagerten sich Kohlen ab. Ebenso wären hier Tone, Sande und Schotter anzuführen, die als nutzbare Gesteine allerorts, wo sie in geeigneter Güte und Menge vorkommen, abgebaut werden und durchaus unter dem Begriff "Lagerstätte" mindestens zu erwähnen sind, wenn sie auch nicht in den herkömmlichen Rahmen der Genese ostalpiner Lagerstätten fallen. Auch auf einige andere, wie auf Blähtone und Traß sei hingewiesen. Daß man diese Lagerstätten zumindest erwähnt, erscheint auch — abgesehen von theoretischen Erwägungen — deshalb nötig, weil diese vielfach wirtschaftlich wichtig sind, wichtiger als so manches Glied der Erzlagerstätten. Wollte man aber auf diese große Gruppe ausführlich eingehen, würde es den Rahmen dieses genetischen Überblickes wesentlich überschreiten.

Übersicht

Wenn wir nun kurz die hauptsächlichsten Punkte zusammenfassen, so sehen wir, daß neben ganz alten Lagerstätten solche aus der Zeit der variskischen Gebirgsbildung bekannt sind, daß sie aber weit übertroffen werden von den Lagerstätten der alpidischen Geosynklinale und Orogenese. Die Geosynklinallagerstätten entstanden in der langen Zeit des Absinkens der Geosynklinale durch Aufstieg von vererzenden Lösungen auf den Setzungsrisen. Hierher gehören die Spatmagnesite, die Mitterberger Kupfererzgänge, ein Teil der Sideritlagerstätten, die Blei-Zinklagerstätten der Kalkalpen, Flußspat- und Manganvorkommen usw. Dem initialen Magmatismus entstammen Kieslager und Talk-, dem synorogenen bestimmte Gold- und Silberlagerstätten sowie Lagergänge mit Pb-Zn usw. Bestimmte tektonisch geprägte Gebiete, wie das Engadiner- und das Wechsel Fenster sind von Lagerstätten gesäumt.

Subsequente Vererzungen liegen vor in den Kieslagern der Defregger Berge, der Kreuzeckgruppe, im Erz- zug Innerkrems-Hüttenberg-Köflach sowie in den Tauern- goldgängen, denen die alpinen Zerrklüfte folgten. Bruch- zonen im S und O folgen Hg- und Sb-Lagerstätten; ein sub- vulkanischer Herd im Süden, der zu den Andesiten usw. der Südalpen überleitet, brachte einige weitere Lagerstätten. Nachalpidisch sind i. W. nur Limonitvorkommen und Gold- seifen.

Auch die Lagerstätten der Südalpen stimmen da- mit überein, wenn auch gewisse Typen fehlen, weil der Bau dieser Gebiete anders ist. Manche Erkenntnisse gelten auch für die Westalpen.

Eine einheitliche Vererzung der Ostalpen im Jungtertiär, wie sie W. PETRASCHECK angenommen hatte, gibt es nicht. Die Lagerstätten lassen sich auf viele Ereignisse des alpidischen Geschehens aufteilen. Enge Beziehungen bestehen zu den magmatischen Erscheinungen und zu den Metamorphosen sowie selbstverständlich zur Tektonik.

Rückblick

Damit haben wir dargelegt, wie die Vererzung der Ostalpen nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse engstens mit dem Gebirgsbau verwoben ist. Ohne Kenntnis vom Werden des Gebirges ist es nicht möglich, die Genesis unserer Lagerstätten zu verstehen; diese wiederum ist erste und wichtigste Voraussetzung, um die paar noch bebauten Lagerstätten fachkundig weiter zu erschließen. Nur Fördertechniker zu sein, genügt nicht für einen guten Bergmann.

Um zu diesen heutigen Vorstellungen zu gelangen, war ein langer, vielfach von Irrtümern erschwerter Weg zurückzulegen. Die ersten Forscher, die noch ein völlig unbekanntes Gebiet vor sich hatten, mußten die einzelnen Lagerstätten oder höchstens -Gruppen, wie beispielsweise die Tauerngoldgänge oder die Eisenerzlagerstätten, jede für sich beschreiben, die getroffenen Verhältnisse festhalten. Wir sind heute, da die meisten Gruben verfallen und die Aufschlüsse nicht mehr zugänglich sind, auf diese Berichte angewiesen. Von diesen Pionieren der Lagerstättenforschung kann ich nur einige herausgreifen und nennen, die Namen von B. HACQUET, P. TUNNER, F. POSEPNY, R. CANAVAL, stellvertretend für viele andere. Es ist immer wieder erstaunlich, wie ausgezeichnet diese beobachtet und wie klare Schlüsse sie daraus ziehen konnten.

Die nächsten Lagerstättenkundler konnten dann schon auf geologischen Grundlagen aufbauen, die inzwischen erarbeitet worden waren. K.A. REDLICH setzte die Anschauung von der metasomatischen Entstehung unserer Spatlagerstätten durch, während sich B.GRANIGG und W.PETRASCHECK um die großräumige Deutung der Genese bemühten.

B.GRANIGGs Gedanken waren seiner Zeit zu weit voraus, als daß sie verstanden und fruchtbringend ausgebaut hätten werden können. Auch unterließ er es leider, den einmal vorgebrachten Gedanken weiter auszubauen und wandte sich lukrativeren Aufgaben zu, sodaß seine Vorstellungen fast unbeachtet blieben. Auch mußte sich zuerst die Anschauung vom Deckenbau der Alpen durchsetzen, und dies währte fast bis in unsere Tage.

W.PETRASCHECK kam von der Kohle; seine einleitend angeführten Anschauungen sind dadurch deutlich beeinflußt. Wie wir heute ersehen, gilt seine Theorie nur für eine eng begrenzte Gruppe von Lagerstätten, vor allem für die Tauerngoldgänge. Nur in Unkenntnis der innigen Beziehungen von Vererzung zum Gebirgsbau, also zur Tektonik, zum magmatischen und metamorphen Geschehen der vielen anderen Lagerstättengruppen konnte diese Theorie überhaupt aufgestellt werden. Durch die Verallgemeinerung auch auf diese anderen Lagerstätten rief sie vielseitige Kritik hervor und gerade diese Kritik brachte unsere heutigen Anschauungen weiter. Zu den frühesten Gegnern und Kritikern zählten CLAR und ich, denn wir hatten – aus der strengen, petrographischen Schule von F.ANGEL gekommen – die engen Beziehungen zwischen Vererzung und Metamorphose erkannt und auf sie aufmerksam gemacht. Schon in meiner Dissertation hatte ich betont, daß die Vererzung in Waldenstein

mit einer Diaphthorese des dort vorhandenen zweitstufigen Kristallins einher geht, während sie in Lamprechtsberg im selben P-T-Bereich ablief, wie die Kristallisation der dortigen Pegmatite. Ich mußte zwar deshalb vorübergehend Leoben verlassen, doch waren die Wanderjahre in Sachsen mit seinen völlig anders gearteten Lagerstätten für später sehr fruchtbar.

Zu den heftigsten Kritikern der W. PETRASCHECKschen Theorie zählt unstreitig R. SCHWINNER, der aber vielfach über das Ziel schoß und die tiefen Unterschiede meiner Anschauungen und jener von W. PETRASCHECK nicht erkannte.

A. TORNQUIST hat das Verdienst, die Erzmikroskopie in die ostalpine Lagerstättenforschung eingeführt zu haben; auch hat er die magmatischen Ereignisse nach dem Ende der orogenetischen Bewegungen als Erzbringer angesehen, dabei allerdings auch die finalen Basalte mit einbezogen. In zahlreichen Arbeiten, beispielsweise über die "Grazer" Blei-Zinklagerstätten, über die Erzabfolgen der Tauerngoldgänge usw. hat er bahnbrechend und nachhaltig gewirkt, schließlich auch CLAR und mich für lagerstättenkundliche Fragen begeistert. Dies sei hier dankend betont.

Aufschlußarbeiten, die ich während des Krieges und kurz darnach leitete, überzeugten mich, daß in vielen Fällen Überschiebungsbahnen, geologische Störungsflächen als Leitlinien für die Vererzung wirkten.

Als 1953 SCHNEIDER und TAUPITZ die sedimentäre Natur einiger kalkalpiner Blei- und Zinklagerstätten erkannten und dann alle diese Lagerstätten auf diese Weise zu deuten versuchten, regte der Widerstand dagegen wieder fruchtbare neue Erkenntnisse an. Dasselbe gilt für die Spatmagne-

site, die von einigen in völliger Verkennung der tatsächlichen Verhältnisse ebenfalls syngenetisch-sedimentär gedeutet worden waren, bis ich die metasomatische Entstehung überzeugend vertrat.

Schritt auf Schritt wurde zurückgelegt und der Weg zum heute vorliegenden Stand begangen. Arbeiten von ANGEL, CLAR, W. E. PETRASCHECK (183) u. a. brachten immer wieder neue Gesichtspunkte und Anregungen, die dem Fortschritt dienten. Ganz besonders gilt dies von zwei Arbeiten E. CLARs (33, 38), wobei die letzte überaus anregend wirkte, denn sie legte klar, wiesehr der Deckenbau die Lagerstättenbildung beeinflusste. Es würde zu weit führen, hier auf Einzelheiten einzugehen, zumal auch W. E. PETRASCHECK (184) auf die sich daraus ergebenden Folgerungen hinwies, besonders auf den Umstand, daß vieles, was heute neben- oder richtiger voreinander liegt, zur Zeit der Vererzung übereinandergelagert war, sodaß die zonare Abfolge, die im Kartenbild der Ostalpen zunächst so besticht, möglicherweise einem Übereinander entspricht.

Die vorstehenden Ausführungen sind die Ergebnisse einer 40jährigen Lebensarbeit. Wenngleich vieles noch nicht so geklärt werden könnte, wie man es wünscht, so ist doch unbestreitbar ein deutlicher Fortschritt gegenüber den bisherigen Anschauungen festzustellen. Die bestechende Einfachheit und Klarheit der Theorie von W. PETRASCHECK mußte einer viel weiter in Einzelheiten gehenden Darstellung weichen, weil eben die Natur selbst viel mannigfaltiger wirkt, als dies menschlicher Geist zunächst zu erfassen vermochte.

Entstanden aus der Erkenntnis, daß Lagerstättenbildung, Gesteinswerden und Bau der Alpen, ja der alpidischen

Kettengebirge überhaupt auf das engste miteinander verwoben sind, habe ich systematisch Stein für Stein zu diesem Gebäude zusammengetragen, die Baupläne auf Reisen in anderen Kettengebirgen überprüft (Pyrenäen, Apenninen, Atlas, Elburs u. v. a.). Dabei zeigte sich, daß die Grundannahmen von 1928 und 1933 vom ursächlichen Zusammenhang von Vererzung mit Gebirgsbildung, Metamorphosen usw. immer wieder zutrafen, ja, daß sie im Laufe der Zeit wesentlich vertieft werden konnten. Dadurch kann man sie wohl als gesichert gelten lassen. Hingegen mußte in den letzten Jahren hinsichtlich der Herleitung der Stoffe immer wieder ein Gedanke gegen einen besseren aufgegeben werden. So ist Schritt für Schritt die heutige Anschauung erwachsen, wobei viele Aussprachen mit meinen Mitarbeitern und Freunden ganz wesentlichen Anteil hatten. Daher danke ich diesen, vor allem Doz. Dr. HADITSCH und Dr. WENINGER, mit denen fast täglich das eine oder das andere Problem durchbesprochen wurde. Ohne deren Hilfe wäre das Werk wohl nicht so gediehen und wahrscheinlich noch lange nicht abgeschlossen. Vollendet ist eine solche Aufgabe kaum jemals, denn allzuvielen Fragen bleiben unbeantwortet; aber die nachfolgenden Generationen wollen ja auch noch Aufgaben zu lösen haben, daran mangelt es wahrlich nicht.

Wenn auch durch die Mißgunst gewisser Cliquen und Neider der ursprüngliche Plan, die Lagerstättenbildung der gesamten Alpen zu erfassen, nicht ausgeführt werden konnte, so habe ich eben das vollendet, was ohne Unterstützung durch öffentliche Mittel oder Staat möglich war, und es bleibt abzuwarten, ob jene, die die betreffenden Mittel zugewiesen erhielten, Gleichwertiges zu leisten imstande oder willens sind. Nach meinen Erfahrungen bezweifle ich dies, ließe mich aber gerne vom Gegenteil überzeugen.

Gerne danke ich auch den übrigen Mitarbeitern im Institut, den jungen Hilfsassistenten Werner Paar und Hans Kolb für Zeichenarbeiten und Hilfe bei den Vermessungen , dem Laboranten Karl Scholtos für die Schliffherstellung und Frä. Sigrid Klenert für die Reinschrift der Arbeit.

Leoben, Ende Juni 1968.

Schrifttum

- (1) ALLESCH, R. M.: Arsenik. Seine Geschichte in Österreich. – Archiv vaterl. Geschichte u. Topogr. 54, Klagenfurt 1959.
- (2) ALKER, A.: Über Gerölle aus der Gosau von Kainach in Steiermark. – Min. Mittgbl. Joanneum, 1, 1962, 19-20.
- (3) ANGEL, F., E. CLAR u. H. MEIXNER: Führungstext zur petrographischen Exkursion um den Plankogel bei Hüttenberg, Kärnten. – Karinthin, 1953, Nr. 24, 289-296 (295).
- (4) – u. E. KRAJICEK: Gesteine und Bau der Goldeckgruppe. – Car. II, 129, 1939, 26-57.
- (5) – u. F. TROJER: Zur Frage des Alters und der Genesis alpiner Spatmagnesite. – Radex Rdsch. 4, 1955, 374-392.
- (6) – : Retrograde Metamorphose und Diaphthorose. – N. Jb. Min. Abh. 102, 1965, 123-176.
- (7) – : Über Mineralzonen, Tiefenzonen und Mineralfazies. Rückblicke und Ausblicke. – Fortschr. Min. 44, 1967, 288-336.
- (8) BECK-MANNAGETTA, P. u. E. BRAUMÜLLER: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich mit tektonischer Gliederung. – Geol. BA. 1964.
- (9) BERCE, B.: The problem on structure and origin of the Hg-ore-deposits Idrija. – Rendic. Soc. Min. Ital. 18, 1962, 7-20.
- (10) – : Die Bildung der Erzlagerstätten in Slowenien. – Rendic. Soc. Min. Ital. 19, 1963, 25 - 40.
- (11) Bericht über die Diskussionstagung in Bleiberg. – Erzmetall 12, 1956, 245-249.
- (12) Berichte über die Aussprache am 17. 11. 1956 in München über: Entstehung von Blei-Zinkerzlagernstätten in Karbonatgesteinen. – Bg. hm. Moh. 102, 1957, 225-256.
- (13) BERNHARD, J.: Die Mitterberger Kupferkieslagerstätte Erzführung und Tektonik. – Jb. Geol. BA., 109, 1965, 3-90.

- (14) BERNHARD, J.: Exkursionsführer Mitterberg zur Ta-
gung D. Min. Ges. 1966, 8 Seiten.
- (15) BORCHERT, H.: Vulkanismus und oberer Erdmantel in
ihrer Beziehung zum äußeren Erdkern und
zur Geotektonik. – Boll. Geof. Teor. Appl.
Trieste, 9, 1967, 194-213.
- (16) – : Zusammenhänge zwischen Lagerstätten-
bildung, Magmatismus und Geotektonik. –
Geol. Rdsch. 50, 1961, 131-165.
- (17) BOROVICZENY, F. und A. ALKER: Das Leukophyllitvor-
kommen von Kleinfeldtritz bei Weißkirchen,
Steiermark. – Min. Mitbl. Joanneum (Graz)
2, 1961, 37-43.
- (18) CANAVAL, R.: Die Goldseifen von Tragin bei Paternion
in Kärnten. – Jb. Geol. RA. 35, 1885, 105-
122.
- (19) – : Das Kiesvorkommen von Kalwang in
Obersteier und der darauf bestehende Berg-
bau. – Mittg. natw. Ver. Stmk. 31, 1894, 3-
109.
- (20) – : Über die Goldseifen der Lieser. – Ar-
chiv prakt. Geol. 2, 1895, 599-608.
- (21) – (zunächst anonym erschienen): Die Resul-
tate der Untersuchung des Bergbaureviere
in den Hohen Tauern. – Ackerbau Minist.
1895.
- (22) – : Das Bergbauterrain in den Hohen Tau-
ern. – Jb. nathist. Ldmus. Kärnten 24, 1896,
1-153 und 187-194.
- (23) – : Die Erzgänge der Siglitz bei Böckstein
in Salzburg. – Zs. prakt. Geol. 19, 1911 (S. 1
bis 22 des Sonderdruckes).
- (24) – : Das Erzvorkommen von Wandelitzen bei
Völkermarkt in Kärnten. – Car. 2, 92, 1902,
181-189.
- (25) – : Über das Vorkommen von Manganerzen
bei Wandelitzen nächst Völkermarkt in Kärn-
ten. – Jb. nathist. Ldmus. Kärnten 28, 1909,
357-368.
- (26) – : Bemerkungen über einige kleinere Eisen-
vorkommen der Ostalpen. – Mont. Rdsch.
22, 1930, H. 2, 3.

- (27) CISSARZ, A.: Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslawien. — Mem.ServGeol.Belgrad 6, 1956, 1-152.
- (28) — : Charakteristik jugoslawischer Blei-Zink-Lagerstätten. — Zs.D.Geol.Ges. 110, 1957 (?), 443-444 (Vortragsbericht).
- (29) — : Lagerstätten des Geosynklinalvulkanismus in den Dinariden und ihre Bedeutung für die geosynklinale Lagerstättenbildung. — N.Jb.Min.Abh. 91, 1957(Schneiderhöhn-Festband), 485-540.
- (30) CLAR, E.: Über die Magneteisensteinlagerstätte am Plankogel bei Birkfeld (Steiermark)-Mittg. natw.Ver.Stmk., 66, 1929, 155-158.
- (31) — : Über die sedimentären Fe- und Mn-Erze in der Breitenau und bei Mixnitz. — Mittg. natw.Ver. Stmk. 66, 1929, 150-154.
- (32) — u. O. FRIEDRICH: Über einige Zusammenhänge zwischen Vererzung und Metamorphose in den Ostalpen. — Zs.prakt. Geol. 41, 1933, 73-79.
- (33) — : Ostalpine Vererzung und Metamorphose. — Verh.Geol.BA. 1945, 29-37.
- (34) — u. H. MEIXNER: Das Manganvorkommen von Dürnstein (Stmk.) bei Friesach. — Car. II, 143, 1953, 145-148.
- (35) — : Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. — Geol.Rdsch. 42, 1963, 107-127.
- (36) — u. H. MEIXNER: Die Eisenspatlagerstätte von Hüttenberg und ihre Umgebung. — Car. II, 143, 1953, 67-92.
- (37) — u. H. MEIXNER: Die Eisenspatlagerstätten von Hüttenberg und ihre Umgebung. — Car. II, 143, 1953, 67-92.
- (38) — : Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. — Verh.Geol.BA., 1965, G, 11-35 = 31. D.Geol.Ges. 116, 2. 1965, 267-291.
- (39) — W. FRITSCH, H. MEIXNER, A. PILGER und R. SCHÖNENBERG: Die geologische Neuaufnahme des Saualpen-Kristallins (Kärnten). — 4. Car. II, 153, 1963, 23-51.

- (40) CLOOS, H.: Hebung-Spaltung-Vulkanismus. — Geol. Rdsch. 30, 1939, 401-525 und 637-640.
- (41) COLBERTALDO, D. u. S. SLAVIK: Die Quecksilberlagerstätte von Idria in Jugoslawien. — Rendic. Soc. Min. Ital. 17, 1961, 301-327; auch Zentralbl. Min. II, 1963, 728.
- (42) CORNELIUS, H. P.: Geologische und petrographische Notizen vom Hochgrößen bei Oppenberg. — Verh. Reichsst. Bofog., 1939, 1-11.
- (43) — : Zur magmatischen Tätigkeit in der alpidischen Geosynklinale. — Ber. Reichst. Bofog. Wien, 1941, 89-94.
- (44) — : Die Herkunft der Magmen nach STILLE vom Standpunkt der Alpengeologie. — Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, Mn I, 158, 1949, 543-570.
- (45) — u. B. PLÖCHINGER: Der Tennengebirgs-Nordrand mit seinen Manganerzen und die Berge im Bereich des Lammertales. — Jb. Geol. BA. 95, 1952, 145-226.
- (46) CORNU, F.: Untersuchung eines goldführenden Sandes von Marburg an der Drau. — O. Zs. Bg. Hw. 55, 1907, 389-391.
- (47) CZERMAK, Fr. u. J. SCHADLER: Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen. — Tsch. Min. Petr. Mittg. 44, 1933, 1-67.
- (48) DUHOVNIK, J.: Über die metallogenetischen Epochen und Provinzen Jugoslawiens. — Bg. hm. Moh. 101, 1956, 30-32.
- (49) EXNER, Chr.: Die geologische Position des Radhausberg-Unterhaustollens bei Badgastein. — Bg. hm. Moh. 95, 1950, 90-102 u. 115-226.
- (50) — : Zum Zentralgneis-Problem der östlichen Hohen Tauern. — Radex-Rdsch. 1953, 417-433.
- (51) — : Die Südost-Ecke des Tauernfensters bei Spittal an der Drau. — Jb. Geol. BA. 97, 1954, 17-37.
- (52) — : Structures anciennes et récentes dans les gneiss polymétamorphiques de la zone permienne des Hohe Tauern. — Livre à mem. Prof. P. Fallot. Paris, 1960, Bd. 2, 503-515.

- (53) EXNER, Chr.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Gastein. – Geol. BA. 1957 und Exkursionsführer Sonnblickgruppe – Mittg. Geol. Ges. Wien 57, 1964, 33-48.
- (54) FABJANCIC, M.: The conference on the genesis of lead-zinc ore deposits in the carbonate rocks in Mežica. – Rud. Met. Zbornik 1965, 1-71 mit Beiträgen v. STRUCL, GRAFENAUER, KO-STELKA u. a. Aussprache über die Tagung in Mieš, 7-18. Nov. 1964.
- (55) FÖRSTER, Hg.: Die Blei-Zinklagerstätte Schneeberg in Südtirol. – Diss. 1963, TH. Aachen.
- (56) FRIEDRICH, O.: Die Roteisensteinlagerstätte im Heuberggraben bei Mixnitz. – Verh. Geol. BA. 1930, 203-208.
- (57) – : Die Siderit-Eisenglimmer-Lagerstätte von Waldenstein in Ostkärnten. – Bg. hm. Jb. 77, 1929, 131-145.
- (58) – : Eine alte, pegmatitische Erzlagerstätte der Ostalpen. – N. Jb. Min. A. 65, Beil. bd. 1932, 479-508.
- (59) – M.: Mineralvorkommen in den Schladminger Tauern. – Mittg. natw. Ver. Stmk., 70, 1933, 48-60.
- (60) – : Über Kupfererzlagerstätten der Schladminger Tauern. – Bg. hm. Jb. 81, 1933, 54-61.
- (61) – M.: Die Erze und der Vererzungsvorgang der Kobalt-Nickel-Lagerstätte Zinkwand-Vöttern in den Schladminger Tauern. – Bg. hm. Jb. 81, 1933, 1-14.
- (62) – : Über den Vererzungstypus Rotgülden. – Sitzber. wr. Akad. W. I, 144, 1935, 1-6.
- (63) – M.: Zur Geologie der Goldlagerstättengruppe Schellgaden. – Bg. hm. Jb. 83, 1935, 1-19.
- (64) – : Über den Aufbau und das Gefüge steirischer Graphite. – Bg. hm. Jb. 84, 1936, 131-137.
- (65) – : Zur Geologie der Kieslager des Großarltales. – Sitzber. Akad. W. Mn. I, 145, 1936, 121-152.

- (66) FRIEDRICH, O. M.: Über die Vererzung des Nockgebietes. — Sitzber. Akad. Wien. Mn. I, 145, 1936, 227-258.
- (67) — : Bericht über die Arsenkieslagerstätte von Rotgülden. Aufschließungsvorschlag. 1939. Archiv Min. Inst. Leoben.
- (68) — u. K. MATZ: Der Stübelbau zu Schellgaden. — Bg. hm. Moh. 87, 1939, 34-39.
- (69) — u. J. ROBITSCH: Phosphorrößlerit ($\text{MgHPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) als Mineral aus dem Stübelbau zu Schellgaden. — Zentralbl. Min. A, 1939, 142-155.
- (70) — : Notizen über ein Magnetkiesvorkommen bei Schlaiten im Iseltal, Osttirol. — Bg. hm. Moh. 89, 1941, 101/102.
- (71) — : Tektonik und Erzlagerstätten in den Ostalpen. — Bg. hm. Moh. 90, 1942, 131-136.
- (72) — : Überschiebungsbahnen als Vererzungsflächen. — Bg. hm. Moh. 93, 1944, 14-16.
- (73) — : Die Talklagerstätten des Rabenwaldes, Oststeiermark. — Bg. hm. Moh. 92, 1947, 66-85.
- (74) — u. E. KRAJICEK: Die Kärntner Erzlagerstätten. I. Der ehemalige Zinnerbergbau im Buchholzgraben bei Stockenboi. — Car. 2, 142, 1952, 133-149.
- (75) — : Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. — Radex-Rdsch. 1953, 371-407 mit großer Karte 1 : 500 000 in 5-Farbedruck.
- (76) — : Anschliffbeobachtungen an Erzen von Tösens. — Karinthin 1953, H. 23, 265-267.
- (77) — : Die mikroskopische Untersuchung der Erze des Eisens und der wichtigsten Stahlmetalle. — Handbuch der Mikroskopie in der Technik, v. H. FREUND, Umschau-Verl. (Frankfurt/M.), Bd. II/ Teil 2, 1954.
- (78) — : Zur Vererzung um Pusterwald. — Joanneum, Min. Mittgbl. 1954, 25-39.
- (79) — : Quecksilberfundstelle in Feistritz an der Drau. — Car. II, 193, 1955, 37-38.
- (80) — : Das Kupfererzvorkommen vom Oboniggraben bei Eisenkappel. — Univ. Bericht an die Landesplanung Kärnten, Bez. Völkermarkt, 1956, 12 Seiten.

- (81) FRIEDRICH, O. M.: Das Gebiet der alten Goldwäscherei am Klicningbach bei Wiesenau, Kärnten. — Archaeol. Austr. 1958, 108-115. .
- (82) FRIEDRICH, O. M.: Mineralogische Bemerkungen über die Kieslagerstätte Prettau im Ahrntal, Südtirol. — Veröff. Mus. Ferdinandeum, Innsbruck, 39, 1959, 139-146 und 4 Tafeln.
- (83) — : Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnetit-Lagerstätten. — Radex-Rdsch. 1959, 393-420. Auch Bg. hm. Moh. 103. 1958, 244 (Vortragsbericht).
- (84) — : Erzminerale der Steiermark. — Veröff. Min. Abtg. Joanneum, Graz, 1959, 1-58. Mit 84 Lichtbildern von Erzanschliffen.
- (85) — : Alte Bergbaue auf Silbererze im Bezirk Völkermarkt. — Car. 2, 150/2, 1960, 85-104.
- (86) — : Zur Genesis des Magnesites vom Kaswassergraben und über ein ähnliches Vorkommen (Diegrub) im Lammertal. — Radex Rdsch. 1963, 421-432.
- (87) — : Die Lagerstätten der Kreuzeckgruppe. Monographien kärntner Lagerstätten. 3. Teil. — Archiv Lgstforsch. Ostalp. 1, 1963, 1-220
- (88) — : Zur Genesis der Blei- und Zinklagerstätten in den Ostalpen. — N. Jb. Min. Moh., 1964, 33-49.
- (89) — : Radnig, eine sedimentäre Blei-Zinklagerstätte in den südlichen Kalkalpen. — Archiv f. Lgstforsch. Ostalp. 2, 1964, 121-164.
- (90) — : Quecksilberlagerstätten Kärntens. 3. Teil. — Archiv Lgstfg. Ostalp. 3, 1965, 71-124.
- (91) — : Unken bei Lofer, eine sedimentäre Zn-Pb-Lagerstätte in den nördlichen Kalkalpen. — Archiv f. Lgstfg. Ostalp. 5, 1967, 56-79.
- (92) — : Bemerkungen zu einigen Arbeiten über die Kupferlagerstätte Mitterberg und Gedanken über ihre Genesis. — Archiv f. Lgstfg. Ostalp. 5, 1967, 146-169.
- (93) — : Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten. 1. Teil. — Radex-Rdsch. 2, 1968, 113-126.

- (94) FRIEDRICH, O.M.: Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming. – Archiv Lgstfg. Ostalp. 5, 1967, 80-130.
- (95) – : Die Genese des Magnesits – der heutige Stand der Erkenntnisse. – Erzmetall 20, 1967, 538-540.
- (96) – : Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten, 4. Teil: Allgemeine Erörterungen über die Genese der Lagerstätten. – Radex-Rdsch. 1968 (im Druck).
- (97) – : Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. – Karinthin 1968, H. 58, 6-17.
- (98) FRITSCH, W.: Erläuterungen zu einer neuen geologischen Übersichtskarte von Kärnten (1 : 500 000). – Car. II, 152, 1962, 14-20; dort weiteres Schrifttum.
- (99) – : Geologische Kartierung der Eisenspatlagerstätte Hüttenberg. – Bg. hm. Moh. 109, 1964, 264-265.
- (100) – : Das Kristallin von Mittelkärnten und die Gurktaler Decke. – Veröff. Haus d. Natur, Salzburg, 16, 1965, 1-27.
- (101) – : Über retrograde Metamorphosen. – Min. Mittgbl. Joanneum, 1967, 23-30.
- (102) GOMEZ DE LLARENA, J.G.: Über die sedimentäre Entstehung des ostalpinen Magnesites "Typus Veitsch". – Montanztg. 69, 1953, 55-62.
- (103) – : Observaciones complementarias y experimentales sobre la magnesita sedimentaria. – Notas y Com. Inst. Geol. Min. Espana 66, 1962, 5-36.
- (104) GÖRLER, K. v. K. J. REUTER: Entstehung und Merkmale der Olisthostrome. – Geol. Rdsch. 57, 1968, 484-513.
- (105) GRAFENAUER, St.: O nastopanju svincevih cinkovih in molibdenovih orndenj v Mežici. – Rud. Metall Zbornik 1958, 263-294 (mit dtsh. Zusammenf.)
- (106) – : Genesis of the last Alpine lead-zinc mineral deposits. – Rud. Metall Zbornik Laibach (Ljubljana) 1962, 313-322.

- (107) GRAFENAUER, St.: Mineral paragenesis of Litija and of the other Pb-Zn complex ore deposits in the Sava folds. — Rud. Met. Zbornik Laibach (Ljubljana), 1963, 245-260.
- (108) — : Deposits of Stibnite in Slovenia. — Rud. Met. Zbornik Laibach (Ljubljana) 1964, 257-269.
- (109) — : The genetic classification of the lead and zinc deposits in Slovenia. — Rud. Met. Zbornik 1965, 165-171.
- (110) GRANIGG, B.: Über die Erzführung der Ostalpen. — Mittg. Geol. Ges. Wien 5, 1912, 458-544.
- (111) HADITSCH, J.G.: Der Arsenkiesgang im oberen Kotgraben (Stubalpe). — Min. Mittgbl. Joann. 1964, 1-16.
- (112) — : Die Cu-Ag-Lagerstätte Seekar (Salzburg). — Archiv Lgstfg. Ostalp. 2, 1964, 76-120.
- (113) — : Ein Beitrag zur Kupfervererzung der "Schichten von Tregiovo" in Südtirol. — Archiv Lgstfg. Ostalp. 3, 1965, 36-49.
- (114) — : Die Talklagerstätte Oberdorf an der Laming. — Archiv Lgstfg. Ostalp. 4, 1966, 36-83.
- (115) — : Monographie der Zeiringer Lagerstätten. — Archiv Lgstfg. Ostalp. 6, 1967, 1-218.
- (116) — u. H. MOSTLER: Die Bleiglanz-Zinkblende-Lagerstätte Thumersbach bei Zell am See (nördliche Grauwackenzone Salzburg). — Archiv Lgstfg. Ostalp. 5, 1967, 170-191.
- (117) HAJEK, H.: Über das Auftreten roteisensteinführender Porphyroidhorizonte im steirischen Erzberg. — Archiv Lgstfg. Ostalp. 4, 1966, 3-36.
- (118) HAMMER, W.: Über einige Erzvorkommen im Umkreis der Bänderschiefer des Oberinntales. — Verh. Geol. RA. 1914 und Zs. Ferdinandeum Innsbruck 59, 1915, 84-94.
- (119) — : Das Quarzkonglomerat am Hohenburgstall im Stubai (Tirol) und seine Vererzung. — Verh. Geol. BA. 1928, 73-84.
- (120) HEGEMANN, Fr.: Die geochemische Bedeutung von Kobalt und Nickel im Pyrit. — Zs. angew. Min. 4, 1942, 121-239.

- (121) HEISSEL, W.: Die "Hochalpenüberschiebung" und die Brauneisenerzlagerstätten von Werfen-Bischofshofen (Salzburg). – Jb.Geol. BA, 98, 1955, 183-201.
- (122) – : Die Großtektonik der westlichen Grauwackenzone und deren Vererzung, mit besonderem Bezug auf Mitterberg. – Erzmetall, 21, 1968, 227-231.
- (123) HERITSCH, Fr. u. H.: Malchite aus dem Gailtal. – Mittg. natw. Ver. Stmk., 69, 1932, 25-33.
- (124) HERITSCH, H. u. Mitarb.: Malchite aus dem Gailtal. 1. Teil. – Sitzber. Wr. Akad. Wiss. Mn. I, 161, 1952, 645-667 und folgende Teile.
- (125) – : Der Tonalitporphyrit von Reifnitz (Keutschach) südlich des Wörther Sees. – Mittg. natw. Ver. Stmk., 94, 1964, 80-85.
- (126) – : Über die Magmenentfaltung des steirischen Vulkanbogens. – Contr. Min. Petr. 15, 1967, 330-344.
- (127) HIESSELEITNER, G.: Das Nickelerzvorkommen Zinkwand-Vöttern in den Niederen Tauern bei Schladming. – Bg. hm. Jb. 77, 1929, 104 ff.
- (128) – : Kiesbergbau Kallwang, Obersteier – Unveröff. Bericht, Mai 1938, 4 Seiten.
- (129) – : Bericht 1946 über lagerstättenkundliche Aufnahmen. – Verh. Geol. BA. 1947, 35-38.
- (130) – u. E. CLAR: Gutachten Bergbau Tösens (Tirol). – 1950, 47 Seiten, mit zahlreichen Karten und einem Anhang (4 Seiten u. Lichtbilder): Erzmikroskopische Untersuchung von Anschliffen; von O. M. FRIEDRICH.
- (131) – : Bericht über die Frage der Erschließbarkeit neuer bauwürdiger Chromitlager im Kraubather Chromerz führenden Serpentinmassiv. – Graz 1952, 30 Seiten (Archiv Min. Inst. Leoben).
- (132) – : Ostalpine Erzmineralisation in Begleitung von vor- und zwischen-mineralisatorisch eingedrungenen Eruptivgestein. – Erzmetall 7, 1954, 321-330.
- (133) HOLZER, A.: Erläuterungen zur Karte der Lagerstätten mineral. Rohstoffe. – Jb. Geol. BA, Sdbd. 1966.

- (134) HUTTENLOCHER, H.F.: Die Erzlagerstättenzone der Westalpen. — Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Serie, Zürich 1934; auch Schweiz. Min. Petr. Mittg 14, 1934, 19-144.
- (135) — : Die Vererzung der Westalpen, ihre zeitliche und räumliche Gliederung. — Geol. Rdsch. 42, 1953, 93-107.
- (136) ILAVSKY, J.: Geologie der Erzlagerstätten des Zips-Gömörer Erzgebirges, Tschechoslowakei. — Geologie 7, 1958, 14-43.
- (137) — u. Fr. NOVAK: Processus de régénération métallogénétique d'âge alpin dans les Monts Métallifères du Spis et du Gemer. — Trav. Lab. Geol. Grenoble 38, 1962, 119-229.
- (138) — , A. SATTEM u. a.: Metallogenetic map of Czechoslovakia, Prag 1966.
- (139) — : Metallogeneticky vyvoj Gemerida jeho problémy = Probleme der metallogenetischen Entwicklung der Gemeriden. — Geol. prace, Bratislava 61, 1962, 87-100 mit deutscher Zusammenfassung.
- (140) IMHOF, K.: Das Adelsgesetz für das Goldfeld der Hohen Tauern im Sonnblickmassiv. — Bg. hm. Jb. 82, 1934, 1-16.
- (141) JARLOWSKY, W.: Die Kupfererzgänge von Flatschach bei Knittelfeld. — Archiv Lgstfg. Ostalp. 2, 1964, 32-75.
- (142) JOHANNES, W.: Experimentelle Sideritbildung aus Calcit + FeCl_2 . — Beitr. z. Min. u. Petr. 17, 1968, 155-164.
- (143) KAHLER, Fr.: Zwischen Wörthersee und Karawanken. — Mittg. naturw. Ver. Stmk. 68, 1931, 1-64.
- (144) KIRNBAUER, Fr.: Jugoslawienreise des Bergmännischen Verbandes. — Bg. hm. Moh. 110, 1965, 112-119.
- (145) KLAR, G.: Steirische Graphite. — Verl. Styria, Graz, 1964, 149 Seiten.
- (146) KLEBELSBERG, R. v.: Geologie von Tirol. — Borntraeger, Berlin 1935, 872 Seiten, zahlreiche Beilagen.
- (147) KOCH, K.E.: Die Vererzung der Krabachmasse östlich von Zürs am Arlberg. — Notizbl. hess. Ldamt Bofog. Wiesbaden 87, 1958, 202-207.

- (148) KOSTELKA, L. u. W. SIEGL: Der triadische Geosynklynalvulkanismus und die Blei-Zinkvererzung in den Drau-Kalkalpen. — Sympos. intern. giacim. min. d. Alpi. Trient 1966, 127-134.
- (149) KRAUS, E.: Der Abbau der Gebirge. — Borntraeger, 1936, 352 Seiten.
- (150) LECHNER, K. u. B. PLÖCHINGER: Die Manganerzlagertstätten Österreichs. — Sympos. del Manganeso. 20. Intern. Geol. Kongr. Mexico 1956, 299-313.
- (151) — , H. HOLZER, A. RUTTNER, R. GRILL: Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich. — Geol. BA. Wien 1964.
- (152) LEHNERT-THIEL, K.: Zur Paragenese und Generationsabfolge in der Antimonitlagerstätte von Schlaining/Bgld. — Archiv Lgstfg. Ostalp. 5, 1967, 16-31.
- (153) LEITMEIER, H.: Die Genesis des kristallinen Magnesits. — Centralbl. Min. 1917, 446-456.
- (154) — : Die Magnesitvorkommen Österreichs und ihre Entstehung. — Montanztg. 67, 1951, 133-153.
- (155) — : Die Entstehung der Spatmagnesite in den Ostalpen. — Tscherm. Min. Petr. Mittg. 3, 1953, 305-331.
- (156) — u. W. SIEGL: Untersuchungen an Magnesiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnesite der Ostalpen. — Bg. hm. Moh. 99, 1954, 201-235.
- (157) MATTHIAS, E.: Die metallogenetische Stellung der Erzlagerstätten im Bereich Engadin und Arlberg — Bg. hm. Moh. 106, 1961, 1-13 und 45-55.
- (158) MATZ, K.: Die Toneisenstein-Lagerstätte am Lichtensteinberg bei Kraubath. — Unveröff. Diplomarbeit 1939, 13 S.
- (159) MAUCHER, A.: Erzmikroskopische Untersuchungen an Blei-Zink-Lagerstätten im Raume von Trento (Norditalien). — Mittg. Geol. Ges. Wien, 48, 1955, 139-153.
- (160) — : Die Antimon-Wolfram-Quecksilber-Formation und ihre Beziehungen zu Magmatismus und Geotektonik. — Freiburger Forschungshefte C 186, 1965, 173-188.

- (161) MEDWENITSCH W., W. SCHLAGER u. Ch. EXNER: Exkursionsführer, Ostalpen-Übersichtsexkursion. – Mittg. Geol. Ges. Wien 57, 1964, 57-106 (88, 90).
- (162) – : Salz und Gips im steirischen Salzkammergut. – Führer z. Ausstellung "Der Bergmann, der Hüttenmann", Graz, 1968, 125-133.
- (163) MEIXNER, H.: Eine neue Manganparagenese vom Schwarzsee ("Kolsberger Alpe") bei Tweng in den Radstädter Tauern (Salzburg). – N. Jb. Min. 69, Beilgbd. A, 1935, 500-514.
- (164) – : Die Talklagerstätte Schellgaden im Lungau, Salzburg, sowie dort neu aufgefundenen Molybdänglanz und Zirkon. – Zs. angew. Min. 1, 1938, 134-143.
- (165) – : Pyrargyrit von der Fahlerz-Kupferkieslagerstätte Ruden bei Völkermarkt, Kärnten. – Heidelberger Berichte z. Min. 2, 1950, 198-200.
- (166) – : Wulfenit von der Gehrwand, einem alten Blei-Zink-Bergbau des Typus Achselalpe (Hohe Tauern, Salzburg) und Bemerkungen über die Molybdän-Paragenesen in den Ostalpen. – Bg. hm. Moh. 95, 1950, 34-42.
- (167) – : Piemontit aus Osttirol und Romeit aus den Radstädter Tauern; eine Notiz zu tauernmetamorphen Manganvorkommen Osttirols und Salzburgs. – N. Jb. Min., Moh. 1951, 174-178.
- (168) – : Die Minerale Kärntens. – Natw. Ver. Klagenfurt, 1957, 147 Seiten.
- (169) – : Korynit von Schwabegg Kärnten: ein Beitrag zum Vorkommen von Mineralen der Gersdorffit-Ullmannit-Verwandtschaft in Kärnten. – Karinthin 1957, 242-248.
- (170) – : Eine Gipsmetasomatose in der Eisenspatlagerstätte des Hüttenberger Erzberges. – N. Jb. Min. 91, 1957, 421-440.
- (171) – : Die Metasomatose in der Eisenspatlagerstätte Hüttenberg, Kärnten. – Tsch. Min. Petr. Mittg. 8, 1963, 640-646.
- (172) – : Zur Landesmineralogie von Salzburg, 1878 bis 1962. – Die naturw. Erforsch. d. Ld. Salzburg, 1963, S. 24-42.
- (173) – : Neue Mineralfunde in den österr. Ostalpen. 21. Car. 2, 156, 1966, 97-108.

- (174) MEIXNER, H.: Die Cu-Vererzung von St. Marxen im Rahmen benachbarter Vorkommen. – Karinthin 1967, 268.
- (175) METZ, K.: Lehrbuch der tektonischen Geologie, 2. Aufl. Enke, Stuttgart, 1967.
- (176) MISSAGHI, F.: Die Silber- und Bleierzlagerstätte von Meißelding in Kärnten. – Diss. Mont. Hochschule Leoben, 1959, 46 S.
- (177) MODRIJAN, W.: Die Erforschung des vor- und frühgeschichtlichen Berg- und Hüttenwesens und die Steiermark. – Führer zur Ausstellung "Der Bergmann, der Hüttenmann", Graz 1968, 41-87.
- (178) MOSTLER, H.: Bemerkungen zur Genese der sedimentären Blei-Zinkvererzung im südalpinen Perm. – Archiv Lgstfg. Ostalp. 3, 1965, 55-70.
- (179) NEUNER, K.H.: Beiträge zur Kenntnis der Gipslagerstätten im Semmeringgebiet. – Diss. Mont. Hochschule Leoben, 1960. Mit zahlreichen Beilagen.
- (180) PETRASCHECK, W.: Metallogenetische Zonen in den Ostalpen. – C. R. 14. Geol. Kong. Madrid, 1928, 1-13.
- (181) – : Die Magnesite und Siderite. – Sitzber. wr. Akad. I, 141, 1932, 195-242.
- (182) – : Die alpine Metallogenese. – Jb. Geol. BA. 90, 1945, 129-149.
- (183) PETRASCHECK, W.E.: Großtektonik und Erzverteilung im mediterranen Kettensystem. – Sitzber. wr. Akad. Mn. I, 164, 1955, 109-130.
- (184) – : Die zeitliche Gliederung der ostalpinen Metallogenese. – Sitzber. wr. Akad. Mn. I, 175, 1966, 57-74.
- (185) PLÖCHINGER, B.: Fossile Bakterien in den Tennengebirgs-Manganschiefern? – Mikroskopie, 7, 1952, 197-201.
- (186) POŠEPNY, F.: Die Goldbergbaue der Hohen Tauern mit besonderer Berücksichtigung des Rauriser Goldberges. – Archiv prakt. Geol. I, 1880, 1-256 (mit vielen Karten!).
- (187) PREY, S.: Der ehemalige Großfraganter Kupfer- und Schwefelkiesbergbau. – Mittg. Geol. Ges. Wien. 54, 1961, 163-200.
- (188) PREUSCHEN, E.: Die Salzburger Schwemmlandlagerstätten. – Bg. hm. Moh. 86, 1938, 36-45.

- (189) PREUSCHEN, E.: Golderz und Alluvialgold im Lande Steiermark. – Führer z. Ausstellung "Der Bergmann, der Hüttenmann". – Graz 1968, 189-191.
- (190) PURKERT, R.: Geologisches Gutachten über die Pyritlagerstätte St. Peter am Kammerberg, Obersteiermark. – 7 Seiten, unveröff., Archiv Min. Inst. Leoben.
- (191) RAMDOHR, P.: Einige neue Beobachtungen an Erzen aus den Ostalpen. – Karinthin, 1952, 99-101.
- (192) REDLICH, K.A.: Die Geologie der inneröstr. Eisenerzlagerstätten. – Beitr. Gesch. östr. Eisenwesen. – Springer, Wien, 1931, S. 140.
- (193) REISSACHER, C.: Bruchstücke aus der Geschichte des Salzburger Goldbergbaues in den Tauern. – Jber. Mus. Salzburg 1860, 1-55.
- (194) RÖSLER, H.J.: Kriterien und Methoden zur genetischen Unterscheidung variskischer und postvariskischer Lagerstätten Mitteleuropas. – Freiburger Forschungshefte C 209, 1967, 7-13.
- (195) RUTTNER, A.: Die Eisenerze auf dem Kraubather Serpentinzug. In: Brockamp, Zur Entstehung deutscher Eisenerzlagerstätten. – Archiv f. Lgstfg. 75, Berlin 1942, 58-60.
- ✓ (196) SCHADLER, J.: Geolog. Beobachtungen am Ostrand des Defereggengebirges. – Mittg. natw. Ver. Stmk. 66, 1929, 64-67.
- (197) SCHLAGER, M.: Bericht 1966 über geologische Arbeiten auf Blatt Hallein (94). – Verh. Geol. BA. 1967, A39-42 (41).
- (198) SCHNEIDER, H.J.: Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. – Fortschr. Min. 32, 1953, 26-30.
- (199) – : Die Vererzung der südalpinen Bellerophon-Schichten. – Fortschr. Min. 34, 1956, 28-31.
- (200) – : Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc-concentration in the ladinian geosyncline of the Eastern Alps (Developments in sedimentology, Bd. 2). – Sedimentology and ore genesis. Elsevier, Amsterdam, 1964, 29-45.

- (201) SCHNEIDERHÖHN, H.: Genetische Lagerstättengliederung auf geotektonischer Grundlage. – N. Jb. Min. Moh. 1952, 47-89.
- (202) SCHULZ, O.: Die diskordanten Erzgänge vom "Typus Bleiberg" syndiagenetische Bildungen. – Symp. intern. Giacim. miner. d. Alpi, 1966, Trient, 149-161.
- (203) – : Die synsedimentäre Mineralparagenese im oberen Wettersteinkalk der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth (Kärnten). – TMPM 12, 1967, 230-289.
- (204) SEELAND, F.: Der Bergbau auf Roteisenstein und Brauneisenstein auf dem Kok, NW. Uggowitz. – Verh. Geol. RA. 1878, 36.
- (205) SIEGL, W.: Zur Petrographie und Entstehung der Tonsteine und Bentonite (Smekтите). – Bg. hm. Moh. 96, 1951, 100-104.
- (206) – : Zur Entstehung schichtiger und strahliger Spatmagnesite. – Bg. hm. Moh. 100, 1955, 79-84.
- (207) – : Zur Vererzung der Pb-Zn-Lagerstätten von Bleiberg. – Bg. hm. Moh. 101, 1956, 108-111 und 102, 1957, 237-238.
- (208) – : Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume Leogang bis Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol. – Radex-Rdsch. 9, 1964, 178-191.
- (209) SOVINZ, A.: Der Wassereinbruch im Wodzicki-Hauptschacht in Fohnsdorf und seine Abdämmung. – Bg. hm. Moh. 92, 1947, 197-204.
- (210) STERK, G.: Die Talklagerstätte von Hirt bei Friesach. – Unveröff. Diplomarbeit 1951, Min. Inst. Mont. Hochschule, 33 Seiten.
- (211) – : Zur Kenntnis der Goldlagerstätte Klienung im Lavanttal. – Car. 2, 145, 1955, 39-59.
- (212) STOWASSER, H.: Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums. – Jb. Geol. BA. 99, 1956, 75-199 (139).
- (213) SCHWINNER, R.: Tektonik und Erzlagerstätten in den Ostalpen. – Zs. D. Geol. Ges. 94, 1942, 180-183.
- (214) – : "Ostalpine Vererzung und Metamorphose" als Einheit? – Verh. Geol. BA. 1946, 52-61.
- (215) – : Gebirgsbau, magmatische Zyklen und Erzlagerstätten in den Ostalpen. – Bg. hm. Moh. 1949, 134-143.

- (216) ŠTRUCL, I.: Rezultati najovejših geoloških raziskav v širši okolici mežiškega rudišča (Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen in der weiteren Umgebung des Bergbaues Mieß). – Geol. Razprav. 7, 1962, 43-53. Serb. mit dtsh. Zusammenfassung.
- (217) – : The problem of exploration of the lead-zinc occurrences in Slovenia. – Rud. Meta. Zbornik, 1962, 361-364.
- (218) SUPERCEANU, C.J.: Die Geosynklinal-Lagerstättenprovinzen Rumäniens. – Geol. Rdsch. 56, 1967, 949-972.
- (219) THIEDIG, F.: Der südliche Rahmen des Saualpen-Kristallins in Kärnten. – Mittg. Ges. Geol. Bgbstud. 16, Wien 1966, 5-70.
- (220) THURNER, A.: Geologie der Stolzalpe bei Murau. – Mittg. natw. Ver. Stmk. 64/65, 1929.
- (221) TUFAR, W.: Die Erzlagerstätten des Wechselgebietes. – Min. Mittgbl. Joann. 1963, 1-60.
- (222) UNGER, H.J.: Der Schwefel- und Kupferkiesbergbau in der Walchen bei Öblarn im Ennstal. – Archiv f. Lgstfg. Ostalp. 7, 1968, 2-52.
- (223) VARCEK, C.: Zonale Verteilung der hydrothermalen Vererzung im Zips-Gömörer Erzgebirge und Einfluß des geologischen Milieus und Charakter der Mineralisation. – Geol. Prace. Zosib. 60, Bratislava 1961, 281-380 (u. zahlreiche andere Arbeiten).
- (224) VOHRYZKA, K.: Zur Genese des dichten Magnesits von Kraubath. – Bg. hm. Moh. 105, 1960, 12-16.
- (225) – : Zur alpidischen Metallogenese in Nordtirol. – Bg. hm. Moh. 111, 1966, 190-193.
- (226) WEISS, E.H.: Zur Entstehung von Bruchstrukturen in glazialen Sand-Kies-Ablagerungen. – CarII, 155, 1965, 55-63.
- (227) WEISS, P.: Das Nickel-Magnetkiesvorkommen auf der Pfeifenberger-Alm. – Meldearbeit Leoben, 1948, 17 Seiten mit geol. Karte und Profilen. – Archiv Min. Inst. Leoben.
- (228) WELSER, H.: Über Pseudomorphosen von Talk nach Pinolit. – Bg. hm. Moh. 86, 1939, 78-79.
- (229) WENINGER, H.: Die Erzvorkommen der Preßneralpe in Kärnten. – Archiv Lgstfg. Ostalpen, 4, 1966, 84-113.

- (230) WERNER, C.D.: Die Spatlagerstätten des Thüringer Waldes und ihre Stellung im Rahmen der saxonischen Metallprovinz Mitteleuropas. – Ber. D. Ges.geol.Wiss. B 11.1.1966, 5-45.
- (231) WIESSNER, H.: Geschichte des Kärntner Bergbaues. 3. – Klagenfurt 1953, 143, 150, 255, 257 usw.
- (232) ZADORLAKY-STETTNER, M.: Beiträge zur Kenntnis der geolog. u. petrogr. Verhältnisse und der Erzlagerstätten in den östlichen Gurktaler Alpen, westlich Friesach in Kärnten. – Diss.Univ. Wien, 1960; gekürzt in: Verh.Geol.BA.Wien 1961, 155-170 und Bg.hm.Moh. 107, 1962, 342-351.

Anschrift des Verfassers:

Prof.Dr.Ing.O.M.FRIEDRICH, Montanistische Hochschule
A-8700 Leoben, Inst. f. Mineralogie und Gesteinskunde.

Verzeichnis der angeführten Vorkommen

Achselalm	90	Fledelberg	23
Arzberg	75	Fohnsdorf	89, 95
Aspang	64	Friedlkogel	18
Ast	77	Friesach	84, 85
Blasen	96	Fulpmes	27
Bleiberg	37, 42	Fundkofel	83
Bocksattel	27	Gams/Hieflau	58
Bozen	27	Gehrwand	90
Brandenberg	60	Geisttal	46
Breitenau	16	Giglerbaue	72, 73
Brixlegg	50	Glashütten	19
Bromriese	74	Glatschach	83, 87, 92
Bruck/Fusch	61	Goldberg	88
Brückl	91	Goldegg (Sbg.)	36
Brunnsink	36	Goldzeche	88
Buchholzgraben	92	Gorno	43, 97
Buchkogel	105	Gossensaß	77
Buchwald	99	Grazer PbZn	74
Burgstall Hoher	27	Grießerhof	61
Calesberg	28	Großarlal	65
Chromwerk	22	Großfragant	65
Dechant	83	Großstübing	20
Diegrub	32, 40, 41	Gulsen	22, 23
Dienten	36, 49	Gurktal	75
Dirnsdorf	106	Hammergraben	50
Drau	108	Haufenreith	75
Drauzug	37	Heinzelkogel	18
Duisitz	74	Heuberggraben	16
Dürnstein	18	Hirnkogel	21
Eiskar	74	Hirt	61
Ellmau	43	Hochgrößen	23, 24
Engadin	77	Holzbrücke	95
Erzberg (Stmk.)	18	Hüttenberg	84, 85
Erzwies	88	Idria	97
Eschach	74	Ingeringtal	95
Feistritz/Dr.	108	Innerkrems	84
Feliferhof	106	Inschlagalm	32, 45
Ferleiten	61	Iseltal	81
Flatschach	95	Johnsbach	107
Flecktroggang	90	Kaisersberg	25

Kalkspitz	58	Mullwitzaderl	90
Kalwang	19	Mur	108
Kammersberg	21	Naintsch	26
Karchau	96	Neustift/Andritz	17
Kaskogel	18	Nöckelberg	21
Kaswassergraben	42		
Kerschdorf	50	Oberdorf	62, 63
Kleinfestritz	64	Oberhausergraben	18
Kliening	89	Obertilliach	83
Knappenstube	83	Oberzeiring	89
Knittelfeld	26	Öblarn	19
Kohlbach	87	Oboiniggraben	43, 50
Kollmannseck	36, 49	Oppenberg	24
Kolsbergeralm	107	Oswaldgraben	27
Kotgraben	89	Ötztal	78
Krabachjoch	48, 77		
Kraig	75	Pack	84, 87
Kranzhöhe	58	Panzendorf	83
Kraubath (Cr)	22	Paternion	107
Kraubath (Magnesit)	96	Pfeifenbergeralm	66
Kreuzeckgruppe	5	Pinzgau	65
Krombach	72	Plankogel (Stmk.)	13, 14
Kupferbau	84	Plankogel (Kärnten)	18
		Platte	17
Laderding	61	Pochhartsee	87
Lading	26	Pöllau	13
Lafatsch	42	Polster	36
Lamprechtsberg	26	Poludnig	18
Lanisch	88	Präbichl	46
Lantschfeld	60	Pusterwald	89
Laussa	60		
Leimsgraben	25	Rabant	83, 92
Lengholz	83	Rabenwald, Talk	61, 63, 86
Leßnig	83	Rabenwald, Fe	106
Leogang	32	Radhausberg	88
Leichtensteinerberg	105	Radlgraben	67
Lieser	107	Radnig	8, 36, 40, 43, 54, 56
Littai	97	Raggatal	83
Lobming	26	Ragöllen	89
		Raibl	42
Maltern	94	Rauris	65, 88
Meiselding	75	Reichenau i. K.	16
Mettnitztal	18	Reiting	106
Mieß	31, 40, 97	Rennweg	61
Mitterberg/Kraubath	23	Röhrebrüchel	39, 50
Mitterberg(Sbg)	34, 42, 49ff	Rosegg/Graz	17
Mixnitz	16	Rötelstein	43
Moosburg	99	Rotgülden	88
Mühlbach	36	Rotrastenalm	16

Ruden	91	Tillmitsch	106
Salla	84	Tösens	34, 39, 78
Salzach	107	Tragin	107
Savefalten	97	Tratten/Kerschdorf	50
Schafalm	84	Trebesing	67
Schwarzenbach	51	Tregiovo	12, 28
Schwaz	50	Trojane	97
Schellgaden, Gold	67	Turracherhöhe	25, 84
Schellgaden, Talk	61	Tweng	107
Schindlgraben	58	Umberg	99
Schlaining	94	Unken	43, 54
Schlaiten	81	Unterlaussa	58
Schneeberg i. T.	76	Untersberg	60
Schottwien	59	Untertal/Schladming	20
Schurfspitz	88	Veitsch, Mn	18
Schwabegg	91	Vellach/Mettnitz, Fe	16
Seekar	73	Vellach/Mettnitz, Pb	76
Semmering	28	Vöttern	72, 73
Siglitz	88	Walchen/Öblarn	19
Sunk, Mg	40, 45	Walderalm	59
Sunk, C	25	Waldenstein	84, 86
Stangalmsattel	25	Wandelitzen, Pb—Ag	91
Stein/Dellach	93	Wandelitzen, Mn	107
Steinbachsattel	87	Walzentratten	83
Steinberg/Graz	106	Wechsel	79
Stelzing	89	Weißeck	59
Stern/Rennweg	61	Weiztal	14
Stockenboi	92	Werchzirmgraben	25
Strubberg	59	Werfen	48
Taghaube	43	Wiesenau	108
Teltschen	41, 43, 59	Zaneischg	67
Teichen	19	Zinkwand	72, 73
Terlan	27	Zweinitz	75
Tessenberg	83		