

MITTEILUNGEN

der

ÖSTERREICHISCHEN MINERALOGISCHEN  
GESELLSCHAFT

N<sup>o</sup> 128

1981/1982

# I N H A L T

Richter, W.: Vorwort . . . . .	S. 3
<u>Originalarbeiten</u>	
Niedermayr, G.: Heinz Meixner und seine Bedeutung für die mineraltopographische Forschung in Österreich . . . . .	S. 7
Becherer, K.: Zur Bestimmung und Unterscheidung arsen- und antimonhaltiger Mineralien . . . . .	S. 11
Zemann, J.: Victor von Lang als Mineralmorphologe . . . . .	S. 15
Paar, W.H. und T.T. Chen: Kesterit und Zn-hältiger Tennantit von Webing bei Abtenau, Salzburg (mit einer Zusammenstellung interessanter Erzparagenesen österreichischer Gips-Anhydrit-Lagerstätten) . . . . .	S. 25
Kirchner, E.: Wagnerit-Neubildung in Gesteinseinschlüssen aus Gipsablagerungen von Webing, N Abtenau, Salzburg . . . . .	S. 29
Schantl, J.: Zur Verwitterung der Brucit führenden Serpentinite von Kraubath/Steiermark . . . . .	S. 33
Götzinger, M.A. und F. Pertlik: Zur Mineralogie der Magnetit-Ilmenit-Vererzung des Serpentinites von Stegsdorf bei Friesach in Kärnten . . . . .	S. 37
Walter, F. und W. Postl: Ober Montebrasit aus dem Pegmatitsteinbruch am Wolfsberg bei Spittal a. d. Drau, Kärnten . . . . .	S. 47
Niedermayr, G.: Mineralneufunde aus Österreich, 1980-1982 . . . . .	S. 51
Brandstätter, F., K. Mereiter und G. Niedermayr: Ober den Synchisit vom Hopffeldboden im Obersulzbachtal, Salzburg . . . . .	S. 61
Seemann, R. und G. Niedermayr: Exotische Gerölle und Bauxite aus dem Gebiet Hoher Dachstein . . . . .	S. 65
Koller, F.: Ein Beitrag zu den Pegmatitvorkommen in Diorit-intrusionen des Moldanubikums . . . . .	S. 73
Huber, S. und P. Huber: Zur Tradition des Mineraliensammelns im Raume Wien . . . . .	S. 77
<u>Tätigkeitsberichte und Vorträge</u>	
Tätigkeitsbericht über das Vereinsjahr 1980 . . . . .	S. 89
Tätigkeitsbericht über das Vereinsjahr 1981 . . . . .	S. 90
Tätigkeitsbericht über das Vereinsjahr 1982 . . . . .	S. 93
Nachtrag zur Arbeit von P. WIEDEN (1980): Genese und Alter der österreichischen Kaolinlagerstätten - Mitt.Österr.Miner. Ges. 127, 16-19 . . . . .	S. 95
Raimann, C.: Vulkanismus, Metamorphose und Vererzung in der Kreuzeck-Gruppe, Kärnten . . . . .	S. 97
Kurzweil, H.: Diagenese pelitischer Sedimente im Wiener Becken . . . . .	S. 99
Niedermayr, G.: Magnesitbildung in Sedimenten . . . . .	S. 102
Pak, E.: Schwefelisotopenvariationen und ihre Bedeutung für die Lösung erdwissenschaftlicher Probleme . . . . .	S. 106
Savkevič, S.: Neues zur Mineralogie der fossilen Harze . . . . .	S. 112



## Vorwort

In den letzten Dezembertagen des Jahres 1981 wurde Heinz Meixner, emer. Professor für Mineralogie, Petrographie und Lagerstättenlehre am Institut für Geowissenschaften der Universität Salzburg, in einer stillen Trauerfeier für immer verabschiedet. Den österreichischen Erdwissenschaften wurde mit ihm ein Mann genommen, der von frühester Jugend an seine ganze Schaffenskraft der mineralogischen Wissenschaft widmete, der Unvergleichliches für die spezielle Mineralogie Österreichs leistete und dem es auch, wie kaum einem anderen, gelang, die Mineralogie einem breiten Kreis zu erschließen und Begeisterung für sie zu erwecken. Das geradezu leidenschaftliche Wirken für die Mineralogie hat ihn in ein besonderes Naheverhältnis zur Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, der er seit vielen Jahren angehörte, und in deren Vorstand er mitarbeitete, gebracht - ein Naheverhältnis, das in der Verleihung der Ehrenmitgliedschaft im Jahre 1978 seinen Ausdruck fand.

Es ist der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft ein wahrhaftes Bedürfnis, das Andenken dieses großen Mineralogen zu ehren, und wir haben uns daher entschlossen, ihm ein Heft unseres Mitteilungsblattes mit Beiträgen von Freunden und Kollegen aus unseren Reihen zu widmen. Wir hoffen auch, mit der Wahl der Arbeiten für dieses Heft einem wesentlichen Anliegen Heinz Meixners entsprochen zu haben, nämlich mit Beiträgen zu österreichischen Mineralvorkommen und mit historischen Themen, sowohl Fachmineralogen, als auch interessierte Liebhaber der Mineralogie und Sammler in gleicher Weise anzusprechen - ein Anliegen, das in verstärktem Maße Richtlinie für die Weiterführung der Mitteilungen unserer Gesellschaft sein soll. In diesem Sinne ist das vorliegende Heft nicht nur dem ehrenden Andenken Heinz Meixners gewidmet, sondern auch der Beginn einer Neugestaltung unseres Mitteilungsblattes.

W. Richter



# ORIGINALARBEITEN



HEINZ MEIXNER UND SEINE BEDEUTUNG FÜR DIE  
MINERALTOPOGRAPHISCHE FORSCHUNG IN ÖSTERREICH

von

G. Niedermayr †)

(eingelangt am 10.11.1982)

Am 19. Dezember 1981 verstarb Emeritus Univ.-Prof. Dr. Heinz Meixner. Mit ihm verlor Österreich einen Mann, der sich buchstäblich Zeit seines Lebens der mineralogischen Erforschung Österreichs, der wenigen großen, viel mehr aber der vielen kleinen und kleinsten Mineralvorkommen, mit viel, ja sehr viel Enthusiasmus und Opferbereitschaft, angenommen hat. Darüber hinaus hat er aber in einer Reihe von Arbeiten auch Methodisches zur mineralogischen Untersuchungspraxis gebracht und Beiträge zur Metamorphose und Metasomatose in Zusammenhang mit Lagerstättenstudien in den Ostalpen veröffentlicht.

Es ist nicht Zweck dieses Artikels, den Lebenslauf Meixners darzustellen - dies ist von berufener Seite bereits mehrfach geschehen. Es soll aber ein bescheidener Beitrag dazu sein, sein Lebenswerk, seinen Einsatz für die mineraltopographische und mineralparagenetische Erforschung Österreichs entsprechend zu würdigen. In den, sowohl der Fachwelt als insbesondere auch den Sammlern wohlbekanntesten Veröffentlichungen über "Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen" (zunächst erschienen in den Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, später - z.T. auch mit etwas geändertem Titel - in der Carinthia II) hat Meixner in immerhin 525 Einzelberichten wichtige Beobachtungen und Daten über hunderte Mineralvorkommen mitgeteilt. Dazu kommen seine, ebenfalls in die mehrere Hunderte gehende Berichte, Studien und zusammenfassenden Darstellungen, die in den verschiedensten in- und ausländischen Fachzeitschriften veröffentlicht sind (ein ausführliches Literaturverzeichnis findet sich in WIESENEDER 1982). Es ist diese Vielzahl von Beobachtungen an zum Teil nicht mehr existenten Mineralvorkommen, die die Bedeutung der Arbeiten Meixners in erster Linie ausmacht. So ist gerade die genetische Interpretation komplexer Mineralgesellschaften, wie es z.B. die ostalpinen Klüftmineralisationen oder die Erzmineralisationen im ostalpinen Altkristallin sind, auf eine Vielzahl von Einzelbeobachtungen angewiesen. Unter tatkräftiger Mithilfe unserer einheimischen Mineraliensucher hat er Beobachtung um Beobachtung gesammelt, das gesammelte Material mit Lupe, Mikroskop und im Labor untersucht und die erhaltenen Daten mitgeteilt. Dabei galt sein Interesse auch den unscheinbarsten Dingen, was - sicher zu Unrecht - von so manchem seiner Fachkollegen bewitzelt wurde. Der Ausdruck "Meixnerit" - hier noch nicht als jenes Mineral gemeint, das später, in der Nähe von Ybbs-Persenbeug gefunden, von KORITNIG und SOSSE (1975) zu Ehren Meixners nach ihm benannt wurde - ist dem Verfasser dieser Zeilen als Student und auch noch später auf Exkursionen immer wieder untergekommen. Es sind aber eben oft auch die unscheinbarsten, winzigsten Mineralien für die Deutung eines Problems, einer Paragenese wichtig. Dies hat Meixner schon früh erkannt und auch das Augenmerk der Sammler auf jene unscheinbaren Dinge gelenkt, die für die Fachwelt von so großem Interesse sein können. Von den österreichischen Fachkollegen war er derjenige, der es am besten verstand, Laien für mineralogische Probleme zu interessieren und sowohl angehende als auch fortgeschrittene Mineraliensammler über ihr Hobby zu informieren und zu beraten. Er war immer bestrebt, sie in jene Bahnen zu lenken, die in eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Sammler und Fachmineralogen münden.

†) Anschrift des Verfassers:  
Dr. Gerhard Niedermayr  
Naturhistorisches Museum Wien, Mineralogisch-Petrographische Abteilung  
A-1010 Wien, Burgring 7.



Seiner Initiative sind die Gründungen der überaus aktiven "Fachgruppe für Mineralogie und Geologie" des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten und der Zeitschrift "Der Karinthiner" zu verdanken. Jeder der schon an den jährlich zweimal stattfindenden Tagungen dieser Fachgruppe teilgenommen hat, wird den Idealismus der Mitglieder dieser Vereinigung festgestellt haben. Der Verfasser hatte bereits mehrfach die Gelegenheit, an gemeinschaftlichen Exkursionen in kleinstem Kreis einiger Fachgruppenmitglieder teilnehmen zu können und dabei die idealistische Gesinnung dieser Sammler erlebt. Es ist auch wohlthuend festzustellen, daß die in Verbindung mit den Vorträgen veranstaltete Mineralienbörse noch nicht so stark von finanzkräftigen Händlern beschickt wird, wie dies anderswo leider häufig der Fall ist, und der eigentliche Mineralientausch noch gepflogen wird. Auch dies ist sicher auf den Einfluß Meixner's zurückzuführen. Er hat Zeit seines Lebens die Verkommerzialisierung des Hobbys des Mineraliensammelns abgelehnt, wenngleich ihm wohl auch klar war, daß dies auf Dauer nicht zu vermeiden sein wird.

Sein besonderes Nahverhältnis zu den Sammlern hat es ihm aber auch ermöglicht, oft als erster über neue und interessante Mineralfunde unterrichtet zu werden. Als ein von der Mineralogie förmlich "Besessener" hat er weder Zeit noch Mühe gescheut, alle Funde, die ihm vorgelegt wurden - und es waren sicher im Laufe der Jahre zehntausende Mineralstufen - rasch zu untersuchen und die Ergebnisse in Publikationen einem größeren Interessentenkreis mitzuteilen. Es war für ihn selbstverständlich, daß er dafür seine - im Laufe der Jahre und mit stetig steigenden Verpflichtungen, die sich etwa auch aus seiner Universitätslaufbahn ergaben, immer spärlichere Freizeit, und tatkräftig unterstützt von seiner Frau, sein Familienleben der Mineralogie opferte. Ein Umstand, auf den hier besonders hingewiesen werden soll, da es Sammler heute häufig nicht zu verstehen scheinen, daß Fachmineralogen auch Familienväter sein können.

Durch seinen bundesweiten Kontakt zu den Sammlern war Meixner, wie bereits erwähnt, über viele Neufunde bestens informiert. Seine mineraltopographischen Untersuchungen umfaßten daher unser gesamtes Bundesgebiet, wengleich seine besondere Liebe den Kärntner Mineralvorkommen gegolten haben mag. Ein Grund für seine Vorliebe für Kärnten lag sicher in seiner langjährigen Tätigkeit im mineralogisch-lagerstättenkundlichen Untersuchungszentrum Knappenberg, das im wesentlichen Meixner aufgebaut hat. Sein Interesse für die genetische Interpretation der alpinen Spatlagerstätten im allgemeinen war durch seine Tätigkeit am Hüttenberger Erzberg begründet. Die mineralogische Erforschung der Alpinen Spatlagerstätten zählte ja zu einem der Hauptanliegen Meixners. Ein weiterer Schwerpunkt seiner Tätigkeit waren die ostalpinen Serpentinlagerstätten und deren Klufftmineralisationen. Besonders interessant und wichtig sind seine, den alpinen Großraum erfassenden, Zusammenstellungen über bestimmte Mineralgruppen, wie z.B. Strontium-, Molybdän- und Berylliummineralien, Lazulith- und Uranmineralisationen, die eine Fülle von Informationen enthalten, die für zukünftige Forschungen als unentbehrliche Grundlagen dienen werden. Es ist dabei unwesentlich ob - wie in manchen Fällen - die seinerzeitigen genetischen Interpretationen auch heute noch ihre Gültigkeit haben. Auch die Mineralogie ist eine durchaus lebendige Wissenschaft. Neue Geräte und Analysemethoden vermehren ständig unser Wissen um die Entstehung, die Bildungsbedingungen und die geologische Entwicklung von Mineralvorkommen und Gesteinsassoziationen. Es ist daher klar, daß so manches, das früher für richtig befunden oder als einzig mögliche Deutung angesehen wurde, im Laufe der Zeit eine andere Erklärung fand. Als Beispiel dafür mögen die alpinen Klufftmineralisationen dienen, deren Genese in den Ostalpen lange kontroversiell interpretiert wurde. Auch hier hat Meixner, obwohl zunächst von einer etwas anderen Vorstellung getragen, eine Unmenge von Daten gesammelt und weitergegeben. Seine Beobachtungen und Berichte werden somit auch in diesem Fall Grundstein für viele weiterführende Arbeiten sein.

Neben der aktuellen Berichterstattung und Forschung war es aber auch ein Anliegen Meixners, die historische Entwicklung der mineralogischen Wissenschaft einem breiten Interessentenkreis aufzuzeigen. In seinen Beiträgen über verschiedene

bedeutende alte Sammlungen, über Fachmineralogen aus früherer Zeit und über deren Forschungsarbeiten sowie über den Ursprung von Mineralnamen hat Meixner versucht, auch dem Laien und Sammler das breite Spektrum der mineralogischen Wissenschaft und ihre historische Entwicklung näherzubringen. Aktivitäten wie diese, sind in einer Zeit in der Altes so rasch der Vergänglichkeit anheimfällt nicht hoch genug einzuschätzen. Für viele von uns scheint in der heutigen, immer wieder Erfolg fordernden Zeit, kein Platz mehr für derartige historische Reminiszenzen zu sein. Jede Disziplin hat aber ihre Vergangenheit und ihre historische Entwicklung und der Laie im allgemeinen und der Fachwissenschaftler im besonderen sollte sich dessen auch bewußt sein.

Obwohl lange Jahre nur mit vergleichsweise primitiven Hilfsmitteln ausgestattet, war es Meixner auch vergönnt, bis dahin unbekannte, neue Mineralspezies beschreiben zu können. Das Ca-Borat Tertschit und das Fe-U-Arsenat Kahlerit wurden durch ihn bekannt gemacht. An der Bearbeitung des neuen Minerals Friedrichit, einem Cu-Pb-Bi-Sulfid, das durch zwei seiner Salzburger Assistenten beschrieben werden konnte, hatte er stimulierenden Anteil.

So hat Meixner im Laufe seines Lebens eine Unmenge von Daten zur Mineralogie unseres Bundesgebietes zusammengetragen. Leider war es ihm, als dem besten Kenner der österreichischen Mineralvorkommen, nicht vergönnt, all dieses Wissen zu einer Mineralogie Österreichs zusammenzufassen. Möge diese Aufgabe eine Verpflichtung für uns alle sein, die an der mineralogischen Erforschung Österreichs teilhaben und noch teilhaben werden. Es wäre sicher im Sinne von Heinz Meixner.

#### Literatur:

KORITNIG, S. und P. SOSSE (1975): Meixnerit,  $Mg_6Al_2(OH)_{18} \cdot 4H_2O$ , ein neues Magnesium-Aluminium-Hydroxid-Mineral. *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 22, 79-87.

WIESENER, H. (1982): Heinz Meixner 1908-1981.-  
*Carinthia II*, 172./92., 7-30.



ZUR BESTIMMUNG UND UNTERSCHIEDUNG  
ARSEN- UND ANTIMONHALTIGER MINERALIEN

von

K. Becherer †)

(eingelangt am 15.10.1982)

Zusammenfassung

Es werden die Bestimmungen und die Unterscheidung arsen- und antimonhaltiger Mineralien, insbesondere Erze, beschrieben. Die nach dem Abrösten einer Probe entstandenen weißen Dämpfe werden resublimiert und mit Alkalisulfid gelöst. Aus der Lösung werden mittels verdünnter HCl die Sulfide ausgefällt, wobei ein gelber Niederschlag Arsen, ein orangeroter Niederschlag Antimon anzeigt.

Es gibt in der Natur etwa 250 arsen- und antimonhaltige Mineralien, darunter ungefähr die Hälfte sauerstofffreie Verbindungen. Da vom Antimon nur wenige sauerstoffhaltige Mineralien bekannt sind (z.B. Senarmontit, Kermesit) und natürliche Antimonite und Antimonate praktisch fehlen, soll sich die Bestimmung bzw. Unterscheidung hauptsächlich auf die sauerstofffreien Mineralien beschränken.

Sehr viele sauerstofffreie As- und Sb-Mineralien haben silberweiße bis schwarzgraue Farbtöne mit den entsprechenden Grauschattierungen der Strichfarben. Nur wenige weichen davon ab, beispielsweise der Rotnickelkies mit seiner zumeist lichten, kupferroten Farbe und seinem bräunlich-schwarzen Strich, oder die Rotgültigerze, ebenfalls mit roten Farbtönen.

Häufig liegen die Mineralien als Derberze vor. Obwohl man manchmal anhand der Ausbildung der Aggregate gewisse Aussagen machen kann (z.B. die Unterscheidung des Bleispißglanze von den übrigen), fällt es doch im allgemeinen sehr schwer, nur aus den äußeren Kennzeichen, wie Glanz, Farbe, Strich, Härte usw. zu bestimmen, ob es sich um ein As- oder Sb-haltiges Mineral handelt. Bereits bei den relativ verbreiteten Fehlerzen ergeben sich bei der Unterscheidung zwischen Tetradrit und Tennantit Probleme; ähnlicher Natur sind sie bei Gersdorffit-Ullmannit, Arsenkies-Gudmundit und anderen.

Um Genaueres auszusagen, kann man sich mit verschiedenen einfachen chemischen und physikalischen Versuchen helfen. So weisen viele Mineralbestimmungstabellen (JUBELT 1976, KÜHLER 1949, v.PHILIPSBORN 1967) und auch chemisch-analytische Werke darauf hin, daß beim Abrösten arsen- und antimonhaltiger Mineralien weiße, übelriechende Dämpfe von Arsen- bzw. Antimonoxid entstehen, die an kälteren Stellen zu (schmutzig) weißen Beschlägen und Oberzügen resublimieren. Auch die Gerüche der Dämpfe sind charakteristisch: Arsenoxid riecht knoblauchartig, Antimonoxid nach (faulem) Meerrettich.

Nun besteht praktisch kein Unterschied in der Farbe der Dämpfe oder Beschläge (beide weiß). Auch die menschliche Nase als relativ unempfindliches Sinnesorgan kann häufig nicht die Nuancen "knoblauchartig" und "fauler Meerrettich" unterscheiden, sodaß die genaue Bestimmung eher einem Raten gleicht. Aus der anorganischen Analytik ist aber u.a. nach STREBINGER (1944), TREADWELL (1948) bekannt, daß Arsen- und Antimonoxid, insbesondere wenn sie frisch erzeugt sind, in Alkali-

†) Anschrift des Verfassers:

Dr. Karl Becherer

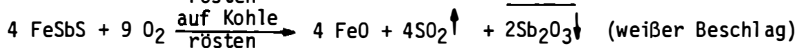
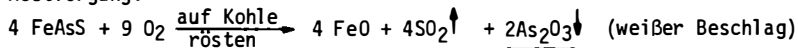
Universität Wien, Institut für Mineralogie und Kristallographie

A-1010 Wien, Dr.Karl-Lueger-Ring 1

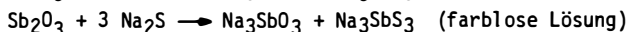
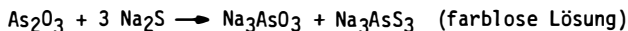
sulfidlösungen unter Bildung von Sulfosalzen in Lösung gehen, woraus nach Ansäuern mit verdünnter Salzsäure die jeweiligen Sulfide ausgefällt werden können. Das frisch gefällte Arsensulfid hat hellgelbe, das Antimonsulfid orangerote Farbe. Diese Farbunterschiede sind so gravierend, daß sie eindeutige Hinweise auf die ursprüngliche Zusammensetzung der zu bestimmenden Mineralien geben.

Im einzelnen spielen sich dabei folgende Reaktionen (am Beispiel des FeAsS bzw. FeSbS erläutere) ab:

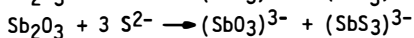
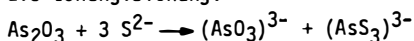
1.) Röstvorgang:



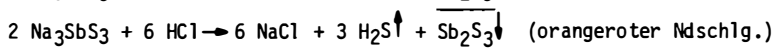
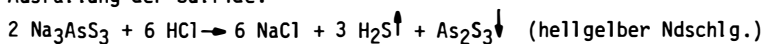
2.) Umwandlung in Sulfosalze:



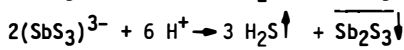
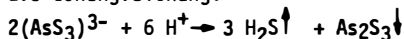
als Ionengleichung:



3.) Ausfällung der Sulfide:



als Ionengleichung:



### Praktische Durchführung

Materialbedarf: Wärmequelle (Kerze, Spiritusbrenner, Bunsenbrenner), Holzkohle, Lötrohr, kleines Uhrglas (4-5 cm  $\phi$ ), Tropfpipette, Eprovettenhalter, Eprovetten, Glasstab, ev. Lackmuspapier.

Reagenzien: Natriumsulfid, 1-n Salzsäure.

Eine Messerspitze der möglichst fein gepulverten Probe wird auf der Kohle mittels der Oxidationsflamme des Lötrohres abgeröstet. Entwickeln sich dabei übelriechende, weiße Dämpfe, werden diese in der Konkavseite eines kleinen Uhrglases aufgefangen und zu einem (schmutzig) weißen Beschlag resublimiert. Dabei wird das Lötrohr in der einen Hand gehalten. Die Kohle wird mit dem 4. und 5. Finger der anderen Hand zu ihrem Handballen gepreßt und zugleich mit dem Daumen und Zeigefinger der Eprovettenhalter mit dem eingeklemmten Uhrglas, das mit der Konkavseite nach unten weist, dachartig über die Kohle gehalten. Um eine besonders gute Resublimation der Dämpfe am Glase zu erreichen, kann man ein mit kaltem Wasser getränktes Leinenfleckchen auf die Konkavseite des Uhrglases legen und es mit diesem im Eprovettenhalter festklemmen.

Der weiße Beschlag wird mit wenigen Tropfen warmer Natriumsulfidlösung behandelt. Dazu wird etwa 1/2 g käufliches  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  in zirka 5 ml warmem Wasser gelöst und davon wenige Tropfen mittels einer Tropfpipette in das Uhrglas gegeben. Die Lösung wird mit Hilfe eines Glasstabes auf den Beschlag verteilt, wobei er sich

fast augenblicklich auflöst. Sodann wird diese farblose Lösung - sie enthält jetzt das entsprechende Sulfosalz - tropfenweise mit verdünnter Salzsäure (etwa 1-n) bis zur sauren Reaktion (ev. Prüfung mit Lackmuspapier) versetzt. Die 1-n HCl ist selbst herstellbar, indem man die käufliche konzentrierte Salzsäure mit dem 10-12-fachen Volumen Wasser verdünnt. Bei den ersten zugegebenen Tropfen beobachtet man eine starke, nach faulen Eiern riechende Gasentwicklung ( $H_2S$ , siehe Reaktionsgleichungen). Etwas später erfolgt eine milchige Trübung durch ausgeschiedenen elementaren Schwefel, in der dann bei weiterem Zusatz verdünnter Salzsäure ein gelber oder orangeroter Niederschlag auftritt, der die Anwesenheit von Arsen oder Antimon anzeigt. Auf keinen Fall ist konzentrierte Säure zu verwenden, da der Umschlag vom alkalischen ins saure Medium zu rasch erfolgen würde und dabei elementarer Schwefel sich in größeren Mengen abscheidet, der die Beobachtung der Reaktion erheblich stört. Man kann auch die alkalische, farblose Sulfosalzlösung vom Uhrglas in eine kleine Epruvette spülen und dort durch tropfenweise Zugabe von Salzsäure die Fällung vornehmen.

Die praktische Erprobung dieser Bestimmungsmethode hat stets einwandfreie Ergebnisse geliefert. In Mineralien, wo sich Arsen und Antimon zum Teil gegenseitig ersetzen (z.B. in Fahlerzen), kommt bei dem Niederschlag naturgemäß eine Mischfarbe zwischen hellgelb und orangerot zustande, die aber wieder Aufschluß über die gegenseitige Vertretung des Arsens und des Antimons gibt. Es ist ratsam, zunächst mit reinen Arsen- bzw. Antimonverbindungen zu experimentieren (ev. mit käuflichen Reagenzien), um sich die Farbreaktionen gut einzuprägen.

#### Literatur:

- JUBELT, R. (1976): Mineralien, 2. Aufl. - Stuttgart; Deutscher Taschenbuch Verlag - Enke
- KÖHLER, A. (1949): Das Bestimmen der Minerale. - Wien; Springer
- PHILIPSBORN, H.v. (1967): Tafeln zum Bestimmen der Minerale nach äußeren Kennzeichen, 2.Aufl. - Stuttgart; E.Schweizerbarth
- STREBINGER, R. (1944): Praktikum der qualitativen chemischen Analyse, Wien; Deuticke
- TREADWELL, F.P. (1948): Qualitative Analysis, Vol.1, - New York; Wiley



von

J. Zemann +)

(eingelangt am 28.10.1982)

### Einleitung

Der österreichische Physiker Victor <sup>1</sup> von Lang (geb. am 2. März 1838 in Wiener Neustadt, gestorben am 3. Juli 1921 in Wien; für allgemeine wissenschaftliche Würdigungen und biographische Angaben siehe SPENCER 1922, LECHER 1923, LAMPA 1927, BITTNER 1949, SCHMID 1969, KARLIK und SCHMID 1982) war ein Gelehrter mit sehr breiten Interessen. Er hat auf fast allen Gebieten der Physik seiner Zeit gearbeitet - in der langen Zeitspanne seiner wissenschaftlichen Tätigkeit beschäftigt ihn aber immer wieder Fragen der Kristallphysik. Besonders in jüngeren Jahren hat er sich auch der Mineralmorphologie gewidmet. Dazu hat sicher seine Anstellung am Mineral Department des British Museum unter Prof. NEVIL STORE MASKELYNE <sup>2</sup> beigetragen, die vom 22. April 1862 bis 19. März 1864 dauerte. Anschließend ging v. LANG als außerordentlicher Professor für Physik nach Graz, wechselte aber sehr bald nach Wien, wo er 44 Jahre lang als Ordinarius sein Fach vertrat und sich auch als Institutsvorstand und Lehrer große Verdienste erwarb. Es existieren von ihm aber auch schon vor seiner Londoner Periode zwei mineralogische Veröffentlichungen, darunter seine umfangreiche Arbeit über die Morphologie des Bleivitriols (v.LANG, 1859). Seine Verbundenheit zur Mineralogie zeigt sich ferner darin, daß ihn die Russische Mineralogische Gesellschaft im Jahre 1866 zum Mitglied wählte, daß er Mitglied der Wiener Mineralogischen Gesellschaft war und daß ihn die Mineralogical Society of Great Britain and Ireland im Jahre 1884 zum "corresponding Member" <sup>3</sup> wählte, nachdem er schon vorher corresponding member der Crystallogical Society gewesen war.

Die mineralmorphologischen Arbeiten v. LANGs wurden bisher nie zusammenfassend gewürdigt. Das vorliegende Heft bietet dafür eine gute Gelegenheit, da Herr Prof. Dr. H. MEIXNER, dessen Andenken die Beiträge gewidmet sind, die Mineralmorphologie besonders pflegte und zudem auch über Langit - ein Mineral, dessen Name das Andenken an v. LANG unter den Mineralogen lebendig hält - gearbeitet hat (MEIXNER, 1941).

Im folgenden werden die mineralmorphologischen Arbeiten v. LANGs kurz chronologisch besprochen, ein Abriß der Geschichte des Langits gegeben und die Bedeutung v. LANGs für die Mineralogie gewürdigt.

### Die mineralmorphologischen Arbeiten v. LANGs

Der Begriff Mineralmorphologie wird hier eng gefaßt: das heißt, es werden nur Arbeiten über Minerale sensu stricto berücksichtigt. Die umfangreichen Untersuchungen v. LANGs über die Morphologie künstlicher Kristalle müssen übergangen werden.

+)

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Josef Zemann

Universität Wien, Institut für Mineralogie und Kristallographie

A-1010 Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1

- 1) Er schrieb seinen Vornamen wechselnd Victor oder Viktor.
- 2) Mit diesem war v. LANG befreundet; vgl. MASKELYNE (1865); v. LANG (1869, 1870a, 1876).
- 3) Nach "Excerpt Minutes of Council Meeting" (1884); nach SPENCER (1922) wurde er in diesem Jahr zum Honorary Member dieser Gesellschaft gewählt.



Bei den einzelnen Arbeiten entsprechen der Name des Autors und der Titel immer genau dem Original. Die Numerierung und die Einfassung des Titels in Gänsefüßchen wurden hinzugefügt. Bei jeder Arbeit wurden in eckigen Klammern der jetzt übliche Name des Minerals, sowie seine chemische Formel und das Kristallsystem nach dem derzeitigen Wissensstand angegeben. Um das Literaturverzeichnis möglichst kurz zu halten, sind sonstige Literaturhinweise dort nicht angeführt; die Arbeiten können über die entsprechenden Handbücher und Referatenorgane gefunden werden.

Die Arbeiten 3 bis 10 gehören einer Beitragsserie "Mineralogical Notes. By Professor Maskelyne and Dr. Viktor von Lang, of the British Museum" im Philosophical Magazine an; das Arbeitsmaterial für diese Untersuchungen stammt durchwegs aus diesem Museum.

1. Vict. von Lang "Eine Untersuchung über die Structur des Quarzes." (Mit 4 Tafeln.) - v. LANG (1856). [Quarz,  $\text{SiO}_2$ , trigonal.]

Dem Quarz widmete der erst 18jährige v. LANG seine Erstlingsarbeit, und zwar behandelt er dreieckige Hügel auf den Rhomboederflächen dieses Minerals: eine Erscheinung, die man heute Vizinalflächen nennt. Seine Abbildungen zeigen, daß er schon klar erkannt hat, daß dabei niemals einer der Grate ungefähr senkrecht zur Kante zwischen dem Rhomboeder und dem Grundprisma hin orientiert ist. Der geometrischen Deutung wandte er viel Mühe zu. Heute sind die geometrischen Details seiner Untersuchungen vielleicht von kleinerem Interesse als die Tatsache, daß sich darin schon deutlich seine Vorliebe für die geometrische Behandlung kristallographischer Probleme zeigt. Durch diese Arbeit ist v. LANG einer der ersten, die über Vizinalflächen an Quarz gearbeitet haben. Schon 1855 hatte DESCLOIZEAUX die Erscheinung beschrieben, ohne sie allerdings so gründlich zu behandeln. V. LANG wurde die Veröffentlichung von DESCLOIZEAUX erst nach der Drucklegung seines Manuskriptes bekannt.

2. Dr. Victor von Lang "Versuch einer Monographie des Bleivitriols. A. Kristallographisches." (Mit XXVII Tafeln.) - v. LANG (1859). [Anglesit,  $\text{PbSO}_4$ , rhombisch.]

Das Arbeitsmaterial zu dieser umfangreichsten mineralmorphologischen Arbeit v. LANGS stammte aus dem k.k. Hof-Mineralien-Cabinet, der Sammlung der Geologischen Reichsanstalt, der Privatsammlung W. HAIDINGER, der Sammlung des k.k. polytechnischen Instituts und der Sammlung der k.k. Universität Wien. Die Winkelmessungen wurden (zumindest zum Teil) auf einem von OERTLING konstruierten Goniometer im k.k. physikalischen Institut der Universität Wien durchgeführt; für Unterstützung wird Prof. J. GRAILICH gedankt. Die Arbeit enthält auf den Taf. I - XXV 178 Lithographien von Darstellungen ideal ausgebildeter Anglesitkristalle ferner neun Abbildungen verzerrter Kristalle im Text.

Durch die Untersuchung v. LANGS wird die Zahl der gut bekannten Formen dieses Minerals von 21 auf 31 erhöht - die Zahl der bildlich dargestellten Kombinationen von ca. 30 auf 187. Es werden zu jedem Anglesitkristall der Fundort, die Größe, Farbe und Durchsichtigkeit angegeben, oft auch die Paragenese - in Einzelfällen sogar die genauen Winkel dieses Kristalls. Es werden elf Kombinations-Habitus-Typen aufgestellt, davon die elfte mit tetraedrischer (= disphenoidischer) Ausbildung. Die Kombinationen werden nach Gruppen in zehn Typen eingeteilt, "jedoch mit der Vorsicht, dass Kristalle desselben Fundortes wo möglich nicht getrennt werden."

Bezüglich des Achsenverhältnisses schließt sich v. LANG den sorgfältig bestimmten Werten von v. KOKSCHAROW (1853) an, untersucht jedoch genau, ob sich die Winkel zwischen analogen Flächen an Individuen verschiedener Fundorte nicht vielleicht unterscheiden: Er findet aber nur Schwankungen von wenigen Minuten. Diese Arbeit v. LANGS stellt bis heute eine der umfangreichsten Untersuchungen über die Kristallmorphologie des Anglesits dar. Sie war als erster Teil einer

Monographie über dieses Mineral gedacht; in einem zweiten Teil, der nie erschienen ist, sollten "die übrigen physikalischen Eigenschaften" folgen.

3. Viktor von Lang "On the Crystalline Form of Lanthanite." - v. LANG (1863 a).  
[Lanthanit,  $(La,Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$ , rhombisch.]

Dieses Mineral war früher für tetragonal gehalten worden. BLAKE (1853) hatte das jedoch schon an Material von Bethlehem (Pa., USA.) in Frage gestellt und DESCLOITZEAU hatte v. LANG mitgeteilt, daß es nach seinen Untersuchungen optisch zweiachsig sei. In dieser Notiz wird die goniometrische Belegung der rhombischen Symmetrie gegeben, das Achsenverhältnis wird bestimmt und vier Formen werden belegt. Heute ist die rhombische Symmetrie des Lanthanits allgemein anerkannt.

4. Viktor von Lang "On new forms of Mesotype." - v. LANG (1863 b)  
[Sehr wahrscheinlich = Natrolith,  $Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$ , rhombisch; Mesotyp ist ein alter Name für die Natrolith-Mesolith-Skoleziit-Gruppe.]

Die optische Untersuchung einer als Brevicit (ein von ROSE 1852 eingeführter Name für kristallisierten Natrolith aus Norwegen) bezeichneten Probe ergab eine gegenüber dem üblichen senkrechte Orientierung der optischen Achsenebene in bezug auf die Längserstreckung. Die genauere Bearbeitung führte auf die Erweiterung der Zahl der bekannten Formen dieses Minerals von vier auf elf, auf die Beschreibung von Kriställchen, die senkrecht zur üblichen Richtung gestreckt sind, sowie von kreuzförmigen Zwillingen.

Eine moderne Bearbeitung des Originalmaterials zu dieser Studie wäre sicher interessant.

5. Viktor von Lang "On the Crystalline Form and the Optical Properties of Malachite." - v. LANG (1863 c).  
[Malachit,  $Cu_2(OH)_2CO_3$ , monoklin.]

Vor dieser Arbeit war zwar schon die Zugehörigkeit des Malachits zu den monoklinen Kristallen bekannt, die kristallographischen Konstanten hatten jedoch mangels entsprechend flächenreicher Kristalle nicht bestimmt werden können. Diese Studie erweitert die Zahl der bekannten Formen von vier auf zehn und bringt erstmals Werte für das Achsenverhältnis  $a : 1 : c$  sowie für den Winkel  $\beta$ . Die Orientierung der optischen Hauptschwingungsrichtungen zur Morphologie wird angegeben.

6. Viktor von Lang "On some Combinations of Eudialyte." - v. LANG (1863 d).  
[Eudialyt,  $\sim Na_{12}Ca_6(Fe,Mn)_3Zr_3(Si_3O_9)_2(Si_9O_{24}(OH)_3)_2Cl$ , trigonal.]

An Material von Kangersluardsuk (Südgrönland) wird die Zahl der bekannten Formen dieses Minerals von acht auf elf erhöht; ferner werden auch einige neue Kombinationen belegt.

Die Strukturbestimmung (GOLYSJEW et al., 1971, 1972; GIUSEPPE ETI et al., 1971) hat ergeben, daß der Eudialyt sowohl Silikat-Dreieringe, wie -Neunerringe enthält.

7. Viktor von Lang "On some Combinations of Gadolinite." - v. LANG (1864 a).  
[Gadolinit,  $FeY_2Be_2O_2(SiO_4)_2$ , monoklin.]

In diesem Mineral war Ende des 18. Jahrhunderts die Yttererde entdeckt worden; es ist meist metamikt. V. LANG schloß sich aufgrund eigener Messungen dem Befund von NORDENSKJÖLD (1859) und SCHEERER (1861) an, daß das Mineral rhombisch sei, obwohl ihm nicht entging, daß der Habitus öfters deutlich monoklin ist. Er erweiterte die Zahl der bekannten Formen von sieben auf zwölf.

Erst mehr als 20 Jahre später konnte EICHSTADT (1885) an besserem Material die monokline Symmetrie, allerdings mit einer Abweichung des Winkels  $\beta$  von nur ca. einem halben Grad von  $90^\circ$ , belegen.

8. Viktor von Lang "On the Crystalline Form of Malachite." - v. LANG (1864 b).  
[Malachit,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ , monoklin.]

In dieser Arbeit werden aus Meßdaten an Malachitkristallen von Siegen und von Nijni Tagilsk (= Nishnij Tagilsk) die kristallographischen Konstanten dieses Minerals gegenüber v. LANG (1863 c) verbessert. Die hier veröffentlichten kristallographischen Konstanten v. LANGs für den Malachit werden bis in die Gegenwart verwendet.

9. Viktor von Lang "On the Crystalline Form of Gismondine." - v. LANG (1864 c).  
[Gismondin,  $\text{Ca}(\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , monoklin.]

Dieser Zeolith war aus der Umgebung Roms seit dem frühen 19. Jahrhundert bekannt. Es wurden ihm verschiedene Symmetrien zugeschrieben, zu Zeiten v. LANGs meist tetragonale. V. LANG spricht sich aufgrund eigener Messungen für rhombische Symmetrie aus und bestimmt auch die Orientierung der Hauptbrechungsquotienten zur Morphologie.

Die Symmetrie des Gismondins blieb bis zur Mitte unseres Jahrhunderts ein mineralogisches Diskussionsthema. Erst die röntgenographischen Untersuchungen von FISCHER und KUZEL (1958) und von FISCHER (1963) bewiesen eindeutig monokline Symmetrie, wenn auch mit ausgeprägt pseudorhombischer Metrik.

10. Viktor von Lang "On the Crystalline Form of Herschelite." - v. LANG (1864 d).  
[Herschelit, Formel idealisiert  $(\text{Na},\text{K})(\text{AlSi}_2\text{O}_6) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , dem Chabasit verwandt, aber mit mehr Na und K als Ca, pseudotrigonal.]

V. LANG beobachtete an diesem vorher als hexagonal angesehenen Zeolith nach Anschleifen der Basisfläche Felderteilung und optische Zweiachsigkeit. Er nimmt rhombische Symmetrie an, bestimmt das Achsenverhältnis und gibt fünf neue Formen an.

Herschelit wurde später von STRUNZ (1956) aufgrund von Röntgen-Pulveraufnahmen als mit Chabasit identisch angesehen. MASON (1962) sprach sich jedoch wegen der stark abweichenden morphologischen Entwicklung, des gegenüber Chabasit deutlich höheren Na-Gehaltes und des kleineren Brechungsquotienten für Herschelit als gültige Mineralspezies aus. - Die Beobachtungen v. LANGs an diesem Mineral sind bis heute beherzigenswert.

11. Viktor v. Lang "Messung des Anorthits aus dem Meteorstein von Juvenas." -  
v. LANG (1867).  
[Anorthit,  $\text{Ca}(\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8)$ , triklin.]

Im Anschluß an die mineralogische Bearbeitung des Meteoriten von Juvenas (= Juvinas), Frankreich, durch RÖSE (1825) und eine chemische durch RAMMELSBERG (1848) untersucht v. LANG eine kleine Kristallspitze eines Feldspates dieses Meteoriten, welche in einen Hohlraum hineinragt. Das Material stammt aus dem British Museum. Die Vermessung bestätigt die Identifikation als Anorthit, welcher nach M tafelig ist. Es werden sieben Formen bestimmt. Die Winkel stimmen in Anbetracht der Kleinheit des Objektes befriedigend mit den Angaben von v. KOKSCHAROW (1862) überein.

12. Viktor v. Lang "Ober den Enstatit im Meteoreisen von Breitenbach." -  
v. LANG (1869).  
[Enstatit,  $\text{Mg}(\text{SiO}_3)$ , rhombisch.]

Dieser interessante, Meteoreisen und Silikatphase enthaltende Meteorit war von ROSE zu den Pallasiten gestellt worden. MASKELYNE hatte 1869 durch eine chemische Untersuchung festgestellt, daß dem grünen Silikat die Formel  $(\text{Mg}_{0,8}\text{Fe}_{0,2})(\text{SiO}_3)$  zukommt. Er hatte in diesem Meteoriten ferner ein optisch zweiachsiges  $\text{SiO}_2$ -Mineral entdeckt und diesem den Namen Asmanit gegeben, obwohl er anfänglich die Identität mit Tridymit in Erwägung gezogen hatte. - Etwa ein Jahrzehnt später war diese Identität allgemein anerkannt.

V. LANG untersuchte neun kleine Kristallfragmente des Pyroxens aus dem Meteoriten goniometrisch. Er verwendet für das Mineral den Namen Enstatit - heute ist es als Bronzit zu bezeichnen. Die Untersuchung ergab rhombische Symmetrie. Das Achsenverhältnis wird auf fünf Dezimalstellen (!) angegeben und es werden 30 Formen gefunden. Die Orientierung der Indikatrix zur Morphologie und der Achsenwinkel werden angegeben.

Die Messungen waren überwiegend während der Anstellung v. LANGs am British Museum durchgeführt worden; später hatte er sie bei einem Besuch in London vermehrt. Die optischen Messungen stammen offenbar aus Wien.

Seit der Arbeit von TSCHERMAK (1883) bezeichnet man Meteorite mit Meteoriten und Bronzit als Hauptbestandteile, zu denen auch der vorliegende gehört, als Siderophyre. Eine moderne Bearbeitung des Meteoriten von Steinbach (REID et al., 1974) ergab durch Elektronenstrahl-Mikrosondenanalyse für den Orthopyroxen ein atomares Mg:Fe-Verhältnis von 5,6 : 1; es wurde auch Klinobronzit gefunden.

13. Victor von Lang "Ueber die Krystallform des Hypersthens." - v. LANG (1870 a).  
[Hypersthen,  $(\text{Mg,Fe})(\text{SiO}_3)$  mit Mg:Fe ~ 1:1, rhombisch.]

VOM RATH (1869) hatte aus Auswürflingen des Laacher See Gebietes ein rhombisches Mineral beschrieben, das er Amblystegit nannte. Er wies schon auf die auffällige kristallographische und chemische Ähnlichkeit mit Hypersthen hin und vermutete, daß es sich um ein  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -haltiges Glied der Augite handele.

Im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen am Orthopyroxen aus dem Meteoriten von Breitenbach (vgl. Nr. 12) spricht sich v. LANG klar für die Identität des Amblystegits mit Hypersthen aus.

14. Viktor v. Lang "Ueber die Krystallform von Guarinit und Leukophan." - v. LANG (1871).  
[Guarinit, heute öfters nicht als selbständige Spezies anerkannt, siehe unten; Leukophan,  $\text{CaNaBe}(\text{Si}_2\text{O}_6\text{F})$ , triklin pseudorhombisch.]

GIUSCARDI (1856) entdeckte dieses Mineral in Auswürflingen vom Vesuv, sah es chemisch als mit dem Titanit verwandt an und beschrieb es als tetragonal, obwohl er nach BREZINA (1874) ursprünglich auch rhombische Symmetrie in Betracht gezogen hatte.

V. LANG stellte an Material aus dem British Museum sowohl optisch wie kristallographisch fest, daß die Kristalle rhombisch sind und bestimmte sechs Formen.

1910 sprach sich ZAMBONINI aufgrund einer neuen Analyse von PRIOR dafür aus, daß dieses Mineral mit Hjortdahlit ident sei. 1932 stellte CESARO optisch fest, daß die Kristalle aus rhombischen und monoklinen Bereichen aufgebaut sind. An einer engen Verwandtschaft zur Wöhleritgruppe scheint nicht zu zweifeln zu sein; eine moderne gründliche Bearbeitung fehlt jedoch.

Bezüglich des Leukophans, der vom Langesundfjord seit 1840 bekannt war, ist vor der hier referierten Arbeit vor allem eine Untersuchung von GREG (1855) zu erwähnen. V. LANG untersuchte denselben Kristall, der inzwischen in den Besitz des British Museum übergegangen war, nochmals. Er spricht sich für rhombische Symmetrie aus, bestimmt das Achsenverhältnis und gibt acht Formen mit Indizes an - GREG hatte die Flächen nicht indiziert.

Die Strukturbestimmung durch CANILLO et al. (1967) hat enge Beziehungen zur Melilithgruppe aufgezeigt und triklone Symmetrie, aber mit extremer rhombischer Pseudosymmetrie, wahrscheinlich gemacht.

15. Viktor von Lang "Ueber einige am Weissbleierzbeobachtete Combinationen." - v. LANG (1874).  
[Cerussit,  $\text{PbCO}_3$ , rhombisch.]

Es werden fünf Kristalle aus dem British Museum beschrieben, wobei die Beobach-

tungen Jahre zurück liegen. Bezüglich des Achsenverhältnisses schließt sich v. LANG den Angaben von v. KOKSCHAROW (1870) an. Durch diese kleine Arbeit wird die Zahl der bekannten Formen des Cerussits um acht erhöht.

### Kurzer Abriss der Geschichte des Minerals Langit

Die erste Erwähnung dieses Minerals erfolgte (noch ohne Namensgebung) durch MASKELYNE (1864) in einer Zuschrift vom 16. März 1864 an den Herausgeber des Philosophical Magazine. In dieser nur wenige Zeilen langen Notiz beschreibt MASKELYNE ein neues, blaues Mineral aus Cornwall, das auf einer dicken Kruste in feinkörnigen Massen, aber auch in glänzenden Kriställchen vorkommt. Es ist in Wasser unlöslich und stellt wahrscheinlich ein basisches Kupfersulfat dar. Eine baldige genauere Beschreibung wird in Aussicht gestellt.

Offenbar hat MASKELYNE ungefähr gleichzeitig oder bald darnach Stufen davon der Geological Society in London vorgelegt und für das Mineral den Namen Langit vorgeschlagen (vgl. PISANI, 1864); denn noch im selben Jahr erschien von PISANI (l.c.) eine Arbeit über den Langit unter diesem Namen. In ihr werden z.B. die Ergebnisse einer chemischen Analyse angegeben; Pisani leitet daraus (in heutiger Schreibweise) die Formel  $4\text{CuO} \cdot \text{SO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  [=  $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ] ab.

Die angekündigte ausführlichere, wenngleich sehr knappe, Beschreibung des Langits durch MASKELYNE erfolgte im Jahre 1865. Der Name wurde gewählt "in honour of my friend Dr. Viktor von Lang, now of Gratz, lately my colleague in the British Museum." Die Symmetrie wird als rhombisch angesehen. Die Arbeit enthält das goniometrisch bestimmte Achsenverhältnis, Angaben über fünf kristallographische Formen, die Orientierung der Hauptbrechungsquotienten zur Morphologie und das pleochroitische Verhalten; aus einer chemischen Analyse wird eine Formel abgeleitet, die man heute  $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  schreibt.

Es folgten bald weitere Veröffentlichungen verschiedener Autoren, in denen man Angaben über den Langit findet - z.B. noch im Jahre 1865 eine von CHURCH, in welcher er aufgrund von drei neuen Analysen die Formel von PISANI (1864) bestätigt. Durch die Möglichkeit von Verwechslungen mit anderen basischen Kupfersulfat-Mineralen und die öfters schlechte Qualität des Untersuchungsmaterials ist die weitere Geschichte des Langits keineswegs nur die einer geradlinigen Wissensentwicklung; der Leser sei dafür vor allem auf die entsprechenden Angaben im "Handbuch der Mineralogie" (1930) und in "The System of Mineralogy" (1951) verwiesen. MEIXNER (1941) fällt das Verdienst zu, daß er erstmals alle drei Brechungsquotienten an gutem Originalmaterial gemessen hat und daß er für den Langit einen Fundort in der Steiermark (Eschach, Schladminger Tauern) nachwies.

Die Diskussion über einige recht wesentliche Punkte zur Kenntnis des Langits hält bis zur Gegenwart an: PIERROT und SAINFELD (1958) bestätigten aufgrund einer neuen Analyse die Formel  $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  und bestimmten unter Annahme rhombischer Symmetrie die drei Gitterkonstanten aus Drehkristallaufnahmen. Nach WAPPLER (1971) führt jedoch die Intensitätsverteilung von photographischen Einkristallaufnahmen klar auf monokline Symmetrie, wenn auch mit extrem pseudorhombischer Metrik; dieser Autor machte auch unter Annahme der üblichen Formel einen Strukturvorschlag. Neue Analysen von Langit aus der Slowakei führten aber vor kurzem RIDKOSIL und POVONDRA (1982) dazu, wieder die alte Formel von MASKELYNE, nämlich  $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , anzunehmen.

Da die Einzelheiten des Strukturvorschlages von WAPPLER (1971) nicht gut belegt sind, scheint eine neue, sehr sorgfältige Strukturbestimmung des Langits zur Klärung der Details der Atomanordnung und der endgültigen Klärung des Wassergehaltes notwendig zu sein.

## Die Bedeutung von Langs für die Mineralogie

Obwohl die mineralmorphologischen Arbeiten v. LANGs durchaus auf der Höhe ihrer Zeit standen und jedem engeren Fachkollegen zur Ehre gereicht hätten, liegt seine eigentliche Bedeutung für die Mineralogie doch mehr auf dem Gebiet der Kristallphysik, zu deren Begründern er ja gezählt wird. Die Kristallographie verdankt ihm neben den hier referierten Arbeiten die Vermessung zahlreicher künstlicher Substanzen, die Weiterentwicklung des Reflexionsgoniometers (vgl. v. LANG, 1876, 1879), theoretische Aufsätze und ein "Lehrbuch der Kristallographie" (v. LANG, 1866). Seine besondere Liebe galt auch der Kristalloptik, wo von seinen wichtigen und minutiös ausgeführten Arbeiten hier als charakteristisch nur jene über Quarz (v. LANG, 1870 b, 1875, 1877 a), sowie jene über Gips (v. LANG, 1877 b) erwähnt werden sollen.

Daß der Kristallphysiker, welcher zu seinen Messungen große, gut gewachsene Kristalle, wie sie die Natur öfters in den Mineralien liefert, verarbeiten muß, scheint ihn gelegentlich gegenüber traditionellen Mineralogen und Mineralienliebhabern in eine gewisse Konfliktsituation gebracht zu haben. Das kann man aus seinem Vortrag bei der Feierlichen Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien am 30. Mai 1868 schließen. Es heißt dort, nachdem er davon gesprochen hatte, daß man für kristalloptische Untersuchungen aus den Kristallen Prismen, Platten, ja sogar Zylinder und Kugeln herstellen müsse: "Zur Ausführung solcher Operationen braucht man natürlich große und schöne Kristalle, wie sie noch unter den natürlich vorkommenden am ersten angetroffen werden. Freilich ist diese Art der Behandlung der Kristalle nicht im Einklange mit der äußerlichen Betrachtung, die ihnen frühere Mineralogen angedeihen ließen. Mineralogen, die schon diejenigen, welche die Spaltbarkeit der Kristalle untersuchen, mit dem Spottnamen Krystalloklasten, Krystallzerbrecher benannten. Im Suchen nach dem Gesetzmäßigen hat aber nun die Mineralogie ihr Herz soweit abgehärtet, auch diese schönen Gegenstände einer einschneidenden Untersuchung zu unterziehen. Es bleibt uns ja keine Wahl, wollen wir in das Wesen eines Gegenstandes eindringen, so muß die Form zugrunde gehen." (v. LANG, 1868).

So zeigt sich den heutigen Mineralogen VIKTOR VON LANG als ein Physiker, der zu ihrem Fach besonders enge Beziehungen hatte, der zur Morphologie einer Reihe von Spezies wichtige Arbeiten veröffentlicht hat, der aber besonders die "allgemeine Mineralogie" förderte und großen Einfluß darauf hatte, daß physikalische Methoden und eine physikalische Betrachtungsweise auch in der Mineralogie nach und nach ihren angemessenen Platz fanden.

Für Hilfe danke ich den Herren Dr. A.C. BISHOP, London, Akademiker Prof. Dr. F.V. CHUKROV, Moskau, Prof. Dr. W. HÖFLECHNER, Graz, Dr. S.S. SAVKEVIC, Leningrad, sowie Doz. Dr. G. KURAT und Dr. G. NIEDERMAYR (Wien).

## Literatur

BITTNER, L. (1949): Geschichte des Studienfaches Physik an der Universität Wien in den letzten hundert Jahren. - Dissertation Univ.Wien, 325 S.

CHURCH, A.H.(1865): On some hydrated cupric oxysulphates from Cornwall. - J.Chem. Soc. [London], New Ser. 3, 83 - 88.

Except Minutes of the Council Meeting February 12th 1884 of the Mineralogical Society [London]. - Min. Mag. 5, XVI - XVII (1884).

Handbuch der Mineralogie Hrsg. C. Hintze, Bd.1, Abt.3, 2. Berlin u. Leipzig: W. de Gruyter 1930. (Bes. S. 4385 - 4387)

KARLIK, B., SCHMID, E. (1982): Franz S. Exner und sein Kreis. - Wien: Verl.Österr. Akad.Wiss., 168 S.

- LAMPA, A. (1927): Lang, Viktor Edler v. - Deutsches Biograph. Jb. 3 (für 1921). Stuttgart, Berlin u. Leipzig: Deutsche Verlagsanstalt. (S. 172 - 178).
- v. LANG, V. (1856): Eine Untersuchung über die Structur des Quarzes. - Sitzungsber.math.-naturwiss.Kl.Akad.Wiss.(Wien) 20, 392-397.
- (1859): Versuch einer Monographie des Bleivitriols. A. Krystallographisches. (Mit XXVII Tafeln.) - Sitzungsber.math.-naturwiss. Kl.Akad.Wiss. (Wien) 36, 241-292.
- (1863 a): On the crystalline form of lanthanite. - Phil. Mag. [4] 25, 43.
- (1863 b): On new forms of mesotype. - Phil.Mag. [4] 25, 43-46.
- (1863 c): On the crystalline form and the optical properties of malachite. - Phil.Mag. 4 25, 432-435.
- (1863 d): On some combinations of eudialyte. - Phil.Mag. [4] 25, 436-437.
- (1864 a): On some combinations of gadolinite. - Phil.Mag. [4] 28, 145-147.
- (1864 b): On the crystalline form of malachite. - Phil.Mag. [4] 28, 502-505.
- (1864 c): On the crystalline form of gismondine. - Phil.Mag. [4] 28, 505-506.
- (1864 d): On the crystalline form of herschelite. - Phil.Mag. [4] 28, 506-508.
- (1866): Lehrbuch der Krystallographie. 358 S. u. 7 Tafeln. Wien: W. Braumüller.
- (1867): Messung des Anorthits aus dem Meteorstein von Juvenas. - Sitzungsber.math.-naturwiss.Kl.Akad.Wiss. (Wien) 56 (I.Abt.) 839-840.
- (1868): Ober unsere Kenntnisse von den optischen Eigenschaften der Krystalle. - Almanach Akad.Wiss. (Wien) 18, 225-238 (bes. 233-234).
- (1869): Ober den Enstatit im Meteoreisen von Breitenbach. - Sitzungsber.math.-naturwiss.Kl.Akad.Wiss. (Wien) 59 (II.Abt.), 848-856.
- (1870 a): Ueber die Krystallform des Hypersthens. - Pogg. Ann.Physik Chem. 139, 319-320.
- (1870 b): Ober die Lichtgeschwindigkeit im Quarze. - Sitzungsber.math.-naturwiss.Kl.Akad.Wiss. (Wien) 60, 767-794.
- (1871): Ueber die Krystallform von Guarinit und Leukophan. - Mineral. Mitt. (G. Tschermak) Jg. 1871, 81-83.
- (1874): Ueber einige am Weissbleierzbeobachtete Combinationen. - Verh.russ.kaiserl.Mineral.Ges. 9 (2. Serie) 152-156.
- (1875): Ober die Abhängigkeit der Circularpolarisation des Quarzes von der Temperatur. - Sitzungsber.math.-naturwiss.Kl.Akad. Wiss. (Wien) 71, 707-714.
- (1876): Construction des Reflexionsgoniometers. - Denkschr.Akad.Wiss. (Wien), math.-naturwiss.Kl. 36, 41-44 (Mit 3 Tafeln).

- (1877a): Ober die Drehung der Polarisationssebene durch den Quarz. - Sitzungsber.math.-naturwiss.Kl.Akad.Wiss. (Wien) 74, 209-214.
  - (1877b): Grösse und Lage der optischen Elasticitätsachsen beim Gypse. - Sitzungsber.math.-naturwiss.Kl.Akad.Wiss. (Wien) 76 (II Abt.) 793-811.
  - (1879): On a horizontal goniometer. - Phil.Mag. 7, 136-139.
- LECHER (E.) (1923): Viktor Lang, ... - Akad.Wiss. Wien, Almanach f.d.Jahr 1922, 72, 146-151.
- MASKELYNE, N.S. (1864): New British mineral. - Phil.Mag. [4] 27, 316.
- , 1865: On new Cornish minerals of the brochantite group. I. Langite. - Phil.Mag. [4] 29, 473-475.
- MEIXNER, H. (1941): Langit aus Cornwall und von Eschach (Schladminger Tauern), Steiermark. - Zentralbl.f.Mineral. usw. Abt. A, Jg. 1941, 11-17.
- PIERROT, R., SAINFELD, P. (1958): Sur la langite des Vosges. - Bull.Soc.franc. Minér.Christ. 81, 257-260.
- PISANI, M. (1864): Analyse de la langite, nouveau minéral du Cornouailles. - Compt.Rend. 59, 633-634.
- RIDKOSIL, T., POVONDRA, P. (1982): The relation between posnjakite and langite. - Neues Jb.Min., Mh. Jg. 1982, 16-28.
- SCHMID (E.) (1969): Lang Victor von, Physiker. - Österr.Biogr.Lexikon 1815-1950, 4.Bd. Herausg.: Österr.Akad.Wiss., Leitung: L. Santifaller. Wien, Köln, Graz: H. Böhlau Nachf. S. 444-450.
- SPENCER, L.J. (1922): Lang (Victor Edler von)... - Min.Mag. 19, 250-251.
- The System of Mineralogy, Ch.Palache, H.Berman and C.Fronde1. 7th Ed. Vol. II, New York: J. Wiley and Sons, Inc, 1951.
- WAPPLER, G. (1971): Zur Kristallstruktur von Langit,  $Cu_4[(OH)_6|SO_4].H_2O$ . - Ber. deutsch.Ges.geol.Wiss., B, Miner.Lagerstättenf. 16, 175-203.





# KESTERIT UND Zn-HÄLTIGER TENNANTIT VON WEBING BEI ABTENAU, SALZBURG

(mit einer Zusammenstellung interessanter Erzparagenesen  
österreichischer Gips-Anhydrit-Lagerstätten)

von

W.H. Paar und T.T. Chen <sup>†</sup>)

(eingelangt am 3.11.1982)

## 1. Zur Erzmineralisation von Webing bei Abtenau

Dieser im Haselgebirge gelegene Steinbruch ist insgesamt durch das Auftreten interessanter Mineralisationen gekennzeichnet, die vor allem von KIRCHNER et al. (1981; dort weitere Zitate) bearbeitet wurden und u.a. zum Nachweis seltener Kupfer-Sekundärminerale (Atacamit, Connealit, Sampleit) sowie von Wagnerit- und Magnesitkristallen geführt haben.

Die in Gips vereinzelt eingewachsenen Erze sind in der Reihenfolge abnehmender Häufigkeit: Markasit; hell- bis dunkelbraune Zinkblende (z.T. in gut ausgebildeten Kristallen bis 1 cm); Bleiglanz; Zn-Tennantit; Enargit in sehr kleinen Kriställchen; und Kesterit <sup>1)</sup>.

Von den genannten Erzen ist Kesterit, das Zn-Analogen zu Stannit sensu stricto, das seltenste. Es wurde nur einmal in einem wenige mm-großen Kornaggregat ohne kristallographische Begrenzungsflächen festgestellt. Die Anschliffuntersuchung zeigt einen unterschiedlich schmalen Saum (20-40 µm) um Kesterit, der aus groben Myrmekiten von Bleiglanz und zinkhaltigem Tennantit (vgl. dazu Tab.1) besteht. Die Kesteritkörner lassen (bei x Nic.) ausgezeichnete Wachstumslamellierung nach (111) erkennen und bilden drillingsartige Verwachsungen. Der Chemismus (Tab.1) weicht nur wenig von der idealen Zusammensetzung ( $Cu_2ZnSnS_4$ ) ab.

## 2. Zusammenstellung interessanter Erzparagenesen österreichischer Gips-Anhydrit-Lagerstätten

Sulfidische Erzmineralisationen in wirtschaftlich unbedeutenden Mengen sind verschiedentlich in österreichischen Gips-Anhydrit-Lagerstätten nachgewiesen worden. Darüber wurde u.a. von HADITSCH (1965, 1968, 1974), PAAR et al. (1978) und TUFAR (1982; dort weitere Zitate) berichtet.

Der in Tab. 2 zusammengefaßte Erzmineralbestand betrifft an permisches Salinar gebundene Mineralisationen (1-4), dem die Erzmineralparagenese der an eine karnische Schiefer- und Dolomitfolge des Semmering-Mesozoikums geknüpften Gips-Anhydrit-Lagerstätte des Myrthengrabens gegenübergestellt ist (5). Die unter A) genannten Mineralphasen treten entweder einzeln oder miteinander ver-

---

<sup>†</sup>) Anschrift der Verfasser:

Doz.Dr. Werner Paar  
Universität Salzburg, Institut für Geowissenschaften  
A-5020 Salzburg, Akademiestraße 26

Dr.T.T. Chen  
CANMET  
Ottawa, Booth Street, Canada

1) In KIRCHNER et al. (1981; p.58) wird dafür fälschlicherweise "Kermesit" (=  $Sb_2S_2O$ ) angegeben.

wachsen in Gips-Anhydrit auf, während die unter B) bezeichnete Erzparagenese an einen Diabasstock im Gips gebunden ist.

Bei Vergleich der einzelnen Paragenesen zeigen sich bemerkenswerte Parallelen im Mineral- und damit im Elementbestand (Cu, As, Pb, Zn, Fe, S, ± Sb, Sn, Se, U, etc.). Die geringfügigen Unterschiede im Mineralbestand sind wahrscheinlich auf die noch nicht ausreichend genaue Untersuchung der einzelnen Erzmineralisationen zurückzuführen.

Mit HADITSCH (1968) und KIRCHNER et al. (1981) ist jedenfalls für die Vorkommen 1-4 ein genetischer Zusammenhang mit den in den Gipsvorkommen nachgewiesenen basischen Vulkaniten (Diabase, Melaphyre, etc.) anzunehmen.

Herrn Th. RULLMANN (Salzburg) sei für die Oberlassung der Kesteritprobe herzlich gedankt!

Tab.1 Elektronen-Mikrosonden-Analysen (in Gew.%) von Kesterit (I) und Zn-Tennantit (II) von Webing.  
(Standard-Abweichungen in Klammern)

	I(7) <sup>1)</sup>	II(6)
Cu	29,1(0,1)	42,4(0,4)
Zn	14,8(0,2)	8,6(0,2)
Fe		0,1(0,0)
Sn	26,9(0,3)	
Sb		1,7(1,1) <sup>2)</sup>
As		19,0(0,6)
S	28,5(0,2)	27,5(0,2)
Summe	99,3	99,3
ATOMPROPORTIONEN		
	S=4	S=13
Cu	2,06	10,10
Zn	1,02	1,98
Fe		0,03
Sn	1,02	
Sb		0,2
As		3,84

1) (N) Analysenzahl

2) Variation von 0,6 - 3,7 Gew.%

Analysenbedingungen (Analytiker: T.T.CHEN): Elektronen-Mikrosonde MAC Modell 400, bei 20 kV. Standards und Emissionslinien: synthet. Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> (CuK<sub>α</sub>, ZnK<sub>α</sub>, SK<sub>α</sub>, SnL<sub>α</sub>), Stannit (FeK<sub>α</sub>), Enargit (CuK<sub>α</sub>, AsK<sub>α</sub>, SK<sub>α</sub>), Chalkostibit (SbL<sub>α</sub>), Argentopyrit (AgL<sub>α</sub>, FeK<sub>α</sub>), synthet. ZnS (ZnK<sub>α</sub>). Die Korrektur der Analysen erfolgte nach einem von EMPADR VII modifizierten Computerprogramm (RUCKLIDGE & GASPARRINI, 1969).

Tab.2 Erzmineralbestand von fünf österreichischen Gips-Anhydrit-Lagerstätten  
(1 Schildmauer bei Admont, Steiermark; 2 Wienern am Grundlsee, Oberösterreich; 3 Mooseck bei Golling - 4 Weibing bei Abtenau, beide Salzburg; 5 Myrthengraben, Semmering, Niederösterreich).

	1	2	3	4	5
A) BAUMHAUERIT 1)			+		
BLEIGLANZ	+	+		+	+
COVELLIN	+	+			
(?)DUFRENOYSIT 1)			+		
ENARGIT	+		+(?)	+3)	+
TENNANTIT	+	+		+2)	+
GOLD GED.	+				
HEMATIT	+				
JORDANIT					+
KESTERIT				+2)	+
KUPFERKIES	+	+			
LUZONIT					+
MARKASIT		+			
PYRIT	+	+	+	+	+
SELIGMANNIT					+
STIBNIT					+
WURTZIT					+
ZINKBLENDE	+	+	+	+	
URANMINERALE	+				+
B) (?)BETECHTINIT				+	
BORNIT				+	
CHALKOSIN				+	
CUPRIT				+	
KUPFER GED.				+	
NEODIGENIT				+	

1) Neuere Untersuchungen am Moosecker Material (PAAR & GRAESER, in Vorbereitung) haben gezeigt, daß zumindest der nadelig bis stengelig ausgebildete Anteil des grauen Erzes aufgrund von Mikrosondenanalysen und Einkristalldaten Baumhauerit ist! Der von PAAR et al. (1978) aufgrund erzmikroskopischer Kriterien vermutete und von Dr. S. GRAESER mittels Pulveraufnahmen bestätigte Dufrenoyisit wird derzeit chemisch und röntgenographisch neu untersucht.

2) vgl. diese Studie

3) pers. Mitt. A. STRASSER, Salzburg; Bearbeitung Dr. E. KIRCHNER; Material R. MRAZEK, Salzburg.

## Literatur:

- HADITSCH, J.G. (1965): Die Gipslagerstätte Schildmauer bei Admont und ihre Kupfererzspuren. Archiv f.Lagerst.Forschg.i.d.Ostalpen 3, 125-142.
- , (1968): Bemerkungen zu einigen Mineralen (Devillin, Bleiglanz, Magnesit) aus der Gips-Anhydrit-Lagerstätte Wiernern am Grundlsee, Steiermark. Archiv f.Lagerst. Forschg.i.d. Ostalpen 7, 54-76.
- , (1974): Ober einen neuen Fund von Zinkblende in der Gips-Anhydrit-Lagerstätte Wiernern am Grundlsee (Steiermark). Sitzber.Akad. Wiss.,math.-naturw.Kl.,I,Wien, 2-4.
- KIRCHNER, E.Chr., H. MEIXNER, R. HÜLL, H. MOSTLER, O. SCHAUBERGER und R. SEEMANN (1981): Exkursion zu Lagerstätten und Mineralvorkommen innerhalb der Grauwackenzone, des Tauernfensters (Schieferhülle) und der nördlichen Kalkalpenbasis im zentralen Teil Österreichs. Fortschr.Mineral. 59, Beiheft 2, 39-68 (51-60).
- PAAR, W.H., H. MEIXNER und Th. RULLMANN (1978): Vorbericht über eine Dufrenoyzit-Zinkblende-Vererzung im Gips von Grubach (Mooseck) bei Golling, Salzburg. Der Karinthin 79, 72-78.
- TUFAR, W. (1982): New Type of Sulphosalt Mineralization in the Myrthengraben Gypsum Deposit. In: Ore genesis—the state of the art, ed.by G.C. AMSTUTZ et al., spec.publ.2; Springer-Verl., Berlin, Heidelberg, New York, 131-140.
- RUCKLIDGE, J.C. und GASPARRINI, E.L. (1969): Electron microprobe analytical data reduction (EMPADR VII). Dept.Geol.Univ.Toronto.

# WAGNERIT-NEUBILDUNG IN GESTEINSEINSCHLÖSSEN AUS GIPSABLAGERUNGEN

## VON WEBING, N ABTENAU, SALZBURG

von

E. Kirchner <sup>†</sup>)

(eingelangt am 4.11.1982)

In der Gipslagerstätte Webing bei Abtenau findet man im Gips neben Einschaltungen von Diabasen auch solche von Gesteinen, die als graue Knollen von 1-3 Metern Durchmesser auftreten. Es handelt sich dabei um ein an Mikroklin und Quarz reiches Gestein, das neben etwas Gips in unterschiedlichen Mengen auch Pyrit und Amphibol führt. Es ist sehr hohlraumreich und zusätzlich von Klüften stark durchsetzt.

Die bisherigen Beobachtungen deuten darauf hin, daß es sich um ein postvulkanisch (metasomatisch?) verändertes Gestein handelt. Man findet noch Übergänge zu einem primären, also wenig veränderten feinkörnigen tonigen Sediment, das aber auch in ein Gestein mit stärkerer Quarzgeröllführung bzw. Quarzbruchstücken übergehen kann.

Wagnerit tritt in dieser Fundstelle in dem erwähnten feldspatreichen Gestein eingewachsen oder auf Klüften in zehntel Millimeter bis seltener 2-4 mm großen, gut ausgebildeten Kristallen <sup>1)</sup> auf. Der Habitus der Kristalle ist entweder langprismatisch oder gedrunken. Die stengeligen Kristalle mit vorherrschenden Prismenflächen sind entweder farblos oder durch Eisenoxyde rötlich gefärbt, sie treten einzeln oder in radialstrahligen Aggregaten auf Klüften auf. Die gedrunkenen Formen sind an die pyritreichen dunkelgrauen Gesteine gebunden, diese sind sehr stark von opaken, kohlenstoffreichen Substanzen durchsetzt. Weiters findet man noch Rutile geringster Dimension (<0,01 mm). In der Folge werden zum Vergleich der hier erwähnten Wagnerite auch die Analysen von Wagneriten von Werfen (Höllgraben) und von der Glanzscharte (Felbertal) in der Tabelle 1 angeführt. Die Analysen wurden mit einer Elektronenmikrosonde der Firma ARL, Type EMX, an der Mineralogischen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien durchgeführt.

Dieser Vergleich von Wagneritanalysen verschiedener Fundorte zeigt einerseits Unterschiede im Eisengehalt, der bei den Wagneriten von Webing sehr gering ist, während die Wagnerite vom Höllgraben und auch jener von der Glanzscharte um 4 Gewichtsprozent FeO enthalten. Erwähnenswert ist ein etwas höherer Mangengehalt beim Wagnerit von Werfen und schließlich der Fluorgehalt, der bei den Wagneriten aus dem Salinar am höchsten ist.

Die Lichtbrechung der Wagnerite von Webing ist  $n_x=1,564$ ;  $n_y=1,567$ ;  $n_z=1,578$  (vgl. PROPACH, 1976a und b).

Die stärksten Linien des Röntgenpulverdiagramms sind:  $2,676 \text{ \AA} 100$ ;  $2,830 \text{ \AA} 95$ ;  $3,112 \text{ \AA} 80$ ;  $3,285 \text{ \AA} 75$ ;  $2,752 \text{ \AA} 25$ ;  $2,693 \text{ \AA} 20$ .

Erwähnt sei hier noch der Fund eines apatitreichen Sediments, das ebenfalls von Herrn MRAZEK, Salzburg, in jüngster Zeit E von Abtenau gefunden wurde. Dieses zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit jenem Sedimentgestein der in dieser Ar-

---

<sup>†</sup>) Anschrift des Verfassers:  
Prof.Dr. Elisabeth Kirchner  
Universität Salzburg, Institut für Geowissenschaften  
A-5020 Salzburg, Akademiestraße 26

<sup>1)</sup> H. MRAZEK und A. STRASSER, Salzburg, brachten das erste Material, an dem der Wagnerit festgestellt werden konnte.

Tabelle 1: Chemismus von Wagneriten verschiedener Fundorte

	Webing A	Webing B (rosa)	Höllgraben	Glanzscharte
CaO	0,01	--	0,03	0,05
MgO	49,6	49,9	46,7	47,7
FeO	0,37	--	3,4	3,8
MnO	0,1	0,13	0,32	0,15
TiO <sub>2</sub>	0,01	--	0,08	0,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	--	--	--
SiO <sub>2</sub>	0,11	0,01	0,05	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43,3	43,1	42,5	42,6
Cl	0,01	--	0,01	0,04
F	12,3	9,1	8,6	6,9
O=F,Cl	<u>-5,18</u>	<u>-3,83</u>	<u>-3,61</u>	<u>-2,9</u>
Summe	100,67	98,41	98,08	98,54

4 Sauerstoffe pro Formeleinheit:

Ca	--	--	0,001	0,001
Mg	2,01	1,965	1,864	1,847
Fe	0,008	--	0,075	0,083
Mn	0,002 2,03	0,003	0,007	0,003
Ti	0,010	--	0,002	0,003
Al	0,001	--	--	--
Si	0,003 1,002	--	0,001	0,001
P	0,998	0,964	0,964	0,937
Cl	--	--	--	0,002
F	1,059	0,761	0,729	0,567

beit beschriebenen Fundstelle, das mehr oder weniger stark verändert wurde. Die Apatite bilden lange Stengel und durchsetzen das ganze Gestein.

Ein weiteres sehr interessantes Material vom Raidlgraben bei Werfen wurde von Herrn Rausch aus Bad Reichenhall für die Untersuchung zur Verfügung gestellt. Es zeigt Quarz und Karbonat mit Klufthohlräumen, in denen Wagnerite als stengelartige Kristalle auf Quarz aufgewachsen sind. Sowohl Quarz als auch Wagnerit werden von einer weißen Kruste von Apatit überwachsen; einige der Wagneritkristalle sind noch klar durchsichtig, ein anderer Teil ist herausgelöst und läßt nur mehr die Apatitkruste übrig, die als Negativform den Wagnerit anzeigt. Diese Paragenese und die Beschreibung von HEGEMANN und STEINMETZ (1927) erwecken den Verdacht, daß der von diesen Autoren analysierte Wagnerit ein Gemenge von diesem mit feinst durchzogenem Apatit ist. Das Material, das in dieser Arbeit für die Analyse verwendet wurde, war glasklar - es könnte sein und wird auch von HENRIQUES (1956) angenommen, daß die von den beiden Autoren beschriebenen trüben Kristalle stark veränderte Kristalle sind, die einen höheren Ca-Gehalt eingebaut haben. Durch die Arbeit von AUH und HUMMEL (1974) wird ja gezeigt, daß Ca in größeren Mengen statt Mg eingebaut werden kann.

Mit diesem neuen Vorkommen von Wagnerit konnte ein weiteres phosphorhaltiges Mineral im Bereich des sich verzahnenden Permoskyths - Werfener Schichten und Gipse nachgewiesen werden.

Es ist durchaus zu erwarten, daß zwischen den alten Funden von Wagnerit in Gängen der Werfener Schichten und den hier beschriebenen ein genetischer Zusammenhang besteht.

Mein Dank gilt Doz.Dr. KURAT von der Mineralogischen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien, der die Zustimmung zur Benützung der EMS gab.

### Literatur:

- AUH, K. und F.A. HUMMEL (1974): Solid solution in the Wagnerite structure. Canad.Mineral. 12, 346-351.
- HEGEMANN, F. und H. STEINMETZ (1927): Die Mineralgänge von Werfen im Salzkammergut. Centralbl.Mineral. 45, 45-56.
- HENRIQUES, A. (1956): An iron-rich Wagnerite, formerly named talk triplite, from Hällsjöberget (Harrsjöberget), Sweden. Archiv Min.Geol. Z nr 6, 149-153.
- PROPACH, G. (1976a): Wagnerit von Bodenmais (Bayerischer Wald). N.Jb.Min.Mh., Jg.1976, 157-159.
- PROPACH, G. (1976b): Brechungsindizes und Dichten zum Bestimmen von Wagneriten ( $(\text{MgFe})_2\text{PO}_4\text{F}$ ). N.Jb.Min.Mh., Jg.1976, 159-161.





# ZUR VERWITTERUNG DER BRUCIT FÜHRENDEN SERPENTINITE

VON KRAUBATH / STEIERMARK

von

J. Schantl +)

(eingelangt am 9.11.1982)

## Zusammenfassung

In frischen Dunitserpentiniten des Ultramafititkörpers von Kraubath ist Fe-reicher Brucit ( $Mg_{10}Fe_2$ )  $(OH)_2$  ein wichtiges gesteinsbildendes Mineral, das sich bei der Serpentinisierung der primären olivenreichen Gesteine neben den Serpentinmineralien gebildet hat. Dieser Fe-reiche Brucit wandelt sich bei der Verwitterung in Pyroaurit  $Mg_6Fe_2 [(OH)_{16}/CO_3] \cdot 4H_2O$  um und ist eine wesentliche Komponente der braunen Verwitterungsränder der Serpentinite.

Ein auffälliges Merkmal des Ultramafititkörpers von Kraubath sind die Verwitterungserscheinungen, die an den zahlreichen natürlichen und künstlichen Aufschlüssen beobachtet werden können. Besonders anfällig für die Verwitterung sind die ehemals olivinreichen, jetzt im unterschiedlichen Ausmaß serpentinisiert vorliegenden Duniten bis Peridotiten. Diese Verwitterung macht es oft schwer, wirklich frisches Probenmaterial zu gewinnen. Ein wesentliches Kennzeichen dieser verwitterten Dunitserpentinite ist die Farbe. Die frischen Gesteine sind im allgemeinen dunkelgrün, z.T. auch fast schwarz. Verwitterte Dunitserpentinite bis Serpentinite sind ausgebleicht, hellgrün und zeigen sehr häufig als typische Erscheinung einen hell- bis dunkelbraunen Rand, von ANGEL (1964) als Gelbrand bezeichnet und mit dem Auftreten von "Villarsit" und "Iddingsit" als Umwandlungsprodukte der Olivine in Verbindung gebracht. Chemische Untersuchungen von HADITSCH et al. (1981) haben keinen signifikanten Unterschied in der Zusammensetzung der Gelbränder einerseits und den frischen Kernbereichen andererseits ergeben. Nach diesen Autoren sind auch keine typischen Verwitterungsminerale in diesen Randzonen nachzuweisen.

Der Verfasser ist nun der Frage nach der Genese dieser Verwitterungsränder näher auf den Grund gegangen, wobei mineraloptische und röntgendiffraktometrische Untersuchungsmethoden, ergänzt durch Mikrosondenmessungen angewendet wurden.

Die hellgrünen Ränder sind in vielen Fällen scharf gegen den dunkelgrünen frischen Kern abgesetzt, häufig ist aber dazwischen noch ein dunkelbrauner Saum eingeschaltet. Diese Verwitterungsränder greifen immer wieder auch taschenförmig in den frischen Bereich ein und können bis zu zwei Zentimeter breit werden.

Der wesentliche Ausgangspunkt der genetischen Überlegungen ist das Auftreten von Brucit  $(Mg,Fe) (OH)_2$  in den unterschiedlich stark serpentinisierten Duniten bis Peridotiten aus dem Kraubather Ultramafititkörper, worauf der Verfasser erstmals hingewiesen hat (SCHANTL, 1975). Die laufenden Arbeiten zur Petrogenese des Kraubather Ultramafitits haben ergeben, daß Brucit im gesamten Bereich als wesentliche gesteinsbildende Komponente in den serpentinisierten Ultramafiten auftritt. Lizardit/Chrysotil und Brucit scheinen überhaupt die normalen Produkte der Serpentinisierung von Duniten und Pyroxen-Peridotiten zu sein, wie es MOODY (1976) in einem Überblick der Serpentinisierungsprobleme dargelegt hat.

---

+) Anschrift des Verfassers:  
Dr. Jörg Schantl  
Universität Salzburg, Institut für Geowissenschaften  
A-5020 Salzburg, Akademiestraße 26

Unter den zahlreichen, zur Erfassung der Brucitverbreitung im Ultramafitkörper von Kraubath angefertigten Dünnschliffen waren nun auch einige, die neben dem frischen dunkelgrünen Gestein auch noch die braunen Randzonen umfaßten. Die von SCHIANTL (1975) beschriebene Erscheinungsform von Brucit in Dünnschliffen von Maschenserpentiniten ist typisch für den gesamten Untersuchungsbereich. Reliktische Olivinkörner werden von einem Saum von Serpentinmineralen (Lizardit  $\pm$  Chrysotil) umgeben, daran schließen sich die Brucitaggregate, die je nach Schnittlage unterschiedlich ausgebildet sind. Abweichend davon kann Brucit aber auch mehr oder weniger diffus in den Maschenserpentinbereichen verteilt sein.

An den Dünnschliffen mit frischen (dunkelgrünen) und verwitterten (braunen) Anteilen wurde die Beobachtung gemacht, daß im braunen Randbereich der im frischen Anteil farblose oder schwach bräunliche Brucit, rötlich-braun verfärbt ist.

Weitere Merkmale sind ein deutlicher Pleochroismus von rötlich-braun nach hellbraun-farblos und der optisch einachsige negative Charakter, der immer wieder an einzelnen Blättchen festgestellt werden konnte.

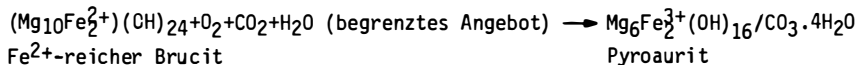
Das sind drei wichtige Kriterien, die für Pyroaurit  $Mg_6Fe_2[(OH)_{16}/CO_3] \cdot 4H_2O$  sprechen, der sich nach den Dünnschliffbefunden bei der Verwitterung der Serpentinite aus dem Brucit gebildet haben könnte. Diffraktometeraufnahmen zahlreicher Proben mit braunen Verwitterungsrandern haben immer wieder den optischen Befund bestätigt. Die braune Färbung der verwitterten Randzonen dürfte daher unter anderem auch auf Pyroaurit zurückzuführen sein, der sich bei der Verwitterung aus dem Brucit gebildet haben kann. Pyroaurit wurde für Kraubath erstmals von MEIXNER (1938), ähnlich zusammengesetzte Mg-Fe-Hydrokarbonate wie Brugnatellit und Coalingit von KOLMER und POSTL (1977) beschrieben, alle drei allerdings in einer kluftmäßigen Vergesellschaftung gemeinsam mit Brucit. MUMPTON und THOMPSON (1966) haben in einer Arbeit über die Stabilität von Brucit in der Verwitterungszone des Serpentinits von New Idria auf die Umwandlung von Fe-reichem Brucit in Coalingit und/oder Pyroaurit hingewiesen. Die Kluftbrucite von Kraubath sind nach der Analyse von NIEMTSCHIK (1869) und nach den Beobachtungen von MEIXNER (1938) und KOLMER und POSTL (1977) eher Fe-arm.

HOSTETLER et al. (1966) beschreiben von einigen alpinotypen Ultramafititen Brucite als Produkt der Serpentinisierung mit durchschnittlichen  $Fe(OH)_2$ -Gehalten von 15 Mol.-%.

Informationen über die Zusammensetzung der gesteinsbildenden Brucite von Kraubath wurden aus den Röntgendiffraktometeraufnahmen gewonnen. Der  $d(001)$ -Wert des reinen Mg-Brucites beträgt 4,77 Å und der von  $Fe(OH)_2$  4,597 Å. Wenn man nun mit PAGE (1967) bzw. MUMPTON und THOMPSON (1966) eine lineare Abhängigkeit zwischen Mol.-%  $Fe(OH)_2$  und  $d(001)$  annimmt, kommt man auf  $Fe(OH)_2$ -Gehalte von 11 bis 18 Mol.-%.

Mikrosondenanalysen der Brucite waren sehr problematisch, es hat sich dabei aber immerhin auch ein relativ hoher  $Fe^{2+}$ -Gehalt bestätigt (um 15 Gew.-% FeO). Damit ist eine Voraussetzung für die Bildung von Pyroaurit aus Brucit mit etwa der Zusammensetzung von  $(Mg_{10}Fe^{2+}_2)(OH)_{24}$  gegeben. Die andere Voraussetzung,  $H_2O$ ,  $CO_2$  und  $O_2$  können unschwer aus den Niederschlägen bzw. aus der Luft bezogen werden.

MUMPTON und THOMPSON (1966) schlagen für die Bildung von Pyroaurit folgende schematische Reaktion vor



Bei Überschuß an  $H_2O$  (im  $CO_2$ -reichen Grundwasserbereich) liefert der Brucit allerdings amorphes Eisenoxid und  $Mg^{2+}$ -Ionen, die wiederum als Hydromagnesit bzw. Artinit ausgefällt werden. Beide Möglichkeiten wurden von den oben genannten Autoren durch Experimente bestätigt.

Aufgrund der Zusammensetzung der Brucite in den Kraubather Serpentiniten und der Dünnschliffbefunde, kann die obige Reaktion unschwer auf den Verwitterungsprozeß der Kraubather Serpentinite übertragen werden.

Das dabei freiwerdende  $Mg^{2+}$  kann wiederum für die Bildung von Hydromagnesit oder Artinit verwendet werden, beides typische Kraubather Kluftminerale, erstmals ebenfalls von MEIXNER (1938) beschrieben.

Coalingit konnte als Verwitterungsbildung nicht nachgewiesen werden. Mikrosondenmessungen an Pyroaurit haben keine eindeutigen Ergebnisse gebracht, was auf die schwer herzustellende Politur dieses Materials und auf Probleme bei der Messung dieses viel  $H_2O$  bzw.  $CO_2$ -haltigen Minerals zurückzuführen ist.

### Pyroaurit in frischen Serpentiniten

Außer in den eindeutig als Verwitterungsbildung anzusprechenden braunen Rändern tritt Pyroaurit auch noch in scheinbar frischen, dunkelgrünen und auch schwarzen Serpentiniten auf. Er bildet hier meist einen rötlich-braunen Rand um Brucit. In vielen Fällen kann nebeneinander sehr schön der optische Charakter beider Minerale bestimmt werden. Diese Umwandlung von Brucit in Pyroaurit wird aber nicht auf Verwitterungsvorgänge zurückzuführen sein, sondern eher auf die Einwirkung von  $CO_2$  während der Spätphase des Serpentinisierungsvorganges.

### Dank

Für die Mikrosondenmessungen danke ich Herrn Univ.Prof.Dr. STUMPFL und Herrn MÖHLHANS vom Institut für Mineralogie der Montanuniversität Leoben bzw. Herrn Ing. Manfred BERNROIDER vom Institut für Geowissenschaften der Universität Salzburg.

### Literatur

- ANGEL, F. (1964): Petrographische Studien an der Ultramafit-Masse von Kraubath (Steiermark). Joanneum, Min.Mitt.B1. 1964/2, 1-123.
- HADITSCH, J.G., D. PETERSEN-KRAUSS, und Y. YAMAC (1981): Beiträge für eine geologisch-lagerstättenkundliche Beurteilung hinsichtlich einer hydrometallurgischen Verwertung der Kraubather Ultramafitmasse. Joanneum, Mitt. Abt.Geol.Paläontol.Bergb. 42, 23-78.
- HOSTETLER, P.B., R.G. COLEMAN, F.A. MUMPTON und B.W. EVANS (1966): Brucite in Alpine Serpentinities. Amer.Min. 51, 75-98.
- KOLMER, H. und W. POSTL (1977): Brugnatellit und Coalingit aus dem Serpentinegebiet von Kraubath, Steiermark. Joanneum, Min.Mitt.B1. 45, 28-33.
- MEIXNER, H. (1938): Kraubather Lagerstättenstudie I. Zbl.Min.A, 5-19.
- MOODY, J.B. (1976): Serpentinization: a review. Lithos 9, 125-138.
- MUMPTON, F.A. und C.S. THOMPSON (1966): The stability of brucite in the weathering zone of the New Idria Serpentinite. Clays and Clay Minerals, Proc. 14th National Conference, 249-257, Pergamon Press N.Y.
- NIEMTSCHIK, K.R. (1869): Ober einige Mineralvorkommen in Steiermark. Mitt.Naturw. Ver.Stmk., 6, 98-110.
- PAGE, N.J. (1967): Serpentinization at Burro Mountain, California. Contr.Mineral. Petrol. 14, 321-342.
- SCHANTL, J.(1975): Die Paragenese Serpentin+Brucit in Serpentiniten aus der Ultramafitmasse von Kraubath (Steiermark).-Karinthin 72/73, 185-189.



ZUR MINERALOGIE DER MAGNETIT-ILMENIT-VERERZUNG DES SERPENTINITES  
VON STEGSDORF BEI FRIESACH IN KÄRNTEN

von

M.A. Göttinger und F. Pertlik †)

(eingelangt am 9.11.1982)

Zusammenfassung

Die in der Literatur beschriebenen Magnetitvererzungen in Österreich können nach genetischen Kriterien in sechs verschiedene Vererzungsgruppen unterteilt werden. Aus der Gruppe der Vererzungen in Serpentiniten und Chloritschiefern bzw. deren Randgesteinen wurde ein neu gefundenes Magnetit-Ilmenit-Vorkommen bei Stegsdorf mineralogisch untersucht. Die Vererzungen treten in Chloritschiefern (Typ 1) und Dolomiten (Typ 2) auf.

Nach EMS-Analysen besteht der Chloritschiefer zum überwiegenden Teil aus Pennin. In beiden Vererzungstypen enthält der Magnetit einen Ulvöspinellanteil zwischen 1 und 2 Mol.%. Der Ilmenit enthält durchschnittlich 15 Mol.% Geikielithanteil, 5 Mol.% Pyrophanitanteil und 5 Mol.% Hämatitanteil. Unter der Voraussetzung eines chemischen Gleichgewichtes ergeben sich Metamorphosetemperaturen von ca. 480°C. Dies entspricht mittlerer bis oberer Grünschieferfacies. Aus dem Mineralinhalt der Umgebungsgesteine sind ebenfalls Metamorphosebedingungen (alpine Metamorphose) der oberen Grünschieferfacies ableitbar.

Einleitung

Südöstlich Stegsdorf (W Friesach, Kärnten) - Österr. Karte 1:50.000, Blatt 186, St. Veit/Glan - sind im Nordteil des Bürgerspitalwaldes Serpentinite mit einer auffälligen Magnetit-Ilmenit-Vererzung aufgeschlossen. Untersuchungen dieser Vererzung mit modernen Analysemethoden liegen bislang nicht vor, sodaß eine überblicksmäßige mineralogische Bearbeitung angebracht erschien.

Nach Literaturangaben können die in Österreich bekannten Magnetitvererzungen in folgende genetische Typen eingeteilt werden:

1. Vererzungen an Diabasen und Grünschiefern:

Platte bei Graz, Neustift bei Graz-Andritz und Hamun bei Bleiburg, Ktn. (FRIEDRICH, 1953)  
Arzwalldgraben bei Waldstein, Stmk. (TUFAR, 1977, 1981).

2. Vererzungen in Serpentiniten und Chloritschiefern:

Bernstein, Rumpersdorf und Steinbach, Bgld. (KURZWEIL, 1966, EVREN, 1972, HUBER und HUBER, 1977)  
Kraubath, Stmk. und Hirt, Ktn. (MEIXNER 1953a, 1953b, 1963, 1966, 1968)  
Hollersbachtal, Sbg., Gösleswand, Ostt. (WEINSCHENK, 1896)  
Schwarzsee-Rotkopf-Ochsner-Greiner u.a., Tirol (WENINGER, 1974)  
Schwarze Wand, Sbg. (WEINSCHENK, 1896, KOLLER und RICHTER, 1980)  
Riffelkar, Sbg. (ZIRKL, 1966, 1978)  
Stegsdorf, Ktn. (diese Arbeit)

---

†) Anschrift der Verfasser:  
Dr. Michael A. Göttinger, Doz. Dr. Franz Pertlik  
Universität Wien, Institut für Mineralogie und Kristallographie  
A-1010 Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1

### 3. Vererzungen in Skarnen:

- a) "primary skarns": Wollanig, Ktn. (PETRASCHECK, 1927, PLÜCHINGER, 1953)
- b) "internal reaction skarns": Kottaun, NÖ (GÜTZINGER, 1981)
- c) Stellung nicht bekannt: Lindau, NÖ. (HOLZER und NEUWIRTH, 1962),  
Sieggrabener Kogel, Bgld., und Waldbach, Stmk.  
(TUFAR, 1966, 1968).

Über Skarnvererzungen (Begriff und Begriffswandel "Skarn", Historie) sei auf die Arbeiten von FRIETSCH (1977), GÜTZINGER (1981), EINAUDI und BURT (1982) hingewiesen.

### 4. Vererzungen vom Lagergang-Typ:

Pitten, NÖ (TUFAR, 1972)  
Raggatal-Kreuzeck, Ktn. (REDLICH, 1931).

### 5. Vererzungen in regionalmetamorphen Sedimenten:

Plankogel, Stmk. (WEBER, 1972, 1978; TOLLMANN, 1977)  
Burgstall/Arzberg, Stmk. (WEBER, 1977, 1982)  
St. Jakob/Breitenau, Stmk. und Pöllau, Stmk. (REDLICH, 1931)  
Metnitz, Innerkrems, Sonntagsberg bei St.Veit/Glan und Moosburg, alle Ktn.  
(REDLICH, 1931).

Zu bemerken ist, daß einzelne dieser Vererzungen auch mit Grünschiefern bzw. Diabasen in Zusammenhang stehen (z.B. Plankogel, Stmk.).

### 6. Vererzungen vom "Typ Stubai":

Stubaital, Tirol (VOHRZYKA, 1968).

Diese Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit der österreichischen Magnetitvorkommen. Eine Grenzziehung zwischen massiver Vererzung (z.T. ehemalige Lagerstätten) und Vorkommen ist nicht gegeben.

### Geologischer Rahmen und Mineralisation des Serpentinits

Das Gebiet westlich Friesach wurde von ZADORLAKY-STETTNER (1960, 1961, 1962) im Rahmen einer Dissertation an der Universität Wien geologisch bearbeitet. Nach diesem Autor liegen Serpentinitt-Schollen (erste Erwähnung durch PETERS 1855) an der Grenze zwischen dem hangenden Friesacher Marmor (entspricht der Zossener-St.Martiner-Marmorserie) und dem liegenden Friesacher Zweiglimmerschiefer, wobei die Position der Serpentinite tektonisch bedingt sein dürfte. Diese Gesteine des Friesacher Halbfensters (TOLLMANN, 1977) werden als Friesacher Komplex zusammengefaßt, der zur Hüttenberger Serie gehört (vgl. dazu auch BECK-MANNAGETTA, 1959).

ZADORLAKY-STETTNER (1960, 1961) unterschied in den sich auf eine Länge von etwa 800 m (W-E) erstreckenden Ultrabazitvorkommen massige, dunkelgrüne Serpentinite im Westen und eher hellgrüne, geschieferte Abarten im Osten sowie Serpentinitt-randgesteine. Als Hauptminerale des Serpentinites wurden von diesem Autor Antigorit mit eingestreuten Breunneriten beschrieben, als Erzminerale Magnetit und Ilmenit und untergeordnet Magnetkies und Pyrit. "Ilmenit bildet Lagen und Schlieren. Er umschließt auch die Antigorite, was auf seine Entstehung während der Metamorphose hinweist" (l.c.). Akzessorisch kommt Pentlandit vor, sodaß eine genetische Beziehung zum Hirter Serpentinitt in Erwägung zu ziehen ist. In Analogie zu den Serpentinitt-Vorkommen von Hüttenberg und Hirt werden Dunite und Harzburgite als Ausgangsgesteine angenommen (vgl. CLAR und MEIXNER, 1953; MEIXNER, 1953a, 1956). Als Serpentinitt-randgesteine des Vorkommens bei Stegsdorf werden Tremolit führende Dolomite und Chloritschiefer angeführt.

Die in der geologischen Karte (ZADORLAKY-STETTNER, 1960, 1961) eingezeichneten drei Serpentinorkommen treten als auffälliges morphologisches Element in der Landschaft hervor. Die gegenständliche Vererzung ist nach einigen Beobachtungen lediglich am Nordwest-Hang des mittleren Serpentinorkommens aufgeschlossen.

### Neue mineralogische Untersuchungen

Die Mineral- und Gesteinsuntersuchungen erfolgten mittels Dünn- und Anschliffen. Mineralanalysen wurden mit einer Elektronenstrahl-Mikrosonde, Typ ARL-SEMQ, bei einer Anregungsspannung von 15 kV durchgeführt. Gemessen wurde gegen Mineralstandards, die Korrekturen erfolgten nach BENCE und ALBEE (1968). Die Mineralphasen wurden auch röntgenographisch identifiziert.

Der Serpentin besteht zum überwiegenden Teil aus Antigoritserpentin und Talk. Reste von Olivin und Orthopyroxenen liegen neben Erz (Magnetit) in der feinfilzig verwachsenen Grundmasse vor. In einigen Magnetitkristallen sind neu gesproßte Antigoritserpentinplättchen eingeschlossen. Im Serpentin treten nahezu monomineralische, weiße Tremolitpartien auf, die stellenweise herausgewittert sind. Die Tremolite besitzen maximal eine Korngröße von 1 mm und sind regellos zu einem massigen, feinkörnigen Tremolitfels mit geringen Mengen Talk verwachsen.

Am Rand des Serpentinits treten tief dunkelgrüne Chloritschiefer auf, die eine Magnetit-Ilmenit-Vererzung tragen (Vererzungstyp 1). Daran anschließend bildet Dolomit derbe, spätige Massen mit derbem, grobkörnigen Magnetit-Ilmenit-Erz (Vererzungstyp 2), mit gelegentlicher Apatitführung.

Diese beiden Gesteine (Chloritschiefer und Dolomite) stellt ZADORLAKY-STETTNER (1960, 1961) zur Gruppe der Serpentinrandgesteine. Eine weitere Fortsetzung, etwa zum Marmor, ist in der Umgebung dieser Vererzung nicht aufgeschlossen.

Als Haupterzträger können zwei Gesteine mit folgenden Mineralgesellschaften ausgedeutet werden:

1. Magnetit-Ilmenit-Chlorit (Typ 1)
2. Magnetit-Ilmenit-Dolomit-Apatit (Typ 2).

### Der Vererzungstyp 1

Er tritt in charakteristischen Vererzungsschnüren (bis 5 mm Durchmesser, mehrere Zentimeter Länge) im feinkörnigen (Zehntelmillimeter) Chlorit auf. Die Erzschnüre werden von bis 1 mm großen Magnetiten und Ilmeniten gebildet, wobei sowohl magnetitreiche als auch ilmenitreiche Partien vorkommen. Im Durchschnitt ist das Mengenverhältnis etwa 1:1. Eine deutliche Kornregelung in s ist beobachtbar. Das gesamte Gestein ist weiters gleichmäßig mit Pyrit durchstäubt. EMS-Analysen zeigen, daß der Chlorit (Tab. 1) nach seiner Zusammensetzung als Pennin einzu-stufen ist (vgl. HÜDL, 1943, HEY, 1954). Der Magnetit ist sehr rein, der Uivöspinnellanteil liegt zwischen 1 und 2 Mol.% (siehe Tab. 2).

Der Ilmenit enthält bis zu 4,7 Gew.% MgO und 2,1 Gew.% MnO, sodaß durchschnittlich etwa 17 Mol.% Geikielithkomponente und 4 Mol.% Pyrophanitkomponente errechenbar sind. Der aus der Ladungsbilanz errechnete molare Hämatitanteil liegt bei 4 % (siehe Tab. 3).

Beide Erzminerale bilden ein auffallendes Pflastergefüge, und in der Regel liegen sogenannte Tripelpunkt-Korngrenzen ("triple junction") - 120° - vor.

### Der Vererzungstyp 2

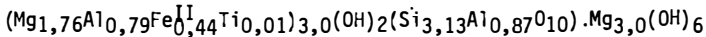
Das Trägergestein der Vererzung ist spätiger Dolomit mit geringen FeO (durchschnittlich 4,1 Gew.%) und MnO (durchschnittlich 1,1 Gew.%) Gehalten. Das ent-



Tabelle 1: EMS-Analyse (je drei Messungen an vier Mineralkörnern) von Chloriten aus dem Vererzungstyp 1; Angaben in Gew.% (Standardabweichungen in Einheiten der letzten Stellen).

SiO <sub>2</sub>	33,16(41)
TiO <sub>2</sub>	0,07(7)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,94(68)
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02(2)
FeO	5,54(37)
MnO	0,06(1)
MgO	33,81(50)
CaO	0,04(3)
	<hr/>
	87,64

Die Berechnung auf 10 Kationen ergibt folgende Formel:



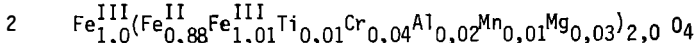
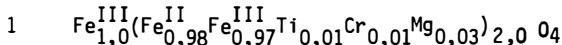
Die theoretische Ladungsbilanz kann mit 27.94<sup>+</sup> gegen 28.0<sup>-</sup> als ausgeglichen angenommen werden, besonders unter Berücksichtigung der geringen zusätzlichen Mengen an Cr, Mn, Ca und Ni (im EDAX festgestellt). Nach HEY (1954), DEER et al. (1962) und TRÖGER (1971) ist dieser Chlorit als Pennin zu bezeichnen.

Tabelle 2: EMS-Analysen (je drei Messungen an 5 Mineralkörnern) von Magnetiten aus den Vererzungstypen 1 und 2; Gehalte in Gew.% (Standardabweichung in Einheiten der letzten Stellen).

	1	2
TiO <sub>2</sub>	0,47(2)	0,42(10)
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16(2)	1,38(9)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤ 0,01	0,49(20)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +)	67,15	69,42
FeO	30,14	27,18
	} (10)	} (68)
MnO	0,06(1)	0,19(7)
MgO	0,54(2)	0,47(5)
	<hr/>	<hr/>
	98,52	99,55

+) nach Berechnung der Ladungsbilanz aus den Gesamt-FeO-Gehalten errechnet.

Auf 3 Kationen berechnet und unter Berücksichtigung der Ladungsbilanz ergeben sich folgende Formeln:



spricht einer Formel  $(Ca_{0,48}Mg_{0,46}Fe_{0,05}Mn_{0,01})[CO_3]$ . Die Vererzung ist mittel- bis grobkörnig (Millimeterbereich) und schlierig bis massig angelegt. Das Gestein enthält ähnlich wie bei Vererzungstyp 1 eine gleichmäßige Pyritdurchstäubung. Es überwiegt Magnetit, der Ilmenitanteil wird auf ca. 10 Vol.% geschätzt. Gelegentlich tritt Apatit auf, der im Schnitt 0,2 Gew.% FeO und wenige Hundertstel% MgO und MnO enthält.

Der Magnetit bildet xenomorphe bis hypidomorphe Körner (durchschnittliche Korngröße 2 mm). EMS-Analysen ergeben nur geringe Fremdelementgehalte, der Ulvöspinelanteil liegt zwischen 1 und 2 Mol.% (siehe Tab. 2).

Der Ilmenit, in plattigen, xenomorphen bis hypidomorphen Individuen mit einer Korngröße bis 2 mm auftretend, enthält bis zu 3,9 Gew.% MgO und bis zu 3,3 Gew.% MnO. Er ist somit Mg-ärmer und Mn-reicher als im Vererzungstyp 1. Der durchschnittliche Geikielithgehalt beträgt 14 Mol.%, der durchschnittliche Pyrophanitgehalt 7 Mol.% (siehe Tab. 3). Auch in diesem Vererzungstyp bilden die Erzminerale stellenweise ausgezeichnete Pflastergefüge mit Tripelpunkt-Korngrenzen.

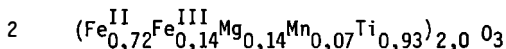
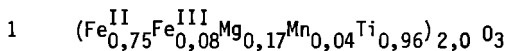
Für beide Vererzungstypen gilt, daß die Mineralkörner innerhalb der Meßgenauigkeit homogen sind (von Korn zu Korn der gleichen Mineralart). Zonarbau ist nicht beobachtbar.

Tabelle 3: EMS-Analysen (je drei Messungen aus fünf Mineralkörnern) von Ilmeniten aus den Vererzungstypen 1 und 2; Gehalte in Gew.% (Standardabweichung in Einheiten der letzten Stellen).

	1	2
TiO <sub>2</sub>	51,85(23)	50,93(95)
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤ 0,01	0,06(1)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤ 0,01	0,02(1)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> †)	4,33	7,57
FeO	36,56	35,04
	} (77)                      } (53)	
MnO	2,01(15)	3,26(21)
MgO	4,61(11)	3,86(11)
	99,36	100,74

†) nach Berechnung der Ladungsbilanz aus den Gesamt-FeO-Gehalten errechnet.

Auf 2 Kationen berechnet und unter Berücksichtigung der Ladungsbilanz ergeben sich folgende Formeln:



In Mol.% ausgedrückt:

	Ilmenit	Geikielith	Pyrophanit	Hämatit
1	75	17	4	4
2	72	14	7	7

## Zur Mineralisation des Friesacher Marmors

Da in weiterer Folge Serpentin-Chloritfels-Dolomit-Aufschlüsse fehlen, wurde auch der an den Serpentin im Süden angrenzende Silikatmarmor besonders auf seinen Lösungsrückstand untersucht. Der Marmor ist weiß bis hellgrau mit einer Korngröße um 2 mm. Der Lösungsrückstand wurde aus ca. 1 kg Silikatmarmor mittels verdünnter Essigsäure [Essigsäure ( $\rho = 1,05 \text{ g.cm}^{-3}$ ) : dest.  $\text{H}_2\text{O} = 1 : 1$ ] gewonnen. Im Mittel sind dies ca. 10 Gew.% der Ausgangssubstanz.

Muskovit und praktisch eisenfreier Biotit (Phlogopit) mit unbestimmbaren, winzigen Erzeinschlüssen (Hämatit?) bilden neben xenomorphem Quarz die Hauptmenge des Lösungsrückstandes. Daneben findet sich häufig Pyrit (Würfel mit Pentagondodekeder), seltener farbloser bis hellblauer Fluorit, Granat, Rutil, Plagioklas und Turmalin. Nach den Gitterkonstanten  $a_0 = 15,958(5)$ ,  $c_0 = 7,193(3) \text{ \AA}$  (Weissenberg-Methode,  $\text{CuK}_\alpha$ -Strahlung) ist der Turmalin der Serie Dravit-Schörl zuzuordnen (EPPRECHT, 1953). ZADORLAKY-STETTNER (1960, 1961) führt noch Epidot, Zoisit und Titanit an, diese Minerale konnten jedoch von uns nicht gefunden werden.

Die Korngröße der Minerale des Lösungsrückstandes schwankt um einen halben Millimeter, mit Ausnahme von Rutil und Plagioklas, die nur Zehntelmillimeter-Größe erreichen.

Dieser Mineralbestand unterscheidet sich wesentlich von dem des erzführenden Dolomites, sodaß ein kontinuierlicher Übergang dieser beiden Gesteine nicht angenommen wird.

## Diskussion

Aufgrund der geologischen Position sind die Magnetit-Ilmenit-Vererzungen mit der Entstehung und nachfolgenden Serpentinisierung bzw. Metamorphose der Ultrabasilkörper eng verknüpft. Nach HEGEMANN und ALBRECHT (1954) können die untersuchten Magnetite anhand der Gehalte an Al, Mg, Ti, Mn und Cr als intrusiv magmatisch-metamorph gedeutet werden. Ähnliche Elementmuster von Magnetiten aus Serpentiniten geben sowohl KIRCHNER (1977) als auch SHCHEKA et al. (1978) an. Die Gehalte an MgO in den Ilmeniten von durchschnittlich 4,2 Gew.% bei gleichzeitigen MnO-Gehalten von durchschnittlich 2,6 Gew.% stellen einen nicht häufigen Befund dar (vgl. DEER et al., 1962). Hohe MgO-Gehalte (Geikielith-Anteil) von 5,2 Gew.% sind in Ilmeniten aus Granatwebsteriten des mittleren Kampales, NÖ, bekannt geworden (SCHARBERT, 1979). Inwieweit sich gleichzeitig ein deutlicher MnO-Gehalt auf die Bildungsbedingungen auswirkt, kann mit den verfügbaren Daten nur schwer abgeschätzt werden (vgl. CZAMANSKE und MIHALIK 1972).

Das Magnetit/Ulvöspinell-Ilmenit/Hämatit Geothermometer (BUDDINGTON und LINDSLEY 1964) - unter stillschweigender Voraussetzung eines vorliegenden chemischen Gleichgewichtes - ist mit gerade noch zulässiger Extrapolation anwendbar. Es ergibt sich für den Schnittpunkt  $\text{Mtg}_{7,5}\text{Usp}_{2,5}$  mit  $\text{Ilm}_{0,6}\text{Häm}_{5}$  eine Temperatur von ca.  $480^\circ\text{C}$  und ein Sauerstoffpartialdruck  $f_{\text{O}_2}$  von ca.  $10^{-23}$  bar. Die Temperatur läßt sich als Metamorphosetemperatur der alpidischen Metamorphose deuten, wobei realistisch ein Wert von  $480 \pm 40^\circ\text{C}$  annehmbar ist. Dieser Wert entspricht einer Metamorphosetemperatur der oberen Grünschieferfacies (WINKLER, 1967, 1979). Zu etwas höheren Temperaturen (höherer Hämatitanteil des Ilmenites) gelangt KIRCHNER (1977) bei Magnetit-Ilmenit-Untersuchungen vom Ferschtal, Pinzgau, Hohe Tauern.

Abschätzungen über die Metamorphosebedingungen der Umgebungsgesteine, vor allem des quarzreichen Granatzeiglimmerschiefers, können nach ZADORLAKY-STETTNER (1960, 1961) gemacht werden. Nach diesen Angaben liegt Quarz-Albit-Epidot-Almandin Subfacies bzw. "low grade metamorphism" vor (WINKLER 1967, 1979).

## Danksagung

Die Mikrosondenmessungen konnten in dankenswerter Weise auf einem Gerät des "Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung" (Proj.Nr.1939) am Institut für Analytische Chemie der Universität Wien durchgeführt werden.

## Literatur

- BECK-MANNAGETTA, P. (1959): Übersicht über die östlichen Gurktaler Alpen. Jb. Geol. B.-A. 102, 313-352.
- BENCE, A.E. und A.L. ALBEE (1968): Empirical correction factors for the electron microanalysis of silicates and oxides. Jour.Geology 76, 382-403.
- BUDDINGTON, A.F. und D.H. LINDSLEY (1964): Iron-Titanium oxide minerals and synthetic equivalents. J. Petrol. 5, 310-357.
- BURT, D.M. (1982): Skarn Deposits - Historical Bibliography through 1970. Econ. Geol. 77, 755-763.
- CLAR, E. und H. MEIXNER (1953): Die Eisenspatlagerstätte von Hüttenberg und ihre Umgebung. Carinthia II, 143/(63.) 67-92.
- CZAMANSKE, G.K. und P. MIHÁLIK (1972): Oxidation during Magmatic Differentiation, Finnmarka Complex, Oslo Area, Norway: Part 1. The Opaque Oxides. J. Petrol. 13, 493-509.
- DEER, W.A., R.A. HOWIE und J. ZUSSMAN (1962): Rock-forming minerals. London: Longmans, Green and Co Ltd.
- EINAUDI, M.T. und D.M. BURT (1982): Introduction-Terminology, Classification, and Composition of Skarn Deposits. Econ. Geol. 77, 745-754.
- EPPRECHT, W. (1953): Die Gitterkonstanten der Turmaline. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 33, 481-505.
- EVREN, I. (1972): Die Serpentinegesteine von Bernstein und Steinbach (Burgenland). Tschermarks Min. Petr. Mitt. 17, 101-122.
- FRIEDRICH, O.M. (1953): Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. Radex Rdsch. Jg. 1953, 371-407.
- FRIETSCH, R. (1977): The Iron Ore Deposits in Sweden. In: The Iron Ore Deposits of Europe and adjacent Areas. Vol. I. (A. Zitzmann ed.) Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- GÜTZINGER, M.A. (1981): Mineralogische Untersuchungen des Magnetitvorkommens Kottaun bei Geras, niederösterreichisches Moldanubikum. Ein Beitrag zur Genese von Skarnen. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Abt.I, Sitzungsberichte, 190, 45-78.
- HEGEMANN, F. und F. ALBRECHT (1954): Zur Geochemie oxydischer Eisenerze. Chem. Erde 17, 81-103.
- HEY, M.H. (1954): A new review of the chlorites. Min. Mag. 30, 277-292.
- HÖDL, A. (1942): Ober Chlorite der Ostalpen. N. Jb. Min., Bl. Bd. 77, 1-77.
- HOLZER, H. und K. NEUWIRTH (1962): Ober den ehemaligen Eisensteinbergbau Kottaun bei Geras (Niederösterreich). Montan-Rundschau Jg. 10, 191-193.
- HUBER, S. und P. HUBER (1977): Mineralfundstellen Bd. 8: Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland. München: Ch. Weise. Innsbruck: Pinguin.

- KIRCHNER, E.Ch. (1977): Erste Untersuchungsergebnisse über die Zusammensetzung von Magnetiten aus den Hohen Tauern. Österr. Akad.Wiss., Math.-naturwiss.Kl., Anzeiger 114, 96-99.
- KOLLER, F. und W. RICHTER (1980): Rodingites in ultramafic rocks of the Eastern Alps. Öfioliti, 5, 73-78.
- KURZWEIL, H. (1966): Zur Erzführung der Serpentine und Chloritschiefer um Steinbach (Burgenland). Verh. Geol. 8.-A., Jg. 1966, 53-54.
- MEIXNER, H. (1953a): Der Serpentin des Grießerhofs (Gulitzen) bei Hirt, Kärnten. Carinthia II, 143.(63.), 140-144.
- MEIXNER, H. (1953b): Die Minerale aus dem Dunitserpentin von Kraubath (Steiermark). Joanneum Miner. Mitt. 1953, 21-23.
- MEIXNER, H. (1956): Nickelmineralisation und Stoffwechselbeziehungen zwischen Serpentinegestein und Eisenspatlagerstätten am Beispiel des Antigoritits von Grießerhof bei Hirt, Knt. Carinthia II, SH 20, 95-107.
- MEIXNER, H. (1963): Magnetitwürfel aus dem Serpentin vom Grießerhof bei Hirt, Kärnten. Karinthin 48, 17-20.
- MEIXNER, H. (1966): Magnetitkristalle (Würfel, Oktaeder, Rhombendodekaeder) aus dem Serpentinegebiet von Kraubath (Steiermark) und Hirt (Kärnten). Karinthin 54, 203-210.
- MEIXNER, H. (1968): Neuer Beitrag zu den Kraubather Magnetit-Würfeln. Karinthin 59, 64-65.
- PETERS, K. (1855): Bericht über die geologische Aufnahme in Kärnten 1854. Jahrb. k.k. Geol. R.-A. 6, 508-580.
- PETRASCHECK, W. (1927): Zur Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten. Verh. Geol. B.-A., Jg. 1927, 151-164.
- PLÜCHINGER, B. (1953): Erläuterung zur geologischen Neuaufnahme des Draukristallinschnittes westlich von Villach. In: Skizzen zum Antlitz der Erde, Festband: Kober, (Küpper, H., Exner, Ch. und Grubinger, H. eds.) Wien: Brüder Hollinek.
- REDLICH, K.A. (1931): Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten. Wien-Berlin: J. Springer. Düsseldorf: Vlg. Stahlisen.
- SCHARBERT, H.G. (1979): Mg-reicher Ilmenit in einem Granatwebsterit im Granulitkörper von St. Leonhard, Mittleres Kamptal, Niederösterreich. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss.Kl., Anzeiger 116, 161-165.
- SHCHEKA, S.A., A.G. PYATKOV, A.A. VRZHOSEK, G.B. LEVASHEV und R.A. OKTYABR'SKIY (1978): Trace-element paragenesis in magnetite. Geochem. Int. 15, 56-64.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich, Bd.I: Die Zentralalpen. Wien: F. Deuticke.
- TRÜGER, W.E. (1971): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller).
- TUFAR, W. (1966): Die Vererzung vom Siegggrabener Kogel (Burgenland). Verh. Geol. 8.-A., Jg. 1966, 55-69.
- TUFAR, W. (1968): Die Eisenlagerstätte von Buchwald ober Waldbach (Oststeiermark). Tschermaks Min. Petr. Mitt. 12, 350-391.

- TUFAR, W. (1972): Die Eisenlagerstätte von Pitten (Niederösterreich). Ein Beitrag zum Problem der ostalpinen Spatlagerstätten. *Joanneum Miner. Mitt.* 1972, 101-154.
- TUFAR, W. (1977): Die Evolution der Lagerstätten. *Giessener Geologische Schriften (Festschrift R. Weyl)* 12, 383-428.
- TUFAR, W. (1981): Die Vererzung der Ostalpen und Vergleiche mit Typlokalitäten anderer Orogengebiete. *Mitt. Österr. Geol. Ges.* 74/75, 265-306.
- VOHRZYKA, K. (1968): Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik. *Jb. Geol. B.-A.* 111, 3-88.
- WEBER, L. (1972): Zur Geologie der Umgebung von Gasen (Oststeiermark) westlich Birkfeld. Mit besonderer Berücksichtigung der Magnetitlagerstätte am Plankogel sowie der Arsen-Goldlagerstätte Gasen-Straßegg. Vorarbeit am Institut f. Geologie der Universität Wien, 1972.
- WEBER, L. (1977): Die Stellung der stratiformen Blei-Zinkvererzungen im Grazer Paläozoikum, beleuchtet an Hand der Lagerstätten Schrems-Rechberg sowie Kaltenberg-Burgstall (Oststeiermark). *Joanneum Mitt. Geol. Paläont. Bergb.* 38, 123-141.
- WEBER, L. (1978): Die geologischen Verhältnisse des NE-Teils des Grazer Paläozoikums unter besonderer Berücksichtigung der Vererzungen. Unveröff. Bericht der Bleiberger Bergwerks Union, A-9530 Bad Bleiberg.
- WEBER, L. (1982): The Stratiform Lead-Zinc Mineralisation of the "Paleozoic of Graz", Styria, Austria. *Miner. Depos.* (im Druck).
- WEINSCHENK, E. (1896): Die Mineralvorkommen des Groß-Venedigerstockes in den Hohen Tauern. Ein Beitrag zur Kenntnis der "Alpinen Mineral-lagerstätten". *Z. Kristallogr.* 26, 337-508.
- WENINGER, H. (1974): Die alpinen Klufthminerale der österreichischen Ostalpen. Der Aufschluß SH 25.
- WINKLER, H.G.F. (1967): Die Genese der metamorphen Gesteine. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- WINKLER, H.G.F. (1979): *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- ZADORLAKY-STETTNER, M. (1960): Beiträge zur Kenntnis der geologischen und petrographischen Verhältnisse und der Erzlagerstätten in den östlichsten Gurktaler Alpen, westlich von Friesach in Kärnten. *Diss. Phil. Fak. Univ. Wien* 1960, Nr. 20.290.
- ZADORLAKY-STETTNER, N. (1961): Petrographisch-geologische Untersuchungen in den östlichen Gurktaler Alpen, westlich von Friesach in Kärnten. *Verh. Geol. B.-A., Jg.* 1961, 155-170.
- ZADORLAKY-STETTNER, N. (1962): Die Erzlagerstätten zwischen Metnitz- und Gurktal westlich von Friesach in Kärnten. *Berg- u. Hüttenm. Mh.* 107, 342-351.
- ZIRKL, E.J. (1966): Zur Mineralogie des Stubachtales, besonders des Totenkopfes im Pinzgau/Salzburg. Der Aufschluß SH 15, 72-80.
- ZIRKL, E.J. (1978): Der Totenkopf. *Lapis*, Jg. 3, 7/8, 34-38.



OBER MONTEBRASIT AUS DEM PEGMATITSTEINBRUCH  
AM WOLFSBERG BEI SPITTAL A.D. DRAU, KÄRNTEN

von

F. Walter und W. Postl †)

(eingelangt am 11.11.1982)

Rund 100 Höhenmeter über dem Südportal des Autobahntunnels durch den Wolfsberg bei Spittal a.d. Drau wurde im Altkristallin des Millstätter Seengebirges ein Pegmatitvorkommen durch einen derzeit stillgelegten Steinbruch erschlossen. Weitere Pegmatitvorkommen wurden am Eingang der Lieserschlucht nördlich von Spittal und nahe der Kirche in Edling bei Spittal genutzt.

Vom Feldspatbruch am Wolfsberg sind bis jetzt folgende Minerale bekannt: Apatit, Autunit, Bjarebyit, Childrenit, Limonit, Meta-Autunit, Montebrasit, Niobit, Wardit, Uraninit.

Mit den Mineralen aus den Pegmatitvorkommen um Spittal hat sich MEIXNER bereits ab dem Jahre 1947 intensiv auseinandergesetzt. Eine zusammenfassende Arbeit über die Pegmatite bei Spittal/Drau geben ANGEL und MEIXNER (1953).

Kleine topasgelbe Kriställchen mit triklin wirkender Ausbildung bezeichnet MEIXNER (1956, 1957 und 1959) mit Vorbehalt als Montebrasit, nachdem er dieses Mineral bereits im Jahre 1954 in einem Vortrag (BAN, 1955) kurz erwähnt hatte. Dieses seltene Mineral aus der Amblygonitgruppe ist bislang nur vom Steinbruch am Wolfsberg bekannt geworden, aus dessen unmittelbarer Umgebung MEIXNER (1948) erstmals Spodumen nachgewiesen hatte. Der von MEIXNER (1956) mit Vorbehalt beschriebene Montebrasit wurde in einer vorläufigen Mitteilung (MEIXNER, 196B) zu Brasilianit korrigiert. Weitere Hinweise über das Auftreten von Brasilianit findet man bei MEIXNER (1973 und 1975). In einem 1979 gehaltenen Vortrag berichtete MEIXNER, daß auf einem 10 Jahre zurückliegenden Fundstück aus dem Feldspatbruch am Wolfsberg erstmals für Österreich Montebrasit gesichert ist (MÜRTL, 1979). In weiteren Vorträgen über Pegmatitminerale, gehalten in den Jahren 1979 und 1980, werden von MEIXNER neben den oben angeführten Mineralen Montebrasit und Brasilianit erwähnt (MÜRTL 1980a, b). Danach sind in der Literatur über Montebrasit und Brasilianit aus dem Feldspatbruch von Spittal/Drau keine weiteren Daten erschienen. Die von MEIXNER zuletzt im Jahre 1973 angekündigten Arbeiten über diese Minerale konnten aufgrund seines frühen Todes nicht mehr ausgeführt werden.

Durch Sammlungsstücke, die von Herrn H. RAZINGER (Klagenfurt) an die Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum gelangten sowie durch eigene Aufsammlungen im Frühjahr 1982, konnte genügend Probenmaterial für eine röntgenographische und IR-spektroskopische Untersuchung gewonnen werden.

Der hier untersuchte Montebrasit tritt gemeinsam mit Quarz und limonitisiertem Siderit in Hohlräumen des Pegmatites auf. Die flach- aber auch dicktafelig ausgebildeten flächenarmen Kristalle sind farblos bis milchigweiß und erreichen Größen von maximal 5 Millimetern. Derb tritt Montebrasit auch als Zwickelfüllung im limonitisierten Siderit auf.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchung angeführt. Die Gitterkonstanten wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate auf einem programmierbaren Taschenrechner berechnet. Sowohl die Winkeldifferenzen der

---

†) Anschrift der Verfasser:  
Dr. Franz Walter, Dr. Walter Postl  
Landesmuseum Joanneum, Abteilung für Mineralogie  
A-8010 Graz, Raubergasse 10



Reflexgruppe, die MOSS et al. (1969) zur Bestimmung des Fluorgehaltes herangezogen haben, als auch die Lage des Reflexes (131) und die Werte der Gitterparameter weisen bei dem hier untersuchten Montebrasit von Spittal auf einen sehr niedrigen Fluorgehalt ( $>1\%$ ) hin. Diese Ergebnisse passen ebenfalls sehr gut zu den bei CERNA et al. (1973) veröffentlichten Diagrammen über die Abhängigkeit der Zellparameter vom Fluorgehalt der Amblygonit-Montebrasit-Mischkristalle. Auch die IR-spektroskopische Untersuchung des Montebrasites von Spittal läßt nach FRANSOLETT und TARTE (1977) eine klare Unterscheidung zwischen dem Fluorreichen Amblygonit und Fluor-armen Montebrasit zu. Abbildung 1 zeigt das IR-Spektrum des Montebrasites von Spittal. Die genauen Lagen der Absorptionsmaxima sind im IR-Spektrum eingetragen. Wie bereits die Werte der Gitterparameter auf einen sehr niedrigen Fluorgehalt ( $>1\%$ ) hinweisen, lassen insbesondere die Lagen der oben erwähnten Banden bei  $3390\text{ cm}^{-1}$  (OH-Streckfrequenz) bzw. bei  $805\text{ cm}^{-1}$  auf einen sehr niedrigen Fluorgehalt ( $>1\%$ ) schließen.

Somit sind die hier angeführten röntgenographischen und IR-spektroskopischen Daten ein weiterer Beitrag zur Kenntnis des von MEIXNER im Jahre 1979 erstmals für Österreich nachgewiesenen Montebrasites vom Feldspatbruch am Wolfsberg bei Spittal a.d. Drau.

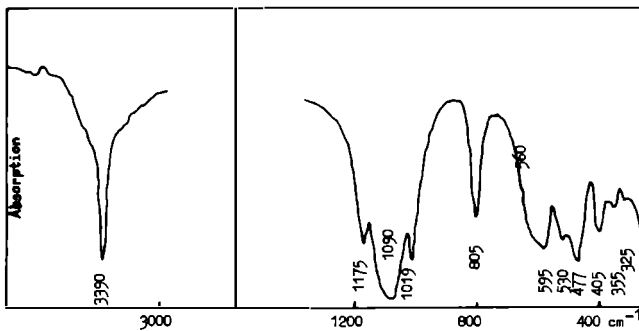


Abb. 1:

IR-Spektrum von Montebrasit aus dem Feldspatbruch am Wolfsberg bei Spittal a.d. Drau (KBr-Preßling).

Tabelle 1

Beobachtete ( $d_{\text{beob.}}$ ) und berechnete ( $d_{\text{ber.}}$ ) d-Werte und Gitterkonstanten von Montebrisit aus dem Feldspatbruch am Wolfsberg bei Spittal a.d. Drau (Diffraktometer,  $\text{CuK}\alpha$ , Quarzzeichnung, Indizierung nach MOSS et al. 1969). Nur die mit + versehenen d-Werte wurden zur Berechnung der Gitterkonstanten herangezogen.

hkl	I	$d_{\text{beob.}}$	$d_{\text{ber.}}$
100 <sup>+</sup>	10	4,817	4,817
110	55	4,668	4,697
001			4,666
0 $\bar{1}$ 1	15	4,602	4,603
11 $\bar{1}$ <sup>+</sup>	8	3,857	3,855
10 $\bar{1}$ <sup>+</sup>	40	3,334	3,337
1 $\bar{1}$ 0 <sup>+</sup>	43	3,282	3,282
011	93	3,215	3,216
12 $\bar{1}$			3,215
120	100	3,165	3,169
0 $\bar{2}$ 1			3,155
1 $\bar{1}$ 1 <sup>+</sup>	83	2,970	2,971
210 <sup>+</sup>	13	2,573	2,575
0 $\bar{1}$ 2 <sup>+</sup>	21	2,497	2,498
1 $\bar{1}$ $\bar{1}$	9	2,465	2,467
21 $\bar{1}$ <sup>+</sup>	32	2,400	2,400
11 $\bar{2}$	7	2,348	2,350
220			2,348
0 $\bar{2}$ 2 <sup>+</sup>	13	2,302	2,302
1 $\bar{2}$ 1 <sup>+</sup>	15	2,294	2,292
130 <sup>+</sup>	10	2,206	2,205
20 $\bar{1}$ <sup>+</sup>	21	2,133	2,133
1 $\bar{1}$ 2	11	2,106	2,105
102			2,107
012 <sup>+</sup>	20	1,964	1,964
112	15	1,895	1,900
1 $\bar{2}$ 2			1,897
23 $\bar{2}$ <sup>+</sup>	6	1,820	1,819
14 $\bar{1}$ <sup>+</sup>	8	1,790	1,791
131 <sup>+</sup>	14	1,754	1,754

$$a = 5,201 \text{ \AA}$$

$$b = 7,171 \text{ \AA}$$

$$c = 5,044 \text{ \AA}$$

$$\alpha = 112,31^{\circ}$$

$$\beta = 97,81^{\circ}$$

$$\gamma = 67,86^{\circ}$$

$$V = 161,2 \text{ \AA}^3$$

## Literatur

- ANGEL, F. und H. MEIXNER (1953): Die Pegmatite bei Spittal an der Drau. - Carinthia II, 63, H.1, 165-168.
- BAN, A. (1955): Bericht über die Herbsttagung der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des naturwissenschaftl. Vereins für Kärnten in Klagenfurt am 6. November 1954. - Karinthin 29, 57-61.
- ČERNÁ, I., P. ČERNÝ und R.B. FERGUSON (1973): The Flourine Content and Some Physical Properties of the Amblygonite-Montebbrasite Minerals. - Amer.Mineral.58, 291-301.
- FRANSOLET, A.-M. und P. TARTE (1977): Infrared spectra of analyzed samples of the amblygonite-montebbrasite series in a new rapid semi-quantitative determination of flourine. - Amer.Mineral.62, 559-564.
- MEIXNER, H. (1948): Kurzbericht über neue Kärntner Minerale und Mineralfundorte I. - Karinthin, F.1, 2-4.
- MEIXNER, H. (1956): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XV. - Carinthia II, 66, 20-31.
- MEIXNER, H. (1957): Die Minerale Kärntens, 1.Teil. - Carinthia II, 21.Sh., 75.
- MEIXNER, H. (1959): Ober das wahrscheinliche Auftreten von Cordierit und Sillimanit im Granit von Wernberg bei Villach, Kärnten. - Karinthin 38, 14-18.
- MEIXNER, H. (1968): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XXIII. - Carinthia II, 78, 96-115.
- MEIXNER, H. (1973): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XXIV. - Carinthia II, 83, 101-139.
- MEIXNER, H. (1975): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XXV. - Carinthia II, 85, 13-36.
- MÜRTL, J. (1979): Bericht über die Frühjahrstagung der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie. - Karinthin 81, 119-121.
- MÜRTL, J. (1980a): Bericht über die Herbsttagung 1979 der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten am 10. November 1979 in Klagenfurt. - Karinthin, 82, 156-158.
- MÜRTL, J. (1980b): Bericht über die Frühjahrstagung 1980 der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten am 10.5.1980 in Klagenfurt (Wirtschaftsförderungs-institut). - Karinthin 83, 186-189.
- MOSS, A.A., E.E.FEJER und P.G.EMBREY (1969): On the X-ray identification of amblygonite and montebbrasite. - Min.Mag. 37, 287, 414-422.

von

G. Niedermayr †)

(eingelangt am 26.11.1982)

Seit dem Erscheinen der Mitteilungen Nr. 127 der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, in welchen über Mineralfunde aus dem Tauernfenster und aus dem Waldviertel berichtet worden ist (NEUMAYER 1980, NIEDERMAJR und KOLLER 1980), sind dem Autor wieder einige interessante Mineralneufunde von Seiten unserer Sammler zur Kenntnis gebracht worden. Über einige dieser Funde soll im Nachstehenden etwas ausführlicher berichtet werden. Eine Übersicht über weitere Mineralfunde wird in kurzer Form am Ende dieser Zusammenstellung gegeben.

Andradit aus einer Bohrung SE Waldkirchen, Niederösterreich

Der Bereich von Dobersberg-Waldkirchen ist schon lange, vor allem durch das Vorkommen verschiedenster Opale, in erster Linie schön gezeichneter Dendritenopale, bekannt (SIGMUND 1937).

Dem Verfasser wurden nun vor einiger Zeit kleine Serpentinstückchen vorgelegt, auf die ein Rasen aus bis maximal 2 mm großen, graugrünen durchsichtig-trüben Granatkrystallen in Form von Rhombendodekaedern aufgewachsen ist. Nach Auskunft des Oberbringers der Proben, Herrn F. ROTHENSTEINER aus Preßbaum, stammt das Material aus einer Bohrung SE Waldkirchen. Ein Zusammenhang mit Rodingiten ist für die vorliegende Paragenese nicht auszuschließen, konnte aber aufgrund des geringen Probenmaterials nicht weiter geprüft werden.

Tabelle 1: Elektronenstrahl-Mikrosonden-Analyse des Andradits von Waldkirchen (Durchschnitt aus 13 Einzelanalysen, die an verschiedenen Granatkörnern ausgeführt wurden; Analyt. Dr.F.BRANDSTÄTTER, Naturhistorisches Museum Wien). Maxima-Minima Werte sind in Klammer gesetzt.

SiO <sub>2</sub>	36,75 Gew.-%	(36,20 - 37,70)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,98	( 0,57 - 2,50)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> †)	28,82	(28,00 - 30,80)
MnO	0,01	( 0,00 - 0,05)
MgO	0,05	( 0,01 - 0,10)
CaO	32,88	(32,60 - 33,10)
	<hr/>	
	100,48	

†) Gesamteisen als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verrechnet.

---

†) Anschrift des Verfassers:  
Dr. Gerhard Niedermayr  
Naturhistorisches Museum Wien, Mineralogisch-Petrographische Abteilung  
A-1014 Wien, Burgring 7

Der aus einer Röntgendiffraktometer-Aufnahme errechnete Gitterabstand des Granats beträgt 12,045 Å; damit liegt nach dem Diagramm von WINCHELL (1958) ein relativ reiner Andradit vor. Da es sich bei diesem Vorkommen um den ersten Nachweis von Andradit (Var.Topazolith) aus einem Serpentin des Waldviertels handelt, wurde der Chemismus des Granates mit Hilfe der Elektronenstrahl-Mikrosonde genauer nachgeprüft (Tab.1). Aus der Analyse ergibt sich ein  $\text{Andr}_{90,3} \text{Gross}_{9,5} \text{Pyrop}_{0,2} \text{Spess}_{0,02}$ -Mischkristall. Ein ausgeprägter Zonarbau wurde nicht beobachtet. Bemerkenswert ist, daß der Granat praktisch Ti-frei ist ( $\text{TiO}_2 \approx 0,01$  Gew.-%).

#### Bergkristall, Anatas, Synchisit, Pyrit, Galenit, Calcit und Siderit aus dem Maissauer Granit im Gänsgraben bei Limberg.

Aus dem großen Granitsteinbruch im Gänsgraben W Limberg sind durch NIEDERMAYR (1971) Chlorit und Anatas bekannt gemacht worden. KOLLER et al.(1978) erwähnen darüber hinaus noch Bergkristall, Kalifeldspat und rotbraune Karbonatrhomboeder, die in tektonischen Zerrüttungszonen des Maissauer Granits auftreten.

Im Zuge des stark ausgeweiteten Steinbruchbetriebes wurden im Sommer 1981 mehrere derartige Zerrüttungszonen aufgeschlossen. Von Herrn E. LÜFFLER, Maria Enzersdorf/Südstadt, erhielt ich kurz danach eine umfangreichere Suite aus diesen interessanten Mineralisationen zur näheren Bearbeitung. Aufgrund dieser Beobachtungen und der Angaben des Finders sind die Mineralisationen folgenden Paragenesen zuzuordnen (soweit feststellbar angegeben in Kristallisationsabfolge):

Quarz - Anatas - Siderit  
Quarz - Pyrit - Chlorit - Calcit+Siderit  
Quarz - Kalifeldspat - Siderit  
Quarz - Kalifeldspat - Anatas+Synchisit  
Quarz - Albit - Kalifeldspat - Anatas

Quarz: tritt in dichten Rasen in bis zu 2 cm großen, langprismatischen, teils getriebten, teils klaren Kristallen auf. Quarz ist neben Kalifeldspat und z.T. auch Pyrit Hauptbestandteil der massiven Gangfüllungen, die die Hauptmasse der Zerrüttungszonen ausmachen.

Pyrit ist in einigen Gängen sehr häufig und tritt in bis zu 1 cm großen, speisgelben Würfeln, teils in Derbyquarz eingewachsen, teils auf Bergkristall aufsitzend, auf.

Albit bildet bis 5 mm große, dicktafelige, trübweiße Kristalle; er ist aber selten.

Kalifeldspat ist in manchen Gangfüllungen häufig - in der Regel aber nicht in guten Kristallen ausgebildet. In einem Gang an der Nordostseite des Steinbruches bildet er aber Rasen bis zu 5 mm großer, hellfleischroter Individuen in typischer Adulartracht mit den Flächen (110), ( $\bar{1}$ 01) und untergeordnet (001) - "Maderaner Habitus".

Galenit. In einer an Chlorit und Pyrit reichen massiven Gangfüllung ist als in bis maximal 0,2 mm dicken Belägen auf Pyrit-Kristallen auf- bzw. in Zwickelfüllungen eingewachsen auch Galenit festzustellen.

Calcit tritt in zwei Trachtvarianten auf. In einem Fall bildet er bis 1 cm große, flach-linsenförmige Kristalle mit brauner Kernzone und farblos bis trübweisem Rand. Diese Kristalle sitzen auf den Bergkristallrasen auf und werden ihrerseits bereichsweise von winzigen Sideritkriställchen überkrustet. Die zweite Trachtvariante bildet charakteristische, bis 5 mm große und 2 mm dicke, scheibenförmige Aggregate prismatischer Kristalle, die gesetzmäßig mit linsenförmigen Sideritkristallen bzw. -aggregaten verwachsen sind. Die Calcite der ersten Trachtvariante sind praktisch Mg-frei, der zweite Calcit-Typ führt hingegen bis zu etwa 2,6 Mol.-%  $\text{MgCO}_3$  (an Hand der Lage des  $d_{(10.4)}$ -Reflexes nach dem Diagramm von GOLDSMITH und GRAF, 1958, bestimmt).

Siderit ist in z.T. nur winzigen, hell- bis dunkelbraunen Kriställchen in einigen Paragenesen festzustellen. Er bildet praktisch nur das Rhomboeder  $\{10\bar{1}1\}$  aus und ist meist die jüngste Bildung in den verschiedenen Klüften. Da die  $d_{(10,4)}$ -Reflexe der untersuchten Siderite um  $2,82 \text{ \AA}$  liegen (gegenüber  $2,791 \text{ \AA}$  von reinem Siderit) ist mit einem bestimmten Mg-Ca-Gehalt dieser Siderite zu rechnen.

Anatas kommt in verschiedenen Paragenesen vor und tritt in Zehntelmillimeter messenden, blaugrauen Kristallen in typischer Tracht auf. Beobachtet wurden die Flächen  $\{101\}$  und  $\{001\}$  wobei sowohl spitzdipyramidaler als auch flach-dipyramidaler, paketförmiger Habitus festzustellen ist.

Synchisit findet sich als große Seltenheit in winzigsten Kriställchen neben etwas Anatas, Kalifeldspat und Quarz in einer kleinen Kluft an der NNE-Wand des Steinbruches. Die Kristalle sind hellbraun gefärbt und zeigen hexagonalen Habitus mit den Formen  $\{10\bar{1}0\}$ ,  $\{11\bar{2}1\}$  und der Basis  $\{0001\}$  sowie eine ausgeprägte Zwillingsstreifung nach  $\{001\}$ . Die megaskopisch getroffene Bestimmung konnte aufgrund einer Röntgendiffraktometer-Aufnahme abgesichert werden.

### Milarit vom Bärenfall bei Bockstein, Salzburg

Aus der Umgebung von Bockstein sind in den letzten Jahren verschiedene Fundorte von Milarit bekannt geworden (NIEDERMAYR 1982). Funde von Herrn R. WINKLER, Bockstein, erbrachten den Nachweis von Milarit auch aus dem Bereich des Bärenfalles. Die bis 3 mm großen, wasserklaren und farblosen Milarite sitzen in schmalen Klüften eines biotitreichen Gneises. Die Kristalle sind langprismatisch entwickelt und zeigen neben der Basis  $\{0001\}$  die hexagonale Dipyramide  $\{10\bar{1}1\}$  und das Prisma II. Stellung  $\{11\bar{2}0\}$ . Neben Milarit treten auf den Stufen noch langtafelige "Federn" von Biotit sowie Albit, Bergkristall, Titanit und Chlorit auf. Über die Klufmineralien vom Bärenfallstaudamm hat SCHEBESTA (1980) berichtet und an selteneren Bildungen aus diesem Bereich Synchisit, Monazit, Phenakit und Scheelit erwähnt.

### Sphalerit, Smithsonit und Hydrozinkit sowie Monazit von der Silberkarlscharte in der Rauris, Salzburg

Schon von BERWERTH und WACHTER (1898) wird dunkelbrauner bis schwarzer Sphalerit aus dem Gebiet des Hohen Goldberges in der Rauris genannt. Ein interessanter Neufund von honig- bis rötlichbraunem Sphalerit aus dem Bereich der Silberkarlscharte verdient, hier erwähnt zu werden. Aus einer Kluft im Kalkmarmor der Bündnerschiefer Serie (EXNER 1957) konnte Herr E. LÖFFLER, Maria Enzersdorf, bis zu 4 cm große Sphalerit-Kristalle bergen.

Einige Kristalle waren von ausgezeichneter Schleifqualität. Aufgrund der teils sehr hellen Farbe war ein relativ geringer Fe-Gehalt des Sphalerits zu vermuten. Mittels Elektronenstrahl-Mikrosonde wurde ein FeS-Gehalt von nur 0,23 - 0,40 Mol.-% ermittelt, wobei die Kristalle oft von einem dünnen, rötlichbraun gefärbten, Fe-reicheren Rand (bis 0,84 Mol.-% FeS) umsäumt werden.

Die Sphalerite zeigen ausgeprägte Korrosionserscheinungen und sind z.T. von einem feinkörnigen Gemenge aus Siderit, Dolomit, Quarz und Muskovit überkrustet. Millimetergroße, perlmutterweiße, radialstrahlige Aggregate, die bereichsweise die Oberfläche der Kristalle besetzen, konnten röntgenographisch als Hydrozinkit, ähnlich aufgebaute, gelbbraune Kristallaggregate als Smithsonit identifiziert werden.

Im gleichen Bereich fand Herr LÖFFLER auch Klüfte, die über einem feinen Muskovitrasen bis zu 3 cm große Dolomit-Rhomboeder, wenige Millimeter große, wasserklare Apatite und blaßrosa Monazit-Kristalle führen.

## Prenhit und Apatit aus dem Westfeld des Scheelitbergbaues im Felbertal, Salzburg

Bereits HÖLL (1975) beschreibt aus Klüften in der scheelitführenden Serie des Scheelitbergbaues im Felbertal eine Anzahl von Mineralien, die im Zuge lateralsekretionärer Prozesse entstanden sind: Scheelit, Pyrrhotin, Molybdänit, Chalkopyrit, Pentlandit, Beryll, Wismutminerale und Galenit sowie Quarz, Feldspat, Biotit, Chlorit, Zeolithe, Karbonat und Klinozoisit-Epidot. Vor allem durch den forcierten Abbau im Westfeld sind in den folgenden Jahren weitere Funde von Kluftminerale aus dem Bergbau Felbertal bekannt geworden. STRASSER (1980a, 1981) nennt "Wismutocker", Malachit, Azurit, Bertrandit, Phenakit, hellgrünen Fluorit, Sphalerit, einen dem Phlogopit ähnlichen Glimmer, Apophyllit, Laumontit, Heulandit, Hyalith, Desmin, Skolezit, Periklin und Adular. Die Liste der aus diesem Fundbereich bereits bekannten Mineralien ist somit schon recht ansehnlich.

Als offenbar für den Bergbau neue Kluftmineralspezies seien hier Prenhit und Apatit genannt. Vor allem der Prenhit ist auf den mir vorliegenden Stufen (FINDER E. RENDL, Neukirchen a. Großvenediger) sehr häufig festzustellen und tritt meist in dichten Rasen winziger, wasserklarer Kriställchen auf. Er kann aber auch bis 8 mm große, klare, tafelige Kristalle in typischer Tracht bilden. Apatit war mit Calcit in "Blätterspat-Habitus" vergesellschaftet, in bis 1 cm grossen, leicht grauviolett gefärbten tafeligen Kristallen festzustellen.

Da bei einer derartigen Fülle von verschiedenen Mineralien auch deren Kristallisationsfolge nicht nur wichtige Aufschlüsse über die Bildungsbedingungen dieser Mineralien geben kann (NIEDERMAYR 1979, 1980) sondern auch gut beobachtbar ist, sind in der Folge einige der festgestellten Paragenesen (ihrer Mineralausscheidung nach) angeführt. Das Nebengestein dieser Mineralisationen ist ein feinkörniger, dünngeschichteter graugrüner Hornblendeschiefer:

Periklin - Calcit - Prenhit+Chlorit  
Adular - Prenhit - Apophyllit - Laumontit - Desmin  
Calcit - Prenhit - Laumontit - Skolezit  
Periklin - Adular+Chlorit  
Periklin - Apatit - Calcit - Chlorit  
Adular - Laumontit  
Calcit - hellrosa Fluorit - Chlorit+Bavenit

### Apophyllit sowie ein bemerkenswerter Fund von Apatit von der "Prenhitinsel" im Habachtal, Salzburg

Aus dem Gebiet der "Prenhitinsel" im Talschluß des Habachtales ist eine Reihe von Kluftminerale in z.T. ganz ausgezeichnete Ausbildung bereits bekannt (siehe dazu LEITMEIER 1942, WENINGER 1974).

Der von WENINGER 1974 vermutete, auf die Mitteilung von GASSER (1913) zurückgehende, Apophyllit-Fund von der "Prenhitinsel" konnte schon vor Jahren durch Neufunde, die Herr Dipl.Ing. J. EGGERTSBERGER, Salzburg, tätigte, gesichert werden. Die bis zu 1 cm großen, würfelförmigen Apophyllite fanden sich im Kluftboden eines alten, offensichtlich schon vor vielen Jahren ausgeräumten Hohlraumes. Sie waren mit hellrosa Fluorit, Prenhit, Desmin und Laumontit vergesellschaftet.

Im vergangenen, sehr schneearmen Sommer fand Herr A. STEINER, Habach, eine teils bereits vom Eis des Habach-Keeses erfüllte Kluft, die u.a. ungewöhnlich reichlich Apatit in ausgezeichneten, bis zu 6 cm großen, teils klaren und meist deutlich violett gefärbten Kristallen führte. Die gegenüber alpinen Kluftapatiten eher flächenarmen Kristalle zeigten die Formen {0001}, {10 $\bar{1}$ 1}, {1010}, {11 $\bar{2}$ 1}, {10 $\bar{1}$ 2} und {21 $\bar{3}$ 1}. Die an verschiedenen Kristallen gemessenen Lichtbrechungswerte ergaben für  $n_W = 1,638$  und  $n_E = 1,633$ ; die Doppelbrechung beträgt demnach  $n_E - n_W = -0,005$ . Es ist dies neben den Funden von der Knappenwand im Untersulzbachtal und den, auch in jüngster Zeit getätigten Neufunden aus dem Zillertal, einer der bemerkenswertesten Funde von Apatit aus alpinen Klüften der Ostalpen.

Weitere Mineralien dieser Paragenese sind Adular - in z.T. sehr großen Kristallen und sowohl in Fibbia als auch in Maderaner Habitus auftretend - Albit, Epidot, Calcit, Chlorit, Prehnit, Laumontit und Desmin sowie teils stärker korrodierter Rauchquarz.

### Topas, Lazulith und Jarosit vom Leutach Kopf im Untersulzbachtal, Salzburg

Schon MEIXNER (1961) hat über ein Vorkommen von Topas-Kristallen in "pegmatitartigen Quarzgängen" (l.c.) aus dem Untersulzbachtal berichtet und später den Fundort mit "knapp nördlich der Stockeralm" näher präzisiert (MEIXNER 1978). Aus dem gleichen Bereich wurde bereits durch KARL (1954) Topas auch als seltener Gemengteil in Disthen führenden Quarziten und Glimmerschiefern genannt. Auch die vorhin erwähnten topasführenden Quarzgänge stammen aus dieser, von der Stocker Alm Richtung Leutachkopf ziehenden Schieferfolge der Habachserie. Ein Neufund von Topas, der Herrn A. STEINER, Habach, zu verdanken ist, ist Anlaß für diesen kurzen Bericht.

In den bereits erwähnten Disthenquarziten bis Disthenschiefen sind, bereits im Bereich der Heuscharten Kopf-Westflanke gelegen, Linsen von derbem Quarz eingeschaltet. Diese Quarzmobilisate - Pegmatite im eigentlichen Sinn liegen sicher nicht vor - führen bereichsweise häufiger Pyrit und zum Nebengestein hin, auch größere Stengel von Disthen. Der Pyrit verwittert unter der Einwirkung der Oberflächenwässer sehr rasch. Dies bedingt das löchrig-zellige Erscheinungsbild dieser Quarzgänge und ist auch für die intensive limonitische Imprägnation der umgebenden Gesteine verantwortlich.

In dem neuen Topas-Fund sind nun die Topase und auch der gleichzeitig damit vorkommende Lazulith am Kontakt dieser Quarzlinsen zum Nebengestein auskristallisiert. Der Topas bildet dabei gut entwickelte, bis 3,0 cm große langprismatische, wasserklare bis trübweiße, durch Limonitsubstanz teils bräunlich eingefärbte, Kristalle. Die an den mir zur Verfügung stehenden Kristallen beobachtbaren Flächenkombinationen entsprechen etwa jenen, die bereits MEIXNER (1961) angeführt hat.

MEIXNER (1961) weist schon bei der Beschreibung des Erstfundes darauf hin, daß es sich aufgrund der optischen Daten und der Dichte um einen Hydroxyltopas handeln muß. Dies wurde später durch Elektronenstrahl-Mikrosondenanalysen des Originalmaterials bestätigt, die nur 15 Gew.-% Fluor für den Topas von der "Stockeralm" ausweisen konnten. Auch die röntgenographisch anhand von

$\Delta_{021} = 2\theta_{\text{NaCl}} 200-2\theta_{\text{Topas}} 021$

nach dem Diagramm von RIBBE und ROSENBERG (1971) ermittelten Fluor-Gehalte der Topase des neuen Fundes weisen auf zwischen 15,5-16,0 Gew.-% Fluor hin.

Im Gegensatz zum Topas ist der Lazulith überwiegend xenomorph entwickelt. Auffällig ist seine hellgrüne Färbung, was auf einen sehr niedrigen FeO-Gehalt schließen läßt. Dies wird auch durch die Dichte und die optischen Daten unter Zugrundelegung des Diagrammes von PECORA und FAHAY (1950) bestätigt (Mittel von 5 Lazulith-Bruchstücken):

$$\begin{aligned} D &= 3,08 \\ n_{\alpha} &= 1,610 \\ n_{\beta} &= 1,630 \\ n_{\gamma} &= 1,638 \end{aligned}$$

Die mittels Elektronenstrahl-Mikrosonde ausgeführten Analysen ergeben einen mittleren Skorzalith-Anteil von etwa 2 Mol.-% (entsprechend 0,5 Gew.-% FeO). Der Lazulith vom Untersulzbachtal zählt damit zu den Fe-ärmsten Lazulithen die bisher bekannt sind.



In Hohlräumen des Topas und Lazulith führenden Quarzganges fand sich noch eine hellgelbbraune, lehmartige Füllmasse, die bei der röntgenographischen Überprüfung den Nachweis von Jarosit -  $\text{KFe}_3[(\text{OH})_6/(\text{SO}_4)]_2$  - erbrachte. Jarosit ist meines Wissens in alpinen Klüften bisher nur aus den Plattengneis-Brüchen in der Rauris nachgewiesen worden (siehe dazu MEIXNER 1972). Im konkreten Fall ist er sicher als ein Umsetzungsprodukt von Pyrit (intensive Pyritverwitterung) und Kaliheiliglimmer zu deuten (vgl. dazu auch NIEDERMAYER et al. 1976, S.63). Feldspat oder Dickit, wie dies MEIXNER (1961) beschrieben hat, konnten an dem neuen Fund nicht beobachtet werden.

### Sphalerit vom Seebachkar im Obersulzbachtal, Salzburg

Aus den bekannten Epidot- und Diopsid führenden Kluftparagenesen in den Amphiboliten der Knappenwand-Mulde (Sölllenkar/Krimmler Achtental, Seebachkar und Hopffeldboden-Östseite - "Südaun"/Obersulzbachtal sowie Knappenwand/Untersulzbachtal) sind u.a. auch verschiedene Erzminerale beschrieben worden. In erster Linie handelt es sich um Galenit, Chalkopyrit und Pyrit (NIEDERMAYER 1971, 1974; WENINGER 1974), die teils frei in den Klüften auskristallisiert, teils auch im Gestein eingewachsen auftreten.

Ein Neufund von Herrn A. STEINER, Habach, erbrachte den Nachweis von Sphalerit in dem Vorkommen des Seebachkars im Obersulzbachtal. Auf einem Rasen von bis 1 cm großen, gelbgrünen Epidotkristallen war ein etwa 3,5 cm großer, schwarzbrauner Sphalerit aufgewachsen. Der Kristall ist sehr stark angeätzt und war ursprünglich von einer bis 1 cm dicken, rötlichbraunen Limonitkruste umhüllt. Bei der Reinigung löste sich der Kristall von seiner Unterlage, doch sind Reste unverwitterten Sphalerits auf der Stufe selbst noch erhalten. In den Sphalerit sind bis zu 40 µm große Chalkopyrit-Körner unregelmäßig verteilt eingelagert.

Mittels Elektronenstrahl-Mikrosonde wurde ein FeS-Gehalt von 11,5 Mol.-% bestimmt. Trotz Nachsuche an der Fundstelle konnte keine weitere Stufe mit Sphalerit gefunden werden. Der Bericht soll aber ein Anreiz für unsere Sammler sein, auch den Erzen in den Kluftparagenesen dieses Bereiches größeres Augenmerk zuzuwenden. Der Sphalerit ist sicher eine späte Bildung in der Epidot-Diopsid Paragenese vom Seebachkar. Die Bildungsbedingungen des Sphalerits sind allerdings derzeit nicht festzustellen (vgl. CRAIG und SCOTT 1974). Er ist aber sicher tiefhydrothermal gebildet worden. Festzustellen ist in diesem Zusammenhang, daß weder von dieser Fundstelle noch vom Sölllenkar, vom Hopffeldboden oder von der Knappenwand Pyrrhotin, Smythit ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ , hexagonale Modif.) oder Greigit ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ , kubische Modif.) nachgewiesen sind. Dafür findet sich in diesen Kluftparagenesen gelegentlich Pyrit.

Außer den im Vorstehenden angeführten Mineralfunden wurden mir in den vergangenen Jahren noch viele andere Funde aus österreichischen Vorkommen zur Bestimmung vorgelegt. Soweit dies von allgemeinerem Interesse erschien, sind nachstehend daher einige dieser Funde, auch wenn es sich nicht unbedingt immer um Neufunde handelt, in kurzer Form angeführt:

Hof, Leithagebirge, Niederösterreich: bis zu 5 mm große, quaderförmige Kristalle von Arsenopyrit in rötlich anwitterndem Gneis aus dem Steinbruch an der Straße nach Donnerskirchen (Einsender: Mag. P.A. HUBER, Wr. Neustadt).

Kirchschlag, Niederösterreich: Apatit aus Rauchquarzklüften (Einsender: Mag. P.A. HUBER, Wr. Neustadt).

Steinbruch der Fa. Wanko, Meidling im Tal, Niederösterreich: Vesuvian in bis zu 3 mm großen gelbgrünen bis rötlichbraunen, dicksäuligen Kristallen und bis 5 mm lange, graugrüne Diopsidstengel neben Titanit und Chlorit aus Klüften im Serpentin, der im Granulit in unregelmäßigen Massen eingelagert ist (Einsender: G. SVERAK, Wien).

Humpelgraben, Gleinalpe, Steiermark: Aus der Nähe des durch seinen Mineralreichtum bekannten Steinbruches im Humpelgraben/Gleinalpe stammen Klufbeläge in einem hellen Gneis mit Desmin und Pyrophyllit. Der Pyrophyllit bildet einen lettenartigen Belag über dichten Desmin-Rasen und ist daher sicher jünger als der Desmin.

Rantensee in den Schladminger Tauern, Steiermark: Bis 1 cm große, silbriggraue, blättrige Massen von Molybdänit neben massivem Albit gangförmig in Amphibolit aus dem Kar NW des Rantensees. Aus dem gleichen Gebiet auch Funde von Arsenopyrit und Erythrin (Einsender: R. KUDLIK, Wien).

Eckriegel, Dösental bei Mallnitz, Kärnten: Auf Amphibolit-Klüften Periklin - Chlorit - Bergkristall - Titanit - Epidot + Magnetit - Calcit + Prehnit (in der Reihenfolge der Auskristallisation angeführt). Ähnliche Paragenesen sind aus diesem Bereich schon lange bekannt. Die mir vorliegenden Stücke sind aber deshalb interessant, da sie die Kristallisationsfolge der einzelnen Mineralphasen sehr schön belegen. Jüngste Bildungen in dieser Paragenese sind demnach Calcit und Prehnit (Einsender: J. BRUNNER, Purkersdorf).

Hahnenkofel NW Rothenthurn, Millstätter Seenrücken, Kärnten: Perlmutterglänzender, maximal 5 mm großer F-armer Montebrasit in Scherzonen eines Albitgneises; zweiter, röntgenographisch und mittels Elektronenstrahl-Mikrosondenanalyse gesicherter Fund von Montebrasit aus Kärnten (Einsender: Dr. G.H. LEUTE, Klagenfurt).

Großes Fleißtal, Kärnten: Von nicht näher angegebenen Fundstellen aus dem großen Fleißtal (wahrscheinlich aber aus dem Bereich der Gjaidtroghöhe) stammen Stücke von derbem Quarz mit mehreren Zentimeter großen, hellbraunen Scheelitmassen. In Klüften des gleichen Materials sind kleine, orangebraune Scheelitkristalle über Quarzrasen zu beobachten. In hellem Gneis auch Molybdänit (Einsender: R.F. ERTL, Wien).

Gastacher Wände, Dorfertal, Osttirol: Aus dem Bereich der Gastacher Wände im Dorfertal stammen aus einer Kluft kleine Quarz-Kristalle, die ihrer ungewöhnlichen Tracht wegen, hier erwähnt werden sollen. Die bis zu 2 cm großen Kristalle zeigen die typische Tracht des Hoch-Quarzes - Dihexaeder mit schmäler bzw. unterdrückter Prismenzone. Bereichsweise eingelagert, feinste Hämatitschüppchen färben die Quarze leicht rötlichbraun. Da nur lose Kristalle vorliegen (als Begleitmineral ist noch skanoedrischer Calcit anzugeben) und über das Nebengestein der betreffenden Kluft vom Finder keine Angaben gemacht werden konnten, ist bezüglich der Bildungsbedingungen dieser Quarze und über die Ursache der von alpinen Luftquarzen stark abweichenden Tracht keine weitere Aussage möglich. Möglicherweise handelt es sich aber tatsächlich um Quarze, die ursprünglich als Hoch-Quarze gebildet, nun als Paramorphosen von Tief-Quarz nach Hoch-Quarz vorliegen. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, daß ähnlich ausgebildete Quarze - im Schrifttum meist als "Würfelquarze" bezeichnet - aus dem alpinen Bereich bereits mehrfach beschrieben worden sind (siehe dazu ZIRKL 1968, NIEDER-MAYR 1974) (Einsender: H. GRODIG, Wien).

Santenalm im Felbertal, Salzburg: Aus dem Bereich der Santenalm im Felbertal stammt, neben schönen Funden von Titanit, auch ein interessanter Fund von grellrotem Anatas, Brookit und Rutil. Die Bedeutung des Fundes liegt aber nicht so sehr im Nachweis eines weiteren Vorkommens von Ti-Mineralien aus einer alpinen Kluft dieses Bereiches, sondern vielmehr in der Tatsache, daß diese Mineralien nebeneinander auftreten und zusätzlich u.a. auch Folgeprodukte von Ilmenit und Titanit darstellen, wie an einigen Stufen sehr schön festzustellen ist (z.B. Paramorphosen von Brookit+Anatas nach Titanit und Rutil nach Ilmenit) (Fund: A. STEINER, Habach).

Scharntal/Hollersbachtal, Salzburg: Aus dem Bereich des Schafkogels Chalkopyrit, Malachit und hellrosa bis tiefvioletter Fluorit in Marmor, der in hellem Gneis eingeschaltet ist (Einsender: H. GRODIG, Klosterneuburg).

Windbach im Habachtal, Salzburg: Von der Fundstelle der schönen Anatase und Monazite ist nun auch Brookit in bis 5 mm großen, tafeligen Kristallen nachgewiesen worden (Einsender: M. SCHRAUDER, Wien und F. LAMMER, Leoben).

Kramer Alm im Habachtal, Salzburg: Aus einer kleinen Kluft in den Wänden gegenüber der Kramer Alm stammen bis maximal 2 mm große, blaßbraune gefärbte Monazite. Paragenese: Adular - Muskovit - Monazit (Einsender: R. HEBERLE, Ursprung, BRD).

Krautgarten im Untersulzbachtal, Salzburg: Von dem großen Muskovit-Fund stammen auch Stücke, die neben der bisher bekannten Paragenese (siehe dazu STRASSER 1980b) auch Calcit und Aragonit zeigen. Aragonit ist hier als Kluftmineral anzusprechen und sicher keine Neubildung (siehe dazu auch WENINGER 1974) (Einsender: K. NOWAK, Neukirchen a. Großvenediger).

Waschkopf-Ostseite im Untersulzbachtal, Salzburg: Bis zu 8 cm lange, graugrüne, dickprismatische Kristalle von diopsidischem Pyroxen in Quarzmobilisationen, die Biotitschiefer durchsetzen (Einsender: A. STEINER, Habach).

Kleefelder Kopf im Obersulzbachtal, Salzburg: STRASSER (1980b) nennt aus dem Bereich Kleefelder Wulfenit aufgewachsen auf Quarz-Kristallen sowie darin eingewachsen Molybdänit. Schwarzbraune Putzen in orangebraunem Scheelit vom Kleefelder Kopf wurden mittels Elektronenstrahl-Mikrosonde (Anal. Dr. F. KOLLER, Universität Wien) als Mn-armer Wolframit mit nur 3 Mol.-% Hübnerit-Komponente, bestimmt. (Einsender: K. NOWAK, Neukirchen a. Großvenediger).

Warnsdorfer Hütte im Krimmler Achenal, Salzburg: In Klüften eines hellen Gneises interessante Paragenesen mit Zeolithen: Epidot - Prehnit - Desmin, Adular + Chlorit - Chabasit + Desmin (in der Reihenfolge der Ausscheidung) (Einsender: F. LAMMER, Leoben).

### Danksagung

Der Autor dankt nachstehend genannten Personen für die Bereitstellung von Untersuchungsmaterial und nähere Angaben zu den hier beschriebenen Mineralfinden: J. BRUNNER, Purkersdorf; Dipl. Ing. J. EGGERTSBERGER, Salzburg; R. F. ERTL, Wien; H. GRÖLIG, Klosterneuburg; R. HEBERLE, Ursprung, BRD; Mag. P. A. HUBER, Wr. Neustadt; R. KUDLIK, Wien; F. LAMMER, Leoben; Dr. G. H. LEUTE, Klagenfurt; E. LÖFFLER, Maria Enzersdorf; K. NOWAK, Neukirchen a. Großvenediger; E. RENDL, Neukirchen a. Großvenediger; F. ROTHENSTEINER, Preßbaum; M. SCHRAUDER, Wien; A. STEINER, Habach; G. SVERAK, Wien und R. WINKLER, Bockstein. Den Kollegen Dr. F. BRANDSTÄTTER und Dr. F. KOLLER danke ich für die Ausführung einiger Elektronenstrahl-Mikrosondenanalysen.

### Literatur

- BERWERTH, F. und F. WACHTER (1898): Mineralogisches und geologisches aus der Umgebung des Sonnblickes. - 7. Jahresber. d. Sonnblick-Vereins, 12-39.
- CRAIG, J. R. und S. D. SCOTT (1974): Sulfide phase equilibria. In: Sulfide Mineralogy, Miner. Soc. Amer., Short Course Notes, Vol. 1, 5, 151-110.
- EXNER, Ch. (1957): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Gastein. 168 S., 8 Abb., 8 Taf., 1 Geol. Krt. 1:50.000 (1956), Geol. B.-A. Wien.
- GASSER, G. (1913): Die Mineralien Tirols, einschließlich Vorarlberg und der Hohen Tauern. - Innsbruck: Wagner, 548 S.

- GOLDSMITH, J.R. und D.K. GRAF (1958): Relation between lattice constants and composition of the Ca-Mg-carbonates. - Amer.Miner. 43, 84-101.
- HÖLL, R. (1975): Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen. - Bayer.Akad.Wissensch., mathem.-naturwiss.Kl., Abh., N.F. 157 A, 114 S.
- KARL, F. (1954): Aufnahmen 1953 auf Blatt Krimml (151). - Verh. Geol.B.-A. Wien, Jg. 1954, 48-51.
- KOLLER, F., R. NEUMAYER und G. NIEDERMAYER (1978): "Alpine Klüfte" im Kristallin der Böhmisches Masse. - Aufschluß 29, 373-378.
- LEITMEIER, H. (1942): Einige neue Mineralvorkommen im Gebiet des Habachtales, ein Beitrag zur Kenntnis der Zentralgranitgneise der Hohen Tauern. - Tscherm.Miner. Petrogr.Mitt. 53, 271-329.
- MEIXNER, H. (1961): Das Vorkommen schöner Topas-Kristalle in den Hohen Tauern Salzburgs. - Fortschr.Miner.39, 82-83.
- MEIXNER, H. (1972): Ober Jarosit-Mineralie (alte und neue Vorkommen aus Österreich) sowie Natrojarosit - Kristalle von Sounion, Griechenland. - Karinthin 66, 291-297.
- MEIXNER, H. (1978): Topas-Kristalle von der Stockeralm im Untersulzbachtal, Salzburg. - Lapis 3, 7/8, 58-59.
- NEUMAYER, R. (1980): Neue Mineralfunde aus dem Waldviertel. - Mitt.Österr.Miner. Ges. 127, 30-32.
- NIEDERMAYER, G. (1971): Ober neue Mineralfunde aus Österreich. - Mitt.Österr. Miner.Ges. 122, 1969, 313-316.
- NIEDERMAYER, G. (1974): Ober neue Mineralfunde aus Österreich. - Mitt.Österr. Miner.Ges. 124, 17-24.
- NIEDERMAYER, G. (1979): Alpine Kluffteolithe und die alpidische Metamorphose. - Fortschr.Miner.57, Bh.1, 111-112.
- NIEDERMAYER, G. (1980): Ostalpine Klufftmineralisationen und ihre Beziehungen zur alpidischen Metamorphose. - Ann.Naturhist.Mus. Wien 83, 399-416.
- NIEDERMAYER, G. (1982): Berylliummineralien in den Ostalpen. - Eisenblüte 3, N.F. 6, 29-37.
- NIEDERMAYER, G., E. KIRCHNER, F. KOLLER und W. VETTERS (1976): Ober einige neue Mineralfunde aus den Hohen Tauern. - Ann.Naturhist.Mus.Wien 80, 57-66.
- NIEDERMAYER, G. und F. KOLLER (1980): Neue Mineralfunde aus dem Tauernfenster. - Mitt.Österr.Miner.Ges. 127, 20-27.
- PECORA, W.T. und J.J. FAHAY (1950): The Lazulite-Scorzalite Isomorphous Series. - Amer.Miner. 35, 1-18.
- RIBBE, P.H. und P.E. ROSENBERG (1971): Optical and X-ray determinative methods for Fluorine in Topas. - Amer.Miner. 56, 1812-1821.
- SCHEBESTA, K. (1980): Alpine Klufftmineralien vom Staumauerbau Bärenfall im Gasteiner Tal. - Lapis 5, 3, 9-13.
- SIGMUND, A. (1937): Die Minerale Niederösterreichs. 2.Aufl. - Wien: Deuticke, 247 S.
- STRASSER, A. (1980a): Mineralneufunde. - Mineralobserver 3, 48-52.

- STRASSER, A. (1980b): Mineralneufunde. - Mineralobserver 4, 27-33.
- STRASSER, A. (1981) : Mineralneufunde. - Mineralobserver 5, 48-52.
- WENINGER, H. (1974): Die alpinen Kluftminerale der österreichischen Ostalpen. Aufschluß, Sh.25, 168 S.
- WINCHELL, H. (1958): The composition and physical properties of garnet. - Amer.Mineral.43, 595-600.
- ZIRKL, E. (1968): Würfelförmiger Quarz aus dem Schiedergraben, Felbertal, Salzburg. - Miner.Mittbl.Landesmuseum Joanneum, Jg. 1968/2, 33-36.

# UBER DEN SYNCHISIT VOM HOPFFELDBODEN IM OBERSULBACHTAL, SALZBURG

von

F. Brandstätter, K. Mereiter und G. Niedermayr <sup>†</sup>)

(eingelangt am 2.12.1982)

## Zusammenfassung

Synchisit vom Hopffeldboden, Obersulzbachtal, Salzburg, wurde chemisch und röntgenographisch untersucht. EMS-Analysen ergaben die Näherungsformel  $(\text{Ce}_{0,5}\text{Y}_{0,1}\text{La}_{0,2}\text{Nd}_{0,2})\text{Ca}[\text{F}(\text{CO}_3)_2]$  mit einem La/Nd-Verhältnis von 0,8. Röntgenographische Einkristallaufnahmen ergaben in Übereinstimmung mit Literaturdaten eine Elementarzelle mit hexagonaler Metrik -  $a = 7,096(3) \text{ \AA}$  und  $c = 54,53(3) \text{ \AA}$  - sowie Hinweise auf Erniedrigung von hexagonaler zu rhombischer oder monokliner Symmetrie. Dies steht im Einklang mit dem optischen Befund, daß Synchisit vom Hopffeldboden optisch zweiachsig positiv ist ( $2V \sim 60^\circ$ ).

## Einleitung

In den letzten Jahren wurde das seltene Ca-Ce-Karbonat Synchisit mehrfach von Fundstellen in Österreich beschrieben (siehe dazu WENINGER 1979, 1981, FISCHER 1977, SCHEBESTA 1980, 1982). Es ist neuerdings auch aus dem niederösterreichischen Anteil der Böhmisches Masse nachgewiesen worden (siehe dazu NIEDERMAYR, Beitrag in diesem Heft). Besonders reichlich tritt Synchisit in der Fundstelle im Gewerbewald bei Böckstein und in dem Vorkommen vom Hopffeldboden im Obersulzbachtal auf. Letztere Lokalität ist durch die z.T. recht großen (bis 1 cm langen) und modellartig ausgebildeten Synchisitspindeln besonders hervorzuheben (NIEDERMAYR und GARTNER 1981). Auf den Mineralreichtum der genannten Fundstelle - vom Hopffeldboden und aus dem näheren Bereich dieser Lokalität sind bereits über 30 verschiedene Mineralien bekannt - hat SCHEBESTA (1980) hingewiesen.

Da das Vorkommen vom Hopffeldboden viele gut ausgebildete Kristalle geliefert hat, war es naheliegend, die in der Literatur angeführten Daten (z.B. PALACHE et al. 1960, STRUNZ 1970) an Hand von geeignetem Material nachzuprüfen. Zusätzlich wurden Elektronenstrahl-Mikrosonden (EMS)-Analysen ausgeführt.

## Untersuchungsergebnisse und Diskussion

### a) EMS-Analysen

Teilanalysen wurden mittels einer ARL-Mikrosonde bei 15 kV Beschleunigungsspannung und zirka 15 nA Probenstrom durchgeführt. Die Elemente F und Ca wurden quantitativ, Y, Ce, La und Nd semiquantitativ gemessen. Die Analyseergebnisse sind in Tab.1 zusammengestellt. Aufgrund der EMS-Analysen kann für den Synchisit vom Hopffeldboden die Näherungsformel  $(\text{Ce}_{0,5}\text{Y}_{0,1}\text{La}_{0,2}\text{Nd}_{0,2})\text{Ca}[\text{F}/(\text{CO}_3)_2]$  angegeben werden. Nur wenige Vergleichsanalysen für Synchisit sind in der Literatur zu finden, z.B. VORMA et al. (1966), FLEISCHER (1978). VORMA et al. geben eine qualitative Synchisitanalyse mit Nd-Vormacht an. SCHEBESTA (1980) erwähnt, daß in einer Synchisitprobe vom Hopffeldboden mittels eines energiedispersiven Röntgen-

---

### <sup>†</sup>) Anschrift der Verfasser:

Dr. Franz Brandstätter, Dr. Gerhard Niedermayr  
Naturhistorisches Museum Wien, Mineralogisch-Petrographische Abteilung  
A-1014 Wien, Burgring 7  
Dr. Kurt Mereiter  
Technische Universität Wien, Institut für Mineralogie, Kristallographie  
und Strukturchemie  
A-1060 Wien, Getreidemarkt 9

spektrometers neben Cer ein relativ hoher Anteil an Samarium und Neodym festgestellt werden konnte. Dem Nomenklaturvorschlag von LEVINSON (1960) folgend, kann der vorliegende Synchisit als Synchisit- (Ce, Nd) bezeichnet werden. Das La/Nd-Verhältnis beträgt 0,81. Jenes des zum Vergleich untersuchten Synchisites vom Gewerkewald bei Bockstein beträgt 1,04. Der Synchisit vom Hopffeldboden liegt damit in dem Bereich La/Nd=0,77-0,99, der von FLEISCHER (1978) für hydrothermal gebildeten Synchisit-(Y) angegeben wird; jener von Bockstein liegt nur geringfügig höher.

Tabelle 1: EMS-Analysen von Synchisit, Hopffeldboden. Die Werte für F und Ca entsprechen dem Mittelwert von 5 Analysen, jene für Ce, Y, La und Nd wurden aus 3 Messungen gemittelt.

	Gew.-%	Zahl der Atome bezogen auf	
		Ca = 1	F = 1
F	6,09 ( 7)	0,95	1,00
Ca	13,5 (<1)	1,00	1,05
Ce	21,7	0,46	0,48
Y	4,1	0,14	0,14
La	8,5	0,18	0,19
Nd	10,1	0,21	0,22
		0,99	1,03

Dies stimmt gut mit der Tatsache überein, daß der Synchisit in den bisher bekannten alpinen Kluftparagenesen eine der jüngsten Bildungen darstellt. In dem Vorkommen vom Gewerkewald bei Bockstein (WENINGER 1979) tritt er in dichten Belägen über Chlorit auf, wird seinerseits aber von Laumontit überwachsen. Er hat sich somit noch außerhalb des Stabilitätsfeldes von Laumontit gebildet, wobei, unter Berücksichtigung der Begleitminerale, in diesem Fall die Bildungsbedingungen für den Synchisit mit 1-1,5 kb  $\text{pH}_2\text{O}$  und etwa 250<sup>o</sup>-280<sup>o</sup> C einzugrenzen sind (NIEDERMAYR und KOLLER 1980).

#### b) Röntgendaten

Synchisit gehört zu einer Gruppe chemisch und strukturell eng verwandter Minerale mit der allgemeinen Formel  $m\text{RFCO}_3 \cdot n\text{CaCO}_3$  (R=Y, La und Seltenen Erden, namentlich Ce). Neben den Endgliedern Bastnäsit,  $\text{RFCO}_3$ , und Vaterit,  $\text{CaCO}_3$ , sind als Vertreter vor allem Parisit,  $2\text{RFCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ , Röntgenit,  $3\text{RFCO}_3 \cdot 2\text{CaCO}_3$ , und Synchisit,  $\text{RFCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ , zu nennen. Die Kristallstrukturen dieser Minerale sind nach MEYER (1969) und anderen Autoren als Wechsellagerung von "Bastnäsit"- und "Vaterit"-Schichten aufzufassen.

Gemeinsames Merkmal der Minerale ist hexagonale bzw. trigonale Symmetrie oder zumindest Pseudosymmetrie, sowie eine hexagonale Pseudozelle mit den Abmessungen  $a \sim 4,1$  und  $c \sim 4,2-4,9 \text{ \AA}$ . Tatsächlich sind die einzelnen Elementarzellen jedoch größer. Es ist  $a = a' \sqrt{3} \sim 7,1 \text{ \AA}$ , sowie  $c = k \cdot c'$  mit  $k=2$  und  $c=9,79 \text{ \AA}$  für Bastnäsit,  $k=4$  und  $c=16,94 \text{ \AA}$  für Vaterit,  $k=12$  und  $c=54,7 \text{ \AA}$  für Synchisit,  $k=15$  und  $c=69,4 \text{ \AA}$  für Röntgenit, sowie  $k=18$  und  $c=84,1 \text{ \AA}$  für Parisit (DONNAY und DONNAY 1953; MEYER 1969).

Abweichend von den übrigen Vertretern dieser Reihe soll Synchisit nach DONNAY und DONNAY (1953) zwar eine Zelle mit hexagonaler Metrik, jedoch niedrigerer, entweder rhombischer oder monokliner Symmetrie, besitzen. Dieser Befund stützt sich auf die beobachtete Lauesymmetrie, über die jedoch keine näheren Angaben gemacht werden.

Für die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen des Synchronisites vom Hopffeldboden diente ein gut ausgebildeter hexagonal prismatischer Kristall. Einkristallaufnahmen mit der Präzessionskamera ( $\text{MoK}\alpha$ -Strahlung) bestätigten grundsätzlich die von DONNAY und DONNAY (1953) angegebenen Elementarzellaabmessungen und zeigten hinsichtlich der Reflexionsintensitäten - auch für die sehr schwachen Oberstrukturreflexe - gute Obereinstimmung mit der von den genannten Autoren abgebildeten h01-Aufnahme von Synchronisit. Davon abweichend waren die reziproken Gittergeraden  $h01$  mit  $h \neq 3n$ , die ausnahmslos nur wenige, sehr schwache Reflexe enthalten, merklich diffus als "Stäbe" ausgebildet. Dies ist ein Hinweis auf Schichtstapelfehler in Richtung  $c$ , eine Erscheinung, die vom Vaterit wohlbekannt ist. Um der Frage der Symmetrierniedrigung etwas näher zu kommen, wurde lange belichtete Aufnahmen der Schichten  $hk0$ ,  $hk2$ ,  $hk3$  und  $hk6$  durchgeführt. Während drei von ihnen keine Abweichungen von hexagonaler Lauesymmetrie erkennen ließen, entsprach das sehr intensitätsarme Beugungsbild von  $hk2$  in guter Näherung rhombischer, bei Berücksichtigung kleiner Intensitätsunterschiede sogar monokliner Lauesymmetrie. In Obereinstimmung mit diesem Befund erwies sich der röntgenographisch untersuchte Kristall unter dem Mikroskop als optisch zweiachsig positiv mit  $2V \sim 6^\circ$  und der Achsenebene senkrecht zur Symmetrieebene der  $hk2$ -Aufnahme.

Zur Ermittlung genauere Gitterkonstanten wurde der Kristall überdies auf einem Vierkreisdiffraktometer (Philips PW 1100) vermessen. Abweichungen von hexagonaler Metrik waren nicht nachzuweisen. Die gefundenen Werte  $a = 7,096(3)$  und  $c = 54,53(3) \text{ \AA}$  stimmen mit jenen von DONNAY und DONNAY (1953) ( $a = 7,11$ ,  $c = 54,7 \text{ \AA}$ ) gut überein.

Die vorliegenden Ergebnisse erhärten die Feststellung von DONNAY und DONNAY (1953) bezüglich der Symmetrierniedrigung von Synchronisit. Dies findet eine zusätzliche Stütze im optisch zweiachsigen Verhalten - ein Befund, der nach unserem Wissen neu ist. Inwieweit die wahrscheinlich nur sehr geringe Abweichung von trigonaler oder hexagonaler Symmetrie mit Ordnungs-Unordnungsphänomenen zusammenhängt, muß bis zum Vorliegen umfangreicherer Daten offen bleiben.

## Literatur

- DONNAY, G. und J.D.H. DONNAY (1953): The crystallography of bastnaesite, parsite, roentgenite, and synchronisite. - *Am.Mineral.*38, 932-963.
- FISCHER, Th. (1977): Lohningbruch, Rauris. *Lapis* 2,7, 19-23.
- FLEISCHER, M. (1978): Relative proportions of the lanthanides in minerals of the bastnaesite group. - *Can.Mineral.*16, 361-363.
- LEVINSON, A.A. (1966): A system of nomenclature for rare-earth minerals. - *Am.Mineral.*51, 152-158.
- MEIXNER, H. (1971): Zur "Salzburg"-Exkursion der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, Oktober 1971. - *Karinthin* 65, 236-250.
- MEYER, H.J. (1969): Struktur und Fehlordnung des Vaterits. - *Z. Krist.* 128, 183-212.
- NIEDERMAYR, G. und F. KOLLER (1980): Neue Mineralfunde aus dem Tauernfenster. - *Mitt.Österr.Mineralog.Ges.* 127, 20-27.
- NIEDERMAYR, G. und F. GARTNER (1981): Synchronisit aus dem Obersulzbachtal/Österreich. - *Lapis* 6, 2, 31.
- PALACHE, Ch., H. BERMAN and C. FRONDEL (1960): *Dana's System of Mineralogy*. - Vol.II, 7.Aufl. New York-London: Wiley, 1124 S.



- SCHEBESTA, K. (1980): Alpine Kluftminerale vom Staumauerbau Bärenfall im Gasteiner Tal. - Lapis 5, 3, 9-13.
- SCHEBESTA, K. (1982): Hopffeldboden/Obersulzbachtal. - Die Mineralien der Alpen Klüfte vom Hopffeldboden. - Lapis 7, 1, 9-20.
- STRUNZ, H. (1970): Mineralogische Tabellen. - 5 Aufl. Leipzig: Akademische Verlagsges., 621 S.
- VORMA, A., P. OJANPERÄ, V. HOFFRÉN, J. SOVALA and A. LÖFGREN (1966): On the rare earth minerals from the Pyörönmaa pegmatite in Kangasala, S.W.Finland. - Comm.Géol.Finlande Bull. 222, 241-274.
- WENINGER, H. (1979): Bockstein im Gasteiner Tal. - Lapis 4, 10, 26-28.
- WENINGER, H. (1981): Fergusonit aus dem Obersulzbachtal. - Lapis 6, 7/8, 66.

von

R. Seemann und G. Niedermayr †)

(eingelangt am 7.12.1982)

### Zusammenfassung

Funde von exotischen Geröllen und Bauxiten auf der Karsthochfläche des Dachsteins, im Bereich zwischen Taubenkogel und Hohem Gjaidstein, wurden eingehender untersucht. Vorläufige mineralogisch-petrologische sowie spurenechemische Bearbeitungen der Bauxite und der sehr unterschiedlich zusammengesetzten Gerölle liefern Ergebnisse, die gewisse Vergleiche zu den "exotischen Geröllen" und Bauxithorizonten der Gosau zulassen. Die Möglichkeiten eines Zusammenhanges der kristallinen Schotter und der allochthonen Feinsedimente in den Karsthöhlen des Dachsteinmassivs, sowie die Beziehungen zur Augensteinüberstreuung der Nördlichen Kalkalpen werden erörtert und diskutiert.

### Fundgebiet und Probenbeschreibung

Das Fundgebiet liegt im gebankten Dachsteinkalk im Bereich zwischen Taubenkogel und Hohem Gjaidstein in einer Seehöhe von ca. 2400 m. Es handelt sich um einen abgeflachten Bergrücken mit typisch hochalpiner Kahlkarstentwicklung, der durch steile Felsabstürze von der übrigen Dachsteinhochfläche abgetrennt ist.

Die Fremdgesteinskomponenten liegen somit in einem Niveau, das um ca. 400-600 m aus dem heutigen Dachsteinplateau herausragt. Dieses umgebende Plateau, das durch die pleistozänen Vergletscherungen geformt wurde, zeigt keine derartige Anreicherung und Vielfalt an Fremdgesteinen, sondern eher Quarzrestschotter bzw. "Augensteine". Diese sind hier in Dolinen und Karstgassen, bzw. in weiterer Folge in den darunterliegenden Karsthohlräumen als fein- bis grobkörniges Sediment angesammelt.

Es konnten zwei aufgrund des Gesteinsbestandes scharf zu trennende Fundkomplexe festgestellt werden, die räumlich nur geringfügig voneinander getrennt liegen.

- 1) "Exotische Gerölle", die entsprechend vorhandener Reste aus einem Konglomerat abzuleiten sind, das mit Limonit und Feinsedimenten verkittet wurde. Die Gerölle sind zum Teil sehr gut gerundet und weisen ein für Fremdgesteinskörper im Bereich der Karstgebiete der Nördlichen Kalkalpen ungewöhnliches und reichhaltiges Artenspektrum auf (Tab.1). Das Bindemittel des ursprünglichen Konglomerates ist sehr dicht. Als Verkittungsmittel tritt hauptsächlich Limonit und limonitimpregnierter Ton bis Sandstein auf. Durch Oberflächenverwitterung werden die Gerölle aus dem Verband gelöst. Die Matrix tritt in Folge auch als wenig gerundete, eigene Lockersedimentkomponente auf.
- 2) Bauxit-Kalk-Brekzie mit vorwiegend scharfkantigen Komponenten. Die Kalkbruchstücke sind meist korrodiert, die Bauxite schwach kantengerundet und besitzen zum Teil eine "wüstenlackartige" Oberfläche. Neben den beiden Hauptkomponenten treten untergeordnet auch Bohnerz und Pseudomorphosen von Limonit nach Pyrit auf. Das Gefüge der Brekzie ist sehr locker und reich an Hohlräumen, die zum Teil sekundär mit grobspätigem Calcit ausgefüllt sind. Das geringe primäre Bindemittel besteht hauptsächlich aus feinkörnigem Calcit mit etwas Illit. In der Matrix eingeschlossen sind kleine Bauxit-, Limonit- und Quarzgerölle.

---

†) Anschrift der Verfasser:

Dr. Robert Seemann, Dr. Gerhard Niedermayr  
Naturhistorisches Museum Wien, Mineralogisch-Petrographische Abteilung  
A-1014 Wien, Burgring 7

	MINERALBESTAND										
	% Anteil	Rundung	Calcit	Goethit	Hämatit	Quarz	K-Feldspat	Muskovit (Illit)	Chlorit	Serpentin	Chloritoid
Gangquarze weiß-grau	xxx	r				xxxx					
Kieselschiefer grau-schwarz	x	r				xxxx		x			
Chloritoidquarzite grau-schwarz	xx	r				xxx		x	x		xxx
Phyllite, Quarzphyllite grau	x	r-sr				xxx		xxx	xx		
Quarzite ocker-graugrün	xx	r				xxxx		x	x		
Permoskyth-Sandsteine. rot-violett	xx	r			x	xxx	xx	xx	x		
Porphyre rot-braun	x	r		x	x	xx			xxx		
Chlorit-Muskovit-Schiefer grün	x	r				xxx		xxx	xxx		
Serpentinite hell-dunkelgrün	x	sr								xxxx	
Hornsteine, Radiolarite grau-rot	x	sr-kr				xxxx					
Kalke	x	k	xxxx					x			
Limonitisches Bindemittel	xx	k-kr		xxxx		x					

Tab.1: Zusammensetzung der "exotischen Gerölle", bzw. des Ausgangskonglomerates.  
 (Erkl.: halbquantitative Verteilung : xxxx : 100-50%, xxx : 50-20%,  
 xx : 20-5%, x : 5%. Rundung : r : gut gerundet, sr : schwach gerundet,  
 kr : kantengerundet, k : kantig)

So wie bei den Kristallin-Geröllen sind die Bauxite durch Verwitterung aus dem Verband gelöst und zusammen mit den Bohnerzen in flachen Dolinen angereichert. Nach den Geländeaufschlüssen dürfte das hangschuttähnliche Sediment ausgehend von der ursprünglichen Oberfläche mehr oder weniger tiefreichende, bis zu mehreren Metern mächtige Klüfte oder Paläo-Karsthohlformen aufgefüllt haben. Die dort verfestigte Brekzie wurde durch nachfolgende Oberflächenabtragung wieder freigesetzt und dabei zum Teil auch (mehrfach) umgelagert.

Auffallend ist, daß weder in der Bauxit-Kalk-Brekzie "exotische Gerölle" noch im Konglomerat Bauxit- oder Kalkkomponenten eingeschlossen sind, was hinsichtlich der engen Nachbarschaft (einige 100 m) eine (mehrfache) Umlagerung der Rückstandssedimente im Zuge der Oberflächenabtragung auszuschließen scheint.

Aus den derzeitigen Untersuchungsergebnissen ist nicht zu entscheiden, ob beide Bildungen in etwa gleichzeitig entstanden sind, oder ob sie verschiedenen Ereignissen zugeordnet werden müssen.

### Untersuchungsergebnisse und Diskussion

Entsprechend den zwei Fundkomplexen werden auch die Gesteinsassoziationen getrennt behandelt.

Nach Tab.1 kann nach der bisherigen Bearbeitung bei den exotischen Geröllen vom Dachstein folgende Gruppierung vorgenommen werden.

- 1) Quarzrestschotter, meist Rückstände von Gangquarzen diverser Ausgangsgesteine.
- 2) Schwarze bis graue Quarzite und Kieselschiefer, wobei unterschieden werden muß zwischen chloritoidreichen Quarziten bis Chloritoidschiefern, stark geschiefert feinkörnigen Kieselschiefern (Lyditen) und quarzreichen Phylliten. Lydite und Phyllite können möglicherweise auf Serien der Grauwackenzone bezogen werden, Chloritoid führende alt- und jungpaläozoische Gesteine aus dem Bereich SW des Dachstein-Massives beschreibt u.a. DACHS (1980).
- 3) Permo-skythische Gesteine: rote bis rötlichviolette- kalifeldspatreiche Silt- bis Sandsteine und Feinkonglomerate sowie hellgraue, graugrüne und rötliche Quarzite. Alle derartigen Gesteine lassen im Schriff eine schwache metamorphe Überprägung erkennen.  
Die von 10 verschiedenen Geröllen angefertigten Schwermineral-Spektren zeichnen sich durch hohe Anteile von Zirkon und Turmalin aus. In 3 Proben war darüber hinaus auch Apatit, teils gut gerundet, eine häufige Komponente. Die Zirkone treten z.T. in kleinen, angerundeten Körnern auf. Einfache und komplexe Flächenkombinationen und teils auch Zonarbau sind zu beobachten; ein Teil dieser Zirkone könnte aus sauren Vulkaniten (z.B. permischen Quarzporphyren) bezogen werden. Aufgrund der Schwermineral-Spektren, des Hauptmineralbestandes und der allgemeinen Lithologie dieser Gerölle wird deren Herkunft von permo-skythischen Serien abgeleitet (siehe dazu NIEDERMAYR et al. 1978).
- 4) Basische bis ultrabasische metamorphe Gesteine, hauptsächlich Serpentine sowie chloritreiche Schiefer.
- 5) Kalkkomponenten sowie Hornstein und Radiolarit, stammen aus karbonatischen Serien, die mit Jura bis Kreide jünger einzustufen sind als der Dachsteinkalk. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Gruppen lassen die nur schwachen Abrundungserscheinungen dieser Komponenten auf kürzere Transportwege bzw. weniger Umlagerung rückschließen.

Als sekundäres Verkittungsmaterial tritt ein nur relikartig erhaltenes feinkörniges limonitisches Bindemittel mit tonig bis sandigen und z.T. mergeligen Anteilen auf.

Die auffälligsten Geröllkomponenten in den exotischen Geröllen des Dachsteins stellen die Chloritoid führenden Quarzite und Schiefer dar. Der Nachweis von

Chloritoid führenden Gesteinen in "Fremdgesteins-Feldern" der Nördlichen Kalkalpen ist eine wichtige Beobachtung, die für die Frage nach dem Liefergebiet dieser Schotterfluren wesentlich erscheint. Chloritoid ist als Anzeiger einer epimetamorphen Prägung Al-reicher Ausgangsgesteine bekannt (z.B. DACHS 1980, SCHRAMM 1982).

Die beobachteten permo-skythischen Gerölle gleichen sehr den Gesteinstypen, die von der Basis der Nördlichen Kalkalpen bekannt sind. Auch von anderen exotischen Geröll-Vorkommen sind Komponenten permo-skythischer Serien nachgewiesen worden (z.B. BRANDL 1956). Schwer vorstellbar ist allerdings, daß die Kalkalpen-Basis selbst als Liefergebiet für die Gerölle auf den Kalkhochflächen in Frage kommt (siehe MEIER 1954, ERKAN 1973, TOLLMANN 1976). Dementsprechend muß auch der Vorgang der "Augensteinüberstreuung" der Nördlichen Kalkalpen, die nach RIEDL (1966) in das untere Miozän gestellt wird, neu überdacht werden; speziell da man schon seit SIMONY (1851) als Herkunft nur die Kristallingebiete der Zentralalpen südlich der Ennstal-Störung ansieht. Das Liefergebiet der Geröll-Überstreuung auf der Hochfläche des Dachsteins kann aber aufgrund des beobachteten Geröllspektrums nicht im Bereich der heutigen Zentralalpen gelegen haben. Dafür spricht der Reichtum an Chloritoid führenden Geröllen, und an Geröllen, die auf anchimetamorphe, permo-skythische Serien zurückgeführt werden können. Kristallingerölle, die sich eventuell auf zentralalpine Liefergebiete zurückführen lassen, treten dagegen zurück.

Die Kalk-Bauxit-Brekzie stellt den zweiten Fundkomplex dar, der von Gesteinsart und Ausbildung gänzlich anders entwickelt ist als die exotischen Gerölle (Tab.2). Besonders auffällig ist die hohe Anreicherung an Bauxit und der sehr geringe Rundungsgrad aller Komponenten.

Die Korngröße der Bauxite schwankt zwischen 150 und 1 mm, mit einem Maximum bei 4-8 mm. Die Farbe schwankt entsprechend dem Eisengehalt zwischen hellgelb, rot und dunkelbraun.

	MINERALBESTAND									
	% Anteil	Rundung	Calcit	Goethit	Hämatit	Gibbsit	Böhmit	Quarz	Illit	Chlorit
Kalke	xxxx	k	xxxx							
Bauxite (gelb,braun,rot)	xx	kr		x	xx	xxxx	x	x	x	x
Bohnerze	x	k-kr		xxxx						
Pseudomorphosen nach Pyrit	x			xxxx	x					
Gangquarze (weiß)	x	r						xxxx		
feinkörniges Bindemittel	xx		xxxx					x	x	x
grobspätiger Calcit	xx		xxxx							

Tab.2: Zusammensetzung der Kalk-Bauxit-Brekzie (Erklärung wie in Tab.1)

Der Pauschalchemismus wurde an zwei, der Spurenchemismus an drei repräsentativen Bauxitproben ermittelt (SEEMANN 1979), DaP5 (1) ist hellgelber, DaP5 (2) dunkelbrauner Bauxit:

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	SrO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
DaP5(1)	2,3	3,3	48,7	18,8	0,25	0,1	0,2	0,05	0,1	0,05	26,0
DaP5(2)	2,3	2,5	39,6	34,1	0,2	0,2	0,3	-	0,02	0,05	20,6

Die Bauxite sind demzufolge relativ arm an SiO<sub>2</sub>, es konnte auch röntgenographisch kein Kaolin nachgewiesen werden.

Mit Hilfe des Spurenchemismus ließ sich hinsichtlich der Zuordnung der Bauxite zu bestimmten Ausgangsgesteinen kein einheitlicher Trend erkennen. Durchschnittlich relativ hoher B-Gehalt (ca. 70 ppm) spricht für Karstbauxit, das Verhältnis Cr/Ni (Cr ca. 530 ppm, Ni ca. 15 ppm) eher für Lateritbauxit (Silikatbauxit) mit Tongesteinen und/oder Gesteinen mit basaltischem Chemismus als Ausgangsmaterial. Ebenso weist der hohe Titanwert (ca. 1,5 %) auf tonreiche Ausgangssubstanz hin. Die niederen Ni-Werte lassen auch eine Beteiligung saurer Ausgangsgesteine - Granit, Syenit, Gneis, Sandstein - bei der Bauxitbildung vermuten (siehe SCHROLL 1976). Sicher ist, daß der Bauxit als Endprodukt einer intensiven allitischen Verwitterung von Al-haltigen Silikatmineralien in humid-tropischen Klimaten anzusprechen ist, wobei nach den Fundumständen die Bauxitbildung wohl auf dem Karstgebiet stattfand, aber ein Überangebot an verschiedenen allochthonen Gesteinen gegeben war.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Art und Weise der besprochenen Ablagerungen gewisse Vergleiche zu den exotischen Geröllen und Bauxiten der Gosau zulassen.

So ist in Schwermineralspektren von Gosausedimenten Chloritoid in z.T. beträchtlichen Anteilen festgestellt worden (u.a. WOLETZ 1963, FAUPL und POBER 1981, FAUPL 1982). Diese Anreicherung deutet darauf hin, daß zur Zeit der Sedimentation der stratigraphisch tieferen Einheiten der Gosau-Gruppe reichlich Chloritoid führende Metamorphite im Hinterland der Erosion zugänglich gewesen sein müssen. Im Gegensatz dazu weisen jüngere Sedimente, ab dem Paleozän bis zu den quartären Schotterfluren, im Bereich inneralpiner Becken und des Alpenvorlandes, Chloritoid nur mehr in geringen Mengen auf (siehe dazu KURZWEIL 1973, NIEDERMAYER und SEEMANN 1974). Als weiteres Charakteristikum sind die Serpentinite gosauischer Sedimente im Bereich der nördlichen Kalkalpen nach DIETRICH und FRANZ (1976) und FAUPL (1978) auf obduzierte Ophiolithkörper der südpenninischen Zone zurückzuführen. Sie werden in der Mittelkreide zusammen mit Quarzporphyren, als Bestandteil des sogenannten "Rumunischen Rückens" (mit kontinentalem Grundgebirge und Sedimenten des nördlichen ostalpinen Randstreifens) im Norden des als flachmariner Trog entwickelten Kalkalpins mit Turbidit sedimentation angenommen.

Nach PLÜCHINGER (1980) werden spätere Schüttungen mit Quarzphyllit-, Phyllit- und Grünschieferanteilen mit Granat als Schwermineralcharakteristikum eher aus dem Süden (Zentralalpin + Hüllgesteine) bezogen.

Die meist basalen Bauxite und bauxitischen Tone werden auf vorgosauische Trockenlegung und Verkarstung zurückgeführt. Den Modellvorstellungen der gosauischen Sedimentationsphasen mit relativ kurzfristig wechselnden Ablagerungsbedingungen und Liefergebieten entsprechend (OBERHAUSER 1980) müssen die Gebiete der heutigen Dachsteinhochfläche sowohl zu Zeiten der Überstreuung mit Fremdgesteinen, als auch im Rahmen der Bauxitbildung, eine Beckenlandschaft gewesen sein. In der Phase der Sedimentation exotischer Gerölle standen altpaläozoische bis permische aber auch jüngere Einheiten in unmittelbarer bis weiterer Umgebung als Liefergebiete für die Schotterkörper zur Verfügung. Die ortsfremden Sedimente, über deren Abfolge hier keine Feststellung mehr getroffen werden kann, überdeckten (und plombierten) ein altes Karstprofil. Dabei gerieten etliche Anteile an Fein-

sedimenten und Schottern in tieferreichende Karsthohlformen und wurden dort konserviert. Durch spätere Oberflächenabtragung wurde das Material nach und nach wieder freigelegt.

Ähnlich verhält es sich mit dem Bauxit, nur daß hier das autochthone Material nicht durch fluviatilen Transport, sondern durch Versturz in Klüfte und Hohlformen gelegte und z.T. durch mehrfache Umlagerung in immer tiefer angelegte, jüngere Karstsysteme eingebracht wurde. Im Bereich des Dachsteins führte dieser Prozeß soweit, daß in den pleistozänen bis rezenten Höhlensystemen (ca. 1000-1500 m tiefer als die gegenständliche Fundstelle) im Rahmen der Augensteinsedimente u.a. noch immer Restbestände von Materialien mit vergleichbarem Gesteins-, Mineral- und Schwermineralbestand registriert werden können (SEEMANN 1979).

### Literatur

- BRANDL, W. (1956): Neue Augensteinfundorte auf dem Trenchtling bei Vordernberg. Car.II., Sh. 20, 19-21.
- DACHS, E. (1980): Metamorphoseuntersuchungen an klastischen Sedimentgesteinen südwestlich des Dachsteins (Grauwackenzone/Nördliche Kalkalpen). - in: "Die frühalpiner Geschichte der Ostalpen" (Hochschulschwerpunkt S 15), Jahresbericht 1980, H2, 93-95, Leoben 1981.
- DIETRICH, V.J. und U. FRANZ (1976): Ophiolith-Detritus in den santonen Gosau-Schichten (Nördliche Kalkalpen). - Geotekt.Forsch. 50, 85-109.
- ERKAN, E. (1973): Die exotischen Gerölle in der Gosaukreide der nördlichen Kalkalpen. - Mitt.Geol.Ges.Wien 65, (1972), 33-108.
- FAUPL, P. (1978): Zur räumlichen und zeitlichen Entwicklung von Breccien- und Turbiditserien in den Ostalpen. - Mitt.Ges.Geol.Bergbaustud. Österr., 25, 81-110.
- FAUPL, P. (1982): Zur Gosauentwicklung im Südende der Weyerer Bögen zwischen Unterlaussa und St.Gallen (Stmk.). - in: "Die frühalpiner Geschichte der Ostalpen" (Hochschulschwerpunkt S15), Jahresbericht 1981, 133-147, Leoben 1982.
- FAUPL, P. und E. POBER (1981): Schwermineraluntersuchungen in der Wörschacher Gosau. - in: "Die frühalpiner Geschichte der Ostalpen" (Hochschulschwerpunkt S 15) Jahresbericht 1980, H2, 135-138, Leoben 1981.
- KURZWEIL, H. (1973): Sedimentpetrologische Untersuchungen an den jungtertiären Tonmergelserien der Molassezone Oberösterreichs. - Tschermaks Min.Petr.Mitt. 20, 169-215.
- MEIER, A. (1954): Augensteine und tertiäre Schotter. - in: Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe. Hrsg.: O. GÄNSS, F. KÖMEL und E. SPENGLER, Wissenschaftl.Alpenvereinshefte 15, Innsbruck: Wagner, 68-70.
- NIEDERMAYR, G. und R. SEEMANN (1974): Vorläufiger Bericht über sedimentpetrographische und mineralogische Untersuchungen an Höhlensedimenten des Karstgebietes Pfaffenberg bei Bad Deutsch-Altenburg (NÖ). - Die Höhle 25, 1, 3-11.
- NIEDERMAYR, G., R. SEEMANN und E. SCHERIAU-NIEDERMAYR (1978): Die Perm-Trias-Grenze im westlichen Drauzug, Kärnten-Osttirol. - Ann. Naturhist.Mus.Wien 81, 1-17.

- OBERHAUSER, R. (1980): Das Altpaläozoikum (Die geologische Entwicklung von der Mittleren Kreide bis an die Wende Eozän-Oligozän). - in: "Der Geologische Aufbau Österreichs", Geol. B.-A. Wien-New York: Springer, 35-48.
- PLÜCHINGER, B. (1980): Die Nördlichen Kalkalpen. - in: "Der Geologische Aufbau Österreichs", Geol.B.-A. Wien-New York: Springer 218-264.
- RIEDL, H. (1966): Neue Beiträge zum Problem: Raxlandschaft - Augensteinlandschaft. - Mitt.Österr. Geograph.Ges. 108, 98-109.
- SCHRAMM, J.-M. (1982): Überlegungen zur Metamorphose des klastischen Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen vom Alpenostrand bis zum Rätikon (Österreich). - Verh.Geol.B.-A., Jg. 1982, 73-83.
- SCHROLL, E. (1976): Charakterisierung der Bauxite und das Problem der stofflichen Herkunft der Karstbauxite. - in: "Analytische Geochemie, Bd.II, Grundlagen und Anwendungen", Stuttgart: Enke, 181-186.
- SEEMANN, R. (1979): Die sedimentären Eisenvererzungen der Karstgebiete der Nördlichen Kalkalpen. - Ann.Naturhist.Mus.Wien 82, 209-289.
- SIMONY, F. (1851): Das Vorkommen der Urgebirgsgeschiebe auf dem Dachsteinplateau. - Jb.Geol.R.-A. 2, 159-160.
- TOLLMANN, A. (1976): Der Bau der Nördlichen Kalkalpen, Orogene Stellung und regionale Tektonik. - Monogr.d.Nördl.Kalkalpen, Teil 3. - Wien: Deuticke, 456 S.
- WOLETZ, G. (1963): Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide- und Alttertiär-Schichten der nördlichen Ostalpen. - Jb.Geol.B.-A. 106, 89-119.





von

F. Koller †)

(eingelangt am 10.12.1982)

Zusammenfassung:

In den kleinen Dioritintrusionen des Moldanubikums gibt es oft intensive pegmatitische bis aplitische Durchädungen. Basierend auf ausführlichen Beschreibungen dreier Fundgebiete im Nördlichen Waldviertel, im Bayrischen Wald und in der Oberpfalz wurden die Gemeinsamkeiten hervorgehoben und die Unterschiede diskutiert.

Im Nördlichen Waldviertel finden sich neben den großen Granitintrusionen noch kleineren Plutonitkörper, die im allgemeinen eine dioritische bis gabbroide Zusammensetzung aufweisen. Ihr Mineralbestand besteht aus Plagioklas, Biotit, Hornblende, Quarz und Alkalifeldspat, deshalb werden sie größtenteils als Quarzmonzodiorite bis Quarzmonzonite bezeichnet (KOLLER und NIEDERMAYR, 1981). Die Gesteine wurden und werden in einer größeren Anzahl von Steinbrüchen in der Umgebung von Gebharts als Bau- und Dekorsteine gewonnen. Altersmäßig werden sie als Vorläufer der Feinkorngranite (Typus Mauthausen, Schrems) aufgefaßt und sind damit jünger als die Grobkorngranite (Typus Weinsberger, Rastenberger). Die dunkelgrau gefärbten, fein- bis mittelkörnigen Diorite werden von zahlreichen Pegmatit- und Aplitgängen durchschlagen, deren Mächtigkeit von wenigen cm bis maximal 1 m reicht. Sich kreuzende Gangsysteme, Verzweigungen und Aufspaltungen einzelner Gänge, deutliche Zonierung der Gänge mit aplitischen Saalbändern und kavernöse Zonen belegen eine mehrphasige Tätigkeit bei der pegmatitischen Durchädung. In den flächenmäßig wesentlich größeren Steinbrüchen im benachbarten Schrems- und Eisgarner Granit fehlen im Gegensatz zu den dioritischen Gesteinen vergleichbare Pegmatite und Aplitgänge völlig.

Der Mineralbestand der Pegmatite umfaßt Orthoklas, Quarz und leistenförmig nach {100} verzerrtem Biotit, Muskovit findet man nur sehr selten. Von KOLLER und NIEDERMAYR (1979) werden die akzessorische Mineralführung auf eine primär-pegmatitische, eine hydrothermal-pneumatolytische und auf eine niedrigthermale Mineralisation zugeteilt. Die niedrig-thermalen Mineralparagenesen finden sich nicht nur in den Hohlräumen und Drusen der Pegmatite sondern auch als Kluffüllungen in den Dioriten selbst. Diese Mineralisation hat zumindest teilweise vergleichbare Äquivalente in den granitoiden Gesteinen (KOLLER et al., 1978).

Die Diorit- und Granitsteinbrüche bei Tittling im Bayrischen Wald sind schon lange wegen ihrer Mineralvorkommen bekannt (STRUNZ und TENNYSON, 1964, HOCHLEITNER 1978, TENNYSON 1981). Nach einer Beschreibung von TENNYSON (1981) liegen die Mineralvorkommen sowohl in den dioritischen Gesteinen als auch im Tittlinger Granit. Die Aufschlüsse, im wesentlichen Steinbrüche, zeichnen sich durch eine Vielzahl von Aplit- und Pegmatitgängen (cm bis ca. 1 m mächtig) aus. Pegmatitische Hohlräume und Mirololenbildung sind relativ häufig. Die Biotit-reichen Quarzdiorite stellen auch hier Vorläufer der feinkörnigen Tittlinger Granite dar. HOCHLEITNER (1978) beschreibt drei verschiedene Gangtypen mit teilweise sehr ähnlichem Mineralbestand, gleichzeitig unterscheidet er zwischen einem pegmatitischen Mineralbestand und hydrothermalen Paragenesen. Der von HOCHLEITNER (1978) ohne Angabe einer Bestimmungsmethode genannte Pumpellyit wird von TENNYSON (1981)

†) Anschrift des Verfassers:  
Dr. Friedrich Koller  
Universität Wien, Institut für Petrologie  
A-1010 Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1

nicht erwähnt. Der Nachweis von Pumpellyit erscheint daher als nicht ausreichend gesichert und wird daher in weiterer Folge in der tabellarischen Zusammenstellung nicht angeführt.

Im Steinbruch Himmelleiten bei Roßbach in der Oberpfalz ist ein dem österreichischen Vorkommen sehr ähnlicher Biotit-Quarzdiorit aufgeschlossen (TROLL 1975). Die dioritischen Gesteine, variable Gehalte an Alkalifeldspat erlauben eine Bezeichnung vom Quarzdiorit bis zum Quarzmonzonit, sind jünger als der Kristallgranit I, da sie diesen als Einschluß führen. Gleichzeitig sind sie jedoch älter als der Kristallgranit II, der die Diorite durchdringt und mit dem es zu diffusen Mischungen kommt (EIGLER und GEIPEL 1982). Die Diorite werden von zahlreichen Pegmatit- und Aplitgängen durchschlagen, die häufig Hohlräume und Kristalldrusen aufweisen. Sehr häufig finden sich bis 10 cm große Rauchquarze und gutausgebildete Orthoklaskristalle. Zepterartiges Kristallwachstum der Quarzkristalle deutet auf ein mehrphasiges Wachstum hin. Mineralneubildungen belegen, daß eine Kristallisation unter hydrothermalen Bedingungen stattgefunden hat.

Auf Grundlage dieser drei Fundortbeschreibungen aus dem Nördlichen Waldviertel (KOLLER und NIEDERMAYR 1979), aus dem Bayrischen Wald (TENNYSON 1981) und aus der Oberpfalz (EIGLER und GEIPEL 1982), und eigener Kenntnisse von Pegmatitmineralisationen im Zusammenhang mit dioritischen Intrusivkörpern soll auf augenfällige Gemeinsamkeiten hingewiesen und deren Bedeutung diskutiert werden. In Tabelle 1 sind für die drei Fundortgebiete die bisher bekannten Mineralphasen in alphabetischer Reihenfolge zusammengestellt. Folgende Ähnlichkeiten in den Vorkommen wurden festgestellt:

1. Auffallend häufige pegmatitische und aplitische Durchäderungen in dioritischen Gesteinen (Nördliches Waldviertel, Roßbach, Tittling) bzw. im Zusammenhang mit dioritischen Gesteinen (Tittling).
2. Die hier beschriebenen Dioritkörper können als Vorläufer der Feinkorngranitintrusionen aufgefaßt werden und zeigen in allen drei Vorkommen diffuse Mischungen mit den Graniten.
3. Reiche und ähnliche akzessorische Mineralphasen pegmatitischer bis pneumatolytischer Bildung: zahlreiche Sulfide (Pyrrhotin, Chalcopyrit, Sphalerit, Pyrit, etc.), Fluorit, Apatit, Turmalin, Beryll, Zirkon.
4. Immer deutlich erkennbare hydrothermale Überprägung und Neubildung von Mineralphasen wie Chlorit, Prehnit, div. Zeolithe.
5. Reichtum von primären (pegmatitisch-pneumatolytisch) Be-Mineralen (Beryll, Danalith, Helvin) sowie zahlreiche unter hydrothermalen Bedingungen neugebildete Be-Mineralphasen (Milarit, Bavenit, Bertrandit, etc.) in den Pegmatitgängen von Gebharts und Tittling. Für Roßbach wurde Beryll ebenfalls nachgewiesen, obwohl er in diesem Vorkommen sehr selten ist.
6. Der Helvin von Tittling (58,2 % Helvin- und 41,8 % Danalithkomponente, STRUNZ und TENNYSON 1964) ist hinsichtlich seiner Farbe, Auftreten und der Zusammensetzung mit dem rotbraunen Danalith von ArtoIz (28,4 % Helvin-, 59,7 % Danalith- und 11,9 % Genthelvin Komponente, KOLLER und NIEDERMAYR 1979) gut vergleichbar.

Das Auftreten von zahlreichen Pegmatitgängen geringer Mächtigkeit im Zusammenhang mit Dioritkörpern ist entweder in direkter Weise mit der Intrusivfolge Diorit-Feinkorngranite oder mit späteren magmatischen Tätigkeiten (z.B. Zweiglimmergranite) korrelierbar. Die Tatsache, daß die beschriebenen Pegmatite vor allem im Zusammenhang mit den Dioriten zu finden sind und in den großen Arealen der Feinkorngranite üblicherweise fehlen, spricht für die erstere Möglichkeit. Aus der Beschreibung der Pegmatite von Tittling ist abzuleiten, daß vor allem die auf die Diorite nachfolgende Intrusion der Feinkorngranite für die intensive pegmatitische und aplitische Durchäderung verantwortlich ist. Das häufige Auftreten von diffusen Mischungen zwischen den dioritischen Gesteinen und den

Tabelle 1: Pegmatitminerale in Dioritvorkommen des Moldanubikums

	Gebharts, Artolz Nördl.Waldviertel	Tittling Bayrischer Wald	Roßbach Oberpfalz
Albit	x	x	x
Anatas	x		
Apatit	x	x	x
Apophyllit	x	?	x
Arsenopyrit	x		
Bavenit	x	x	
Bertrandit	x	x	
Beryll	x	x	(x)
Biotit	x	x	x
Bitytit		x	
Calcit	x	x	x
Chabasit		x	
Chalkopyrit	x	x	x
Chlorit	x	x	x
Columbit	x		
Danalith	x		
Desmin	x		x
Epidot/Klinozoisit	x	x	x
Euxenit	x		
Fluorit	x	(x)	x
Galenit	(x)	(x)	x
Haematit			x
Helvin		x	
Heulandit	x	(x)	x
Hyalit			x
Ilmenit	x	x	
Laumondit	x	x	x
Magnetit		x	x
Milärit	x	x	
Molybdänglanz	(x)	x	x
Monazit		x	
Muskovit	x	(x)	x
Orthit	x	x	x
Orthoklas	x	x	x
Phenakit	x		
Prehnit	x	x	(x)
Psilomelan		x	
Pyrit	x	x	x
Pyrrhotin	x	x	x
Quarz	x	x	x
Saponit			x
Sarmarskit		x	
Spessartin	x	x	
Spahlerit	x	(x)	x
Titanit	x	x	x
Topas	x		
Triplit	x		
Turmalin	x	x	x
Zirkon	x	x	

(x = nachgewiesen, (x) =selten, ? = fraglich)

nachfolgenden granitischen Schmelzen scheint die Vorstellung zu bestätigen. Das reichliche Auftreten von Biotit und den Sulfidmineralphasen, insbesondere der Fe-Sulfide, kann aber auch auf eine Beeinflussung der Pegmatite durch die Biotit-Quarzdiorite zurückgeführt werden.

Einen der wichtigsten Punkte für eine Vergleichbarkeit der drei Pegmatitvorkommen sind neben ihren Auftreten vor allem die hydrothermale Überprägung, die sich besonders in der Chloritfüllung der Hohlräume und in der Bildung von Zeolithminerale sowie Prehnit dokumentiert. Die Überprägung der Pegmatite steht durchaus im Einklang mit der Vorstellung einer synorogenen Intrusion der Diorite und Feinkorngranite und ist entweder durch die thermische Beeinflussung durch die Regionalmetamorphose oder durch den Wärmeinhalt der nachfolgenden Granitintrusionen verursacht. KOLLER et al. (1978) führten auf Grund der regionalen Verbreitung der Zeolithparagenesen diese Beeinflussung auf die Regionalmetamorphose zurück. In diesem Zusammenhang sind auch die zahlreichen sekundären Berylliummineralphasen, wie Milarit, Bertrandit, Bavenit, Bityit und Phenakit, die vorwiegend an häufiges Auftreten von Beryll gebunden sind, zu sehen. Damit verknüpft scheint auch das Auftreten von blau gefärbten Titanit zu sein (KOLLER und NIEDERMAYR 1979, STRUNZ und TENNYSON 1964).

Ein gemeinsames Merkmal der Pegmatite stellt auch das häufige Auftreten von Fluorit dar, der üblicherweise hellrosa bis violett gefärbt ist. KOLLER und NIEDERMAYR (1979) haben in diesem Zusammenhang auf die hohen F-Gehalte der Diorite hingewiesen.

Neben den auffallenden Gemeinsamkeiten, gibt es aber auch Unterschiede in den drei Fundgebieten, die sich vor allem im alleinigen Auftreten einzelner Mineralphasen, wie Topas, Anatas, Hyalit, Monazit, Arsenopyrit, Bityit, Columbit, Triplit, etc. in den Mineralvorkommen (Tab.1). Dies ist allerdings kein ausreichendes Unterscheidungsmerkmal, da einerseits die in den anderen Vorkommen fehlenden Mineralphasen durchaus noch gefunden werden können, andererseits variable Gehalte an akzessorischen Gemengteilen in Pegmatitgängen bekannte Eigenschaften sind.

### Literatur

- EIGLER, G. und R. GEIPEL (1982): Roßbach/Oberpfalz. - Lapis Jg. 7, Heft 10, 9-14.
- HOCHLEITNER, R. (1978): Die Berylliumpegmatite von Tittling im Bayrischen Wald, Lapis 3, Heft 2, 4-16.
- KOLLER, F. und G. NIEDERMAYR (1981): Die Petrologie der Diorite im Nördlichen Waldviertel, Niederösterreich. - Tschermaks Min.Petr.Mitt. 28, 285-313.
- KOLLER, F. und G. NIEDERMAYR (1979): Die Mineralvorkommen der Diorite des nördlichen Waldviertels. - Ann. Naturhistorisches Mus. Wien 82, 193-208.
- KOLLER, F., R. NEUMAYER und G. NIEDERMAYR (1978): "Alpine Klüfte" im Kristallin der Böhmisches Masse. - Der Aufschluß 29, 373-378.
- STRUNZ, H. und Ch. TENNYSON (1964): Helvin von Tittling im Bayrischen Wald. - Der Aufschluß 15, 119-123.
- TENNYSON, Ch. (1981): Zur Mineralogie der Pegmatite des Bayrischen Waldes. - Der Aufschluß Sonderband 31, 49-73.
- TROLL, G. (1975): Bauformen und Gesteine im Moldanubikum des Regensburger und südlichen Oberpfälzer Wald. - Der Aufschluß Sonderband 26, 261-276.

von

S. Huber und P. Huber †)

(eingelangt am 30.11.1982)

Im Jahre 1936 hielt Herr Dr. Lothar BURGHARDT - im Rahmen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft - einen Vortrag mit dem Titel "Von Agricola bis Van der Nüll". Diese Überschau galt somit der Zeitspanne zwischen dem 16. Jh. und dem Beginn des 19. Jahrhunderts und basierte vor allem auf dem ausführlichen Werk WRANYS "Die Pflege der Mineralogie in Böhmen" (L.11). Da in neuerer Zeit kaum je der Versuch unternommen wurde, die Entwicklung der Sammeltätigkeit (insbesondere die der vergangenen zweihundert Jahre) im Wiener Raum festzuhalten, soll der folgende Beitrag diesem Thema gewidmet sein.

Die Geschichte des privaten Mineraliensammelns in Wien reicht zumindest bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zurück. Auch zuvor mag es hierorts, doch darüber fehlen weitgehend gesicherte Unterlagen, private Sammlungen ähnlich jenen "Wunderkammern" und "Kuriositätenkabinetten" in Schlössern und Klöstern gegeben haben.

Allgemein läßt sich die Aussage treffen, daß das Sammeln von Mineralien mit der jeweiligen Entwicklung des Bergbaues (oder überhaupt mit den gegebenen äußeren Bedingungen und Verhältnissen eines Zeitabschnittes) eng korrelierte.

Humanistische Geisteshaltung ließ zu Beginn der Neuzeit (ab 1492) erstmals echte naturwissenschaftliche Tätigkeit interessant erscheinen. Bedeutende Neuerungen und Erfindungen fielen in diese Epoche, universelle Künstler prägten den Renaissancestil. Während der Blütezeit des Bergbaues im 16. Jh. findet man - zumeist in Bergbaubezirken - bereits Hinweise auf so manche Sammlung. Dem Böhmischem Erzgebirge kommt hier besonderes Schwergewicht zu:

Georg AGRICOLA (1494 - 1555), ab 1527 einige Jahre lang Stadtarzt in der silberreichen Bergstadt St. Joachimsthal, stand am Beginn der wissenschaftlichen Entwicklung der Mineralogie und Bergbaukunde. Von seinen zahlreichen Schriften sei nur "De re metallica libri XII" erwähnt, jenes grundlegende, mit Holzschnitten reich illustrierte Bergwerksbuch, das nach des Verfassers Tod 1556 erstmals erschien. Agricola sammelte ebenso Mineralstufen wie sein kaum weniger berühmter Zeitgenosse Johannes MATHESIUS (1504 - 1565), der als lutherischer Pfarrer in St. Joachimsthal wirkte. In seinem Werk "Sarepta oder Begpostill..." (einer Sammlung von 16 Predigten) beschrieb er recht ausführlich u.a. die ihm bekanntesten Erzminerale. Mathesius, der in seiner Sammlung "vil seltzamer Bergart" aufbewahrte, "dergleichen Doctor Agricola, wie er ... frey bekennt, zuvor nie gesehen", gilt als "Vater der Mineraliensammler" (FISCHER, 1965). Der Joachimsthaler Pastor schrieb noch in seinem Todesjahr: "Ich sammelte aus den Metallen, was uns des Schauens und Bewunderns Würdiges begegnet." (L.7)

Zum Vergleich einige weitere Jahreszahlen:

Während der 15jährigen Statthalterschaft Erzherzog FERDINANDS in Böhmen (1547 - 1562), beschäftigte sich dieser Förderer des Bergbaues auch mit der Mineralogie. Seine Mineralien (darunter Goldstufen aus Eule, Rotgültigerzkristalle und Zinngrauen) wurden mit der Übersiedlung des Erzherzogs nach Tirol der berühmten Ambraser "Kunst- und Wunderkammer" einverleibt. Später ließ auch sein älterer Bruder, Kaiser MAXIMILIAN II. (Reg.Zeit 1564-1576) u.a. eine Mineraliensammlung anlegen.

---

†) Anschrift der Verfasser:  
Simone und Peter Huber  
A-2700 Wiener Neustadt, Hohe Wand-Gasse 18

Die reichste und wertvollste Sammlungen der damaligen Zeit (an der Wende des 16. und 17. Jahrhunderts) befand sich in der berühmten Kunstkammer RUDOLFS II. (= Sohn Maximilians II.) zu Prag.

Im Verlauf des 17. und am Anfang des 18. Jahrhunderts stand der Bergbau in den österreichischen Erbländern am Rande des Ruins, auch erschienen in dieser Zeit kaum mineralogische Schriften. Diese Periode war vom Höfischen Absolutismus beherrscht, politische Wirren und Kriege (so der 30jährige Krieg 1618-1648; verschiedenste Konfessionskämpfe), despotische Regierungsformen und gesunkener Wohlstand ließen kaum geistiges Streben, geschweige denn Tätigkeiten wie Mineraliensammeln aufkommen. Zwar behielten die Künste (Barock!) an den prunkvollen Höfen einen wichtigen Stellenwert, naturwissenschaftliches Forschen wurde jedoch weitgehend unterdrückt oder vernachlässigt.

Erst im Laufe des 18. Jahrhunderts, vor allem während der Regierungszeit MARIA THERESIAs (1740-1780), nahmen die Naturwissenschaften und auch die Bergbautätigkeit einen ungeahnten Aufschwung. Die Reformen des Aufgeklärten Absolutismus kamen besonders den Realwissenschaften zugute, die in dieser vernunftbetonten Epoche größten Einfluß gewannen. Aufgeschlossenheit für Geographie, Botanik, Geologie, Mineralogie u.s.w. bewiesen stets der Gemahl der Kaiserin, FRANZ I., und ebenso beider Sohn JOSEF II.

Im Jahre 1748 legte Kaiser FRANZ I. mit dem Erwerb der Sammlung Johann Ritter von BAILLOUS aus Florenz den Grundstock der Mineraliensammlung des heutigen Naturhist. Museums in Wien.

"Das berühmteste Denkmal der Sammlerleidenschaft und des naturwissenschaftlichen Interesses des Kaisers (FRANZ I.) ist das im Naturhistorischen Museum zu Wien befindliche, acht Jahre nach dem Tod des Kaisers ausgeführte große Bild, das den Kaiser inmitten seiner Sammlungen und umgeben von deren Direktoren zeigt. Es gibt wohl nicht viele Bilder der historischen Ikonographie, auf denen ein Herrscher, nicht umgeben von Staatsmännern und Heerführern, sondern von Gelehrten, dargestellt ist". (A. WANDRUSZKA)

1748 bis 1759 wurde die berühmte Sternwarte des Stiftes Kremsmünster erbaut, die eine ausgezeichnete, in stilvollen Schränken untergebrachte Mineraliensammlung enthält. 1782 erwarb man einen wesentlichen Teil der Bestände des "Mineralogischen Cabinettes" (L.12).

Auch das Stift Lilienfeld beherbergte bereits während der Regierungszeit JOSEFs II. (1780-1790) eine kleine Mineraliensammlung, "... in welcher unter andern ein wahrer Schatz von reichen Anbrüchen des nahen Annaberger Silberbergwerkes vorhanden war" (STOTZ 1807, L.10).

Ein letztes Beispiel: Die Mineral- und Gesteinssammlungen des Stiftes St.Peter, Salzburg, wurden unter Abt Domenicus HAGENAUER (1746-1811) begründet. Zwei bedeutende Sammlungserweiterungen fallen in die Jahre 1819 und 1839. (L.3).

Die im Zeitalter der Aufklärung wirksam werdenden inneren Kräfte und Werte waren bereits in vorangegangenen großen Epochen, besonders in der Renaissance, vorgebildet worden. Bedingungslos vertrauten die Wissenschaftler dem rationalen Denken; in optimistischer Weise glaubten sie, alles werde sich dem Verstand erschließen.

Als einer der wichtigsten Vertreter der Aufklärung in Österreich gilt Ignaz von BORN (1742-1791). Er war eine außerordentliche, vielseitig gebildete Persönlichkeit; vielleicht der hervorragendste Naturwissenschaftler und Mineraloge seiner Zeit in Österreich. Er besaß bedeutenden Einfluß und verstand es, andere Gelehrte zu fördern sowie wissenschaftliche Gesellschaften um sich zu vereinen. Als junger Mann gehörte er kurzzeitig dem Jesuitenorden an, später dagegen war er als führender Freimaurer tätig (jener Loge, der er als Großmeister vorstand, trat auch Mozart bei. - Ignaz von Born soll sogar das Vorbild für den Sarastro in Mozarts "Zauberflöte" gegeben haben \*). Hofrath von BORN, der auch das kaiserliche Naturalien-Kabinet betreute, führte überdies verschiedene Neuerungen im Hüttenwesen ein und hinterließ eine Anzahl mineralogischer Schriften, darunter "Lithophylacium Bornianum", Prag, 1772 und 1775. Sein Andenken ehrte Wilhelm

von Haidinger, der dem Buntkupferkies im Jahre 1845 den jetzt allgemein gebräuchlichen Namen "Bornit" gab.

- +) Um gleich bei der Verbindung Mineralogie mit Musik zu bleiben, möge der Leser noch eine Anmerkung gestatten: Dr. Ludwig Ritter von KÜCHEL (1800-1877), in die Musikgeschichte eingegangen durch sein Verzeichnis der Werke Mozarts und Autor des Werkes "Die Mineralien des Herzogthumes Salzburg" (Wien, 1859), war zeitlebens ein passionierter Sammler. Er hinterließ dem k.k. Staatsgymnasium in Krems, dessen Schüler er einst gewesen, zwei große Sammlungen und viele naturgeschichtliche Werke. Seine reichhaltige, teils durch Käufe, teils durch eigene Sammelreisen (ganz Europa, Teile von Nordafrika) angewachsene Mineraliensammlung zählte 440 Arten und 3288 Nummern. Im Format sind die Mineralstufen, die auch heute noch im Kremser Piaristen-Gymnasium aufbewahrt werden, auf ca. 5 x 5 cm beschränkt.

Mineralogie und mineralogische Kenntnisse waren also in der Zeit der Aufklärung ein wichtiges Anliegen. In Verbindung damit setzte eine bedeutende Sammeltätigkeit, und nun auch in Wien, ein. Eine Mineraliensammlung zu besitzen stellte für viele, besonders für den Adel, aber auch für aufstrebende Bürgerliche, geradezu ein Statussymbol dar.

Zwei "Mineralogische Taschenbücher" aus den Jahren 1807 und 1911 sind es vor allem, die Aufschluß geben über die bekanntesten Privatsammlungen ihrer Zeit.

Im Jahre 1807 erschien das "Mineralogische Taschenbuch" (L.10) des Abbé Andreas STÖTZ<sup>+</sup>), der, ergänzt durch den Herausgeber Johann Carl MEGERLE von MOHLFELD<sup>++</sup>), u.a. einen interessanten Einblick in die Wiener Mineraliensammlungen um 1800 gibt.

- +) Abbé Andreas STÖTZ (geb. 1748 und gest. 1806 in Wien) übernahm 1797, sechs Jahre nach dem Tod Ignaz von BORNS die Direktion der k.k. Naturaliensammlung in Wien, deren "Adjunct" er bereits seit längerer Zeit gewesen war; er ordnete die Mineralien nach dem System Werners und schrieb eigenhändig ein erstes Inventar ("Stütz-Katalog" - sieben umfangreiche Folianten). 1803 (unter Kaiser Franz II.) wurde dem "Kaiserl. königl. Rat(h)" zusätzlich die Aufsicht über das Tierkabinett übertragen; die großen Wiener naturwissenschaftlichen Sammlungen waren nun als das "Vereinigte Naturalien- physikalische und astronomische Cabinet" zusammengefaßt. In seinen Veröffentlichungen beschrieb Abbé Stütz als erster die Mineralien und Gesteine Unterösterreichs, des heutigen Niederösterreich. Ihm zu Ehren benannte SCHRAUF 1878 ein seltenes hexagonales Silbertellurid von Nagyág (rumänisch Sacarimb) in Siebenbürgen "Stützit".

- ++) J.C. MEGERLE von MOHLFELD verweist auch auf eine Vorlesung des königl.preuß. Oberbergrathes KARSTEN (man denke an den veralteten Namen "Karstenit" für Anhydrit), gehalten am 6. Jänner 1805 in Berlin: "Die äußere und innere Beschaffenheit der Wiener Mineraliensammlungen betreffend".

Auf Grund dieser Angaben und Hinweise kann recht gut dargestellt werden a) welcher Personenkreis Mineralien sammelte und b) aus welchen Ländern und Kontinenten damals Sammelmaterial stammte.

Betrachtet man die folgende Liste, so findet man die Erwartung bestätigt, daß mit einigen Ausnahmen nur Angehörige einer kleinen Oberschichte, also Adelige, hohe Beamte, Kleriker und Offiziere als Eigentümer schöner und kostbarer Sammlungen genannt werden. Von 30 erwähnten Sammlungsbesitzern gehörten nur wenige nicht diesem Personenkreis an, wobei aber drei davon als berufsmäßige Mineralienhändler und zwei als Apotheker lebten und so eher in der Lage waren, sich eine Sammlung aufzubauen. Ganz offensichtlich zählte das Sammeln von Mineralien und Edelsteinen zu den gehobeneren und teuren Liebhabereien, die sich der Großteil der Bevölkerung gar nicht leisten konnte.



## Private Mineralienkabinette um 1800 in Wien

Erzherzog Johann - Tiroler Stufen; 1804 Ankauf der prächtigen, an alten ungarischen Stücken reichen Sammlung der Bergrats von JACQUIN. Erzherzog JOHANN (1782-1859) gründete 1811 das Steiermärkische Landesmuseum (Joanneum) in Graz und übergab als Stiftungsgeschenk seine naturwiss. Sammlungen einschließlich der umfangreichen Mineralsammlung den steirischen Ständen. Er gewann durch gemeinnützige, wirtschaftliche und kulturelle Unternehmungen große Volksständigkeit. 1827 vermählte er sich mit Anna Plochl, der Tochter des Postmeisters in Aussee. Haidinger nannte zum Andenken an den Erzherzog 1830 das Joachimsthaler Uranvitriol "Johannit".

Erzherzog Rainer - u.a. Stufen aus Siebenbürgen und dem Banat

Graf Moritz von Fries - übernahm die Sammlung der Frau von UMBERTA, des geb. Fräuleins von RAAB. Diese vorzügliche Kollektion, obgleich nur aus Stücken von 1-2zölligem Format bestehend, wurde berühmt durch die treffende, zweibändige Beschreibung "Catalogue méthodique et raisonné de la collection des fossiles de Mlle. Eléonore de Raab" (L.1), verfaßt vom angesehenen, bereits oben erwähnten Ignaz von BORN. Dazu kamen noch größere Schaustücke und eine Sammlung von Kristallmodellen nach HAUY. Graf Moritz von FRIES soll zudem als großzügiger Mäzen genannt werden, der u.a. Joseph HAYDN unterstützte.

Fürst Prosper von Sinzendorf - Grundlage der auf seinem Gut zu Erns(t)brunn aufbewahrten Sammlung war der Kauf der Kollektion des Hofsteinschleifers Christian HAUPT.

Fürst Aloys von Liechtenstein - hatte die Sammlung des k.k. Staats- und Konferenz-Ministers Graf Leopold von KOLOWRATH gekauft. Dem Gelehrten Friedrich MOHS war die Aufsicht über die Sammlung übertragen. Friedrich MOHS (1773-1839), im Harz geboren, ist bis heute unvergessen durch die Mohs'sche Härteskala. Ab 1811 war er als Professor der Mineralogie in Graz (am neugegründeten Joanneum) tätig, ging 1818 nach Freiberg und wurde schließlich 1826 nach Wien berufen. Mohs - ein vorzüglicher Kristallograph - versuchte auch, allerdings vergeblich, eine systematische, deutsche Nomenklatur einzuführen und so der systemlosen Namensgebung der Mineralien Einhalt zu gebieten.

Graf Rudolph von Wrbna (Oberstkämmerer, d.h. oberster Direktor aller kaiserlichen Sammlungen zu dieser Zeit) - seine Privatsammlung war von Abbé ESTNER, Verfasser eines Mineralogiewerkes, geordnet worden.

Graf Ferdinand von Palffy - besonders reich an ungarischen "Fossilien" (womit durchaus auch Mineralstufen gemeint waren!)

Herr von Bienenfeld (Großhändler) - u.a. prächtige Silberstufen aus dem spanischen Amerika; Schaustufen

Baron von Kienmayer (k.k. Appellationsrath)

Herr Wutky (Landschaftsmaler) - vor allem italienische Mineralien

Herr Neumann (k.k. Rath und Director des k.k. Münzcabinets) - Opalsammlung

Brüder von Morgenbesser - u.a. ein roter Turmalin aus Sibirien

Artillerie - Hauptmann Lethany (Lethenyey) - peruanische Erze, gesammelt 1788 bis 1792 von Herrn Anton Zacharias HELMS (vgl. "Tagebuch einer Reise durch Peru von Buenos Ayres an dem grossen Plataflusse über Potosi nach Limar", Dresden, 1798)

Marquis von Malaspina (Malespina) - Edelsteinsammlung

Feldmarschall - Lieutenant Graf von Spork

Regierungsrath Herr von Niedermayer (Director der k.k. Spiegel- und Porzellanfabriken) - Silbererze aus Annaberg, NÜ; böhmische Erze; englische und sächsische Mineralien

Geistl. Herr Benedict Lamprecht (der aufgehobenen Montferater Abtey in Wien Profeß) - ungarische Erzarten

Herr Abbé Bach (Kantor in St. Stefan)

Herr Joseph Moser (Apotheker)

Herr Weiß (Mineralienhändler)

Herr Tussoit (auch Dussoit) (Mineralienhändler) - die besten Stücke der Sammlung wurden von Friedrich MOHS katalogisiert.

Herr Kollmann (Mineralienhändler)

Herr Scharinger (Apotheker) - schöne ungarische und siebenbürgische Erzstufen; Sammlung von Kristallmodellen nach Romé de l'Isle

Obristenlieutenant von Tihawsky - vulkanische Produkte

Herr Abbé Andreas Stütz (k.k. Rath und Director der kaiserl. Sammlungen) - die Sammlung des Verfassers des "Mineralogischen Taschenbuches" wird vom Herausgeber Megerle von Mühlfeld im Nachwort kurz charakterisiert.

Graf von Dietrichstein - erstand die Privatsammlung des Mineralogen Abbé ESTNER

Herr Abbé Poda - des Mineralogen Sammlung wurde stückweise veräußert

Freyherr von Thavonat

Graf von Andrassy - sammelte ausschließlich Eisenmineralien

Herr Van der Nüll (Großhändler und Bankier; Onkel des berühmten Mineralogen Wilhelm Ritter von HAIDINGER) - Abbé STÖTZ schreibt über diese Sammlung: "Unter allen diesen zum Theile prächtigen Sammlungen aber behauptet meines Erachtens die des Großhändlers Herrn von der Nüll, einen der ersten Plätze; zwar nicht an Größe; denn sie besteht einzig aus zwey bis vierzölligen Stücken, und Schaustücke fehlen ihr gänzlich; wohl aber an Auswahl, Seltenheit und Mannigfaltigkeit der Exemplare, und an guter Ordnung, äußerlicher Niedlichkeit und Pracht der Einrichtung. Da Herr Mohs, einer der besten Schüler des Bergraths Werner, nach dessen Systeme und in dessen Geiste eine genaue Beschreibung \*) davon verfertigt hat, die der Besitzer der Sammlung in drey Bänden zum Drucke beförderte, so habe ich nicht nöthig mehr darüber zu sagen. Nur muß ich beyfügen, daß die dabey befindliche Edelsteinsammlung trefflich und prächtig ist, und daß das äußerst humane Betragen, womit der Eigenthümer die Fremden aufnimmt, mit dem großen Werthe der Sammlung in die Wette streitet,..."

MEGERLE von MOHLFELD ergänzt dazu: "Die Sammlung des Herrn Großhändlers Friedrich von der Nüll. Sie ist aus allen Privatsammlungen nicht nur in Wien, sondern wohl auch in ganz Deutschland die schönste, und in oryctognostischer Hinsicht wohl auch die belehrendste. Seit dem Jahre 1797 erkaufte der Besitzer allmählig nicht weniger als elf bedeutende Sammlungen, wählte aus diesen die schönsten und deutlichsten Stücke, ließ keine Mineralienversteigerung vorbeigehen, ohne um die schönsten Fossilien zu werben, suchte bey jedem Mineralhändler von allem Mitgebrachten die besten Stücke zu erstehen, vertauschte die weniger deutlichen mit besseren, oder zierlicheren Exemplaren, gab sich alle Mühe, durch kluge Anordnung des Behältnisses und der Unterlage den Eindruck der Farben, des Glanzes, und selbst der Formen zu erheben, und übertrug endlich die Systemisirung und Beschreibung aller dieser mit kluger Wahl, und man möchte sagen, mit seltenem Glücke zusammengebrachter Fossilien einem schätzenswerthen in der literarischen Welt bereits rühmlich bekannten Mineralogen Herrn Mohs.

Noch immer fährt der Besitzer fort mit unermüdetem Eifer für die Schönheit, Deutlichkeit, Auszeichnung und Vollständigkeit der Fossilien, ihrer Arten und Varietäten zu sorgen; indeß werden die im Kataloge beschriebenen Exemplare, selbst wenn sie durch bessere verdrängt werden, als Belege der angeführten Beschreibungen sorgfältig aufbewahrt.

Herr Oberbergrath Karsten sowohl als Herr Bergrath Werner weihten einen grossen Theil der Zeit ihres Aufenthaltes dieser Sammlung, und dem Ersteren wuchsen seine darüber aufgezeichneten Bemerkungen zu einem bedeutenden Hefte an..."

Jahre später - Paul PARTSCH war inzwischen im k.k. Naturalien-Cabinet tätig - wurde auf Betreiben Professor MOHS' der Ankauf der Van der Nüll-Sammlung für

das k.k. Mineralien-Cabinet beschlossen. Diese Erwerbung stellte sogar für diese große Sammlung eine außerordentlich bedeutsame Aufwertung dar!

†) Sie erschien unter dem Titel "Des Herrn Jak. Friedr. von der Nüll Mineralien-Kabinett..." 1804 in Wien (L.9).

(Auf die kaiserliche Mineraliensammlung, den Grundstock des späteren Hof- bzw. Naturhist.Museums, sowie auf eine Reihe weiterer, meist öffentlicher Sammlungen, die STÖTZ und MEGERLE von MÜHLFELD beschreiben, soll hier nicht weiter eingegangen werden.)

Ergänzend sei jedoch vermerkt, daß 1822 in Wien ein Büchlein mit dem Titel "Übersicht der aus 3717 Nummern in vier- bis fünfzölligem Formate bestehenden Mineralien-Sammlung des k.k. Rathes und Professors Dr. Zimmermann" herauskam (gedruckt bei B. Ph. Bauer; ohne Angabe eines Verfassers).

Aus einigen Beispielen läßt sich das fruchtbare Zusammenwirken von Sammler und Wissenschaftler ersehen. Sammlungen dienten häufig Lehrzwecken oder als Grundlage einer wissenschaftlichen Beschreibung (Fries/Raab ↔ Born; Van der Nüll ↔ Mohs). Eine wissenschaftliche Betätigung innerhalb der Mineralogie war damals ohne die Grundlage einer Sammlung kaum denkbar.

Das Einzugsgebiet der 1807 genannten Sammlungsstücke läßt sich wie folgt umreißen: Wie ebenfalls zu erwarten war, stammte ein Großteil der Stufen aus den Bergbauen des österr. Kaiserstaates. Als charakteristische Sammelstücke könnten etwa erwähnt werden: Silbererze von Annaberg in (Nieder)österreich, Mineralien aus Tiroler Bergbauen, Tellur-, Gold- und Silbererze aus dem alten Ungarn und Siebenbürgen, Silbererze aus dem Böhmischem Erzgebirge, Mineralien vom Vesuv und Edelsteine aus Rußland. Aus Übersee finden wir nur wenig Stücke angeführt. Überrascht liest man beispielsweise: Salzsäures Kupfer (Atacamit) oder Zinnstein aus Südamerika. Asien, Australien und Afrika lieferten so gut wie nichts, sieht man von einigen Edelsteinen aus Ceylon und einem ägyptischen Chrysolith in der Nüll-Sammlung ab.

Als vorbildlich erscheint die strenge Beschränkung auf ein bestimmtes, meist eher kleines, rechteckiges Format der Sammlungsstücke. Manche der heutigen Sammler könnten sich an der kritischen Auswahl der Stufen ein Beispiel nehmen!

Wie sah die Situation der Mineraliensammlungen in Wien um 1900 aus?

Man stand nun am Ende einer großen Periode, in einer Zeit, die den Untergang der Donaumonarchie erahnen ließ, jedoch trotz aller politischen Spannungen einen unerhörten Reichtum an künstlerischen und wissenschaftlichen Leistungen (in und um Wien) hervorbrachte. Jugendstil, Psychoanalyse - um nur einige Schlagwörter zu nennen. Die Naturwissenschaften gewannen weiter an Bedeutung; durch das Wirken hervorragender Fachleute wie W. v. HAIDINGER (1795-1871; MOHS' Schüler und Nachfolger), V. v. ZEPHAROVICH (1830-1890), A. SCHRAUF (1837-1897), G. v. TSCHERMAK (1836-1927), F. BECKE (1855-1931) und vieler anderer mehr erlebte die mineralogische Forschung in Österreich - etwa ab der Mitte des 19. Jahrhunderts - eine neue Blütezeit; auch hatte die Sammelstätigkeit in diesem Jahrhundert nicht ausgesetzt: In vielen Familien fanden sich ein Kasten oder einige Laden mit Mineralien.

Mehr als 100 Jahre nach Abbé STÖTZ erschien wieder ein "Mineralogisches Taschenbuch", 1911 herausgegeben von der Wiener Mineralogischen Gesellschaft aus Anlaß ihres zehnjährigen Bestandes (L.8). Dieses äußerst informative, von Hofrat A. v. LOEHR unter Mitwirkung mehrerer Mineralogen redigierte Büchlein nennt u.a. alle bedeutenden Mineraliensammlungen, die um die Wende vom 19. zum 20. Jh. in Wien existierten. (Die Sammlungen des Hofmuseums, der mineralogisch-geologischen Institute, der k.u.k. Geol. Reichsanstalt und diverser Schulen sollen nachstehend zugunsten der wichtigsten Privatsammlungen nicht weiter behandelt werden.)

## Private Mineraliensammlungen um 1900 in Wien

Dir. Dr. A. Březina - Meteoritensammlung (ca. 855 Stücke)

k.u.k. Hofrat Ottokar Freiherr v. Buschmann - 2000 Stufen, besonders aus Salzlagertstätten

Dr. F. Freih. v. Distler - besonders reiche Granatkollektion

k.u.k. Feldmarschalleutnant Döllner v. Wolframsberg

Hofrat Prof. Adolf Friedrich - Mineralien und 374 Meteoriten

k.u.k. Sektionsrat Dr. Hermann Hallwich - hauptsächlich böhmisches Mittelgebirge, Erz-, Riesen- und Isergebirge

Dr. C. Hlawatsch - viele Mineralien, auch solche aus Australien, und Gesteine

Regierungsrat Dr. Kürschner - 2450 Stücke, darunter schöne Funde aus Böhmen und Sachsen

P. v. Kotschubey - diese Sammlung wurde von dem 1892 verstorbenen Gelehrten P.A. Kotschubey angelegt und enthielt prächtige Edelsteine und Erzminerale aus alten russischen Vorkommen

k.u.k. Generalmajor Josef Kutschera - meist böhmische Fundstellen

Dr. Adolf Lechner - 8314 Handstücke! Exemplare aus vielen bekannten älteren Sammlungen

k.u.k. Hofrat August R. v. Loehr - umfangreiche Edelsteinsammlung

Dr. Heinrich v. Miller-Aichholz - 2500 auserlesene Stücke aus zahlreichen alten Vorkommen

k.u.k. Realschulprofessor Vinzenz Neuwirth - Umgebung Zöptau, Mähren

Dr. Perlep - verschiedene Edelsteinsuiten u.a.m.

k.u.k. Hofrat Cornelius v. Prömay - Meteoritensammlung (277 Stück)

Olivier Schwartz - über 2000 schöne Stücke aus aller Welt im mittleren Format

W. R. v. Troll - 3000 Belege, darunter viele Stufen aus Krumbach, NÖ.

Kommerzialrat I. Weinberger - dessen Sammlung scheint etwa dieselbe Bedeutung zugekommen zu sein, wie 100 Jahre zuvor der Van der Nüll-Kollektion. Isidor Weinberger war neben dem berühmten Hofrat Prof. Dr. G. v. Tschermak Ehrenmitglied der Wiener Mineralogischen Gesellschaft. Eine fast 1 m große Amethystdruse von Serra do Mar, Südamerika, im 4. Saal der mineralog. Schausammlung des Naturhist. Museums Wien ausgestellt, wurde von Weinberger gespendet. Seine Privatsammlung bestand aus ungefähr 6000 Ladenstücken und 250 größeren, in Glasschränken aufbewahrten Schaustufen. Im "Mineralog. Taschenbuch" wird eine große Anzahl hervorragender Mineralien angeführt.

Über die weitere Geschichte dieser Sammlung konnte von den Verfassern folgendes in Erfahrung gebracht werden: Der wesentliche Teil wurde kurz nach dem Ersten Weltkrieg an Dr. Hans (Ritter von) KARABACEK, damals Maschineningenieur, später technischer Direktor der Steyrwerke, verkauft und gelangte schließlich nach Amerika (siehe weiter unten).

Dr. Karl Wessely - Minerale und Gesteine einzelner Kronländer

Im großen und ganzen bietet sich ein ähnliches Bild wie schon 100 Jahre früher. Nach wie vor scheint das Mineraliensammeln - nach den vielen protzigen Titeln zu schließen - ein eher exklusives Betätigungsfeld gewesen zu sein. Der prozentuelle Anteil der Adeligen wurde deutlich geringer und jener der bürgerlichen, wenn auch meist wohlhabenden Sammlungsbesitzer größer. Von einer Freizeitbeschäftigung für eine breite Volksschichte kann um 1911 noch keine Rede sein. Im Mitgliederverzeichnis der Wiener Mineralog. Gesellschaft (später Österr. Min. Ges.), damals der einzige mineralogische Verein im Wiener Einzugsgebiet, finden wir 130 ordentliche und 20 außerordentliche Mitglieder angeführt. Oberdurchschnittlich vertreten waren Lehrer, Professoren und im Bergbau tätige Ingenieure!

Durch Vergleich der Herkunft und der Fundorte der 1911 gesammelten Mineralien erkennt man: Der amerikanische Kontinent lieferte bereits deutlich mehr als um 1800 (so u.a. schon Phenakit, Brasilien; oder Apatit, Auburn in Maine), Australien war erstmals vertreten, nur wenig kam aus Asien; afrikanische Mineralstufen wurden noch immer nicht genannt (erst in der Zwischenkriegszeit importierte man wesentliche Mengen an Tsumeb-Material).

In der 2. Auflage des "Mineralogischen Taschenbuches", die 1928 in einer kleinen Stückzahl herauskam, beklagt HIMMELBAUER (L.6) den fühlbaren Bedeutungsverlust mineralogischer Tätigkeit in Wien als eine Folge des (Ersten) Weltkrieges. Er stellt die Auflösung wertvoller Kollektionen fest; kann aber doch - zehn Jahre nach dem Krieg - neben einer bescheidenen Fortentwicklung der öffentlichen Sammlungen auch ein erfreuliches Neuerstarken der privaten Sammelaktivitäten anführen. Neben den schon 1911 aufgezählten Sammlungen DISTLER, HLAWATSCH, LECHNER, MILLER-AICHHOLZ und WESSELY werden 1928 neu besprochen:

Nachlaß Dr. Herbert Mitscha-Märheim - u.a. bemerkenswerte Amethyste aus Nordböhmen

Sammlung Prof. Dr. Hans Rebel - Edelsteine und Mineralsystematik

und vor allem die Sammlung

Dr. techn. Ing. Hans Karabaček. - Diese hervorragende und große Kollektion hatte den Hauptteil mehrerer älterer Wiener Sammlungen (darunter die schon genannte vorzügliche Weinbergersche) in sich aufgenommen und galt, beispielsweise nach dem fachmännischen Urteil des ungarischen Mineralogen Prof. Sandor Koch/Szeged, als Wiens schönste Privatsammlung. Stand 1928: 4000 Nummern! Eine Tochter des erst 1964 verstorbenen Dr. H. (Ritter v.) Karabaček erinnert sich an Gold-Oktaeder, Smaragde, Tsumeb-Stufen, Goldberyllite, Rotgültigerze und an einen großen blauen russischen Topas, den einst ein Zar einem Grafen geschenkt hatte.

Diese prächtige Sammlung wurde ab etwa 1936 in mehreren Teilen an die Harvard-Universität/Cambridge bei Boston, USA, verkauft, ist heute dort geschlossen aufgestellt (mit Bild des Sammlers Karabaček!) und bildet einen besonders wertvollen Kern der Harvard-Collection. In einem mineralogischen Museumsführer (L.4), der u.a. diese amerikanische Sammlung beschreibt, findet man z.B. wiederum den zitierten, etwa 10 x 10 x 10 cm großen blauen Topas angeführt, wie auch andere Stufen genannt werden, die schon um 1911 die Weinberger-Sammlung zierten.

Welche Situation ergab sich nach dem Zweiten Weltkrieg, welche Bedeutung kommt dem Sammeln heute zu?

Daß in der Aufbauphase nach dem Krieg nur wenige ernsthaft sammelten, ist nur zu verständlich; zumeist handelte es sich um langjährige Sammler, deren Beschäftigung mit Mineralien schon weit früher begonnen hatte. Von den vier oder fünf bedeutenden Sammlungen, die um 1960 in Wien existierten, sollen stellvertretend zwei genannt werden:

Zunächst die in lebenslanger Mühe aufgebaute Mineraliensammlung des Dipl.Ing. Karl Kontrus (1899-1975: Ehrenmitglied der Österr.Min.Ges.; man vgl. auch L.2), der sicherlich noch vielen Lesern in bester Erinnerung stehen wird. Seine Sammlung, die u.a. eine Fülle seltenster und vorzüglicher Alpinmineralien enthielt, bildete nicht selten die Grundlage wissenschaftlicher Veröffentlichungen. Karl Kontrus, dessen Wissen allerdings weit das eines Durchschnittssammlers übertraf, wäre als Beispiel für fruchtbare Zusammenarbeit mit Fachmineralogen in der heutigen Zeit hinzustellen. Die Sammlung wurde an seine vier Kinder vererbt und wird z.T. in seinem Geiste weitergeführt.

Sodann die Kollektion Dipl.Ing. Robert Metzger (1899-1965) - Diese Sammlung enthielt besonders schönes Material aus den Ostalpen (Epidote, Sphene, Mineralien aus Oberdorf u.a.m.) und bildet heute den Hauptteil einer ungewöhnlichen, reichhaltigen Privatsammlung in der Schweiz.

Ab etwa 1960 und vor allem in den vergangenen zehn Jahren erlangte das Mineraliensammeln eine unvorhersehbare Breitenwirkung: Die Verfasser nehmen an, daß heute in Österreich rund 3000 Personen in mineralogischen Vereinen organisiert sind und eine zumindest ebenso große Zahl von Sammlern keinem Verein angehört. Wenn es derzeit objektiv schon zu viele Vereine geben dürfte (neben der traditionellen, eher wissenschaftlich ausgerichteten Österr. Min.Ges., dem Joanneum-Verein und der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwiss. Vereins für Kärnten entstanden ca. sieben größere und einige kleinere Sammlervereinigungen) und das verbreitete kommerzielle Denken durch eine Überzahl von Mineralienbörsen dokumentiert wird, scheint dies eben der Ausdruck dieser Hypertrophie des Mineraliensammelns zu sein.

So sehr diese Massentätigkeit mit Nachteilen behaftet sein mag, ist es gewiß ein Fortschritt, daß diese Beschäftigung mit der Mineralogie heute jedermann offensteht. Wirklich gute und mit Geschmack ausgesuchte Mineraliensammlungen gibt es dennoch nur wenige; selbst bei diesen (soweit sie den Autoren bekannt sind) ist ebenfalls keinerlei Exklusivität einer Bevölkerungsschicht herauszulesen; auch sind höhere Bildungsgruppen kaum mehr überrepräsentiert. Dadurch gewinnt die Beschäftigung mit Mineralien eine neue und in seiner zukünftigen Bedeutung kaum absehbare Dimension. Das Mineraliensammeln kann eben (und lassen wir tiefenpsychologische Erklärungsversuche beiseite) eine wahrhaft sinnvolle Freizeitbeschäftigung darstellen - mehr noch: es ist ein Zweig wissenschaftlicher Lebenskultur und, vor allem, ein Fenster zur Natur, das auch dem zum Sklaven seiner selbstgeschaffenen Umwelt gewordenen Stadtmenschen offensteht. Vom einzelnen sollte gefordert werden, nicht nur oberflächlich zu sammeln und unreflektiert zu bestaunen. Wir meinen, daß hier eine Chance zu Größerem liegt: ausgehend von der Hinwendung zu Mineralien (wie auch die Mineralogie als Mutterwissenschaft für viele andere reale Disziplinen angesehen werden kann) auch den Zugang zu finden zur Geschichte, Geographie, selbst zur Literatur (Goethe als Sammler!); sich mit Geologie, Chemie und Physik zu beschäftigen, Verständnis für die Geometrie der Kristalle zu suchen oder, nicht zuletzt, ökologische Zusammenhänge ins Bewußtsein zu rücken.

## Literatur

- 1) BORN, I. v. (1970): Catalogue méthodique et raisonné de la collection des fossiles de Mlle. Éléonore de Raab. - 2 Bände, Degen, Wien
- 2) FITZ, O. (1977): In Erinnerung an einen vorbildlichen Sammler - Karl Konrus. Der Aufschluß, H. 4, 161-163
- 3) FREH, W. und W. PAAR (1982): Die Mineral- und Gesteinssammlungen des Stiftes St. Peter zu Salzburg. - St. Peter in Salzburg, Katalog der 3. Landesausst. 15. Mai - 26. Okt. 1982, 201-105
- 4) GUILLEMIN, C. (1964): En visitant les grandes collections minéralogiques mondiales. - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris
- 5) HAUER, F. R. v. (1900): Allgemeiner Führer durch das k.k. naturhistorische Hofmuseum. - Selbstverl. d. k.k. nat. Hofmus., 2. Aufl., Wien
- 6) HIMMELBAUER, A. (1928): Mineraliensammlungen in Wien. - Mineralogisches Taschenbuch, 2. Aufl., Wiener Min.Ges., Wien, 172-184
- 7) HUBER, S. und P. HUBER (1981): St. Joachimthal. - Lapis, Nr.6, 19-26 u. 40
- 8) LOEHR, A. R. v. und Mitarbeiter (1911): Mineralogisches Taschenbuch der Wiener Mineralogischen Gesellschaft. - Herausg. u. Verl. Wiener Min. Ges., 1. Aufl. Wien

- 9) MOHS, F. (1804): Des Herrn Jak. Friedr. von der Nüll Mineralien-Kabinett nach einem durchaus auf äussere Kennzeichen gegründeten Systeme geordnet, beschrieben und durch Hinzuthuung vieler dem gegenwärtigen Zustande der Mineralogie angemessenen erläuternden Anmerkungen und nöthigen Berichtigungen, als Handbuch der Oryctognosie brauchbar gemacht. - 3 Bände, Schaumburg et Comp., Wien.
- 10) STÜTZ, A. (1807): Mineralogisches Taschenbuch, enthaltend eine Oryctographie von Unterösterreich zum Gebrauche reisender Mineralogen. - Geistinger's Buchhdlg., Wien u. Triest
- 11) WRANY, A. (1896): Die Pflege der Mineralogie in Böhmen. - Verl. H. Dominicus, Prag, 421 S.
- 12) ZIRKL, E. J. (1977): Mineralogisches Kabinett. - 1200 Jahre Kremsmünster, Stiftsführer, Linz, 247-254

Literaturhinweise auf Biographien I. v. BORNS, F. MOHS', W. HAIDINGERS und anderen findet man in:

- 13) MEIXNER, H. (1968): August Breithaupts Einfluß auf die mineralogische Forschung in Österreich. - Der Karinthin, Fo.59, 47-53







## TÄTIGKEITSBERICHT ÜBER DAS VEREINSJAHR 1980

### 1) Im Vereinsjahr 1980 fanden folgende Vorträge statt:

- 21.1. Prof.Dr.W. Richter (Wien):  
Mineralparagenesen in alpinen Rodingiten
- 10.3. Prof.Dr.W.Schreyer (Bochum):  
Der Vredefort-Dom (Süd-Afrika): Ein Meteoritenkrater oder eine Explosionsstruktur
- 21.4. Prof.Dr.E.F. Stumpf (Leoben):  
Schichtgebundene Lagerstätten in den Ostalpen
- 12.5. Dr.W. Postl (Graz):  
Neue Mineralfunde in der Steiermark
- 9.6. Dr.R. Seemann (Wien):  
Die Knappenwand - eine der bedeutendsten Mineralfundstellen der Welt
- 27.10. Prof.Dr.Z. Johan (Orléans):  
The contribution of mineralogy to assumptions about the origin of massive chromite layers and pods in ophiolitic complexes: evidence against an anhydrous upper mantle.
- 10.11. Dr.C. Reimann (Leoben):  
Vulkanismus, Metamorphose und Vererzung in der Kreuzeck-Gruppe, Kärnten
- 15.12. Dr.M. Götzinger (Wien):  
Die Mineralogie der Magnetitlagerstätte Kottaun-Arzberg bei Geras ("contact skarn" oder "internal reaction skarn")
- 12.1.1981 Doz.Dr.H. Kurzweil (Wien):  
Diagenese pelitischer Sedimente im Wiener Becken

Zusätzlich wurde die Gesellschaft noch zu 3 Vorträgen anderer Vereinigungen eingeladen. Darüber hinaus fanden 2 Sammlerabende, 2 Bestimmungsabende und 4 Tauschabende statt. Die durchschnittliche Besucherzahl dieser Veranstaltungen lag bei 25 Personen.

Außer den genannten Vorträgen und anderen Veranstaltungen wurde noch eine Exkursion zu Mineralfundstellen des südlichen Burgenlandes geführt; daran haben 12 Personen teilgenommen.

- 2) Die Abwicklung der geschäftlichen Angelegenheiten erfolgte in 5 Vorstandssitzungen. Im kleineren Rahmen haben außerdem noch mehrere Besprechungen betreffend die gemeinschaftliche Wiener Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft und der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft im Herbst 1981 stattgefunden.
- 3) Das Heft Nr.127 der Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft wurde im Berichtsjahr fertiggestellt und an die Mitglieder ausgefolgt.
- 4) Mitgliederbewegung:

neue Mitglieder

11 (O.Doblinger, Wien  
W.Futschik, Wien  
Dr.A.Hirner, München)

		Mag.K.Hummelbrunner, Wien Prof.Dr.W.F.Müller, Darmstadt H.Nowotny, Wien Dr.O.V.Petersen, Kopenhagen Dr.I.Sacher, Wien Prof.Dr.B.Schwaighofer, Wien Prof.Dr.Ch.Tennyson, Berlin E.Zobetz, Wien)
verstorben	3	(Dr.A.Grund, Paris Prof.Dr.F.Hecht, Wien H.Reiselhuber, Wien)
ausgetreten	8	
wegen Nichtbegleichung der Mitgliedsbeiträge gestrichen	4	(Prof.F.Freyler, Wien P.Hammer, Wien R.Gabat, Wels E.Rappl, Ardning)
derzeitiger Mitgliederstand daher	300	

Wien, am 19.1.1981

Dr.G.Niedermayr eh.  
(Schriftführer)

### TÄTIGKEITSBERICHT ÜBER DAS VEREINSJAHR 1981

1) Im Vereinsjahr 1981 fanden folgende Vorträge statt:

- 19.1. Prof.Dr.E.F. Stumpf (Leoben):  
Platin 1981: Strategisches Metall mit komplexer Mineralogie und Genese
- 9.3. Prof.Dr.G.Gaál (Helsinki):  
Lithochemische Studien in vererzten präkambrischen Granitoiden
- 6.4. Prof.Dr.M.Sarnthein (Kiel):  
Die atmosphärische und ozeanische Zirkulation im Spiegel von Tiefseesedimenten
- 25.5. Prof.Dr.B.Cambel (Bratislava):  
Mineralogische und geochemische Untersuchungen an Kies- und Antimonlagerstätten der Kleinen Karpaten
- 1.6. Dr.G.Niedermayr (Wien):  
Magnesitbildung in Sedimenten
- 15.6. Prof.Dr.H.Wondratschek (Karlsruhe):  
Einige Besonderheiten bei Tief-Hoch-Umwandlungen von Alkalifeldspäten
- 1.10. Dr.D.Beege (Dresden):  
Gesteine in der Architektur und Plastik in der DDR - Verwendung, Bewahrung und Konservierung

- 19.10. Prof.Dr.Dr.h.c.H.E.Jagodzinski (München):  
Diffuse Streuung an fehlgeordneten Kristallen
- 23.11. Dr.E.Pak (Wien):  
Schwefelisotopenvariationen und ihre Bedeutung für die Lösung erd-  
wissenschaftlicher Probleme

Im Rahmen unseres Veranstaltungsprogrammes wurde in einer gemeinsamen Veranstaltung mit dem Verein der Freunde des Naturhistorischen Museums im Kinosaal des Naturhistorischen Museums in Wien der Film

Crystallos - von Strahlern und Kristallen

gezeigt.

Zusätzlich wurde die Gesellschaft noch zu 5 Vorträgen anderer Vereinigungen eingeladen. Darüber hinaus fanden 2 Sammlerabende, 2 Bestimmungsabende und 4 Tauschabende statt. Die durchschnittliche Besucherzahl dieser Veranstaltungen lag bei 27 Personen.

In der Zeit vom 24. August bis 5. September fand in Wien die gemeinschaftliche Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft und der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft statt. Tagungsort war die Technische Universität.

In 11 Plenarvorträgen und 170 Kurzvorträgen und Posterbeiträgen wurden neue Ergebnisse auf den Gebieten: Planetologie der Erde, Lagerstätten und ihre Nutzung, Metamorphose, Realbau der Minerale, Technische Mineralogie und Archäometrie sowie freie Themen vorgetragen. Die Kurzfassungen zu den Referaten sind im Beiheft 1 des 59. Bandes der Fortschritte der Mineralogie abgedruckt. Insgesamt waren 450 Teilnehmer aus dem In- und Ausland zur Tagung angemeldet.

In 9 wissenschaftlichen Exkursionen wurden besucht: Lagerstätten in Tirol, Salzburg und Oberösterreich (mit 27 Teilnehmern), Vulkanite im Raum Burgenland - Oststeiermark (mit 11 Teilnehmern), Erdöl- und Erdgaslagerstätten des Wiener Beckens (mit 20 Teilnehmern), die Aspanger Kaolin- und Steinwerke (mit 9 Teilnehmern), das Museum für Urgeschichte, Asparn an der Zaya, und Ausgrabungen in Niederösterreich (mit 21 Teilnehmern), der Stephansdom und die Dombauhütte (mit 8 Teilnehmern), das Metamorphikum des Alpenostrandes (mit 16 Teilnehmern), metamorphe Serien des Moldanubikums in Niederösterreich (mit 17 Teilnehmern) und Lagerstätten in der Steiermark und in Kärnten (mit 19 Teilnehmern).

- 2) Die Abwicklung der geschäftlichen Angelegenheiten erfolgte in 5 Vorstandssitzungen. Im kleineren Rahmen hat das Programmkomitee der erwähnten Tagung mehrere Besprechungen abgehalten.
- 3) An Stelle der Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft wurden im Berichtsjahr der Exkursionsführer und die Vortragsreferate zur DMG-ÖMG Tagung in Wien an unsere Mitglieder ausgegeben.
- 4) Mitgliederbewegung:  
Anlässlich seines Vortrages in Wien wurde an Herrn Prof. Dr.Dr.h.c.H.E. JAGODZINSKI die ihm von der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft verliehene Friedrich-Becke-Medaille übergeben.  
Im Rahmen der gemeinschaftlichen Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft und der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft wurde an Prof. Dr.Helmut G.F. WINKLER die Friedrich-Becke-Medaille verliehen (Übergabe an Frau Ursula Winkler).

Die Ehrenmitgliedschaft der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft wurde verliehen an:

Prof.Dr.V.S.SOBOLEV  
Prof.Dr.Hugo STRUNZ  
Prof.Dr.Josef ZEMANN

neue Mitglieder	18	(Dr.G.Sperl, Leoben J.Weber, Wien R.Phillippitsch, Wien H.Marschner, Wien Ch.Poultidis, Wien A.Thinschmidt, Wien H.Steiningner, Wien. H.Lunzer, Wien Dkfm.K.-H.Müller, Wien Dr.E.Kresta, Wien Dr.H.Palme, Mainz Dr.A.Hirner, München Dr.K.Petrakakis, Wien Prof.Dr.H.Wänke, Mainz Prof.Dr.A.El Goresy, Heidelberg Ing.K.Fabritz, Wien Dr.J. Orlinski, Wien)
verstorben	3	(Prof.Dr.H.Meixner, Salzburg W.Nowaczek, Wien A.Weber, Wien)
ausgetreten	2	
wegen Nichtbegleichung der Mitgliedsbeiträge gestrichen	7	(A.Stinauer, Wien A.Naber, Wien A.Kubes, Wien Prof.Mag.P. Gabriel, Ried i.Innkreis Dr.W.Cadaj, Wien Dr.M.Assadian, Isfahan, Iran Dr.E.Jedlicka, Wien)
derzeitiger Mitgliederstand daher	306	

Wien, am 18.1.1982

Dr.G.Niedermayr, eh.  
(Schriftführer)

## TÄTIGKEITSBERICHT ÜBER DAS VEREINSJAHR 1982

1) Im Vereinsjahr fanden folgende Vorträge statt:

- 18.1. Prof.Dr.J. Brandmüller (München):  
Zum Symmetriebegriff und seine Bedeutung für Naturwissenschaft und Kunst.
- 29.3. Doz.Dr.Ch. Miller (Innsbruck):  
Geochemische und petrologische Untersuchungen an tertiären Alkalibasalten, ultramafischen Einschlüssen und Megakristallen aus dem Hoggar, Zentrale Sahara.
- 19.4. Prof.Dr.H.E. Suess (La Jolla):  
Kosmogener Kohlenstoff 14.
- 7.5. Doz.Dr.V. Köppel (Zürich):  
Bleiisotope in alpinen Lagerstätten
- 17.5. Prof.Dr.H. Wänke (Mainz):  
Zusammensetzung und Entstehung der inneren Planeten
- 7.6. Dr.S.S.Savkevič (Leningrad):  
Neues zur Mineralogie der fossilen Harze
- 18.10. Dr.F. Hörz (Houston):  
Das neue Ries.
- 8.11. Prof.Dr.W. Smykatz-Kloss (Karlsruhe):  
Wissenschaftliche Untersuchungen in der lybischen Wüste
- 22.11. Prof.Dr.B. Kübler (Neuchâtel):  
Mineralumwandlungen und chemische Veränderungen während der Diagenese
- 29.11. Dr.A.S. Lapuchov (Novosibirsk):  
Mineralienschatze Sibiriens
- 2.12. Prof.Dr.F. Seifert (Kiel):  
Struktur und Eigenschaften magmatischer Schmelzen als Faktoren der Gesteinsbildung
- 6.12. Dipl.Geol.G. Grundmann (Berlin):  
Neue Ergebnisse zur Genese des Smaragdorkommens im Habachtal

Zusätzlich war die Gesellschaft bei weiteren 5 Vorträgen eingeladen. Außerdem wurden 3 Sammlerabende, 4 Tauschabende und 1 Filmvorführung (gemeinsam mit anderen Gesellschaften) abgehalten. Die durchschnittliche Besucherzahl der Vorträge lag bei 30 Personen, die der Sammlerabende bei 16 und die der Tauschabende bei 19. Der Gesamtdurchschnitt der Besucherzahlen liegt bei 25 Personen. Darüber hinaus wurde noch eine 2tägige Exkursion zur Salzlagerstätte Bad Ischl und in das Donautal mit 8 Teilnehmern geführt.

- 2) Die Abwicklung der geschäftlichen Angelegenheiten erfolgte in 4 Vorstandssitzungen.
- 3) Anstelle der Mitteilungen wurden im Berichtsjahr den Mitgliedern die noch nicht behobenen Vortragsreferate sowie die Exkursionsführer (Fortschritte Band 59, Beiheft 1 und 2) ausgesandt. Das umfangreiche Heft Nr. 128 ist in Vorbereitung und wird im Sommer den Mitgliedern ausgefolgt werden.

4) Mitgliederbewegung:

neue Mitglieder

24 (W.Aistleitner, Wien  
W.Aistleitner jun., Wien  
Dr.F.Boroviczeny, Wien  
G.Hagenguth, Wien  
A.Hagenhofer, Wien  
Ing.A.Hille, Wien  
Prof.Dr.H.Jagodzinski, München  
G.Knobloch, Krems  
Mag.Dr.M.Kralik, Wien  
K.J.Kolar, Wien  
A.Luger, Wien  
W.Pankratz, Wien  
Dr.W.Postl, Graz  
Dr.W.Prochaska, Leoben  
M.Recke, BRD  
B.Riek, Schwechat  
Dipl.Ing.H.Schauer, Wien  
L.Schindler, Wien  
M.Stepanovsky, Wien  
Doz.Dr.N.Vávra, Wien  
Dr.F.Walter, Graz  
A.Welser, Wien  
T.Wolf, Wien)

verstorben

4. (D.Ebel, Wien  
Dr.H.Koholzer, Wien  
Ing.Dr.Maraspin, Wien  
Doz.Dr.H.Weninger, Leoben  
sowie das Ehrenmitglied  
Prof.Dr.Dr.h.c.V.S. Sobolev, Moskau)

ausgetreten

7

wegen Nichtbegleichung der  
Mitgliedsbeiträge gestrichen

8 (E.Haiderer, Wien  
I.Heinisch, Wien  
S.Heinrich, Weidling  
Ing.P.J.Husnik, Wien  
P.Porth, Wien  
Dr.I.Sacher, Wien  
E.Sprenger, Wien  
R.Triebl, Wr.Neustadt)

derzeitiger Mitgliederstand  
daher

314

Wien, am 24.1.1983

Dr.F.Koller, eh.  
(Schriftführer)

Literatur:

- SUESS, F.E. (1897): Der Bau des Gneisgebietes von Namiest-Bittesch in Mähren - Jb.österr.geol.Reichsanst., Wien
- WIEDEN, P. (1960): Der Kaolin von Mallersbach, NÖ - Ber.deutsch.keram.Ges. 37, 10, 463-466
- WIEDEN, P. (1968): Die Kaolinaufbereitung von Mallersbach, NÖ - Österr.keram.Rdsch. Wien, 5, 11/12, 155-158
- WIEDEN, P. (1974): Kaolinlagerstätte Mallersbach, NÖ - Mitt.geol.Bundesanst., Wien, 57, 1, 169-179
- KROLL, J.M. und W. BORCHERT (1969): Geologisch-petrographische Untersuchungen an westdeutschen Kaolinlagerstätten - Ber.deutsch.keram.Ges. 46, 1, 24-28
- WIEDEN, P. (1976): Interessanter Mineralfund in der Kaolinlagerstätte Mallersbach, NÖ - Mitt.Österr.Min.Ges. 125, 1-12
- WIEDEN, P. (1971): Aufschließungsprobleme und Verwertungsmöglichkeiten der Kaolin- und Tonlagerstätte Niederfladnitz, NÖ - Montan-Rdsch. 19, 4, 89-94
- SCHARBERT, H.G. und A. ARNOLD (1973): Rb-Sr-Altersbestimmung an Granuliten der Südböhmischen Masse in Österreich - Schweizer Min.u.Petr. Mitt., 53, 61-78
- WIEDEN, P. (1978): Genese und Alter der österreichischen Kaolinlagerstätten - Schriftenreihe geol.Wiss., Berlin 11, 335-342
- SCHRÜCKE, H. (1978): Geotektonik und Lagerstättenbildung - Fortschr.Miner.55, 2, 135-172
- SHEPPARD, S.M.F., R.L.NIELSEN und H.P.TAYLOR (1969): Oxygen and Hydrogen Isotope Ratios of Clay Minerals from Porphyry Copper Deposits. - Econ.Geol. 64, 755-777





von

C. Raimann, Leoben

Vortrag vor der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft am

10. November 1980

In der Südhälfte der Kreuzeck-Gruppe wurde eine bis zu 1900 Meter mächtige, altpaläozoische, metamorphe vulkano-sedimentäre Abfolge von Gesteinen, in die eine Reihe von Antimonitvererzungen sowie zahlreiche andere Sulfid- und Edelmetallvorkommen eingebettet sind, petrographisch, geochemisch und lagerstättenkundlich untersucht. Dabei lag der Schwerpunkt auf den Beziehungen der Antimonitvererzungen, die ausschließlich am Südrand des Gebietes auftreten, zu ihren unmittelbaren Nachbargesteinen sowie zur gesamten Gesteinsserie. Ziel der Arbeit war dabei, neue Grundlagen zu den Vorstellungen über die Genese dieser Vorkommen, ihren möglichen Ablagerungsraum sowie für die Exploration auf Antimonit im alpinen Bereich zu gewinnen.

Gesteine und Vererzungen waren während der variszischen und alpinen Orogenese Metamorphosen ausgesetzt. Bei der variszischen Metamorphose wurde stellenweise in der Südhälfte der Kreuzeck-Gruppe maximal die untere Amphibolit-Fazies mit Temperaturen um 550°C und Drucken von 3-4 kb erreicht.

Die heute als Amphibolite bzw. Grünschiefer vorliegenden basischen Vulkanite konnten mittels geochemischer Methoden anhand ihrer Gehalte an stabilen Spurenelementen als "ocean-floor"-Basalte identifiziert werden. Wegen der geologischen Gegebenheiten können sie nur in einem "back-arc-basin" oder in einem kleinen Ozean vom Typ des Roten Meeres ("incipient rifting") gebildet worden sein.

Bisherige Bearbeiter betonten die engen Beziehungen des basischen Vulkanismus zu den Antimonitvorkommen. Zuwenig Beachtung fanden die ebenfalls auftretenden metamorphen Äquivalente eines intermediären bis sauren Vulkanismus. Es konnte gezeigt werden, daß der Hauptfaktor, der die Antimonit-Mineralisation in der Kreuzeck-Gruppe bestimmt, nicht die Gegenwart von basischen Metavulkaniten ist, sondern vielmehr das Auftreten von intermediären (andesitischen, dacitischen) bis sauren (rhyodacitischen bis rhyolitischen) Metavulkaniten, die mit basischen Vulkaniten vergesellschaftet sein können aber nicht müssen.

Kohlenstoffanalysen von Graphitschiefern, die frühere Bearbeiter als genetisch bedeutend und als Leithorizonte für die Antimonitvererzungen betrachteten, wiesen nach, daß diese in der Umgebung der Antimonitmineralisationen stets weit unter 1 Gew.-% Graphit enthalten und somit nicht als Graphitschiefer zu bezeichnen sind. Um genetische Implikationen in Zukunft zu vermeiden, wird die schlichte Bezeichnung Schwarzschiefer vorgeschlagen. Die deutliche Schwarzfärbung dieser Gesteine wird - weit mehr als auf einen maßgeblichen Graphitgehalt - auf einen feinverteilten Sulfidgehalt sowie auf eine tektonische Verschmierung zurückgeführt. Hohe Graphitgehalte von mehreren Gewichtsprozenten C wurden in Gesteinen ohne jeden Zusammenhang mit derzeit bekannten Vererzungen sowie im unmittelbaren Liegenden des Sulfidierzlagers Strieden beobachtet.

Die erzbildenden Vorgänge führten - neben der Ausbildung von primären Antimonhöfen um die Vererzungen - zu einer weitgehenden Veränderung der Gesteine aus unmittelbarer Nachbarschaft von Vererzungen. Eine Reihe von Elementen wurden zu- bzw. abgeführt. Diese Umwandlungen können als Hilfsmittel für Prospektionszwecke eingesetzt werden. Eine besondere Art von "Dispensionshof" ist dabei die Anreicherung von Mangan in Granaten aus Lagerstättennähe. Erstmals konnte auch für Antimonitvorkommen nachgewiesen werden, daß der Mangangehalt in Granatkernen bei

Annäherung an die Vererzung stark ansteigt, wobei die höchsten Mangengehalte im unmittelbaren Liegenden der Mineralisationen auftreten. In niedrigmetamorphen Gebieten ist wegen der hier stark zonierten Granate äußerste Sorgfalt bereits bei der Präparation der benötigten Schliffe erforderlich, um sicherzustellen, auch wirklich vergleichbare Kernschnitte zu erhalten.

Das Erz besteht nahezu ausschließlich aus Antimonit. Gangart ist bei den hauptsächlich auftretenden schichtgebundenen Vererzungen überwiegend Quarz, bei den gleichfalls zu beobachtenden diskordanten Gangvererzungen hingegen Calcit und untergeordnet Siderit und Ankerit. Außer Antimonit finden sich in den Anschliffen nur winzige Einschlüsse von Arsenkies und Pyrit - und zwar sowohl im schichtgebundenen als auch im gangförmigen Erz. Dabei sind bei den westlichen Vorkommen die Arsenkieseinschlüsse, bei den östlichen Vorkommen die Pyriteinschlüsse häufiger. Die Nickel- und Cobaltgehalte der Pyrite aus den schichtgebundenen Erzkörpern sind sehr niedrig (Ni:0-0,07 Gew.-%; Co:0,04-0,09 Gew.-%). In den diskordanten Gangvererzungen wurden Pyrite mit deutlich erhöhten Nickel-Gehalten (1,35 Gew.-%) beobachtet. Die submarin exhalative Genese der Vorkommen konnte bestätigt und untermauert werden. Die diskordanten Gangvererzungen werden als metamorphe Mobilisationen oder als erhaltene Zufuhrkanäle gedeutet. Als Ablagerungsraum kann ein Ozeanbecken bei einer Wassertiefe von etwa 1000 Meter in Betracht gezogen werden.

Aufgrund dieser neu entwickelten Vorstellungen konnten bereits weitere erzhöfliche Bereiche abgegrenzt sowie einige neue Erzkörper lokalisiert werden.

# DIAGENESE PELITISCHER SEDIMENTE IM WIENER BECKEN

von

H. Kurzweil, Wien

Vortrag vor der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft am

12. Jänner 1981

In Zusammenarbeit mit Prof. W. D. JOHNS von der University of Missouri/Columbia wurden an neogenen Tonmergelserien aus der ÖMV-Tiefbohrung Aderklaa 78 mineralogische und chemische Untersuchungen zur Feststellung des Ablaufs versenkungsdiagenetischer Prozesse durchgeführt, wobei die Charakterisierung von Änderungen im Stoffbestand der Sedimente besonders im Hinblick auf die Ausbildung von Mixed-Layer-Phasen im Vordergrund der Arbeit standen.

Zu den im Zuge dieser Prozesse zu erwartenden Änderungen am Mineralbestand von Feinkornsedimenten und den dabei häufig auftretenden Neubildungen gibt eine zusammenfassende Darstellung von MÖLLER (1970) generelle Auskunft. Zur Diagenese der Schwerminerale liegen für den gegenständlichen Bereich Beobachtungen WIESENER's (1953) vor, auch geben die Ausführungen ENGELHARDT's (1973) zur Porenwasserdiagenese einen Überblick zum Stellenwert dieses Faktors bei der Beurteilung versenkungsdiagenetisch ablaufender Prozesse.

Das Aderklaaer Ölfeld liegt aus geologischer Sicht im Zentralen Wiener Becken, im Bereich der Staffelbrüche des Aderklaaer-Bockfließers Systems (KRÜLL 1980). Hauptdolomit des Frankenfelder-Lunzer Schuppensystems bildet die kalkalpine Basis von Aderklaa 78. Darüber folgen limnische Tonmergel mit Sandsteineinschaltungen aus dem Karpatien, dann die Grobkornsedimente des Aderklaaer Konglomerats sowie im Badenien eine überwiegend einförmig ausgebildete Serie mariner Tonmergel. Die vom Sarmatien an, gegen das Hangende zunehmende Verbrackung im Wiener Becken wird durch intensiv wechselgelagerte Sande und Tonmergel und durch eine generelle Vergrößerung der Sedimente, vor allem im Pannonien, charakterisiert.

Das eingangs dargelegte Untersuchungsprogramm wurde an ca. 50 Sedimentproben aus einem Teufenbereich zwischen 780 (Unteres Pannonien) und 2810 m (Basis Karpatien) durchgeführt.

Die im Zuge der Aufbereitung dieser Proben für röntgenographische und chemische Untersuchungsverfahren festgestellten Korngrößenverteilungen klassifizieren die Tonmergel als überwiegend tonige Silte mit Porositäten in diesem Bereich von ca. 25 bis 7 % und einer Diskontinuität in der Kompaktionskurve zwischen 1400 und 2000 m.

Die röntgenographische Phasenanalyse und semiquantitative Bestimmung des Mineralbestandes der Proben erfolgte nach dem etwas modifizierten Verfahren von SCHULTZ (1964).

Die Tonmergel sind demnach im wesentlichen als stark variierende Korngemische aus Quarz, Feldspäten, Karbonaten und Schichtsilikaten einzustufen.

Die Verteilung der einzelnen Phasen entspricht nach der Teufe primär den Einzugsgebieten der Sedimente, lediglich die Verbreitung des Alkalifeldspates läßt eine diagenetische Beeinflussung des Mineralbestandes in den Gesamtproben deutlicher hervortreten.

Der Quarz ist in den Tonmergeln zwischen 30 und 50 % verbreitet und zeigt, mit Ausnahme des Bereiches zwischen 2400 und 2800 m, eine Zunahme mit der Teufe. Während die Albit-reichen Plagioklase mit Anteilen zwischen 4 und 7 % keinen wesentlichen Trend erkennen lassen, verringert sich der Prozentsatz des Alkalifeldspates generell mit der Teufe von 3 auf ca. 1 %. Der Anteil der Karbonate er-

reicht in den Peliten bis zu 35 %: Ohne spezifische Trendentwicklung entfallen davon durchschnittlich 10 bis 20 % auf den Calcit, auf den Dolomit etwa 5 bis 7 %, wobei Extremwerte zwischen 1200 und 1800 m Teufenlage bis gegen 20 % ansteigen können, und schließlich, mit Schwerpunktbildung zwischen 1200 und 1800 sowie 2600 und 2800 m Teufe, bis zu 6 % auf Siderit. Der häufig mit letzterem, im Ausmaß bis zu 5 % auftretende Pyrit ist als Hinweis auf zeitweise reduzierendes Milieu zu betrachten. Der Anteil der Schichtsilikate liegt in den Gesamtproben bei Mittelwerten um 25 %, maximal bei 60 %: Zwei Drittel entfallen davon auf detritäre Glimmerminerale, der Rest im unterschiedlichen Ausmaß auf Chlorit und Kaolinit. Aus der Verbreitung der Schichtsilikate ist deren schwacher Anstieg mit der Teufe abzuleiten. Diese Tendenz könnte zum Teil auf diagenetischen Einfluß zurückgehen.

Eindeutig versenkungsdiagenetisch geprägt ist die Entwicklung der Illit/Smektit Mischphasen im Feintonanteil (kleiner 0,2 Mikron) der Tonmergel.

In Anlehnung an die von REYNOLDS und HOWER (1970) vorgeschlagene Untersuchungsmethode konnten in den relativ seichten Teufenlagen um 800 m Mischphasen mit zufälliger Ordnung und 75 % Smektit- bzw. 25 % Illitanteilen nachgewiesen werden, die bei weiterer Zunahme der Überlagerungsmächtigkeit, bis zur Basis des Neogens, eine im wesentlichen kontinuierliche Änderung zu einer geordneten Mixed-Layer-Bildung von 20 % Smektit und 80 % Illit erkennen lassen (JOHNS und KURZWEIL, 1979).

Vom generellen Trend zur Illitisierung abweichend verhält sich innerhalb des Karpatiens der Bereich zwischen 2620 und 2720 m. An Stelle der zu erwartenden 30 bis 40 % finden sich in der Feintonfraktion der Tonmergel ca. 70 % Smektitanteile in der Mischphase.

Eine Erklärung dieser Ausnahmeentwicklung ist nach den lithologischen Ergebnissen über eventuelle Tuffeinschaltungen nicht möglich. Auf Grund von Porenwasseranalysen ist vielmehr anzunehmen, daß der in diesem Bereich weit über der üblichen Konzentration liegende Mg-Gehalt der Lösungen (SCHRÖCKENFUCHS 1975), der sich von dem nahen Hauptdolomit des unterlagernden Mesozoikums herleiten läßt, als wesentlicher Faktor für die abweichende Entwicklung der Mixed-Layer-Phase anzusehen ist (KURZWEIL und JOHNS, im Druck).

Die mit Hilfe von Atomabsorption und Röntgenfluoreszenz an den Feintonfraktionen und den Gesamtproben durchgeführten chemischen Untersuchungen bestätigten die aus den röntgenographischen Phasenanalysen gewonnenen Daten.

### Literatur

- ENGELHARDT, W.v. (1973): Die Bildung von Sedimenten und Sedimentgesteinen. - Sediment-Petrologie, Teil III., Schweizerbart: Stuttgart.
- JOHNS, W. D., und H. KURZWEIL (1979): Quantitative estimation of illite-smectite mixed phases formed during burial diagenesis. *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 26, 203-215.
- KRÖLL, A. (1980): Das Wiener Becken. In: F. BACHMAYER (ed.), *Erdöl und Erdgas in Österreich*. Naturhist. Museum: Wien und F. Berger: Horn.
- KURZWEIL, H., und W. D. JOHNS (1981): Diagenetic changes of argillaceous sediments of the Vienna Basin. *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 29, 2, 103-125
- MOLLER, G. (1970): Silt- und Tongesteine. In: H. FOCHTBAUER und G. MOLLER, *Sedimente und Sedimentgesteine*. - Sediment-Petrologie, Teil II., Schweizerbart: Stuttgart.

- REYNOLDS, R. C. und J. HOWER (1970): The nature of interlayering in mixed-layer illite-montmorillonites. *Clays and Clay Minerals* 18, 25-36.
- SCHRÜCKENFUCHS, G. (1975): Hydrogeologie, Geochemie und Hydrodynamik der Formationswässer des Raumes Matzen - Schönkirchen Tief. *Erdöl-Erdgas Zs.* 91, 299-321.
- SCHULTZ, L. G. (1964): Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for Pierre shale. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 391-C, p. C1 - C31.
- WIESENER, H. (1953): Zur Diagenese klastischer Sedimente im Wiener Becken. *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 3, 142-153.

# MAGNESITBILDUNG IN SEDIMENTEN

von

G. Niedermayr, Wien

Vortrag vor der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft am

1. Juni 1981

Das Auftreten von Magnesit in Sedimentgesteinen ist ein interessanter Teilaspekt der Karbonatpetrologie und insbesondere wegen des lagerstättenkundlichen Gesichtspunktes dieses Problems von Bedeutung. Theoretische Überlegungen zur Genese von Magnesit in Sedimenten sind in den letzten Jahren von verschiedenen Arbeitsgruppen publiziert worden (z.B. USDOWSKI 1967, JOHANNES 1970, MÜLLER et al. 1972, MÜLLER und KUBANEK 1976, LIPPMANN 1979). Obwohl die Ergebnisse dieser Autoren in manchen Details divergieren - so besteht etwa unterschiedliche Auffassung über die Kinetik der Karbonatbildung im allgemeinen und von Magnesit im besonderen - scheinen vor allem die Voraussetzungen, die zur Karbonatfällung aus wässriger Lösung führen, geklärt. Die Schwierigkeiten, die sich bei der Übertragung der Ergebnisse aus den Laborversuchen auf natürliche Systeme ergeben, sind vor allem darauf zurückzuführen, daß der Mechanismus der primären Karbonatbildung, also der Karbonatfällung, zwar weitgehend gesichert ist, in Sedimenten aber meist sekundäre Karbonatphasen vorliegen. Hier sind somit neben dem chemisch-physikalischen Gesichtspunkt der Karbonatbildung noch die geologischen Dimensionen des Problems, wie z.B. die Faktoren Zeit, Milieu, Orogenentwicklung und Metamorphose zu berücksichtigen.

Über die Genese der alpinen Spatmagnesitlagerstätten wurde bereits viel diskutiert. Grob vereinfacht wurden dabei folgende Deutungsmöglichkeiten ventiliert:

a) Magnesitbildung durch Metasomatose:

Diese Deutung stützt sich im wesentlichen auf das Vorhandensein metasomatischer Gefüge.

Die Mg-Anlieferung wird hydrothermal und zu verschiedensten Zeiten angenommen (syngenetisch bis überwiegend epigenetisch-alpidisch); z.B. MEIXNER 1953, CLAR 1956, FRIEDRICH 1959.

b) Sedimentäre Magnesitbildung:

Sedimentäre Gefüge und das häufige Zusammenvorkommen von Magnesit und Evaporiten werden als Beweise für diese Deutung herangezogen.

Die Mg-Anlieferung erfolgt syngenetisch und wird durch ein salinares Milieu begünstigt; z.B. LEITMEIER 1953, SCHRÖLL 1961, SIEGL 1969, LESKO 1972, FELSER 1977.

c) Magnesitbildung im Zuge von Metamorphoseereignissen:

Ausdrücklich wird auf das Vorhandensein sowohl metasomatischer als auch sedimentärer Gefüge, auf Biogene und auf eine gewisse Faziesabhängigkeit der alpinen Spatmagnesite hingewiesen.

Eine spätdiagenetische Voranreicherung von Magnesium durch zirkulierende Porenlösungen mit nachfolgender metamorpher Rekrystallisation wird angenommen; z.B. MOSTLER 1973, HADITSCH und MOSTLER 1979.

Faßt man die verschiedenen Standpunkte und die Beobachtungen der einzelnen Bearbeiter zusammen, so sind sowohl metasomatische als auch sedimentäre Gefüge für die alpinen Spatmagnesite kennzeichnend. Darüber hinaus sind diese Vorkommen metamorph überprägt. Das Problem der Genese der alpinen Spatmagnesite liegt somit nicht so sehr im Nachweis eines metasomatischen und/oder sedimentären bzw. metamorphogenen Gefüges als vielmehr in der exakten Feststellung des Zeitpunktes der Magnesitbildung bzw. der magnesitbildenden Phasen.

Die gleiche Fragestellung gilt auch für jene Vorkommen von Magnesit in permischen und skythischen Sedimenten der Ostalpen, die z.T. schon lange bekannt waren, z.T. erst in den letzten Jahren nachgewiesen werden konnten (siehe dazu zusammenfassende Darstellung in NIEDERMAYR et al. 1981). Magnesit wurde in mehr oder weniger grobklastischen Sedimenten des Perms, im permischen und skythischen Haselgebirge, im klastisch beeinflussten Skyth und in den obersten Werfener Schichten ("Rauhacken-Horizont") bzw. in den skythisch-anisischen Evaporiten in variablen Prozentsätzen festgestellt. Einige der bis heute bekannten Magnesitvorkommen im Postvariszikum der Alpen wurden im Vortrag gezeigt und deren spezielle sedimentologische Phänomene besprochen (siehe dazu auch NIEDERMAYR et al. 1979 und 1980). Hinzuweisen ist hier insbesondere darauf, daß in diesen Vorkommen Magnesit sowohl in Beckensedimenten als auch in Sebka-Bereichen auftritt. Der Nachweis von Biogenen in magnesitführenden Ablagerungen läßt den Schluß zu, daß die Magnesit sprossung und das dafür erforderliche hypersalinare Bildungsmilieu erst im Stadium der Diagenese anzunehmen ist. Eine bereichsweise wirksame anchi- bis epizonale Metamorphose verursachte auch in magnesitführenden Sedimenten Sammelkristallisationen (und Klufmineralkristallisationen). Diese sekundären Magnesite führen höhere Gehalte an FeO; zusätzlich ist in manchen Proben auch ein Zonarbau der Magnesite festzustellen, mit Fe-reichen Rändern und Fe-ärmeren Kernzonen. Die weite Verbreitung von Magnesit im Perm und Skyth der Ostalpen ist besonders hervorzuheben.

Theoretische Überlegungen zur Karbonatbildung im allgemeinen und zur Bildung von Magnesit (und Dolomit) im besonderen zeigen, daß die Kristallisation von Magnesit aus wässriger Lösung in erster Linie gegeben ist durch die Aktivitäten der beteiligten Ionen, also durch  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  und  $[CO_3]^{2-}$ . Dazu kommt noch als wesentlicher Faktor der Einfluß der Temperatur, unter der dieser Prozeß abläuft. Die Aktivität von  $[CO_3]^{2-}$  ist im allgemeinen bestimmt durch den Abbau von organischer Substanz. Speziell dieser Vorgang ist eine der wichtigsten Reaktionen im Stadium der frühen Diagenese. Von verschiedenen Autoren wurde auf den "Zündeffekt" dieses Prozesses für weitere, sedimentologisch bedeutsame Diagenesevorgänge hingewiesen. Eine gewisse Bedeutung kommt auch der Salinität der Lösung zu. Eine Erhöhung der Salinität vergrößert das Stabilitätsfeld von Magnesit gegenüber jenem von Dolomit bzw. jenes von Dolomit gegenüber jenem von Calcit (JOHANNES 1970). Mit erhöhter Salinität steigt auch das Mg/Ca-Verhältnis an. Dieses verschiebt sich bei der Ausscheidung von Gips oder Anhydrit noch mehr zu Gunsten des Magnesiums. Somit begünstigen ein salinares Milieu und ein Reichtum an organischen Substanzen die frühdiagenetische Magnesitbildung. In Bezug auf Aussagen zur Paläogeographie magnesitführender Sedimente muß betont werden, daß die Bildung von Magnesit in Sedimenten sowohl im kontinentalen Bereich (kontinentale Salzseen) als auch im marin-lagunären Bereich möglich ist. Vor allem Letzterer scheint für die Magnesitbildung prädestiniert, wobei die Migration marinsalinärer Porenwässer unter bestimmten topographischen Voraussetzungen (flaches Küstenrelief) sicher sehr weit landeinwärts erfolgen kann.

Aus den Schlibbfunden grobkristalliner Magnesite, wie z.B. jener von Hall in Tirol, von Diegrub, vom Kaswassergraben und auch jener aus den Grödenen Schichten des Drauzuges, ist zu ersehen, daß die Neubildung von Dolomit und von Magnesit über eine Lösungsphase erfolgt, und damit Matrixeffekte eine entscheidende Rolle spielen (siehe dazu auch MÖLLER und KUBANEK 1976). Eine sedimentäre Magnesitbildung durch Volumdiffusion bzw. durch direkte Ausfällung aus einer Mg-reichen Lösung wird aus reaktionskinetischen und thermodynamischen Überlegungen im allgemeinen eher selten anzunehmen sein.

Faßt man das bisherige Datenmaterial zusammen, so sind folgende Bildungsmöglichkeiten für Magnesit in Sedimenten denkbar:

#### 1) Syngenetische Magnesitbildung.

- a) Anlieferung als Detritus - aus dem Hinterland
- aus dem Sedimentationsraum selbst
- (im Zuge einer salinaren Lösungsphase)



- b) Synsedimentär - Ausfällung von Magnesit aus einer entsprechend konzentrierten bzw. temperierten Lösung
- c) Syndiagenetisch - Metasomatische Magnesitprossung im Stadium der frühen Sedimentbildung durch zirkulierende Porenlösungen
- d) Anadiagenetisch (FAIRBRIDGE 1967) - Metasomatische Magnesitbildung durch zirkulierende Porenlösungen im Stadium der fortgeschrittenen Sedimentreifung
- e) Frühdiagenetisch hydrothermal-metasomatisch - Metasomatose durch hydrothermale Lösungen im Stadium der frühen Diagenese

## 2) Epigenetische Magnesitbildung

- a) Spätdiagenetisch hydrothermal-metasomatisch - Mg-Metasomatose durch hydrothermale Lösungen im Stadium der Spätdiagenese
- b) Metamorph-metasomatisch - Magnesitprossung im Zuge metamorpher Prozesse
- c) Spätdiagenetisch-metasomatisch - Mg-Metasomatose von Karbonatgesteinen durch Mg-reiche Verwitterungslösungen

Daraus ist zu ersehen, daß die verschiedensten Prozesse zur Bildung von Magnesit in Sedimentgesteinen beitragen können. Aus dem bisher vorliegenden Datenmaterial ergibt sich aber auch, daß eine epigenetische Magnesitbildung nur in Ausnahmefällen zu erwarten sein dürfte, und der weitaus größte Teil jener Magnesitvorkommen, die an Sedimente gebunden sind, syn- bis anadiagenetisch entstanden sein muß.

## Literatur:

- CLAR, E. (1956): Zur Entstehungsfrage der ostalpinen Spatmagnesite - Car.II, Sh.20 (ANGEL-Festschr.), 22-31.
- FAIRBRIDGE, R.W. (1967): Phases of diagenesis and authigenesis. - Developments in Sedimentology (Ed.G. LARSEN and G.V. CHILLINGAR) 8, 19-89.
- FELSER, K.O. (1977): Die stratigraphische Stellung der Magnesitvorkommen in der östlichen Grauwackenzone (Steiermark, Österreich). - Berg-Hüttenmänn.Mh. 122, 2a (W.E.PETRASCHECK-Festschr.) 17-23.
- FRIEDRICH, O.M. (1959): Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnesit-Lagerstätten. - Radex-Rdsch., Jg.1959, 393-420.
- FRIEDRICH, O.M. (1969): Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten, Teil 4. - Radex-Rdsch., Jg.1969, 550-562.
- HADITSCH, J.G. und H.MOSTLER (1979): Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen. - Verh.Geol.B.-A. Wien, Jg. 1978, 357-367.
- JOHANNES, W. (1970): Zur Entstehung von Magnesitvorkommen. - N.Jb.Mineral., Abh. 113, 274-325.
- LEITMEIER, H. (1953): Die Entstehung der Spatmagnesite in den Ostalpen. - Tschermaks Mineral.Petrogr.Mitt., 3.F., 3, 305-331.
- LESKO, I. (1972): Ober die Bildung von Magnesitlagerstätten. - Mineral. Deposita 7, 61-72.
- LIPPMANN, F. (1979): Der gegenwärtige Stand des Dolomitproblems. - Bull.Mus. d'Histoire Naturelle Belgrad, Ser.A, 34, 65-79.

- MEIXNER, H. (1953): Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenlagerstätten der Ostalpen. - Radex-Rdsch., Jg.1953, 445-458.
- MÜLLER, P. und F. KUBANEK (1976): Role of magnesium in nucleation processes of calcite, aragonite and dolomite. - N.Jb.Mineral., Abh.126, 199-220.
- MOSTLER, H. (1973): Alter und Genese ostalpiner Spatmagnetite unter besonderer Berücksichtigung der Magnetitlagerstätten im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). - Veröffentlich. Univ. Innsbruck 86, 237-266.
- MOLLER, G., G. IRION und U. FÜRSTER (1972): Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in the Lacustrine Environment. - Naturwissenschaften 59, 158-164.
- NIEDERMAYR, G., E.SCHERIAU-NIEDERMAYR und A.BERAN (1979): Diagenetisch gebildeter Magnetit und Dolomit in den Grödener Schichten des Dobratsch, Kärnten, Österreich. - Geol.Rdsch.68, 979-995.
- NIEDERMAYR, G., E.SCHERIAU-NIEDERMAYR und R.SEEMANN (1980): Magnetit in der Untertrias des westlichen Drauzuges, Kärnten, Osttirol. - Car.II, 170./90. - 91-102.
- NIEDERMAYR, G., E.SCHERIAU-NIEDERMAYR, A.BERAN und R.SEEMANN (1981): Magnetit im Perm und Skyth der Ostalpen und seine petrogenetische Bedeutung. - Verh.Geol.B.-A.Wien, Jg. 1981, 109-131.
- SCHROLL, E. (1961): Über das Vorkommen von Magnetit in alpinen Salzlagerstätten. Radex-Rdsch., Jg. 1961, 704-707.
- SIEGL, W. (1969): Entwurf zu einer salinar-sedimentären Entstehung der Magnetite vom Typ Entachen (Salzburg). - Mineral.Deposita 4, 225-233
- USDOWSKI, H.E. (1967): Die Genese von Dolomit in Sedimenten. - Miner.Petrogr. in Einzeldarst. 4, 95 S.

SCHWEFELISOTOPENVARIATIONEN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE LÖSUNG  
ERDWISSENSCHAFTLICHER PROBLEME

von

E. Pak, Wien

Vortrag vor der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft am

23. November 1981

1. Allgemeines

Dieser Aufsatz möchte eine kurz gefaßte, leicht verständliche Einführung in die Isotopengeochemie des Schwefels im Hinblick auf die Anwendungsmöglichkeiten in der Lagerstättengeologie geben.

Die meisten chemischen Elemente enthalten nicht einheitlich gleiche Atome, sondern solche mit unterschiedlicher Anzahl von Nukleonen (Kernteilchen) im Atomkern. Diese verschiedenen schweren "Spielarten" eines Elementes nennt man seine Isotope und kennzeichnet sie durch die Nukleonenzahl. Schwefel z.B. hat vier stabile Isotope:  $^{32}\text{S}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{36}\text{S}$ . Die instabilen, radioaktiven Isotope, die in der Natur nur ausnahmsweise vorkommen, bleiben hier außer Betracht. Da die Isotope eines Elementes sich chemisch gleich verhalten, ist ihre Häufigkeit in jedem Vorkommen dieses Elementes nahezu die gleiche. Für die genannten Schwefelisotope sind es ungefähr 95, 0,7, 4,3 bzw. 0,02 Prozent. Kleine Häufigkeitsschwankungen kommen jedoch infolge der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der verschiedenen schweren Teilchen bei ihrer thermischen Bewegung zustande, nämlich erstens bei Gleichgewichten und zweitens bei unvollständigen Übergängen zwischen Phasen (z.B. Aggregatzustände oder chemischen Verbindungen). Die genaue Messung der Isotopenhäufigkeiten ist ziemlich aufwendig und erfordert ein Massenspektrometer. Der erste Nachweis der Schwefelisotopenvariationen gelang H.G.THODE 1949.

Das Verhalten der Isotope der leichten, geochemisch wichtigen Elemente H, C, N, O, S ist in den letzten 2 bis 3 Jahrzehnten recht gründlich erforscht worden, und die dabei gefundenen Häufigkeitsvariationen und ihre Gesetzmäßigkeiten haben wesentliche Einblicke in geochemische Prozesse ermöglicht und für viele Fragestellungen wertvolle Untersuchungsmethoden angeboten.

Für die Isotopenverteilung des Schwefels gibt Abb. 1 einen zunächst groben Überblick. Als Maß dienen die relativen Abweichungen des Verhältnisses der beiden häufigsten Isotope ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) von einem Standardwert, der durch meteoritischen Schwefel definiert ist (CDT: Canon Diablo Troilit). So kann man die Isotopenzusammensetzung einer Probe P durch eine Zahl, den  $\delta^{34}\text{S}$ -Wert, in Promille angeben:

$$\delta^{34}\text{S} = \frac{(^{34}\text{S}/^{32}\text{S})_P - (^{34}\text{S}/^{32}\text{S})_{\text{CDT}}}{(^{34}\text{S}/^{32}\text{S})_{\text{CDT}}} \times 1000 \text{ (‰)}$$

Positive -Werte bedeuten "schweren" Schwefel, d.h. leicht erhöhten Gehalt an schweren Isotopen. Man sieht aus Abb.1, daß Sulfidvorkommen (Erze) meist wesentlich "leichter" sind als Sulfate (Meerwasser, Evaporitgesteine). Dazwischen, und zwar nahe bei meteoritischem Schwefel ( $\delta^{34}\text{S} = 0$ ), liegen die magmatischen Gesteine, und man nimmt an, daß im Erdmantel und näherungsweise auch im Mittel in der Erdkruste die Schwefelisotopenzusammensetzung der meteoritischen gleicht. Demnach sind beim geochemischen Kreislauf des Schwefels Isotopenbevorzugungen (Fraktionierungen) aufgetreten, bei denen sich das schwere Isotop in der höheren Oxidationsstufe angereichert hat auf Kosten der Sulfide.

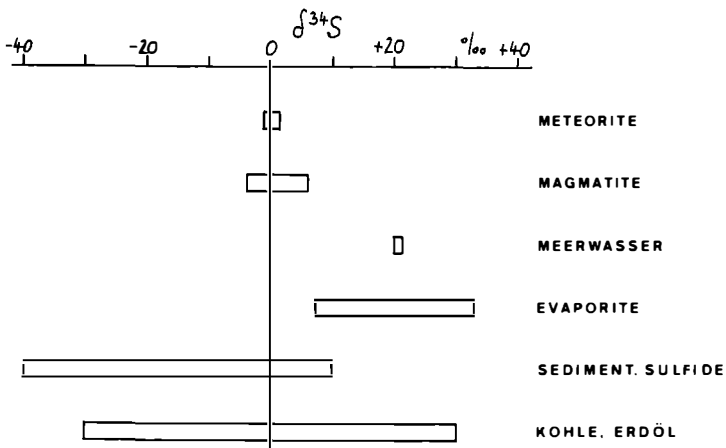


Abb. 1: Isotopenverteilung in einigen wichtigen Schwefelvorkommen (vereinzelt wurden auch  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte bis gegen + 100 und - 100 ‰ gemessen)

Der weitaus bedeutendste Fraktionierungseffekt tritt bei der bakteriellen Sulfatreduktion auf, die in schlammigen Sedimenten am Meeresboden vor sich geht: Dort, wo der für die Lebewesen nötige Sauerstoff fehlt, aber im Wasser gelöstes Sulfat zur Verfügung steht, leben sulfatreduzierende Bakterien, die als Abfall ihrer Sauerstoffaufnahme Schwefelwasserstoff freisetzen. Bei diesem mehrstufig ablaufenden Stoffwechsel wird das leichte Schwefelisotop stark bevorzugt, sodaß das  $\text{H}_2\text{S}$  und die sich daraus bildenden sedimentären Sulfide meist (je nach den Bedingungen) 20 bis 60 ‰ leichter sind als das gelöste Sulfat. Bleibt dabei die Verbindung mit dem sehr großen Sulfatvorrat im Ozean aufrecht (offenes System), so ändert sich dessen Isotopenzusammensetzung nicht merklich. Besteht hingegen eine solche Verbindung nicht (abgeschlossenes System) oder nur teilweise und wird ein größerer Teil des Sulfates reduziert, so wird im restlichen Sulfat durch den Entzug leichten Schwefels der schwere stark angereichert, wobei dann auch die spät entstandenen Sulfide relativ schwer werden können. Solche abgeschlossene Bereiche können kleine Flüssigkeitseinschlüsse in den Sedimenten sein, aber auch ganze isolierte Meeresbecken.

## 2. Schwefelisotope in marinen Sulfaten

Man findet heute im Sulfat aller Ozeane eine einheitliche Schwefelisotopenzusammensetzung mit etwa + 20 ‰. Die gute Durchmischung kann man auch für frühere Epochen annehmen. Man hat weiters festgestellt, daß beim Eindunsten nur eine vernachlässigbare Isotopenfraktionierung auftritt, sodaß die entstehenden Sulfatgesteine ein bleibendes Zeugnis von der Isotopenverteilung im Meerwassersulfat ablegen. Man konnte daher erwarten, daß Evaporite gleichen Alters weltweit dieselben  $\delta$ -Werte ergeben und daß man auf diese Weise die möglichen Veränderungen des  $\delta$ -Wertes im Meer während der Erdgeschichte rekonstruieren kann. Deshalb wurden (besonders von H.G. THODE und H. NIELSEN) umfangreiche Isotopenmessungen an Evaporiten bekannten Alters durchgeführt,

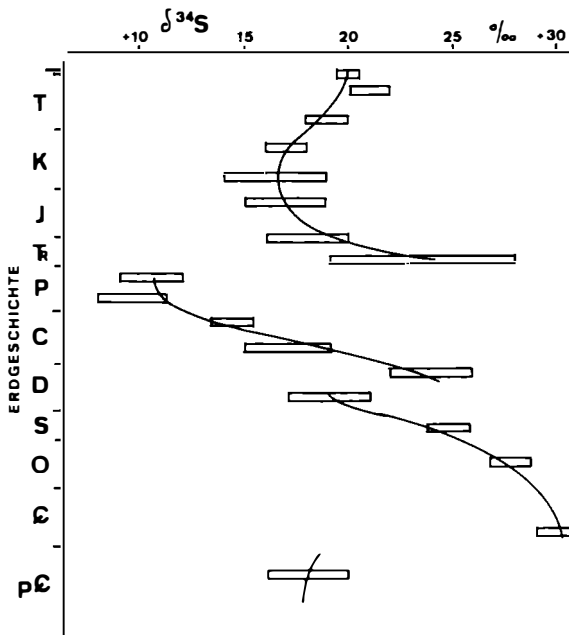


Abb. 2: Schwefelisotopenwerte in Evaporiten und die  $\delta^{34}\text{S}$ -Alterskurve für Meerwasser (schematisch)

deren Ergebnisse schematisch in Abb.2 zusammengestellt sind. Tatsächlich hat sich demnach die Schwefelisotopenzusammensetzung des Meeres in geologischen Zeiträumen stark verändert, und zwar anscheinend regellos. Allerdings weisen die Werte in den einzelnen Epochen deutliche Streuungen auf, doch ist das nicht verwunderlich, denn die Eindunstungsbecken waren nicht immer mit dem Weltmeer in Verbindung, sondern teilweise abgeschlossen, weshalb der  $\delta^{34}\text{S}$ -Wert dieser Becken durch Sulfatreduktion verfälscht sein kann. Doch glaubt man trotz dieser Streuungen, den Verlauf der " $\delta^{34}\text{S}$ -Alterskurve" zumindest für das Phanerozoikum im wesentlichen rekonstruiert zu haben.

Die Erklärung für die zunächst erstaunliche Variation der Schwefelisotopenzusammensetzung im Meerwasser muß vom geochemischen Kreislauf des Schwefels ausgehen: Meerwassersulfat wird abgeschieden in Form von Evaporiten (praktisch ohne Isotopenveränderung) und nach bakterieller Reduktion als Sulfid-sedimente (leichter Schwefel wird dem Meer entzogen). Nach Hebung der Sedimente gelangen die Evaporite nach Auslaugung, die Sulfide nach Verwitterung (Oxidation) gemeinsam mit verwitterten Magmatiten wieder als gelöstes Sulfat ins Meer zurück. Demnach treten hohe  $\delta$ -Werte im Meerwasser dann auf, wenn die Bedingungen für biologische Aktivität günstig waren, wie man z.B. für das Altpaläozoikum auch aufgrund anderer Hinweise annehmen kann. Wenn hingegen der Transport verwitterter Gesteine mit eher leichtem Schwefel ins Meer im Zuge von Gebirgsbildungen zunimmt, fallen die  $\delta$ -Werte im Meer, was etwa für

die Zeit der variszischen Orogenese im Jungpaläozoikum zutrifft. Solche Vorstellungen geben zwar für das Verständnis der Alterskurve wichtige Gesichtspunkte, doch sind die Ursachen für ihren genauen Verlauf im einzelnen noch lange nicht geklärt. Besonders rätselhaft sind die drei in Abb.2 ersichtlichen fast sprungartigen Veränderungen gegen Ende des Präkambriums, in Devon und in der Untertrias. Wenn man nämlich quantitative Abschätzungen des Schwefelkreislaufes anstellt, so sind diese wohl mit den sonstigen Veränderungen, nicht aber mit jenen unverstänlich abrupten vereinbar. Eine Erklärung (von W.T. HOLSER) wäre, daß vor einem solchen Ereignis durch lange Zeiträume reichliche Evaporit- und bakteriogene Sulfidabscheidung mit  $\delta^{34}\text{S}$ -Erhöhung in isolierten Becken (Mittelmeeren) vor sich gegangen und dann infolge plötzlicher, katastrophenartiger Zerstörung der trennenden Barrieren die Vermischung dieser lokalen Vorräte schwerer Sulfats mit dem Weltmeer erfolgt sei. Doch ist dies noch keineswegs gesichert.

Trotzdem die Ursachen nur teilweise bekannt sind, kann der Verlauf der  $\delta^{34}\text{S}$ -Alterskurve im wesentlichen (bis auf einige Details) als gesichert gelten. Sie kann nun dazu dienen, marine Sulfate, vor allem Evaporite, deren Alter noch fraglich ist, mit Hilfe von Schwefelisotopenuntersuchungen zu "datieren", d.h. einzustufen. Einem gemessenen  $\delta$ -Wert entsprechen zwar im allgemeinen mehrere Alterswerte, doch sind mit anderweitigen Informationen oft nur Entscheidungen erforderlich, z.B. Perm oder Trias. Im Perm mit seinem extrem niedrigen Wert ist die Zuordnung sogar eindeutig. Der aus lokaler Anreicherung gewonnene Hinweis auf geschlossene Becken kann zusätzlich wertvoll sein.

Beispielsweise konnten Messungen des Verfassers das Alter des nordalpinen Salinars aufklären: Nahezu alle österreicherischen Salzlagerstätten enthalten sowohl permische (meist vorherrschend) als auch triadische Anteile. An der Perm-Trias-Grenze ergaben sich auch andere interessante Ergebnisse.

Weiters läßt sich mit Hilfe der Alterskurve die marine Herkunft von Sulfaten belegen: z.B. ergaben Untersuchungen an Schwerspäten aus den Ost- und Südalpen fast durchwegs Werte, die zum entsprechenden Meerwassersulfat passen, was zur Annahme syngenetischer Abscheidung berechtigt.

### 3. Schwefelisotope in sulfidischen Lagerstätten

Als man gleich nach Entdeckung der Schwefelisotopenvariationen die ersten Erzlagerstätten daraufhin untersuchte, fanden sich zwei deutlich unterschiedliche Typen: einerseits recht einheitliche  $\delta$ -Werte nahe Null bei den Sulfiden in Lagerstätten magmatischer Herkunft, andererseits sehr uneinheitliche, doch vorwiegend ziemlich leichte Sulfide in sedimentären Lagerstätten. Im ersten Fall wurde Schwefelzufuhr aus dem Erdmantel angenommen, der vermutlich eine ähnliche Isotopenzusammensetzung wie Meteoriten hat, im zweiten Fall konnte man aus der starken, aber wechselhaften Isotopenfraktionierung auf die Bildung der Sulfide nach bakterieller Sulfatreduktion schließen. Da die Unterscheidung zwischen magmatischen und sedimentären, epi- und syngenetischen, hoch- und tiefthermalen, abiogenen und bakteriogenen Lagerstätten vielfach problematisch war, setzte man große Hoffnungen in die Ergebnisse der Schwefelisotopenuntersuchungen.

Der Gegensatz "Werte nahe Null" - "schwankend negative Werte" erwies sich bald als zu vereinfacht angesichts der Vielfalt der Natur. Zwar gibt es Lagerstätten, die in dieses Schema passen, doch ergaben sich anderswo gravierende Modifikationen und Mischtypen. Bakteriogene Sulfide weichen manchmal von der üblichen Isotopenverteilung ab: Konstante Lebensbedingungen der Bakterien im offenen System (Becken) können auch relativ einheitliche Sulfidwerte zur Folge haben, die auch nicht unbedingt weit im Negativen liegen müssen, wenn die Isotopenfraktionierung eher klein und der  $\delta$ -Wert des Meerwassers gerade hoch war. In geschlossenen Bereichen (Schwellenfazies) reichen die stark streuenden  $\delta$ -Werte der Sulfide oft weit ins Positive; in diesem

Fall findet man oft auch die entsprechenden  $^{34}\text{S}$ -Anreicherungen im Sulfat. Die nun möglicherweise fast symmetrisch um Null liegende Verteilung der Sulfide kann noch durch stärkere Metamorphose, die meist homogenisierend wirkt, eingeengt werden und schließlich der der magmatogenen Bildungen stark ähneln. Umgekehrt kann sich auch ohne Mitwirkung von Lebwesen eine Abweichung der  $\delta$ -Werte von Null ergeben: Selbst bei magmatischer, also hochthermaler Bildung, bei der die Sulfide nahezu dieselbe Isotopenzusammensetzung behalten wie die Schmelze, kann sedimentärer Schwefel aus wiederaufgeschmolzener Erdkruste das  $\delta$  der Schmelze in beide Richtungen (durch schwere Sulfate oder leichte Sulfide) verschieben. Bei niedrigeren Temperaturen, wie sie für hydrothermale Lagerstätten charakteristisch sind, treten in der Regel Fraktionierungen zwischen verschiedenen Mineralphasen auf, in Form von Sukzessionen (z.B. frühe Bildungen leichter als späte) oder Gleichgewichten zwischen den Phasen (siehe unten). So kann es vorkommen, daß auch abiogene Sulfide relativ breite  $\delta$ -Verteilungen im negativen Bereich besitzen, die aber bei näherer Betrachtung noch geordnet sind, im Gegensatz zu den regellosen Verteilungen bakterieller Bildungen. In vielen Lagerstätten bestehen auch verschiedene Herkunftsweisen nebeneinander: z.B. die Blei-Zink-Erze hydrothermal, Baryt aus Meerwassersulfat durch hydrothermal zugeführtes Barium ausgefällt, schließlich Pyrit bakteriogen.

Die kurz angedeuteten Effekte, die das ursprüngliche einfache Schema verkomplizieren, ja geradezu scheinbare Umkehrungen bewirken, machen jedoch den Wert und die Aussagekraft der Schwefelisotopenanalysen keineswegs zunichte. Aus nur wenigen Meßwerten können freilich meist keine oder nur sehr unsichere Schlüsse gezogen werden. Es erweist sich im allgemeinen als notwendig, jede Lagerstätte eingehend zu untersuchen, also alle schwefelhaltigen Phasen in genügender Anzahl mit sorgfältiger Probenauswahl einzubeziehen, um Unterschiede oder Einheitlichkeiten statistischer signifikant beurteilen und hinsichtlich der genetischen Bedingungen deuten zu können.

Die nur allgemeine, eher andeutende Darstellung des Schwefelisotopenverhaltens in Sulfidlagerstätten muß in diesem Rahmen genügen. Das Eingehen auf konkrete Beispiele würde umfangreichere lagerstättenkundliche Abhandlungen erfordern (Versuche in dieser Richtung sind z.B. in den am Schluß zitierten Arbeiten von H. NIELSEN zu finden). Durch fast drei Jahrzehnte wurden unzählige Lagerstätten mehr oder weniger gründlich untersucht. Vielfach konnten Auffassungsunterschiede hinsichtlich der Entstehung mit Hilfe der Schwefelisotope beseitigt werden. In manchen anderen Fällen blieben sie zwar bestehen, doch sind jedenfalls durch diese Untersuchungen neue und befruchtende Beiträge zu einer Klärung zustande gekommen.

Ein wichtiges Detail bei der Untersuchung hydrothermalen Erzlagerstätten sind die Gleichgewichtsfractionierungen der Schwefelisotope: Wenn sich aus einer Erzlösung oder Schmelze im thermodynamischen Gleichgewicht ("koexistent") Minerale bilden, so ergibt sich stets die Reihenfolge

$$\delta_{\text{Pb}} < \delta_{\text{Cu}} < \delta_{\text{Zn}} < \delta_{\text{Fe}} \ll \delta_{\text{Ba}}$$

für die  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte der einzelnen Sulfide und des Baryts. Dabei sind die Differenzen von der Temperatur abhängig, und Abb.3 zeigt die erstmalig von H. SAKAI erkannten quantitativen Zusammenhänge. Zwischen den verschiedenen Sulfiden (dargestellt ist als Beispiel das Paar  $\text{ZnS} - \text{PbS}$ , für die anderen ist es ähnlich) sind die Unterschiede um etwa eine Zehnerpotenz kleiner als die zwischen Sulfiden und Sulfat. Bei sehr hohen Temperaturen sind die Unterschiede unmeßbar, andererseits stellen sich unter 250 bis 300 °C Gleichgewichte kaum ein. Dazwischen ergibt sich nun die Möglichkeit einer Messung der Bildungstemperatur. Indem man die Übereinstimmung der Temperaturen prüft, die sich aus mehreren Mineralpaaren ergeben, vergewissert man sich, ob sich bei der Mineralisation wirklich Gleichgewichte ausbilden konnten.

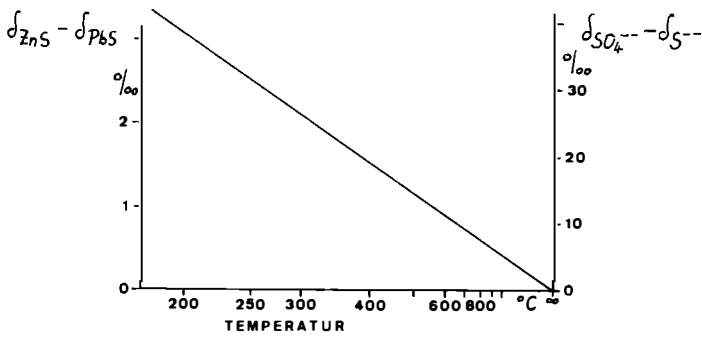


Abb. 3: Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtsfractionierungen zwischen ko-existenten Sulfiden (z.B. Zinkblende und Bleiglanz, links) und zwischen Sulfid und Sulfat (rechts)

Die Bedingungen dafür, welche Minerale sich überhaupt aus einer bestimmten Erzlösung ausscheiden und welche Folgen das für die Verteilung der Schwefel-isotope hat, wurden erstmalig von H. OHMOTO (1972) angegeben. Er fand, daß darauf außer der Temperatur noch eine Reihe weiterer physikochemischer Grö-ssen wie pH-Wert, Sauerstoffangebot, Schwefelkonzentration usw. wesentlichen Einfluß haben. Ohne die komplexen Zusammenhänge hier genauer wiedergeben zu können, sei aber auf das aufsehenerregende Ergebnis hingewiesen, daß derart leichte Sulfide, wie sie sonst nur als bakteriogene Bildungen gedeutet worden waren, im Extremfall auch auf anorganischem Wege entstehen können. Es wurden auch die theoretischen Grundlagen erarbeitet, die es unter Umständen gestatten, aus der Schwefelisotopenverteilung in einer hydrothermalen Lager-stätte die genannten physikochemischen Parameter und deren Veränderung wäh-rend der Erzabscheidung zu rekonstruieren.

#### 4. Schlußbemerkung

Es konnten nur einige der wichtigsten Aspekte der Schwefelisotopen-Geochemie skizziert werden. Weitere Forschungsgebiete seien wenigstens aufgezählt: Schwefelspuren in verschiedenen Gesteinen und in rezenten schlammigen Sedi-menten, vulkanische Gase und Absätze, Schwefel in Kohle, Erdöl, Erdgas und in der Atmosphäre, hydrologische Untersuchungen an Grund- und Oberflächenwässern. Eine umfangreiche Literaturliste erscheint nicht angebracht; zwei neuere Ober-sichtsartikel, die weitere Zitate enthalten, erschließen einen näheren Zugang zu verschiedenen Fragestellungen.

Schließlich soll noch darauf hingewiesen werden, daß der Verfasser im Insti-tut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wis-senschaften in Wien ein Labor für Isotopenmessungen betreibt, das allen zur Verfügung steht, die sich von solchen Untersuchungen Hilfe für ihre Problem-stellungen erhoffen.

#### Auswahl aus der sehr umfangreichen Literatur:

NIELSEN, H. (1978): Sulfur isotopes in nature. In: Handbook of geochemistry (K.H. WEDEPOHL, ed.), vol.II, part 5. Springer

NIELSEN, H. (1979): Sulfur isotopes. In: Lectures in isotope geology (E. JÄGER and J.C. HUNZIKER, eds.). Springer



## NEUES ZUR MINERALOGIE DER FOSSILEN HARZE

von

S. Savkevič, Leningrad

Vortrag vor der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft am

7. Juni 1982

Seit mehr als 2 Jahrtausenden zieht der Bernstein die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler, die sich für seine Entstehung, Zusammensetzung und seine Eigenschaften interessieren, auf sich. Dank seiner Färbung, seines Glanzes und seiner einfachen Bearbeitbarkeit ist er schon seit dem Mesolithikum ein begehrter Schmuckstein. Diese Eigenschaften bewirken auch seine Popularität in unseren Tagen.

Schon PLINIUS d.Ä. und sogar einige seiner Vorgänger wiesen darauf hin, daß die an verschiedenen Fundorten gewonnenen Bernsteine sich in ihren Eigenschaften unterscheiden und bezeichneten sie daraufhin mit unterschiedlichen Termini (weiß, wachsähnlich und gelb (electrum), rot (sualiternicum)). Auch wenn die Literaturquellen dieser Epoche keine weiteren Informationen über Unterschiede in anderen Eigenschaften der bernsteinähnlichen Harze in unsere Zeit überlieferten, so sind doch in der bekannten Arbeit al'BIRUNI's "Sammlung von Einzelheiten für das Erkennen von Kostbarkeiten" Angaben über Unterschiede von Bernstein und anderen äußerlich ihm ähnlichen Harzen enthalten, so z.B. über unterschiedliche Bearbeitungsfähigkeiten, über unterschiedliche Dichte und verschiedenes Verhalten beim Erwärmen. Später, schon in der Epoche der großen geographischen Entdeckungen, als Kopal aus Mittel- und Südamerika nach Europa eingeführt wurde, entdeckte man seine Unterschiede zum Bernstein (Geruch, unterschiedliche mechanische Eigenschaften und Unterschiede bezüglich Verwendung in der Medizin).

Das nicht ausreichende Niveau der chemischen Untersuchungsmethoden von Mineralien bis hin zum Anfang des 19. Jahrhunderts, war Ursache dafür, daß im Verlaufe vieler Jahrhunderte die Trockendestillation die einzige Analysenmethode für den Bernstein war. Sie versorgte jedoch die Wissenschaftler nicht mit ausreichenden Informationen über die Zusammensetzung und den chemischen Aufbau. Das 19. Jahrhundert bringt der Mineralogie chemische Methoden und verändert erheblich den Inhalt und die Aufgaben unserer Wissenschaft in Richtung Untersuchung der chemischen Eigenschaften und Zusammensetzung der Minerale.

Die neue, chemische Etappe der Erforschung des Bernsteins (und auch der anderen fossilen Harze) eröffnet die Monographie J.F. JOHN's (1816). In ihr nutzt der Autor in großem Umfang die neuen Methoden der chemischen Analyse und gibt auf deren Grundlage eine Charakteristik der zu dieser Zeit bekannten brennbaren "Fossilien". Diese chemische Charakteristik (Elementarzusammensetzung u.a.) zusammen mit der Erforschung der physikalischen Eigenschaften ermöglichte es dem Autor, eine Klassifizierung der von ihm untersuchten Stoffe durchzuführen.

Erstmals in der Literatur macht J.F. JOHN einen Unterschied zwischen zähen und spröden fossilen Harzen, wobei er erstere als "echten" oder "edlen" Bernstein, letztere - als "ordinären" Bernstein bezeichnet. Kennzeichnende Eigenschaften des letzteren sind: Auffinden in Braunkohleflözen, hohe Sprödigkeit, leichte Schmelzbarkeit, leicht aromatischer Geschmack, geringer Anteil oder völliges Fehlen von Bernsteinsäure und erhöhte Löslichkeit in Äthanol. Das Verzeichnis von Lagerstätten, das dieser Autor bringt, macht es möglich festzustellen, daß er unter der Bezeichnung "ordinärer Bernstein" eine Gruppe von fossilen Harzen vereinigte, die jetzt als Gedanit, Walchowit oder auch allgemein als "Retinite" bekannt sind.

Die Entwicklung der Mineralogie einerseits und eine größere Zugänglichkeit des Bernsteins als Untersuchungsmaterial infolge einer Einschränkung, dann sogar völligen Abschaffung des "Bernsteinregals" - eines Staatsmonopols Preussens für die Gewinnung, den Handel und die Verarbeitung des Bernsteins - andererseits, führten zu neuen Erfolgen auf dem Gebiet der Bernsteinforschung. Deshalb war es in der nächsten, dem Bernstein gewidmeten Monographie (AYCKE, 1835) aufgrund der Untersuchung einer großen Anzahl von Bernsteinstücken, die an der Ostseeküste gewonnen wurden, möglich festzustellen, daß zwischen trüben und durchsichtigen Varietäten Stücke zu finden waren, die sich durch eine erhöhte Sprödigkeit, starken Glasglanz und eine weiße, staubartige Verwitterungskruste auszeichneten. Der Autor bemerkte, daß diese Stücke in ihren Eigenschaften dem Kopal ähneln. Es sind auch Obergangsformen von kopalähnlichen Harzen zum Bernstein festgestellt worden. Sie sind, nach der Meinung des Autors, unvollendeter Bernstein auf Grund des entsprechend niedrigen Gehaltes an Bernsteinsäure und der Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften. Gleichzeitig erwähnt J.Ch. AYCKE die Funde von dunkelgrauen, braunen und schwarzen Harzen, die kein Gagat und keine Steinkohle sind und sich den Eigenschaften nach vom Bernstein unterscheiden.

Demnach wurden bereits im ersten Drittel des 19. Jh. grundlegende Unterschiede in den Eigenschaften und der Zusammensetzung bernsteinähnlicher fossiler Harze festgehalten, was die Grundlage für die mineralogische Richtung der Untersuchung dieser Objekte im letzten Viertel des 19. Jh. bis zum Anfang des 20. Jh. bildete und ihre Entwicklung in vielem vorbestimmte.

Die Intensivierung der Bernsteingewinnung Ende der 60er, Anfang der 70er Jahre des 19. Jh. gibt der allseitigen Untersuchung des Bernsteins einen neuen Impuls. Aber die mineralogische Untersuchung des Bernsteins und der bernsteinähnlichen fossilen Harze wird noch durch eine Reihe anderer Faktoren stimuliert. Der wichtigste unter ihnen ist die Entwicklung der topographischen Mineralogie und, etwas ungewöhnlich, die Notwendigkeit der Herkunftsbestimmung des Rohstoffes für Bernsteinerzeugnisse, die bei archäologischen Ausgrabungen im Mittelmeergebiet gefunden wurden, worauf bereits auf den ersten internationalen anthropologischen und archäologischen Kongressen in Kopenhagen (1869), Bologna (1871), Stockholm (1874) und Budapest (1876) die Aufmerksamkeit gelenkt wurde.

Die Entwicklung der topographischen Mineralogie machte neue Funde fossiler Harze auf dem Territorium Zentral- und Westeuropas möglich und ihre Unterschiede gegenüber dem baltischen Bernstein in den physikalischen Eigenschaften (Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit, Sprödigkeit, Schmelztemperatur u.a.), in den chemischen Eigenschaften (Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln, Elementarzusammensetzung, Fehlen von Bernsteinsäure), den Fundbedingungen, der Morphologie und der Textur ließen ihre Beschreibung unter eigenen mineralogischen Namen zu. Das haben angesehene Wissenschaftler wie JOHNSTON (Middletonit), HAIDINGER (Walchowit), HAUSMANN (Copalin, später Kopalit), REUSS (Pyroretin), ZEPHAROVIC (Jaulingit), GOMBEL (Euosmit), TSCHERMAK (Trinkerit), SCHRÖCKINGER (Schraufit, Muckit, Neudorfit), DOELTER (Köflachit) u.a. durchgeführt. Aber es blieb eine große Zahl von Funden fossiler Harze, die sich vom Bernstein nicht wesentlich unterscheiden und auf Grund verschiedener Ursachen (unzureichender Fundumfang für die Durchführung von Analysen, Fehlen von Vergleichsmaterial, unzureichende Laborausstattung und Qualifikation) nicht genauer untersucht wurden. Auf Grund des Prinzips: "gelb, durchsichtig (mehr oder minder) und brennt" wurden sie ohne ausreichende Begründung dem Bernstein zugeordnet.

Demzufolge entstand eine paradoxe Situation, die zwei einander logisch ausschließende Tendenzen zur Folge hatte: einerseits strebten Wissenschaftler mit allen zu dieser Zeit bekannten Methoden die Charakterisierung verschiedener fossiler Harze an, die sich sowohl in den physikalischen Eigenschaften, als auch im Chemismus (und demzufolge auch im Molekularaufbau) unterschieden, andererseits vereinigten einige Forscher unter der Bezeichnung "Bernstein" jegliche, nur äußerlich ähnliche fossile Harze, ohne auf ihre Ähnlichkeiten und Unterschiede in allen der Untersuchung zugänglichen physikalischen und chemischen Eigenschaften einzugehen.

Die Entwicklung der ersten der oben erwähnten Tendenzen finden wir im Zyklus der Publikationen von Otto HELM, die dem Bernstein und bernsteinähnlichen fossilen Harzen gewidmet sind. Auf Grund einer Untersuchung der physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Objekte mit allen ihm zur Verfügung stehenden Methoden sondert er Gedanit (1878), Glessit (1881), Simetit (1866), Rumänit (1891) und Birmitt (1893) aus. Sowohl die obengenannten, als auch die anderen nicht erwähnten Mineralarten der fossilen Harze haben in allen wertvollen Nachschlagewerken und Anleitungen der Mineralogie (so DANA, DOELTER, HINTZE, HAY, STRUNZ usw.) ihren Platz gefunden.

Die zweite Tendenz ist ihrem Wesen nach pseudowissenschaftlich, da den Regeln der wissenschaftlichen Terminologie nach es nicht zulässig ist, ein und denselben Begriff für die Bezeichnung von Stoffen (oder Objekten) unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung zu benutzen.

Deshalb ist es um so erstaunlicher, daß ein solches verantwortungsloses Handeln auf dem Gebiete der Terminologie der fossilen Harze bis in unsere Tage zu verfolgen ist. Das führt zu den unglaublichsten Situationen, wenn Autoren ganz spekulativ, ohne Durchführung spezieller Untersuchungen die früher aufgestellten Mineralarten diskreditieren und sie unter dem allgemeinen Begriff "Bernstein" vereinigen, dabei sich aber lediglich auf die Gemeinsamkeit der pflanzlichen Herkunft und die Brennbarkeit - als wichtiges Merkmal von Kaustobiolithen - stützen. Das führt nicht nur zu einem terminologischen Wirrwarr, sondern auch zu einer Entstellung bekannter Tatsachen, wenn z.B. Parameter und Eigenschaften von Stantienit dem Bernstein (d.h. dem Succinit) zugeschrieben werden (TROFIMOV 1974).

Es ist möglich, daß eine solche Ignorierung der Regel wissenschaftlicher Terminologie deshalb stattfindet, weil einige Autoren den Bernstein nicht zu den Mineralien zählen, was mit einer ganzen Reihe von Beweisen begründet wird: Der wichtigste von ihnen wäre danach die biogene Herkunft des Bernsteins. Aber wenn man diesem genetischen Kennzeichen folgt, so müßte man auf Grund seiner biogenen Genese auch Calcit aus dem sich Muscheln und ihre Bruchstücke im Muschelkalk zusammensetzen, nicht als Mineral betrachten, genauso wie die unterschiedlichsten Minerale, die infolge der Tätigkeit von Bakterien entstanden sind. Es ist also augenscheinlich, daß die biogene Herkunft nur für sich genommen kein ausreichendes Argument ist, um den Bernstein aus der Zahl der Minerale auszuschließen.

Als nächsten größeren Unterschied des Bernsteins und ähnlicher fossiler Harze von anorganischen Mineralen sieht man das Fehlen der Stöchiometrie und Schwankungen in der Elementarzusammensetzung an. Es ist notwendig, festzustellen, daß in der 2. Hälfte des 20. Jh. schon niemand mehr (außer, wie es scheint, Prof. TROFIMOV) die genaue stöchiometrische Zusammensetzung als Hauptbedingung der Zuordnung physikalisch individualisierter Produkte geochemischer Prozesse zu den Mineralen ansieht, oder etwa bedeutende Schwankungen der Zusammensetzung und der Eigenschaften im Bereich eines Individuums als Grund für den Ausschluß des gegebenen Objektes aus dem Mineralsystem. Weit bekannt sind solche Schwankungen für anorganische Minerale im Bereich eines Kristalles (eines Kornes) wie auch die Fähigkeit einiger von ihnen, sich unter atmosphärischen Bedingungen zu verändern.

Der Wahrheit willen ist es notwendig, festzustellen, daß die Beschreibung einiger Minerale der fossilen Harze nicht genügend korrekt ausgeführt wurde, weil sie, was ich schon erwähnte, ohne vollständige Charakterisierung der untersuchten Objekte vorgenommen wurde. Außerdem ist bekannt, daß physikalische Eigenschaften, wie Dichte, Brechungsindex, Farbe, Durchsichtigkeit, Glanz, Härte, Lumineszenz, Reibungselektrizität - für die Diagnostik nicht ausreichen. Das gleiche gilt für chemische Daten wie Jodzahl, Verseifungszahl, Säurezahl und Elementarzusammensetzung.

Die Erforschung des Chemismus einiger fossiler Harze (Succinit, Gedanit, Allingit), unter Führung von Prof. TSCHIRCH, mittels Extraktion in verschiedenen Lösungsmitteln wie auch Verseifung der unlöslichen Reste, führte zur Isolierung von mehr oder weniger individualisierten chemischen Verbindungen, deren Anwendung für eine Diagnostik auf Grund einer Reihe von Ursachen unmöglich war.

Die Entwicklung von physikalischen Methoden in den letzten Jahrzehnten und ihre Anwendung zur Erforschung organischer Stoffe (besonders der Hochpolymeren) hat neue Möglichkeiten auf dem Gebiet der Erforschung und Diagnostik von Bernstein und ähnlichen fossilen Harzen als Mineralien von polymerem Aufbau eröffnet (SAVKEVIĆ 1970).

Als ausgesprochen nützlich erwies sich die IR-Spektroskopie, die es gestattet, äußerlich schwer unterscheidbare Mineralarten der fossilen Harze eindeutig zu diagnostizieren und einige Besonderheiten ihrer chemischen Struktur herauszufinden (SAVKEVIĆ, SHAKS 1964; SAVKEVIĆ, POPKOVA 1973, 1978). Von gewissem Interesse für diese Ziele ist auch die Massenspektrometrie - das Feldionisationsverfahren (EICHHOFF, MISCHER 1972), obgleich die Verfügbarkeit und die hohen Kosten der notwendigen Apparaturen ihre breite Anwendung für die Diagnostik fossiler Harze bedeutend einschränken.

Es ist notwendig, daran zu erinnern, daß längst nicht alle Funde von Bernstein, die aus der Literatur bekannt sind, auch in Wirklichkeit solche sind. Das läßt sich vor allem durch das Fehlen diagnostischer Kennzeichen begründen, welche es damals gestattet hätten, den Bernstein von bernsteinähnlichen Harzen zu unterscheiden. Deshalb ist von uns eine Revision der fossilen Harze aus einer Reihe von Fundorten der UdSSR und anderer Länder zwecks Feststellung ihrer mineralogischen Zugehörigkeit vorgenommen worden.

Die Anwendung der IR-Spektroskopie in Verbindung mit anderen modernen physikalischen und auch einer Reihe von traditionellen Untersuchungsmethoden, gestattete es festzustellen, daß die fossilen Harze der Küste des Archangelsker Bezirkes mit denen der Kreideablagerungen der Chatanga-Senke identisch sind, und - entgegen der bestehenden Meinung - keine Bernsteine (Succinit) sind (Abb.1). Diese Aussagen werden durch die Untersuchung von mehr als 5000 Proben bekräftigt.

Zum gleichen Ergebnis gelangten wir bei der Analyse der Originalstücke von A. MIDDENDORFF, die in der Mitte des 19. Jh. im Flußbett der Cheta gesammelt und von ihm als Bernstein bestimmt wurden. Ähnliches wurde als Ergebnis der Untersuchung von hunderten von Proben aus den Kreideablagerungen an den Flüssen Pjasina und Wiluj, sowie einzelner Stücke, die im mittleren Ural, auf dem Kap Taiganos (Magadaner Bezirk) und auf den Neusibirischen Inseln gefunden wurden, festgestellt.

Die Untersuchung einer großen Anzahl (ca. 1000 Stück) von fossilen Harzen aus den Kreideablagerungen des Nordosthanges des Kleinen Kaukasus zeigte, daß die untersuchten Stücke gleichfalls kein Bernstein sind. Unter ihnen sind mindestens 2 Arten von fossilen Harzen anzutreffen, die sich sowohl durch die chemische Struktur, als auch von den Eigenschaften her unterscheiden (Abb.2). Eine von ihnen, die hauptsächlich am Fundort Gortschu anzutreffen ist, ist ein Analogon des Rumänits. Die zweite gehört aller Wahrscheinlichkeit nach zur Reihe des Walchowits.

Da die fossilen Harze aus den Kreideablagerungen von Transkaukasien in der Literatur unter dem Namen Kopalit (GROSSHEIM 1939) und Kopal (EFENDIJEV 1957) bekannt sind, führten wir einen Vergleich mit echtem Kopalit, einer Vergleichsprobe, die uns freundlicherweise vom Britischen Museum zur Verfügung gestellt wurde, durch. Die Unterschiede in der chemischen Struktur, die unter anderem durch die IR-Spektroskopie festgestellt wurden (Abb.2) zeigen, daß die Verwendung der Termini "Kopal" und "Kopalit" zur Bezeichnung der fossilen Harze Transkaukasiens nicht gerechtfertigt ist.

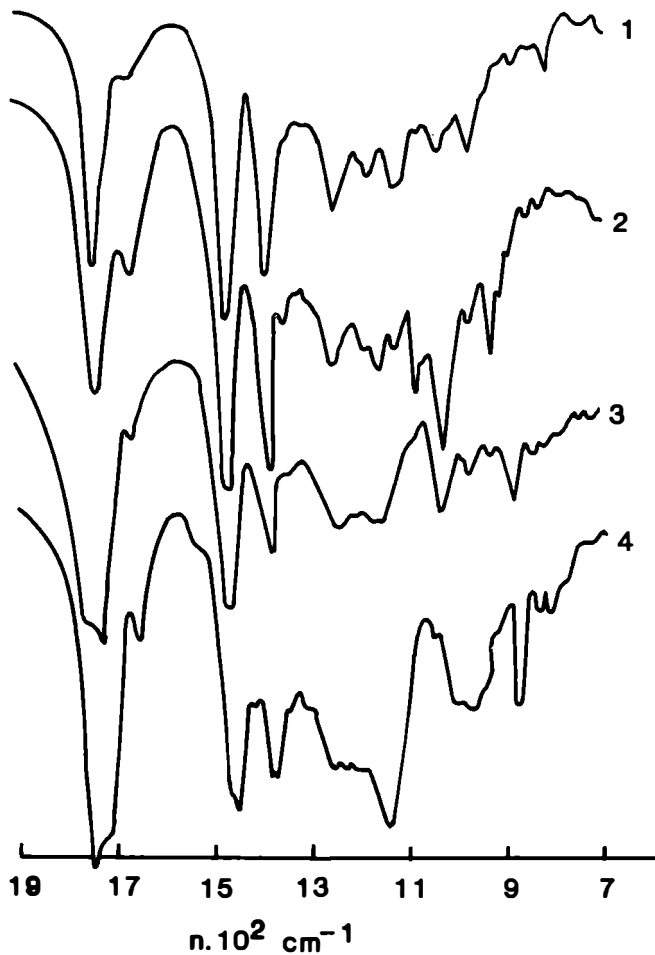


Abb. 1: IR-Spektren fossiler Harze aus verschiedenen Fundstätten

- 1 - Spektrum einer spezifischen Harzart der Kreidezeit aus der Chatanger Senke, aus dem Archangelsker Gebiet, Alaska und dem Staat Washington (USA);
- 2 - Spektrum einer spezifischen Harzart der Kreidezeit aus der Chatanger Senke und dem Archangelsker Gebiet;
- 3 - Spektrum von Gedanit; identisch mit den fossilen Harzen des mittleren Urals, Kap Taiganos, fossilen Harzen der Chatanger Senke;
- 4 - Spektrum für Bernstein (Succinit).

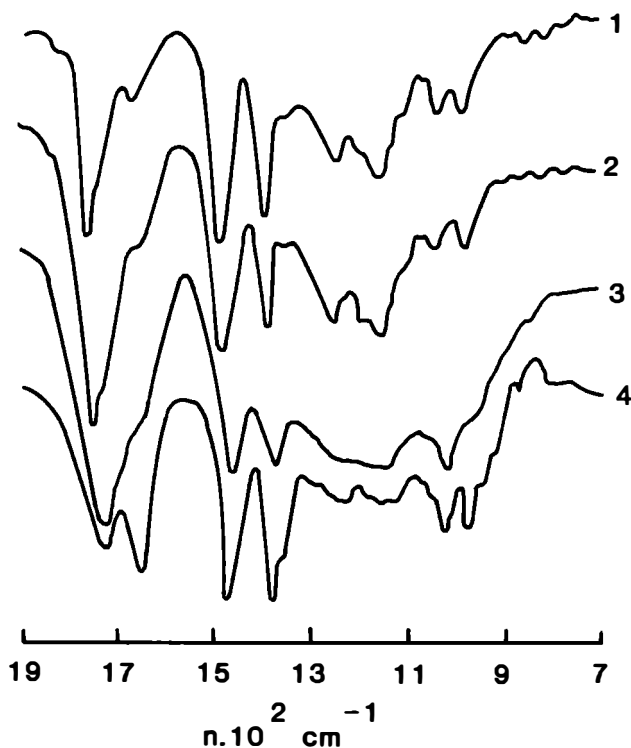


Abb. 2: IR-Spektren fossiler Harze des Kaukasus-Hinterlandes

- 1 - Lagerstätte Gortschu; 2 - Spektrum für Rumänit;  
 3 - Lagerstätte Agdscha-Kend; 4 - Spektrum für Kopalit, London BM-60836.

Interessante Ergebnisse brachte auch die mineralogische Untersuchung der fossilen Harze Sachalins. Es erwies sich, daß sie hauptsächlich der Rumänit-Gruppe angehören (Abb.3).

Für das karpatische Areal wurde eine deutliche Zugehörigkeit zum Succinit lediglich in nicht gestört lagernden Schichten verzeichnet. In Faltungszonen sind hauptsächlich Rumänit und Schraufit vorhanden. Eine spezielle Analyse der fossilen Harze der Karpaten zeigte, daß die früher abgetrennte Mineralart Delatinit den IR-Spektren und anderen Eigenschaften nach ein Analogon von Rumänit ist (Abb.3).

Eine ausgesprochen große Bedeutung für die mineralogische Systematik und die topographische Mineralogie hat die von uns festgestellte Gesetzmäßigkeit, daß gewöhnlich im Bereich eines Fundortes mehrere Mineralarten fossiler Harze anzutreffen sind. Am deutlichsten illustriert dies die weltberühmte Lagerstätte Palmniken, von der neben dem Bernstein (Succinit) noch 5 andere Mineralarten

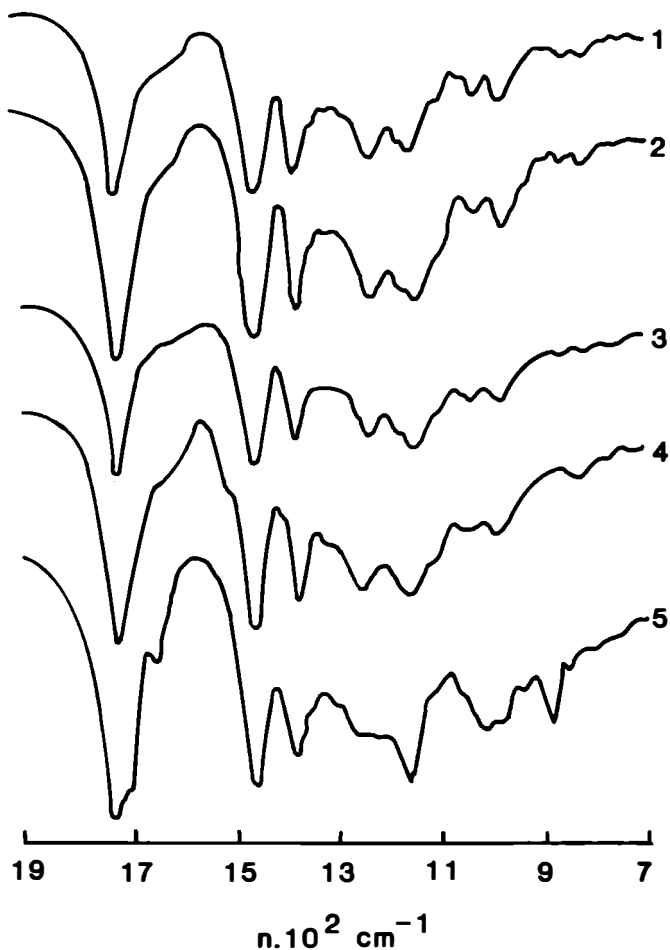


Abb. 3: IR-Spektren von Rumänit aus Rumänien (1), 2 - Delatynit;  
3 - Rumänit von Sachalin; 4 - Schraufit; 5 - Succinit.

fossiler Harze bekannt sind (Abb.4). Eine ähnliche Situation läßt sich auch an den Fundorten des Arktischen Areals feststellen, obgleich die Zahl der Arten dort ein wenig kleiner ist, auf der Insel Sachalin, in einer Reihe von Fundorten der USA und anderer Länder. Es ist besonders erwähnenswert, daß die fossilen Harze Burmas, die in der Literatur als Birmit bekannt sind, unseren Ergebnissen zufolge, mindestens 2 Mineralarten darstellen, wobei eine von ihnen ein Analogon von Rumänit ist (Abb.5).

Die Bildung von unterschiedlichen Mineralarten fossiler Harze ist durch primäre - paläobotanische - und sekundäre -lithogenetische-Faktoren bedingt (SAVKEVIĆ 1970, 1973). Unter ersteren versteht man die biogene Spezifik der Exkrete der Pflanzen (unterschiedlicher Arten) und Unterschiede in den physiologischen und

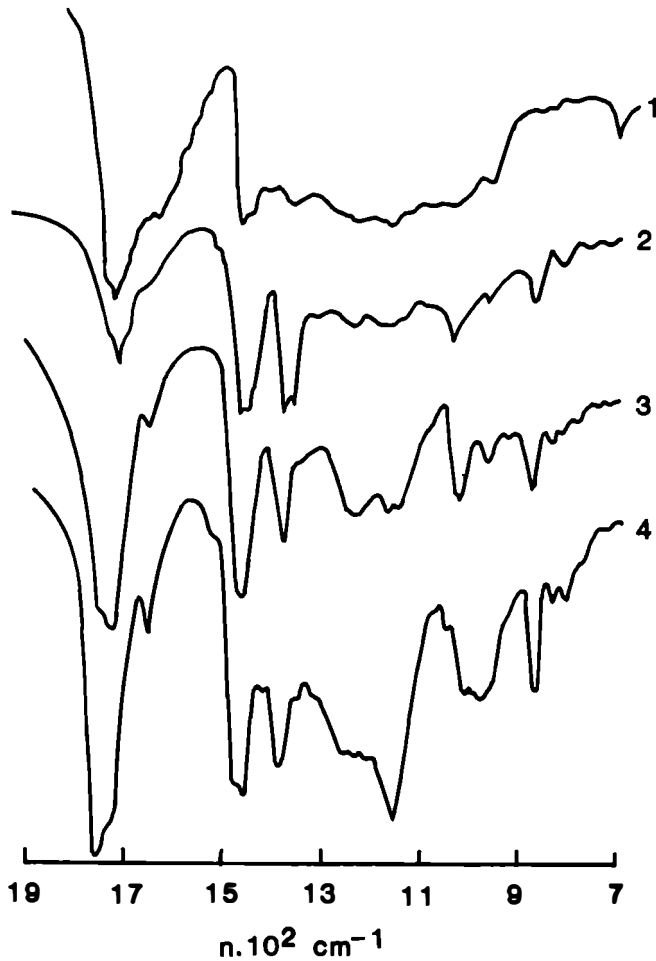


Abb. 4: IR-Spektren fossiler Harze aus der Lagerstätte Palmniken:  
 1 - Stantienit; 2 - Glessit; 3 - Gedanit; 4 - Succinit.

klimatischen Bedingungen, die z.B. eine Veränderung des Verhältnisses Terpene - Harzsäuren in den Harzen zur Zeit der Abscheidung bewirken. Danach kommt es unter dem Einfluß der Sonnenwärme zu Prozessen, die merkbar den chemischen Bestand der Exkrete nivellieren: Isomerisation, welche die Vielfalt der Harzsäure reduziert, sowie Verdampfung leichtflüchtiger Verbindungen. Nebenbei beginnen die Prozesse der Polykondensation.

In Abhängigkeit von der geochemischen Situation während der ersten Etappe der Fossilisation (im Boden des "Bernsteinwaldes") sind die Harze Veränderungen ausgesetzt: von der Autoreduktion bis hin zur Autooxidation, die in unterschiedlichem Maße das Verhältnis der peripherischen funktionellen Gruppen verändern, im Falle der Autooxidation sogar bis hin zur Veränderung des polymeren Gerüsts.



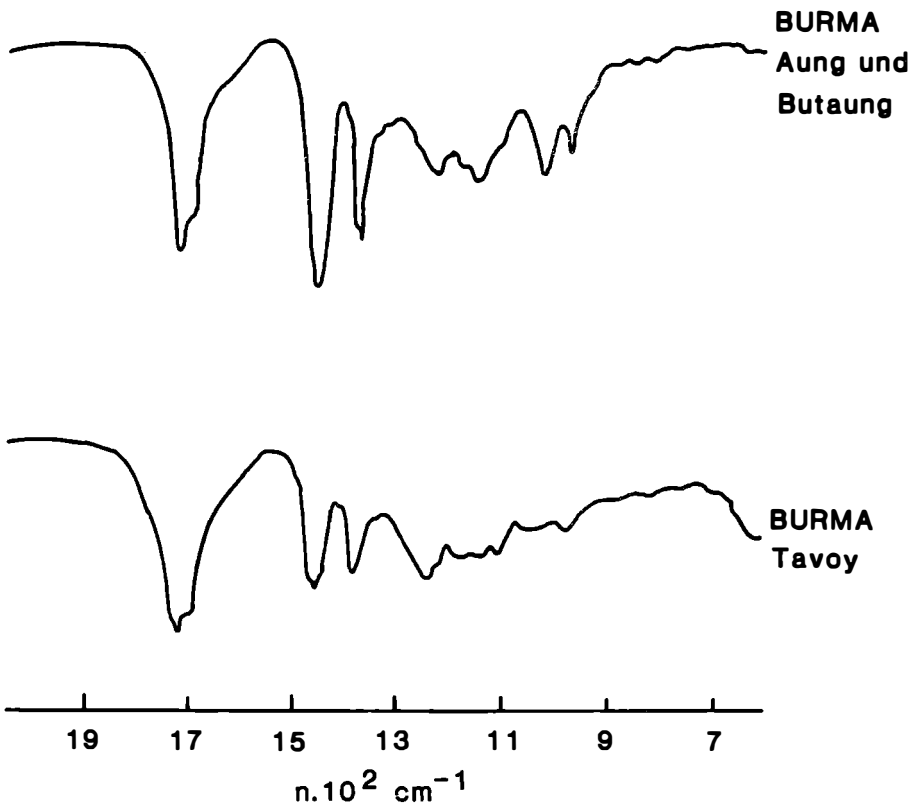


Abb. 5: IR-Spektren fossiler Harze aus Burma, Lagerstätten Aung und Butaung bzw. Tavoy.

Weitere Unterschiede, vor allem in Textur, Struktur, Molekularaufbau und einigen physikalischen Eigenschaften, hängen vor allem von der unterschiedlichen Intensität der Wirkung solcher Agenten der Katagenese, wie Temperatur und Druck ab, was wiederum durch Unterschiede in den geologischen Gegebenheiten der Fundorte der fossilen Harze bedingt ist.

Als Beweis für diese Behauptung wurde im Modellversuch im Labor die Umwandlung von Succinit in Rumänit beobachtet.

Nicht zuletzt haben hypergene Faktoren, an erster Stelle Sauerstoff, Einfluß auf Textur, Zusammensetzung und Molekularaufbau. Gerade durch eine hypergene Umwandlung des Rumänits entsteht Schraufit, wie das ein Vergleich einer authentischen Probe des letzteren mit der Oxydationszone eines Stückes Rumänit zeigte.

Einen Spezialfall der Umwandlung fossiler Harze, die zur Entstehung von spezifischen Arten führt, stellt ihre Verschwefelung in den Stadien der Diagenese und/oder Katagenese dar.

Erwähnenswert ist die Tatsache, daß infolge einer ähnlichen Abfolge der geochemischen und geologischen Prozesse bei der Fossilisation, fossile Harze aus weit voneinander entfernten Gebieten über identische Eigenschaften und chemischen Aufbau verfügen.

Die oben angeführte Verknüpfung unterschiedlicher Faktoren, die den chemischen Aufbau fossiler Harze bedingen, erlaubt es, die Stetigkeit in der Veränderung der Struktur, der Zusammensetzung und der Eigenschaften zu erklären, was am Beispiel der Reihe Succinit - Gedanit (SAVKEVIĆ 1966, 1970) sowie auch auf Grund der IR-Spektren der fossilen Harze Frankreichs (SAVKEVIĆ und POPKOVA 1978) bewiesen wurde.

Hieraus folgt, daß manche der früher aufgestellten Mineralarten der fossilen Harze Grenzfälle oder Zwischenglieder von Übergangsreihen darstellen, die man Mineralarten gleichsetzen kann, die in einigen konkreten Fällen über unterschiedliche Grenzen der Veränderlichkeit verfügen.

#### Danksagungen:

Dem Berg-Ing. Geologen Jörg HAMMER (BA-Freiberg) danke ich für die Hilfe bei der Übersetzung des Vortragsmanuskriptes. Ebenfalls danken möchte ich Herrn Doz.Dr. N. VAVRA und Frau L. PABST, beide Wien, die die Endredaktion des Textes durchgeführt haben.

#### Literatur:

- AYCKE, A.C. (1835): Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig.
- EFENDIJEV, G.Ch. (1957): Kopal - in: Geologie von Aserbajdschan. Nichterze. (In russ.) - Baku.
- EICHHOFF, H.J. und G. MISCHER (1972): Massenspektrometrische und Emissionsspektroskopische Untersuchungen an Bernstein zur Herkunftsbestimmung. - Zeitschr.f.Naturforschung 27.
- GROSSHEIM, V.A. (1939): Über den Kopalit-Fund im Nord-Aserbajdschan (in russ.) Priroda 5.
- HELM, O. (1878): Gedanit ist ein neues in Gemeinschaft mit Bernstein vorkommendes fossiles Harz. - Schr.Naturforsch.Ges. Danzig V.
- HELM, O. (1891): Über Rumänit, ein in Rumänien vorkommendes fossiles Harz. - Schr.Naturforsch.Ges. Danzig X11.
- HELM, O. (1893): Note on Birmite. - Records of the Geol.Survey of India 26.
- HELM, O. und H. CONWENTZ (1886): Sull'ambra di Sicilia. - Melpighia 1.
- JOHN, J.F. (1816): Naturgeschichte des Succins. - Köln.
- SAVKEVIĆ, S.S. (1966): Über die Bildungsbedingungen des baltischen Bernsteins (Succinits) und über den Einfluß der Fossilisation auf die Eigenschaften der fossilen Harze (in russ.) - Litol.polesn. iskop. 6.
- SAVKEVIĆ, S.S. (1970): Der Bernstein (Monographie in russ.). - Leningrad.
- SAVKEVIĆ, S.S. (1973): Der Bernstein und bernsteinähnliche fossile Harze der Ukraina (in russ.) - Referate der Vorträge bei der 1 Ukrain. litholog. Konferenz. - Kiev.

- SAVKEVIĆ, S.S. und T.N. POPKOVA (1974): New data on amber from the right-bank area of the Kheta and the Khatanga rivers. Dokl.Acad.Sci. USSR, Earth Sci. Sect. (Washington D.C.) 208.
- SAVKEVIĆ, S.S. und T.N. POPKOVA (1978): Données nouvelles dans l'étude minéralogique de résines fossiles de France. - Bull.Mineral. 101.
- SAVKEVIĆ, S.S. und I.A. SHAKS (1964): Infrared Absorption Spectra of Baltic Amber. - Journ.Appl. Chem.USSR (N.Y.). 37.
- TSCHIRCH, A. (1923): Über den Bernstein. - Helvet. chim. acta 6.
- TROFIMOV, V.S. (1974): Der Bernstein (in russ.). - Moskau.

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung  
in Wien

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichische Mineralogische Gesellschaft, p.A. Mineralogisch-Petrographische Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, A-1014 Wien

Redaktion: Dr. Gerhard Niedermayr, p.A. Mineralogisch-Petrographische Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, 1014 Wien

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren selbst verantwortlich.

Kleinoffsetdruck: Verband der wissenschaftlichen Gesellschaften Österreichs, Lindengasse 37, A-1070 Wien

Printed in Austria