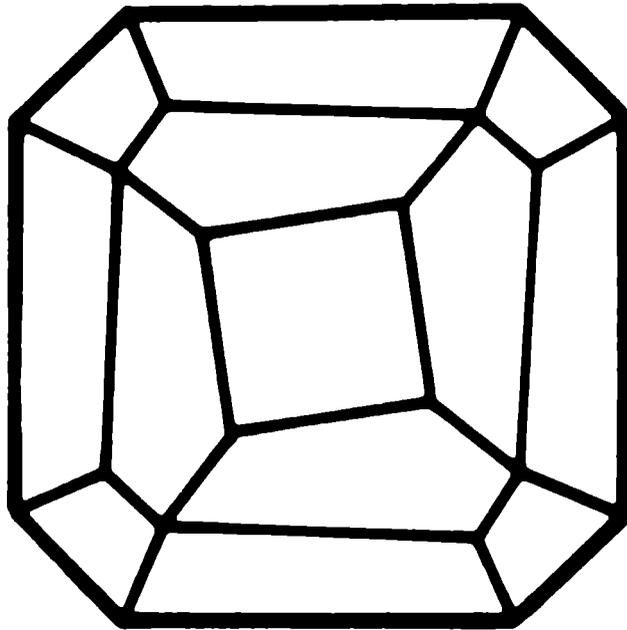


Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft



Band 152

2006

Herausgegeben von der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft
für das Vereinsjahr 2005
Eigenverlag

Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft

Band 152



2006

Vereinsjahr 2005

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur in Wien.

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichische Mineralogische Gesellschaft
p.A. Mineralogisch-Petrographische Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien
Burgring 7, A-1014 Wien
Homepage: <http://www.univie.ac.at/Mineralogie/Oemg.htm>
ISSN 1609-0144

Redaktion:

Friedrich Koller, Institut für Geologische Wissenschaften, Universität Wien
Geozentrum, Althanstraße 14, A-1090 Wien
Anton Beran, Institut für Mineralogie & Kristallographie, Universität Wien
Geozentrum, Althanstraße 14, A-1090 Wien
Richard Tessadri, Institut für Mineralogie & Petrographie, Universität Innsbruck
Innrain 52, A-6020 Innsbruck

Gestaltung und Layout:

R. Tessadri (Innsbruck)

Für den Inhalt sind die Autoren selbst verantwortlich.

Druck: Anton Riegelnik, Piaristengasse 19, A-1080 Wien

Printed in Austria

INHALT

Originalarbeiten

Ertl A.: Über die Etymologie und die Typlokalitäten des Minerals Schörl	S. 7
Pertlik F.: Argumente für die Existenz eines diklinen Kristallsystems in der Fachliteratur des 19. Jahrhunderts. Ein Beitrag zur Geschichte der Kristallographie	S. 17
Pertlik F.: Die Verdienste von Karl Becherer um die Mineralogie in Österreich. Eine Hommage anlässlich der Vollendung seines 80. Lebensjahres.	S. 31
Pertlik F. & Santo-Passo R.: Otto (Carl Ehrenfried) Santo-Passo (1873-1949) - Sein Leben und sein Wirken für das österreichische Montanwesens	S. 41
Tropper P., Konzett J. & Recheis A.: Experimental investigations on the pyrometamorphic formation of phosphorus-bearing olivines in partially molten metapelitic gneisses	S. 47

Diplomarbeiten und Dissertationen von österreichischen Universitäten (Auszüge)

Baumgartner M.: Mineralogische und isotopengeochemische Untersuchung von Karbonatgesteinen in der Steiermark in Hinblick auf die historische Mörtelherstellung	S. 59
Ferenci A.: Mineralogische Beschreibung der Magnetitvererzung Wollanig bei Villach, Kärnten	S. 60
Kapferer N.: The Variscan metamorphic evolution of the northern Ötztal Complex deduced from eclogites and amphibolites (Tyrol, Eastern Alps)	S. 62
Klier R.: The metamorphic evolution of the Tarntal Nappe	S. 64
Krickl R.: Strukturelle und spektroskopische Untersuchungen an synthetischen Co- und Ni-Natrochalciten	S. 66
Mittermayr F.: Löslichkeitsexperimente, Kristallisationsversuche und analytische Untersuchungen an Korund	S. 68
Piber A.: The metamorphic evolution of the Austro-Alpine nappes north of the Tauern Window (Innsbruck Quartzphyllite Complex- Patscherkofel Crystalline Complex - Kellerjochgneiss and Wildschönau schist)	S. 70
Wieczorek A.: FTIR spectroscopy of OH defects in nominally anhydrous minerals (kyanite, andalusite, olivine and triphylite)	S. 75

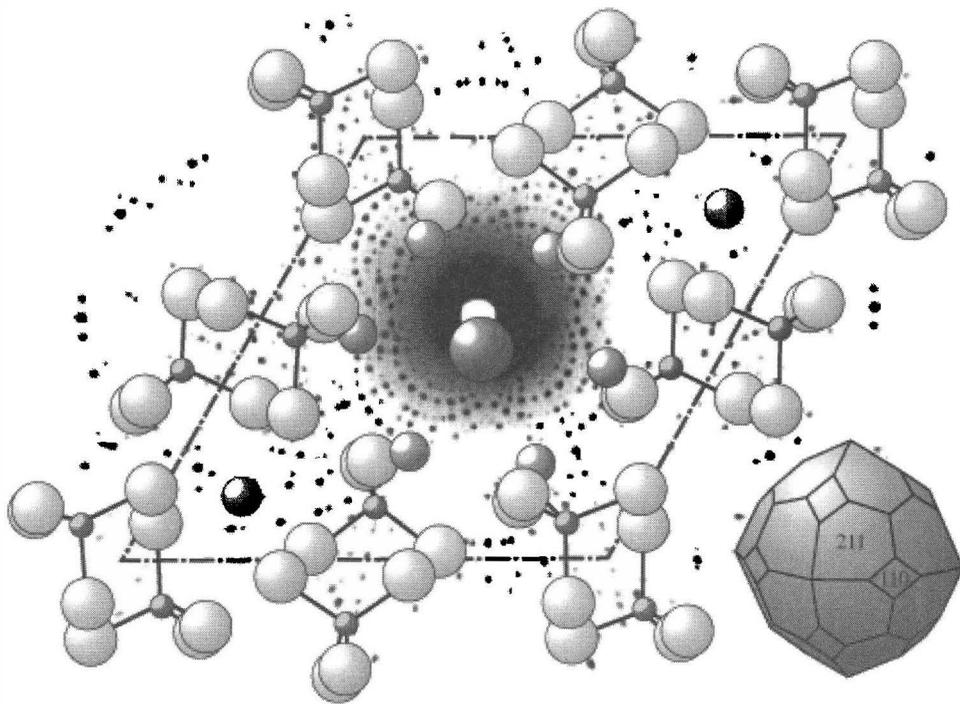
Vereinsnachrichten

Tätigkeitsbericht über das Vereinsjahr 2005	S. 77
---	-------

Autorenhinweise

S. 87

ORIGINALARBEITEN



ÜBER DIE ETYMOLOGIE UND DIE TYPLOKALITÄTEN DES MINERALS SCHÖRL

von

Andreas Ertl

Institut für Mineralogie und Kristallographie
Universität Wien, Geozentrum, Althanstrasse 14, A-1090 Wien, Austria

Zusammenfassung

Die etymologische Untersuchung des geographischen Beriffes Zschorlau (Gemeinde in Sachsen mit der ursprünglichen Bezeichnung Schorl) und der Bezeichnung „Schörl“ für ein Mineral der Turmalin-Gruppe lässt einen gemeinsamen Wortstamm vermuten, der bereits vor 1400 n. Chr. gebräuchlich war. In der Nähe von Zschorlau wurde Zinnstein (Kassiterit), häufig vergesellschaftet mit Schörl (schwarzer Fe²⁺-reicher Turmalin), gefunden und abgebaut. Die erste uns heute bekannte genauere Beschreibung von Schörl mit der Bezeichnung „schürl“ und dessen Vorkommen im Sächsischen Erzgebirge erfolgt durch Johannes Mathesius (1504-1565) im Jahre 1562. Bis etwa 1600 waren noch folgende Namen in Gebrauch: „Schurel“, „Schörle“ und auch „Schurl“. Im 18. Jahrhundert setzte sich dann im deutschen Sprachraum der Name „Schörl“ durch, der auch heute noch Verwendung findet. Im 18. Jahrhundert wurden die Bezeichnungen „shorl“ und „shirl“ im Angelsächsischen Sprachraum eingeführt, im 19. Jahrhundert auch die Bezeichnungen „common schorl“, „schörl“, „schorl“ und „iron tourmaline“

About the etymology and the type localities of schorl

Summary

The early history of the mineral schorl shows that the name "Schorl" was in use prior to the year 1400 (p.C.n.) because a village known today as Zschorlau (in Saxony, Germany) was then named "Schorl" (or minor variants of this name). This village had a nearby tin mine where, in addition to cassiterite, a lot of black tourmaline was found. The first relatively detailed description of schorl with the name "schürl" and its occurrence (various tin mines in the Saxony Ore Mountains) was written by Johannes Mathesius (1504-1565) in 1562 under the title "Sarepta oder Bergpostill". Up to about 1600, additional names used in the German language were "Schurel", "Schörle", and "Schurl". From the 18th century on, the name "Schörl" was mainly used in the German-speaking area. In English, the names "shorl" and "shirl" were used in the 18th century for schorl. In the 19th century the names "common schorl", "schörl", "schorl" and "iron tourmaline" were used in the Anglo-Saxon area.

Einleitung

Schörl ist die älteste bis heute bekannte Bezeichnung für einen Vertreter der Turmalinreihe. Es handelt sich bei diesem Mineral um ein Fe²⁺-und Na-reiches Glied dieser Reihe. Die dunkle Farbe (praktisch schwarz), der hohe Glanz und das Auftreten in Individuen von mehreren Zentimetern Länge waren bereits in den Anfängen der wissenschaftlichen Mineralogie ein Kriterium für das Erkennen und Beschreiben dieses Minerals.

Im Folgenden soll das Sächsische Erzgebirge, das Gebiet der Typlokalität von Schörl, näher diskutiert werden.

Während die germanische Besiedelung des westlichen Erzgebirges, Deutschland, im 12. Jahrhundert durch Bauern aus Franken, der Main-Gegend, Oberfranken und Thüringen erfolgte (SCHRAMM, 2006), wurde das eigentliche Waldgebiet durch Bergleute aus dem Fichtelgebirge aufgeschlossen, die die Zinnseifen der heutigen Ortschaften Neustädtel, Zschorlau, Sosa, Bockau bis nach Eibenstock (Auersberg), und Gottesgab (Fichtelberg), Seiffen, Platten, Bärtingen, Hirschenstand, Neuhammer und Neudeck abbauten. Sand- und Kiesablagerungen der Flüsse oder ehemaligen Flussläufe enthielten fein verteilten Zinnstein, selten Kristalle (sog. Zinngraupen). Nach aufwändigem Auswaschen des Zinnsteins aus diesen Ablagerungen erfolgte eine Anreicherung des Zinnsteins in einem Läuterhobel. In diesem „Schwerekonzentrat“ fanden sich neben Zinnstein auch Schörl, Wolframit, Granat und als große Seltenheit Gold in feinen Schuppen (vgl. dazu SCHRAMM, 2006; Erzgebirgisches Sonntagsblatt, 1929).

Für die Gemeinde Zschorlau (Bezeichnung seit 1850; gegründet wahrscheinlich im 13. Jahrhundert) im Landkreis Aue-Schwarzenberg, Sachsen, Deutschland, waren bereits vor 1400 die Namen Schorl, Schorla, Schorle und Schorlo in Gebrauch (SCHRAMM, 2006). Dies ist ein Hinweis darauf, dass bereits vor 1400 die Namensbezeichnung „**Schorl**“ für das jetzige Mineral Schörl existierte. Der schwarze Turmalin, der ein „wertvolles“ Erz (Zinnstein bzw. Kassiterit) vortäuscht, hat etymologisch wahrscheinlich dieselbe Wurzel wie das althochdeutsche Wort „*Schor*“ (= Abfall) (LoveToKnow 1911 Online Encyclopedia, 2004), und es ist anzunehmen, dass die Ortschaft damals auf Grund des häufigen Auftretens dieses schwarzen Turmalins in den Zinnlagerstätten den Namen Schorl (bzw. verschiedene Abwandlungen davon) erhielt. Es ist aber auch möglich, dass dieser Turmalin nach dem Ort benannt wurde (SCHRAMM, 2006).

Auf eine ältere weitere gemeinsame Wurzel für die Bezeichnungen Schorl und Zschorlau wird von SCHRAMM (2006) hingewiesen, der die althochdeutschen Worte „*Schoro*“ bzw. „*Schorlo*“, gleich bedeutend mit „*Felstalgrund*“, in Erwägung zieht. Ohne Quellenangabe wurde von HOFFMANN (1811, S. 652) in seinem „Handbuch der Mineralogie“ eine Ableitung des Namens Schorlau (heute Zschorlau) von der Mineralbezeichnung postuliert:

„Überhaupt findet er [„Gemeiner Schörl“] sich in den genannten Gegenden Sachsens (Seifengebirgen bey Johannegeorgenstadt, Eibenstock, und Schneeberg) vorzüglich häufig, wie denn selbst ein Dorf bei Schneeberg, Schorlau, von ihm den Namen erhalten hat. Außerdem trifft man ihn aber auch noch in Sachsen bei Hohenstein, Siebenlehn und desgleichen in Cornvallis, ...“.

Die schwedische Bezeichnung für Schörl, nämlich „*skörl*“ könnte auch von „*skor*“, was „spröde“ bedeutet, abgeleitet werden (LoveToKnow 1911 Online Encyclopedia, 2004).

Beschreibungen von Schörl, dessen Fundorte und Beziehung zu Turmalin

Johannes Balthasar Mathesius (andere Schreibweisen: Matthesius; lateinische Schreibweisen: Mathesij, Matthesii, 1504-1565) beschrieb für die damalige Zeit relative detailliert in seiner IX. Predigt, die zwischen 1557 und 1559 entstand, zum ersten Mal ein schwarzes, opakes Mineral unter dem Namen „schürl“ (Sarepta oder Bergpostill, MATHESIJ, 1562, S. 140; vgl. auch KIRNBAUER, 1954). Das Gesamtwerk der Bergpostill umfasste 16 Predigten aus den Jahren 1552 bis 1562 über Christenlehre und Moral, vermittelte aber auch mineralogisch-geologische, sowie berg- und hüttenmännische Kenntnisse (WRANÝ, 1896). Als Mathesius Rektor der Joachims-thaler Lateinschule (1532-1540) war, machte ihn Lorenz Bermann mit Agricola's „Bermannus“ (1530) bekannt, was Mathesius nach eigenen Angaben veranlasste, sich mehr mit dem Bergbau und Mineralien zu beschäftigen, indem er selbst Bergwerke besuchte und auch Mineralien sammelte, bzw. Verbindungen zu fernen Bergbauorten anknüpfte, worauf er von diesen Bergwerken Mineralien erhielt (WRANÝ, 1896). Mathesius erwähnt in der „Sarepta“, dass „schürl“ schwarz ist, dem Zwitter (erzhaltiges Gestein) ähnlich sieht, gemeinsam mit Zinnstein vorkommt, und weiters, dass, wenn Zinnstein gemeinsam mit „schürl“ in den Brennofen gelangt, viel Schlacke entsteht und das Zinn hart und fleckig weiß wird (MATHESIJ, 1562). Mathesius gibt in dieser Predigt (IX. Predigt) auch verschiedene Zinnlagerstätten aus dem Sächsischen Erzgebirge an: „Erbarsdorff“ (heute: Ebersdorf, im Erzgebirge), „Geyer“ (heute: Geyer, im Erzgebirge), „Altenberg“ (heute: Altenberg, im Erzgebirge), „Schlackewalde“ (heute: Horní Slávkov bzw. Schlackenwald, in Böhmen), „Neideck“ (heute: Nejdeč bzw. Neudek, in Böhmen), „Plat“ (heute: Horní Plátna bzw. Platten, in Böhmen), „Perlinger“ (heute: Pernink bzw. Bärzingen, in Böhmen), „Schwartzwasser hinter dem Spitzberg“ (heute: Černá Voda, in Böhmen; ehemals auch Schwarzwasser), „umb den Schneberg“ [heute: Schneeberg, damaliges Dorf bei Schneeberg (~3 km Luftlinie): Schorlau (vorher auch Schorl, Schorle, Schorla und andere Schreibweisen; heute: Zschorlau); bei Neustädtel Abbau von Zinnseifen Ende des 12. Jahrhunderts (~2 km Luftlinie von Schneeberg)], „vom Muckenberg nicht fern von der Gotsgabe“ (heute: Boží Dar in Böhmen). Es ist anzunehmen, dass Mathesius selbst die meisten dieser Abbaue besuchte bzw. Mineralstufen davon auch in seiner eigenen Sammlung hatte. Da von ihm (MATHESIJ, 1562) in dem gleichen Textteil (Sarepta, IX. Predigt, S. 139-140) nicht nur Schörl relativ detailliert beschrieben wird, sondern auch das gemeinsame Vorkommen mit Zinnstein, und dass Zinnstein auch gemeinsam mit Schörl in den Brennofen gelangt, können diese von Mathesius erwähnten Zinnlagerstätten auch als Fundorte und heute somit Typlokalitäten von Schörl angesehen werden.

Auszüge aus Johann Mathesij (1562):

Die IX. Predig/von zyn/bley/glet/wismut/und spießglaß

Seite CXXXIX:

Englisch zyn ist zu unsern zeiten das berühmteste und schöneste gewesen/darnach die seyffen und hengster zyn/Erbarsdorff/Geyer/Altenberg haben auch bey mans gedencken teflich geschüt/wie Schlackewalde noch ein mechtig zwitter bergkwerck ist/da man diß jar gediegen zyn/ wie mich bergkleut bericht/auffm schnöden stohn gehawen/darein sich hacken schneyden lassen.

Neideck/Plat/Perlinger/da man auch den veilstein in tag fletzen findet/und des seyffens am schwartz wasser/muß ich auch gedencken/alß unser nachbarn/umb der zyn seyffen willen/die an diesen orten mechtig sein.

Solche zyn bergwerck aber/haben eins theils streichende genge/welche zwar allein nichts sonders thun/es fallen denn geschick oder gefert darzu/ wie in den roten gruben affm hengst/da der gang an im selber kaumet einer donen oder pret breit ist/und wirfft doch einen bauch in die vier lachter.

Andere bergwerck haben ir gantze stöck/wie die hube zu Schlackawalde und Geyer/darauff einer gewerckschafft 14. lachter ins gefirde in ewige teuff seigergericht verliehen werden/Am Schwartzwasser hinter dem Spitzberg/trifft man auch fletz oder werck unter dem modt einer ein oder zwo dick/darüber die bergkleut disputirn/ob es durch die sündflut und grossen wolckenbrüchen/von den gengen un stöcken abgewaschen/und zusammen geschoben ist/oder ob es geschaffne fletz sein.

Seite CXL:

In solchen seyffen findet man auch oft goldflitzchen und gold körner/wie in den foren bechen/Wie man auch umb den Schneberg/grüne und weisse zyngreuplein gewaschen hat/sonst ist der zynstein gemeiniglich schwarz/braun oder gilblicht.

Zu Schlackawald bricht jetzt guter zwitter in einen schneweisen und hellen quartz.

Vom Muckenberg/nicht fern von der Gotsgabe gediegen zyn graupe gesehen/so groß als ein Menschenhaupt.

Wenn nun die genge außgerich/und beritten sein/da gehören bergknerstendige leute zu/die sichern/probieren/und guten zwitter vom falschen unterscheiden können/denn der zwitterbricht selten rein und allein.

Es ist ein schwarz bergart/schürl genannt/sihet dem zwitter ehlich/die ist auch schwarz/biß weylen mild und leycht/und im wasser flüchtig/oftmals ist sie auch schwer und feste/das sie unterm zynstein sitzen bleybet/das man sie im prenoffen mit schaden des zitters teuben muß/den sie reubet im feuer/und gibt vil schlacken/und macht das zyn hart und weyß flecket.

In seinem „Lehrbuch der Mineralogie“ gab RÖSLER (1979) in einem Kapitel „Entdeckung“ auch die Verfasser und das Jahr der Erstbeschreibung für die einzelnen Vertreter der Gruppe der Turmaline an: für Schörl sei dies Mathesius im Jahre 1524 gewesen (Seite 546 des Lehrbuches, ohne weitere Hinweise). Nachdem, wie bereits erwähnt, Mathesius sich erst in seiner Zeit als Rektor in Joachimsthal eingehend mit dem Bergbau und der Mineralogie beschäftigte und es keinen Hinweis auf eine Veröffentlichung von Mathesius aus dem Jahre 1524 gibt (der zu dieser Zeit erst zwanzig Jahre alt war), erscheint es plausibel, dass hier eine Fehlinformation vorliegt. Es ist möglich, dass eine Verwechslung der Jahreszahl vorliegt (die ersten bekannten Veröffentlichungen von Mathesius stammen aus dem Jahr 1553). In der „Encyclopedia of Mineral Names“ (BLACKBURN & DENNEN, 1997) wird unter Schörl ebenfalls „*Matthesius*“ mit der Jahreszahl 1524 angegeben, unter Hinweis auf WALLERIUS (1747). In dessen „*Mineralogia, eller Mineralriket*“, Stockholm, wird auf den Seiten 139-140 Schörl („*Skörl, Spec. 139*“) beschrieben, hier findet sich aber kein Hinweis auf Mathesius bzw. auf das Jahr 1524, auch nicht in der deutschen Übersetzung von WALLERIUS (1750). Mathesius wird von Wallerius allerdings unter „*Zinn*“ zitiert („*MATTHESII Sarepta conc. 9*“). Die Predigten aus den Jahren 1552-1562 sind 1562 in der Sarepta zum ersten Mal erschienen. Es ist nicht nachzuvollziehen, in welchen Quellen RÖSLER (1979) die Jahreszahl 1524 gefunden hatte und ob es sich um einen Druckfehler oder Irrtum gehandelt hat, doch kann mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, dass spätere Autoren (z.B. BLACKBURN & DENNEN, 1997; verschiedene Angaben im World Wide Web) diese Jahreszahl ungeprüft von RÖSLER (1979) übernommen hatten.

Möglicherweise wurde von RÖSLER (1979) die Jahreszahl 1524 mit 1564 verwechselt oder es handelt sich um einen Druckfehler, da 1564 eine neue Auflage der beliebten Sarepta erschien.

George Fabricius erwähnt in GESNER (1565) neben Zinnstein („*Esserzinnstein*“), Wolfram („*Wolfrham*“) und „*Zwitter*“ auch „*Schurel*“ oder „*Schörle*“ („*De metallicis rebus ac nominibus observationes variae*“; S. 18, Text in Deutsch geschrieben). Johannes Kentmann (*Rerum fossilium*) beschreibt in demselben Buch von GESNER (1565): „*Schrul/raubt im feuwr das zin/macht es spröde unnd fleckicht.*“ (S. 87). Nach der Meinung des Autors handelt es sich hier höchstwahrscheinlich um einen Druckfehler, wobei das „r“ mit dem „u“ vertauscht wurde, und somit „*Schurl*“ heißen soll. Auszüge aus Conradus Gesner (1565):

Seite 18:

DE REB. METALL
GE. FABRICII OBS.

V. Plumbum candium, S. 18.

DE METALLICIS REBUS AC NOMINIBUS OBSERVATIONES VARIAE
& eruditæ, ex schedis Georgij Fabricij: quibus ea potissimum explicantur, quæ Georgius Agricola præterijt. Tiguri M.D.LXVI.

Vasa verò domestica maiora, quæ ex eo fiunt, maximo sunt in vsu.

Lapilli	{	Nigri puri. Zwitter	} Zwitter
		Gelber	
		Weisse	
		Durchsichtiger	
		Adulterini & steriles	
		Wolfrham/oder Schurel/od' Schörle/od' Greiß/oder Mißbickel.	
Purpurei viciosi. Toubzwitter			
Steriles pellucidi. Esserzinnstein			

Seite 87 [rechte Seite]:

RERUM FOSSILIIUM Ioan Kentmani.
TIT. XXV. PLUMBUM CANDIUM

43. Lapilli nigristeriles, similes for ma & colore
lapillis nigris proieEtis.

Quando cum lapillis plumbi candidi coquantur, plumbum consumüt: & quod remanet, indurescit, & maculis dedecoratur.

Schrul/raubt im feuwr das zin/macht es spröde unnd fleckicht.

Lazarus Ercker (1574, S. 42) verwendet ebenfalls den Namen „Schurl“
Auszug aus Ercker (1574):

Seite 42 [rechte Seite]:

Von dem Goldt Ertz.

Ferner tragen auch alle Goldische werck/welche gemeiniglich sandig seynd/gut gedigen Goldt/jedoch nicht alle vberein/dann etlichs hat grob vnd körnichts/etlichs flammicht vnd leicht Goldt/vnd wird fast

bey allen solchen Wercken/ein schwerer schurl oder wolffram gewaschen/In sonderheit aber/körnichter Zien/und Eysenstein/der sehr vnnd weit gegangen/die mit sampt dem Goldt von den Gengen durch die Sündflut also gerissen/fort getrieben/vnnd zusammen geschoben worden/also wunderbarlich vnd artlich/daß man der Werck farb vnd vnterschied gantz vnd gar wol erkennen kann/Davon dann auch die Fließ vnd Bäch/so vber solche Werck fliesen/besämbt seyn/daß man darinnen gedigen Golt an vielen orten/nicht allein in fernnen Königreichen vnd Ländern/sondern auch bey vns in Deutschlanden wescht/vnnd zu nutz bringt/allein daß der mehrer theils darunter arm seynd/vnnd die vnkosten deß waschens nicht tragen wöllen.

Anmerkung des Autors: rechts außen, neben diesem oben angeführten Absatz steht noch in kleineren Buchstaben: *Schurl wolfram Zin vnd Eysensten.*

1703 wurde ein Edelstein mit den Bezeichnungen *Turmalin*, *Turmale* oder *Trip* [der Name *Turмали* (in Cingalese) wurde von den Juwelieren aus Ceylon auch für Zirkon verwendet] von Ceylon nach Holland gebracht (QUENSTEDT, 1863; KOBELL, 1864; DANA, 1868, 1892). Dieser hatte die Eigenschaft, „daß er die Turffasche auf der heißen Turffkohle nicht allein, wie ein Magnet das Eisen, an sich ziehe, sondern auch solche Asche zu gleicher Zeit wieder von sich stoße. Er wurde deßwegen von den Holländern Aschentrecker genannt“ (QUENSTEDT, 1863, S. 323).

Brückmann (auch: Bruckmann) erwähnt neben verschiedenen Zinnerzen (verschiedenfarbige „Zinn-Graupen“) auch „röhlicher durchsichtiger Zwitter mit Zinn-Schirl“ (BRUCKMANN, 1727, S. 206). Allerdings ist nicht geklärt, ob mit der Bezeichnung „Zinn-Schirl“ das heutige Mineral Schörl beschrieben wurde oder ein zinnhaltiges Mineral (z.B. Zinnstein). Brückmann listet auch verschiedene Zinn-Bergwerke auf: „Schneeberg (Anno 1445 oder 1470 angefangen Bergwerke zu bauen)“ (S. 158), „Neustadt (bei Schneeberg) -> nur etwas Zwitter -> mehr Silbererze“ (S. 162), „Schwarzenberg, eine Bergstadt am Schwarzwasser, hauptsächlich Silber“ (S. 164), „Eibenstock - Zinn-Bergwerke vid. Plura in der Zinnbergwerck-Ordnung zu Eibenstock von Anno 1615. fol. Lipf. 1616.“ (S. 165), „Geyer schöne Zinngraupen Zwitter-Bergwerke um das Jahr 1395 od. 1400 begonnen.“ (S. 166), „Altenberg (anno 1445 oder 1458 gegründet) hat die reichsten und ältesten Zinn-Ertze“ (S. 166), „Ebersdorf oder Ehrenfriedersdorff (Zinnbergwerke ab Anno 1395)“ (S. 167), „Gottesgab ehemals ein Bergstädtgen ... 1 Meile von Joachimsthal, ist Anno 1532 entdecket worden u. in der Zinn-Bergwercks-Ordnung der Bergwercke/hengst/Perninger/Lichtenstadt/Platten/Gottesgab.“ (S. 205), „Platten, Platt - herrliche Zinn-Bergwercke Anno 1532 aufkommen.“ (S. 205). Außerdem beschreibt Brückmann noch Zschorlau: „Zschorlau, ein Bergflecken/drey viertel Meilen von Schneeberg/hatte ehemals gute Silber-Bergwercke“ (BRUCKMANN, 1727, II. Teil, S. 614). Brückmann erwähnt auch unter „Joachimsthal“ und „Zinn-Zwitter“ die „Mathesii Sarepta oder Berg-Postilla“ (BRUCKMANN, 1727, S. 203). WALLERIUS (1747) beschreibt Schörl in seiner schwedischen „Mineralogia“ mit dem Namen „**skjör!**“. In der deutschen Übersetzung des WALLERIUS (1750) wird „**Schörl**“ („grauer, schwarzer, brauner, grüner und rother Schörl“) angegeben. Im schwedischen „Försök til mineralogie“ von CRONSTEDT (1758) wurde Schörl mit dem Namen „**skör!**“ angegeben (Deutsche Übersetzung; CRONSTEDT, 1760). LINNÉ (1768) führt in seiner lateinischen „Caroli a Linné ... Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis“ für Schörl die Namen „**schörl**“, „**shor!**“ und „**shirl**“ an.

Er vermutete eine Beziehung zwischen diesem schwarzen Mineral mit den vorher angegebenen Namen und zwischen Turmalin. ROMÉ DE L'ISLE (1772) verwendet in seinem französischen "Essai de cristallographie" für Schörl den Namen „**schorl**“, und beschreibt zum ersten Mal, dass die gefärbten Turmalin-Kristalle (heute als Elbait bezeichnet) aus Ceylon korrespondierende Kristallflächen zu Schörl-Kristallen zeigen. Er folgerte, dass „*schorl*“ auch dem Turmalin zuzuordnen ist. BRUCKMANN (1783) verwendet in seiner deutschen „Abhandlung von Edelsteinen“ den Namen „**Schörl**“, KIRWAN (1794, S. 265) beschreibt Schörl in seinem englischen "Elements of mineralogy" als „**shorl**“.

JAMESON (1816) behält in seinem englischen "A system of mineralogy" den Namen "**schorl**" als Speziesnamen bei und gibt zwei Unterarten an: "**common schorl**" und "*tourmaline*" oder "*precious schorl*" (heute mit Elbait benannt).

In LAMPADIUS (1818) wird zum ersten Mal Bor („*Borsäure*“) im Turmalin beschrieben.

GMELIN (1827) teilte die Turmaline in drei Klassen: 1. „*Lithionhaltige Turmaline*“, 2. „*Kali- und Natriumhaltige Turmaline*“, „*Talkerdehaltige Turmaline*“ (Lithion entspricht heute dem Lithium; damals konnten Natrium und Kalium chemisch nicht sehr gut unterschieden werden; Talkerde entspricht heute dem Magnesiumoxid).

RAMMELSBURG (1841) beschrieb, dass die meisten (chemischen) Untersuchungen an Turmalinen durchgeführt wurden. Er zitiert „*sorgfältige*“ Analysen von C. Gmelin aus den Jahren 1815-1827, von welchen er annimmt, dass diese die besten Analysen seiner Zeit sind (z.B. die Analysen des Fe-reichen Turmalins von Eibenstock aus Sachsen, Deutschland). Rammelsberg (1850) unterscheidet zwei Hauptgruppen und mehrere Unterarten:

- I. „*Lithionfreie Turmaline*“
 1. „*Magnesia-Turmalin*“
 2. „*Magnesia-Eisen-Turmalin*“
 3. „*Eisen-Turmalin*“
- II. „*Lithionhaltige Turmaline*“
 1. „*Eisen-Mangan-Turmalin*“
 2. „*Mangan-Turmalin*“

PHILLIPS (1852) beschreibt in seinem englischen „An elementary introduction to mineralogy“ Schörl (mit dem Namen „**schörl**“) von verschiedenen Fundstellen (Penig, Rochsburg, Eibenstock und Neustadt in Sachsen, Sonnenberg bei Andreasberg, Hörlberg bei Bodenmais in Bavaria, Karlsbad, Pfitsch, Faltigel und Ratschinges in Tirol, sowie weitere Lokalitäten). Franz VON KOBELL (1864, S. 523) beschreibt in seinem Buch „Geschichte der Mineralogie“ die Gruppe des Turmalins und die Geschichte der Namensgebung von „*Turmalin*“ rückwirkend bis 1703.

James Dwight DANA (1868, S. 370) gibt in seinem englischen "A system of mineralogy" ebenfalls „**schorl**“ als damals aktuellen Namen an. Edward Salisbury DANA gibt in dem erweiterten „The system of mineralogy“ (DANA, 1892, S. 556) unter anderem, als Resultat neuer Analysen, drei verschiedene Turmalin-Typen mit jeweils zugehörigen allgemeinen Formeln an: „*Lithium T.*“, „*Iron T.*“ und „*Magnesium T.*“ (T.: Tourmaline).

Im „Deutsches Wörterbuch“ von Jacob GRIMM und Wilhelm GRIMM (1899, S. 1587) wird der Name „Schörl“ angegeben („*steinart von glänzendem, blättrigen gefüge und zumeist muscheligen bruch, mit geringem metallischen gehalt, scorlus,...*“).

In der rezenten Arbeit „Classification of the minerals of the tourmaline group“ geben HAWTHORNE & HENRY (1999) die Formel für Schörl (in Englisch „schorl“) mit $\text{NaFe}^{2+}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_4$ an.

Frühere Namensgebungen für das heutige Mineral Schörl				
In Deutsch	In Englisch	In Schwedisch	In Latein	In Französisch
Schorl (vor 1400)	shorl, shirl (schörl) * (1768)	skjörl (1747)	Corneus cristallisatus (niger) (1750)	schorl (1772)
schürl (1562)	shorl (1794)	skörl (1758)		
Schurel, Schörle, Schurl (1565)	(common) schorl (1816)			
Schurl (1574)	schörl (1852)			
Schörl (1750)	schorl (1868)			
Schörl (1768)	Iron Tourmaline (1892)			
Schörl (1783)	schorl (1999)			
Schörl (1899)				

Anmerkung: * Linné (1768) führt in seiner lateinischen „Caroli a Linné Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis“ schörl, shorl und shirl an. Da es sich bei diesen Bezeichnungen nicht um lateinische Wörter handelt, aber auch nicht geklärt werden kann, ob es sich bei „schörl“ auch um eine englische Bezeichnung handelt, wurde auch diese Bezeichnung unter der englischen Namensgebung eingeordnet (in Klammern).

Tabelle 1

Namensgebungen für Schörl - historischer Überblick.

Danksagung

Besonderen Dank Prof. Franz Pertlik, Wien, und Dr. Dan Holtstam, Stockholm, für die Unterstützung bei der Literatursuche.

Literatur

- AGRICOLA, G. (1530): *Bermannus, sive, De re metallica*, 135 pp. In *ædibus Frobenianis, Basileæ* (Basel).
- BLACKBURN, W. H. & DENNEN, W. H. (1997): *Encyclopedia of Mineral Names*. - The Canadian Mineralogist Special Publication 1, 360 pp. Mineralogical Association of Canada, Ottawa.
- BRUCKMANN, F. E. (1727): *Magnalia dei in locis svbterraneis, oder, Unterirdische Schatz-Cammer aller Königreiche und Länder: in ausführlicher Beschreibung aller, mehr als MDC. Bergwercke durch alle vier Welt-*

Theile, welche von Entdeckung derselben bis auf gegenwärtige Zeit gebauet worden, und noch gebauet werden; In was Stand sie jemahls gewesen/und wie sie jetzo beschaffen; was vor Erzte/Steine und Berg-Arten aus solchen jemahls gewonnen/und noch zu Tage ausgefördert werden; Nebst Anmerckung aller derjenigen Länder und Oerter/wo Edelgesteine zu finden; In Geographischer Ordnung und einigen Kupffer-Figuren zu besichtigen/dargestellet von Francisco nebst Anmerckung aller derjenigen Länder und Oerter wo Edelgesteine zu finden in geographischer Ordnung und einigen Kupffer-Figuren zu besichtigen, 368 pp., Braunschweig.

- BRÜCKMANN, U. F. B. (1783): Urban Friedrich Benedict Brückmanns gesammelte und eigene Beyträge zu seiner Abhandlung von Edelsteinen, 250 pp. Fürstliche Waysenhaus-Buchhandlung, Braunschweig.
- CRONSTEDT, A. F. (1758): Försök til mineralogie, eller mineral-rikets upställning, 252 pp. Wilde, Stockholm.
- CRONSTEDT, A. F. (1760): Versuch einer neuen Mineralogie: aus dem Schwedischen übersetzt (german translation by G. Wiedemann), 264 pp. Rothe, Kopenhagen.
- DANA, J. D. (1837): A system of mineralogy: including an extended treatise on crystallography: with an appendix, containing the application of mathematics to crystallographic investigation, and a mineralogical bibliography, 119 pp. Durrie & Peck, and Herrick & Noyes, New Haven.
- DANA, J. D. (1868): A system of mineralogy. Descriptive mineralogy, comprising the most recent discoveries, 827 pp. (5th ed., aided by G. J. Brush) Trübner & Co., London, John Wiley & Son, New York.
- DANA, J. D. (1892): The system of mineralogy of James Dwight Dana 1837-1868. Descriptive mineralogy, 1134 pp. (6th ed., entirely rewritten and much enlarged by E. S. Dana) John Wiley & Sons, New York.
- ERCKER, L. (1574): Beschreibung/aller fürnemisten Mineralischen Ertzt vnnd Berckwercks arten/wie dieselbigen/vnd eine jede in sonderheit/jrer Natur vnd Eygenschaft nach/auff alle Metalla probirt/vnd im kleinen Fewr sollen versucht werden/mit erklärungs etlicher fürnemer nützlicher Schmelzwerck/im grossen Feuer/auch scheidung Goldts/Silbers/vnd anderer Metalln/Sampt einem Bericht deß Kupffer saigerns/Messing brennens/vnd Salpeter siedens/auch aller saltzigen Minerischen proben/vnd was denen allen anhengig/in fünff Bücher verfast/Deßgleichen zu vorn niemals in Druck kommen. .../Durch Lazarum Erckern, 137 pp. Gedruckt durch G. Schwartz, Prague.
- ERZGEBIRGISCHES SONNTAGSBLATT (1929): Illustrierte Wochen-Beilage zum Tageblatt „Annaberger Wochenblatt“, 41, 42 und 43/1929.
- GESNER, C. (1565): De omni rerum fossilium genere, gemmis, lapidibus, metallis et hujusmodi, libri aliquot, plerique nunc primum editi, opera Conradi Gesneri: quorum catalogum sequens folium continet, 95 pp. Excudebat Jacobus Gesnerus, Tiguri (Zürich).
- GMELIN, L. (1827): Handbuch der theoretischen Chemie. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage, 516 pp. Varrentrapp, Frankfurt am Main.
- GRIMM, J. & GRIMM, W. (1899): Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm, Neunter Band. Schiefeln-Seele, 2926 pp., bearbeitet von Moritz Heyne, Verlag von S. Hirzel, Leipzig.
- HAWTHORNE, F. C. & HENRY, D. J. (1999): Classification of the minerals of the tourmaline group. - Eur. J. Mineral., 11, 201-215.
- HOFFMANN, C. A. S. (1811): Handbuch der Mineralogie, Erster Band, 685 pp., bey Craz und Gerlach, Freyberg (Freiberg).
- JAMESON, R. (1816): A system of mineralogy, 537 pp. (2nd ed.) printed by Neill & Company, for Archibald Constable and Company, Edinburgh; Longman, Hurst, Rees, Orme & Browne, London.
- KIRNBAUER, F. (1954): Johannes Mathesius und der Bergbau zur 450. Wiederkehr seines Geburtstages, 32 pp. Montan-Verlag Wien, Wien.
- KIRWAN, R. (1794): Elements of mineralogy, vol. I. Earths and stones, 510 pp., vol. II. Salts, inflammables, and metallic substances, 529 pp. (2nd ed., with considerable improvements and additions) printed by J. Nichols, for P. Elmsly, London.

- KOBELL, F. v. (1864): Geschichte der Mineralogie. Von 1650-1860. 703 pp. Historische Commission bei der Königl. Academie der Wissenschaften, Literarisch-artistische Anstalt der J.G. Cotta'schen Buchhandlung, München.
- LAMPADIUS, W. A. (1818): Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde in theoretischer und practischer Hinsicht, 230 pp. Bey Heinrich Dieterich, Göttingen.
- LINNÉ, C. (1768): Caroli a Linné ... Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis, 256 pp. (ed. duodecima, reformata) L. Salvii, Stockholm.
- LOVETOKNOW 1911 ONLINE ENCYCLOPEDIA (2004): TOURMALINE. © 2003, 2004 LoveToKnow. <http://40.1911encyclopedia.org/T/TO/TOURMALINE.htm> (vom 15. Okt. 2004).
- MATHESII, J. (1562): Sarepta oder Bergpostill sampt der Jochimßthalischen kurtzen Chroniken, 233 pp. Gedruckt zu Nürnberg, durch Johann vom Berg und Ulrich Newber.
- PHILLIPS, W. (1852): An elementary introduction to mineralogy, by the late William Phillips, 700 pp. (new ed., with extensive alterations and additions, by H. J. Brooke and W. H. Miller) Longman, Brown, Green, and Longmans; Simpkin, Marshall, and Co.; F. and J. Rivington; Whittaker and Co.; Tegg and Co.; and D. Bogue, London.
- QUENSTEDT, F. A. (1863): Handbuch der Mineralogie, 816 pp. (2nd ed.) Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung, Tübingen.
- RAMMELSBURG, C. F. (1841): Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie, 326 pp. Verlag von C. G. Lüderitz, Berlin.
- RAMMELSBURG, C. F. (1850): Lehrbuch der chemischen Metallurgie, 376 pp. Verlag von C.G. Lüderitz, Berlin.
- RÖSLER, H. J. (1979): Lehrbuch der Mineralogie, 832 pp. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
- ROME DE L'ISLE, J. B. L. (1772): Essai de cristallographie: ou description des figures géométriques, propres à differens corps du regne, 427 pp. Didot jeune, Paris.
- ROME DE L'ISLE, J. B. L. (1783): Cristallographie, ou description des formes propres à tous les corps du regne minéral, dans l'état de combinaison saline, pierreuse ou métallique, 80 pp. (2nd ed.) Imprimerie de Monsieur, Paris.
- SCHRAMM, A. (2006): Zschorlau, das Erzgebirge und die Welt. [mondputzer.de. http://mondputzer.de/impresum.htm](http://mondputzer.de/impresum.htm) (vom 21. Februar 2006).
- WALLERIUS, J. G. (1747): Mineralogia, eller Mineral-riket, indelt och beskrifvit af Johan Gotschalk Wallerius ... Med kopparstycken. Stockholm, uplagd på Lars Salvii egen kostnad, 479 pp. Printed by Lorentz Ludwig Grefing, Stockholm.
- WALLERIUS, J. G. (1750): Mineralogie, oder Mineralreich, von Ihm eingeteilt und beschrieben, ins Deutsche übersetzt von Johann Daniel Denso. 678 pp. Verlegts Christoph Gottlieb Nicolai, Berlin.
- WRANÝ, A. (1896): Die Pflege der Mineralogie in Böhmen. Ein Beitrag zur vaterländischen Geschichte der Wissenschaften. 421 pp. Verlag von H. Dominicus (Th. Gruss), Prag.

Eingegangen am 15.4.2006

Angenommen am 5.5.2006

**ARGUMENTE FÜR DIE EXISTENZ EINES DIKLINEN KRISTALLSYSTEMS
IN DER FACHLITERATUR DES 19. JAHRHUNDERTS
EIN BEITRAG ZUR GESCHICHTE DER KRISTALLOGRAPHIE**

von

Franz Pertlik

Institut für Mineralogie und Kristallographie
Universität Wien, Geozentrum, Althanstrasse 14, A-1090 Wien, Austria

Wissensstand der Kristallographie zu Beginn des 19. Jahrhunderts

Als einer der bedeutendsten Vertreter der atomistischen Betrachtungsweise der Kristallographie zu Beginn des 19. Jahrhundert kann ohne Zweifel Rene-Just Haüy angesehen werden. Er stellte in seinen wissenschaftlichen Arbeiten die bis zu dieser Zeit bekannten kristallographischen Gesetzmäßigkeiten in ein einheitliches System und ergänzte dieses durch eigene weiterführende Überlegungen (HAÜY, 1801; 1822).

Christian Samuel Weiss übersetzte die ersten Veröffentlichungen Haüys in die deutsche Sprache. Bereits in der ersten Ausgabe seiner Übersetzung fügte Weiss eine Ergänzung unter dem Titel "Dynamische Ansicht der Krystallisation" ein (WEISS, 1804). Durch die Einführung von Achsensystemen begründete Weiss damit die dynamische Betrachtungsweise der Kristallographie. Die atomistischen Vorstellungen von Haüy bezüglich des Aufbaus von Kristallen und ihrer Formen konnten nachfolgend durch mathematische Gesetze belegt werden.

An Hand der an unterschiedlichsten Kristallen auftretenden Kristallflächen und den Verhältnissen der so genannten Achsenabschnitte dieser Flächen wies WEISS (1809; 1815; 1825) darauf hin, dass durch die von ihm vorgeschlagenen rechtwinkligen Achsensysteme die Lage jeder Fläche und sämtliche Richtungen definierbar sind. Zu bemerken ist, dass auch „niedrigsymmetrische“ Kristalle von Weiss in ein rechtwinkliges Achsensystem gestellt und einem rhombischen System zugeordnet wurden.

Zur analytischen Beschreibung der Morphologie der Kristalle in Übereinstimmung mit ihrer Metrik wurden die von Weiss bereits 1804 vorgeschlagenen Achsensysteme (Koordinatensysteme) durch MOHS (1822) erweitert und auch geneigte Achsen zur Beschreibung in Betracht gezogen. Am Beginn der Dokumentation der exakten geometrischen Untersuchungen und Beschreibungen von Kristallen stand somit die Einführung von Achsensystemen (Koordinatensysteme), welche auch in dieser Zeit bereits als Kristallsysteme in die Literatur Eingang fanden. Eine ausführliche, übersichtliche tabellarische Zusammenstellung der Bezeichnungen der Kristallsysteme und deren Abteilungen unter Berücksichtigung nur rechtwinkliger Achsen ist von GLOCKER (1829) ohne Literaturangaben veröffentlicht worden (Abb. 1).

Hauptkristallisations- systeme.	Abtheilungen nach d. Wohlfähigkeit oder Unwohlthigkeit.	Specielle Kristallisations-systeme.	Horizontaler Durc- schnitt.
I. Reguläres Kry- stallisations- system.	A. Homoebrisches reguläres.	1. Cubisch, octaedrisches System. Würfel, Octaeder, Granatoeder, Leucitoeder, Pyramidenwürfel, ge- brochenes Granatoeder, Pyramidenoctaeder, Pyramidengranatoeder.	Quadrat. Dabei die Kre- gleich den beiden anderen Dimen- sionen.
	B. Hemiebrisches reguläres.	2. Tetraedrisches System. Tetraeder, Pyramidentetraeder, gebrochenes Pyramidentetraeder, Tra- pezoidtetraeder.	
II. Rhomboedris- ches Kryst.- system.	A. Rhomboedris- ches System im engern Sinne.	3. Pyritoedrisches System. Pyritoeder, gebrochenes Pyritoeder.	Reguläres Sechseck.
	B. Dihexaedris- ches System.	4. Rhomboedrisches System. Rhomboeder, rhomboedrische Pyramide, rhomboedrische Säule und Tafel.	
III. Quadratisches Kryst.-system.	A. Homoebrisches quadratisches.	5. Dihexaedrisches System. Dihexaeder, Dipodestaeder, Ditriseeder, dihexaedrische Säule und Tafel.	Quadrat. Dabei die Kre- verschieden von den beiden anderen Di- mensionen.
	B. Hemiebrisches quadratisches.	6. Quadratoctaedrisches System. Quadratoctaeder, quadratische Säule, Diotaeder, diotaedrische Säule.	
IV. Rhombisches Kryst.-system.	A. Homoebrisches rhombisches.	7. Quadrattetraedrisches System. Irreguläres quadratisches Tetraeder, gebrochenes irreg. quadr. Tetraeder Trapezoidtetraeder. — Triangularitetraeder.	Rhombus.
	B. Terminalhemi- edrisches, rhom- bisches.	8. Disdyoedrisches System. (Orthorhombisches.) Rhombisches oder orthorhombisches Octaeder; orthorhombische Säule oder Dipyroeder; disdyoedrisches Oblongoctaeder und oblonge Säule.	
	C. Laterahemi- edrisches rhombi- sches.	9. Dytanoedrisches System. (Klinorhombisches.) Dytanoeder oder klinorhombische Säule, dytanoedrisch-rhombisches oder klinorhombisches Octaeder; dytanoedrisches Oblongoctaeder und dytano- edrisch-oblonge Säule.	
	D. Vollständig-hemi- edrisches rhombi- sches.	10. Hendyoedrisches System. (Orthorhomboidisches.) Hendyoeder oder orthorhomboidische Säule, hendyoedrisch- oder ortho- rhomboidisches Octaeder; hendyoedrisches Oblongoctaeder.	
		11. Henoedrisches System. (Klinorhomboidisches.) Henoeder oder klinorhomboidische Säule. (Henoedrisch- oder klinorhomboidisches Octaeder.)	Rhomboid.

Abb. 1

Zusammenstellung der Nomenklatur der Kristallsysteme und deren Unterabteilungen auf der Basis rechtwinkliger Achsen aus GLOCKER (1829).

In einem historischen Überblick fasste HASSE (1848) die von den Autoren WEISS (1815; 1825), MOHS (1822; 1824) und NAUMANN (1824; 1826; 1830) verwendete Nomenklatur für die Kristallsysteme in orthogonaler Beschreibung wie folgt zusammen:

Tesseral,	nach Weiß:	tessulares, reguläres, sphäroedrisches, gleichgliedriges System;
	nach Mohs:	tessulares (auch tessularisches) System;
	nach Naumann:	tesserales oder isometrisches System;
Tetragonal,	nach Weiß:	viergliedriges oder zwei= u. einaxiges System;
	nach Mohs:	pyramidales System;
Hexagonal,	nach Naumann:	tetragonales oder monodimetrisches System;
	nach Weiß:	sechsgliedriges, drei= u. dreigliedriges System;
	nach Mohs:	rhomboedrisches System;
Rhombisch,	nach Naumann:	hexagonales oder monometrisches System;
	nach Weiß:	zwei= und zweigliedrig, auch zwei= und eingliedrig, ein= und zweigliedrig und ein= und eingliedriges System;
	nach Mohs:	prismatisches System;
	nach Naumann:	das rhombische oder klinorhombische System.

Die kristallographischen Symmetrieelemente und deren mögliche Kombinationen

Ein der Weiss'schen Systematik anhaftender Mangel beruhte darauf, dass der Begriff der Symmetrie und deren Elemente noch nicht weiter entwickelt war als bis zu dem Element einer "Symmetrieebene". Zu weiterführenden fundamentalen geometrischen Überlegungen in Bezug auf eine Ableitung der n-dimensionalen Punktgruppen musste der Begriff Symmetrie eine Erweiterung hinsichtlich seiner Elemente erfahren und über diese hinaus auch Kombinationen der einzelnen Elemente in Betracht gezogen werden. Im Fall der Kristallographie (dreidimensionaler euklidischer Raum) wurden unter einfachen Symmetrieelementen Drehung(en), Inversion(en) und Spiegelung(en) verstanden, durch die alleine oder unter Einbeziehung von Kombinationen dieser Elemente, aber unter Ausschluß von Drehungen (=Drehachsen) mit einer Zähligkeit von fünf oder größer/gleich sieben, 32 Punktgruppen definiert werden konnten. Diese 3-dimensionalen Punktgruppen (Kristallklassen) erlaubten erstmals eine vollständige Charakterisierung der Morphologie von Kristallen.

In den einleitenden Kapiteln der modernen kristallographischen Literatur wird, wenn überhaupt, die Ableitung der 32 Kristallklassen an Hand obgenannter Kombinationen von Symmetrieelementen durch HESSEL (1830) erwähnt. Kommentare zu dieser fundamentalen Arbeit veröffentlichten unter anderem SOHNCKE (1891) und HESS (1896), aber weder ein Hinweis auf einen früheren Artikel von FRANKENHEIM (1826) noch der Artikel selbst "Crystallonomische Aufsätze" wurde von diesen Autoren angeführt. Frankenheim ging von den Kristallsystemen nach WEISS (1815) aus, die er nach empirischer Betrachtung von diversen Polyedern in 32 Ordnungen teilte und somit als Erster die 32 Kristallklassen (= kristallographische Punktgruppen) definierte. Ein ausführlicher Kommentar zu dieser fast vergessenen Veröffentlichung wurde durch BURCKHARDT (1984) vorgestellt. Erwähnt sei noch, dass MINNIGERODE (1887) ganz allgemein die Frage nach möglichen Symmetrieeigenschaften von geometrischen Körpern vom Standpunkt der Gruppentheorie aus erstmals behandelt hat. Durch die Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallgittern konnten im 20. Jahrhundert die 32 Kristallklassen und die zu deren Beschreibung herangezogenen Kristallsysteme auch experimentell durch die Symmetrien der Beugungsmuster belegt werden.

Das dikline Kristallsystem: empirische Ableitungen und Argumente

In einer Charakterisierung der chemischen Verbindung „unterschweflichtsaurer Kalk“ (= Calcium(II) Thiosulfat Hexahydrat, $\text{CaS}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) teilte MITSCHERLICH (1826) mit (vgl. KOPP, 1849):

Ueber eine neue Klasse von Krystallformen

Häuytheilte die verschiedenen Krystallformen nach den Blätterdurchgängen und der Symmetrie der Flächen in eine grosse Anzahl allgemeiner Klassen. Weiss, Mohs, Hausmann und mehrere andere Krystallographen haben nur auf die Symmetrie der Flächen Rücksicht genommen und theilen die Krystallformen in zwei grosse Abtheilungen, wovon die eine das rhomboëdrische, die andere 5 Systeme enthält, das reguläre System, das quadratoctaëdrische (pyramidale), das rhombenocädrische (prismatische System), das schiefe Prisma (hemiprismatische, ein- und zwei-gliedrige System), das schiefe Prisma mit rhomboidischer Basis (tetartoprismatisches, ein- und ein-gliedriges System). Zwischen den beiden letzteren Systemen liegt das System, was ich jetzt beschreiben werde, das am ausgezeichnetsten beim unterschweflichtsauren Kalk vorkommt.

Die somit erstmals von Mitscherlich in der Einleitung seines Artikels aufgestellte Hypothese von der Existenz eines diklinen Kristallsystems wurde von ihm des Weiteren durch folgendes Zitat in Form einer Fußnote untermauert:

Herr Professor G. Rose schliesst aus seinen neuesten Beobachtungen über die Krystallformen des Feldspaths, dass diese gleichfalls zu diesem System gehören, indem nämlich P und M rechte Winkel bilden, und T und I unter verschiedenen Winkeln gegen M geneigt sind; man würde danach die Flächen nn als Seitenflächen des Prisma annehmen müssen. Siehe Annalen der Physik, 1823, St. 2. Taf. II. Fig 19.

In den von Mitscherlich angeführten und interpretierten wissenschaftlichen Untersuchungen an Feldspäten ging ROSE (1823) allerdings nicht direkt auf eine neue (weitere) Kristallklasse ein. Rose stellt die Feldspäte in das ein- und ein-gliedrige sowie in das zwei- und ein-gliedrige Kristallisationssystem. Lediglich in einem Kapitel „Zusatz“ findet sich folgende vorsichtige Formulierung, an welche sich über mehrere Seiten eine Diskussion bezüglich der Interpretation gemessener Winkel anschließt:

Das Krystallisations-System des Anorthits ist, was den Parallelismus der Kanten betrifft, dem des Feldspaths ganz gleich; es kommen die ähnlichen Flächen vor, oft ganz dieselben Verhältnisse in der Grösse derselben, und doch ist das System des Anorthits nicht allein von dem des Feldspaths verschieden, sondern es gehört auch zu einer ganz anderen Art von Krystallisations-Systemen.

In den folgenden Jahrzehnten wird immer wieder, vor allem auch in Lehrbüchern, auf ein diklines System hingewiesen; etwa bei RITGEN (1833):

Hört das Gleichgewicht in der Neigung der Achsen zu einander so sehr auf, dass nur noch unter einer und einer der Achsen ein rechtwinkeliges Verhältnis bleibt, so ist diess der Ausdruck einer noch weiter vorgeschrittenen Beziehung der wesentlichen Achsen zu einander.

Zur Hauptachse wählt man hier eine der zwei unter sich senkrechten wesentlichen Achsen.

Dieses Achsenverhältnis wird: Diklinometrie genannt.

Die Grundgestalt, welche sich hieraus ergibt, ist eine doppelt schiefe, gedrückte, achtflächige Doppelpyramide, die s. g. diklinometrische Pyramide.

Zur chronologischen Abfolge über die Diskussion bezüglich der Existenz eines diklinen Kristallsystems sei an dieser Stelle eine Ergänzung zu seinen kristallographischen Artikeln durch FRANKENHEIM (1842) angeführt:

Ein diklines System, von $\alpha = 90^\circ$, welches man zwischen das monoklinische und triklinische eingeschoben hat, entspricht unsern Gesetzen der Symmetrie nicht vollständig; man würde mit gleichem Rechte noch mehrere andere Classen aufstellen können, während in den sechs angeführten Systemen alle Stufen der Symmetrie, welche das Gesetz der Rationalität zulässt, erschöpft sind, sobald man nämlich zwei Normalen nur dann symmetrisch nennt, wenn sie nicht bloss zu den Normalen innerhalb einer Fläche, sondern zu sämtlichen Normalen der Krystallreihe eine symmetrische Lage haben.

Trotz der Überlegungen durch Frankenheim und Hessel und der angeführten Ergänzung dazu (FRANKENHEIM, 1842) wird an der Existenz eines diklinen Systems festgehalten, und wie gezeigt werden kann, dieses selbst von anerkannten Wissenschaftlern mit teils unakademischen

Mitteln verteidigt. Etwa NAUMANN (1856) schrieb als Rechtfertigung zur Annahme dieses Kristallsystems in seinem Lehrbuch:

Als Mitscherlich vor dreissig Jahren die Formen des unterschwefeligen Kalkes beschrieb (Poggendorfs Annalen, B. VIII, 1826, S. 427), da erkannte sein Scharfblick sogleich, dass diese Form einem ganz eigenthümlichen Gestaltungsgesetze unterworfen, und daher in ein besonderes Krystallsystem zu verweisen seien. Es ist jedoch der letzteren Folgerung vielfach die gebührende Anerkennung versagt, und die Selbständigkeit dieses Krystallsystems ignoriert oder angefochten worden. Da ich aber von der Richtigkeit jener Folgerung überzeugt war; so wurde es auch in einem besonderen Abschnitte meines Lehrbuches der Krystallographie (Band II, S. 95-117; auch Kupffer hat in seinem Handbuche der rechnenden Krystallonomie S. 456-481 diesem Systeme einen besonderen Abschnitt gewidmet, die Selbständigkeit desselben anerkannt, und dafür den Namen des tritoprismatischen Systems in Vorschlag gebracht. Rammelsberg hat sich in seinem Handbuche der krystallographischen Chemie gleichfalls zur Annahme desselben entschlossen.) zur Darstellung gebracht, und unter dem Namen des diklinoëdrischen Systems eingeführt. Die grosse Seltenheit solcher Krystallreihen, deren Formen den Gesetzen dieses Systems unterworfen sind, mag vielleicht die Ignorierung desselben veranlasst haben; sie kann jedoch keinen zureichenden Grund zu seiner Zurückweisung liefern.

Die von Naumann angesprochenen Literaturzitate beziehen sich einerseits auf eine Monographie, verfasst von KUPFFER (1831), andererseits auf eine solche von RAMMELSBURG (1855). Ähnlich wie etwa fünfzig Jahre später KREJČI (1886) beschrieb Kupffer mittels der analytischen Geometrie sehr ausführlich die im Raum möglichen Parallelepipede und schloss aus deren Ableitung auf die Existenz von einer gleichen Anzahl von Kristallsystemen. Ohne Hinweise auf eine mathematische Belegung findet sich bei RAMMELSBURG (1855) folgende Textstelle:

Diklinoedrisches System

Zwischen dem zwei- und eingliedrigen und dem eingliedrigem liegt noch ein neues, seiner Seltenheit und angefochtenen Existenz wegen nicht besonders hervorgehobenes Krystallsystem, das diklinoedrische. Sein Grundcharakter ist: Zwei Achsen sind rechtwinklig, die dritte ist schiefwinklig gegen beide.

Da praktisch alle nach 1826 erfolgten Hinweise auf dieses System sich auf die Arbeit von MITSCHERLICH (1826) bezogen und auf den deutschen Sprachraum beschränkt waren, kann angenommen werden, dass diese Veröffentlichung im Ausland weitestgehend unbekannt war. In der zeitgenössischen französischen Fachliteratur findet das dikline System keine Erwähnung. In der englischen Literatur wurde das dikline System bei PHILLIPS (1852) überhaupt nicht erwähnt. In der Übersetzung des Lehrbuches von W. H. Miller durch GRAILICH (1856) wurde angeführt:

Zwischen das einfach- und zweifachschiefsprismatische System stellte Mohs das hemianorthotype, Naumann das diklinoedrische System, in welchem zwei senkrechte Axen und eine dritte, gegen die beiden anderen geneigte Axe vorkommt. Sobald man die Symmetrie nicht auf Axen, sondern auf Coordinatenebenen bezieht, ist die Aufnahme dieses Systemes nothwendig geworden. Es sind nur wenig Substanzen, die in demselben krystallisieren: in diesem Buche sind sie unter die zweifachschiefsprismatischen aufgenommen.

ZIPPE (1859) führte in einer Definition der Gestalten der Minerale, der Begrenzungselemente der Kristalle, der Figuren der Kristallflächen und Ableitungen der Flächen und deren Einteilung in trigonale und hexagonale Flächen, tetragonale, rhombische, deltoideische und skalenische Flächen folgende Kristallsysteme an, wobei diklin nicht erwähnt wird:

Es gibt daher ein tessularisches, ein hexagonales, ein tetragonales, ein rhombisches, ein deltoideisches und ein skalenisches Krystallsystem, und jedes derselben umfasst den Inbegriff aller einfachen Gestalten und Combinationen, welche in ihm möglich sind.

Auch TSCHERMAK (1863) verhält sich skeptisch gegenüber dem diklinen System:

Es gibt einige wenige Krystalle, bei denen man 3 Axen anzunehmen hat, wovon eine auf einer anderen senkrecht steht, die dritte ist gegen beide geneigt. Man hat sie dem diklinoëdrischen System zugezählt. Dieses wird indess meist nicht weiter behandelt.

In seinem Lehrbuch ging SCHRAUF (1866) wieder etwas ausführlicher auf ein mögliches diklines System ein:

Aus dem in der ersten Abtheilung erwähnten Grundsatz: dass e i n e r und derselben Substanz e i n e bestimmte Krystallgestalt zukomme, folgt ferner: dass die Neigungen der Axen und die Verhältnisse der Parameter für alle Krystalle derselben Species dieselben sind; die Symbole der Flächen können hingegen verschieden sein.

Eine weitere Consequenz hievon ist, dass die Winkel

$$\xi = YOZ, \eta = XOZ, \zeta = XOY$$

welche die Axen miteinander einschließen und das Verhältnis der Parameter diejenigen Elemente sind, durch welche eine Krystallspecies charakterisiert wird. In manchen Krystallen lässt sich ein rechtwinkeliges Axensystem auffinden, in anderen wieder Axen, deren zwei senkrecht stehen auf einer dritten, in noch anderen schiefwinkelige Axen; ferner variirt nicht bloss die Lage, sondern auch die Grösse der Parameter, und auf diese Unterschiede in den Axenwinkeln und in den relativen Verhältnissen der Parameter hat man die Eintheilung der gesammten Krystalle in genau präcisierte Gruppen vorgenommen.

Es sind diess:

- | | | |
|------|--|--------------------------------|
| I. | $\pm \xi = \pm \eta = \pm \zeta$ | Orthogonale Krystallsysteme. |
| | 1. $a : b : c = A : 1 : C$ | prismatisch, |
| | 2. $a : b : c = \sqrt{3} \ 1 \ C$ | orthohexagonal, |
| | 3. $a : b : c = 1 \ 1 \ C$ | pyramidal, |
| | 4. $a : b : c = 1 \ 1 \ 1$ | tesseral. |
| II. | $(\pm \xi = \pm \zeta) \neq \pm \eta$ | Monoklinisches Krystallsystem. |
| | 5. $a : b : c = A : 1 : C$ | |
| III. | $\pm \xi \neq \pm \eta \neq \pm \zeta$ | Klinische Krystallsysteme. |
| | A) $\pm \zeta = 90^\circ$ | diklinisch. |
| | 6. $a : b : c = A : 1 \ C$ | |
| | B) $\pm \zeta \neq 90^\circ$ | triklinisch. |
| | 7. $a : b : c = A \ 1 \ C.$ | |

Nimmt man gleichmässig auf die physikalischen Eigenschaften und geometrischen Symmetrieverhältnisse Rücksicht, so ist die hiermit aufgestellte Eintheilung, welche sich wohl in manchen wesentlichen Punkten von den bisher gewohnten unterscheidet, gewiss die für die Erforschung der stattfindenden Connexe tauglichste.

Erwähnt sei im Zusammenhang mit der vorliegend dargelegten Diskussion bezüglich Kristallklassen und Kristallsysteme eine weitere zeitgenössische Veröffentlichung von LIEBISCH (1881), in der vor allem auf NAUMANN (1830) Bezug genommen wird:

Dass die Naumann'sche Definition: ein Krystallsystem ist der Inbegriff aller möglichen Formen, welche, bei gleicher Zahl und bei demselben allgemeinen Neigungsverhältnissen der Coordinatenebenen, dasselbe Grössenverhältnis der Axen besitzen - nicht zutreffend sein kann, ergibt sich schon daraus, dass nach dieser Begriffsbestimmung das sog. diklinoëdrische Krystallsystem, dessen Formen ebenso wie die des triklinen Systems nur ein Centrum der Symmetrie besitzen, eine selbständige Stellung erhalten müsste. Vgl. über dieses von Mitscherlich, Pogg. Ann. 1826, 8, 427 errichtete System: Naumann, Lehrb. d. Krystallogr. 1830, 2, 95-117.

Im Abschnitt „Kristallographie“ der Geschichte der Mineralogie erwähnt KOBELL (1864) auf Seite 224 die Untersuchungen MITSCHERLICH'S (1826) in einem kurzen Absatz:

Auch das von Mitscherlich am unterschwefligsauren Kalk beobachtete und damals als ein eigenthümliches angesehenes Krystallsystem, zwischen dem klinorhombischen und klinorhomboidischen stehend, wird als diklinoedrisches System darin ausführlich entwickelt und überall die analytische Geometrie angewendet.

Lediglich in einem Absatz zur Kristallkunde, der sich mit der historischen Entwicklung der geometrischen Kristallographie auseinandersetzt, wurde von GROTH (1926) auch auf das „dikline Kristallsystem“ und dessen Nichtrealisierbarkeit wie folgt hingewiesen:

Jeder "Krystallreihe" liegt ein bestimmtes "Achsen-system", charakterisiert durch bestimmte Dimensionen und Winkel der Achsen (d. h. durch die kristallographischen Elemente der Substanz), zugrunde - und alle Krystallreihen mit gleichen Zahl-, Neigungs- und allgemeinen Größenverhältnissen der Achsendimensionen werden zusammengefaßt als "Krystallsystem". Solcher Krystallsysteme werden nun einzeln behandelt die folgenden sieben: 1. Das Tesseral-system, 2. das Tetragonalsystem, 3. das rhombische System, 4. das klinometrische oder das klinorhombische System, 5. das diklinometrische oder klinorhomboidische System, 6. das triklinometrische oder diklinorhomboidische System und 7. das Hexagonalsystem. Von den Abteilungen der WEISS'schen Systematik weicht demnach die NAUMANN'sche nur durch die Einführung des fünften Systems ab, welches als "diklines Krystallsystem" und als auf Achsen mit zwei schiefen und einem rechten Winkel zurückzuführen, vom triklinen, verschieden noch angenommen worden ist, bis durch die richtige Auffassung des Begriffes der Symmetrie allgemein erkannt wurde, daß ein Zwischending zwischen dem monoklinen und dem triklinen Krystallsystem unmöglich sei.

In Tabelle 1 ist, soweit erhebbar, die Nomenklatur für die Kristallsysteme angeführt, wie sie im 19. Jahrhundert unterschiedlichst von den verschiedenen Autoren vorgeschlagen und verwendet wurde.

-
- Kubisch**
 - I. Dreigliedrig vieraxiges System
 - II. Isometrisches oder Tesserale-System
 - III. Isometrie
 - IV. Regelmässiges Krystallsystem
 - V. Das reguläre (tessulare, tessularische, isometrische) System
 - VI. Reguläres System
 - VII. Tessularisches Krystallsystem
 - VIII. Tesserales Krystallsystem
 - IX. Das reguläre oder hexaedrische System
 - Tetragonal**
 - I. Ein- und zweiaaxiges System
 - II. Monodimetrisches oder Tetragonal-System
 - III. Monodimetrie
 - IV. Zwei- und einaxiges Krystallsystem
 - V. Das quadratische (tetragonale, pyramidale, monodimetrische, zwei- und einaxige, viergliedrige) System
 - VI. Viergliedriges System
 - VII. Tetragonales Krystallsystem
 - VIII. Pyramidales Krystallsystem
 - IX. Das quadratische Krystallsystem
 - Orthorhombisch**
 - I. Gleichstellig gleichendg zweifach zweigliedriges System
 - II. Anisometrisches oder Rhombisches System
 - III. Anisometrie
 - IV. Ein- und einaxiges Krystallsystem
 - V. Das rhombische (orthotype, holoeidrisch=rhombisch=trimetrische, zwei- und zweigliedrige, ein- und einaxige, isoklinische) System
 - VI. Zweigliedriges System
 - VII. Rhombisches Krystallsystem
 - VIII. Prismatisches Krystallsystem
 - IX. Das orthotype Krystallsystem
 - Trigonal/hexagonal**
 - I. Ein- und dreiaaxiges System
 - II. Monotrimetrisches oder Hexagonal-System
 - III. Monotrimetrie
 - IV. Drei- und einaxiges Krystallsystem
 - V. Das hexagonale (rhomboedrische, monotrimetrische, drei- und einaxige, sechsgliedrige oder drei- und dreigliedrige) System
 - VI. Sechsgliedriges System
 - VII. Hexagonales Krystallsystem
 - VIII. Orthohexagonales Krystallsystem
 - IX. Das isokline oder rhomboedrische Krystallsystem
 - Monoklin**
 - I. Gerienstellig gleichendg zweifach eingliedriges System
 - II. Klinometrisches oder klinorhombisches System
 - III. Monoklinometrie
 - IV. Zwei- und eingliedriges Krystallsystem
 - V. Das monoklinometrische (monoklinoedrische, monoklinische, hemiorthotype, hemiedrisch= rhombisch=trimetrische, zwei- und eingliedrige, klinorhombische, augitische) System
 - VI. Zwei- und eingliedriges System
 - VII. Monoklinisches Krystallsystem
 - VIII. Deltoidisches Krystallsystem
 - IX. Das monokline Krystallsystem
 - Diklin**
 - I.
 - II. Diklinometrisches oder klinorhomboidisches System
 - III. Diklinometrie
 - IV.
 - V. Das diklinometrische (diklinoedrische, diklinische, hemianorthotype) System
 - VI. Diklinoedrisches System (in Rammelsberg, 1881 nicht angeführt)
 - VII.
 - VIII. Diklinisches Krystallsystem
 - IX. Das dikline Krystallsystem
 - Triklin**
 - I. Gerienstellig gleichendg einfach eingliedriges System
 - II. Triklinometrisches oder diklinorhomboidisches System
 - III. Triklinometrie
 - IV. Ein- und eingliedriges Krystallsystem
 - V. Das triklinometrische (triklinoedrische, triklinische, anorthotype, tetartoedrisch=rhombisch=trimetrische, ein- und eingliedrige, klinorhomboidische) System
 - VI. Eingliedriges System
 - VII. Skalenisches Krystallsystem
 - VIII. Triklinisches Krystallsystem
 - IX. Triklines Krystallsystem

I: Hessel (1830); II: Naumann (1830); III: Ritgen (1833); IV: Geiger (1838); V: Kopp (1849); VI: Rammelsberg (1855); VII: Zippe (1859); VIII: Schrauf (1866); IX: Krejci (1886)

Table 1

Bezeichnungen der Kristallsysteme in der Literatur in den Jahren nach 1830.

Da die Morphologie derden trigonalen, trigonal-rhomboedrischen und hexagonalen Klassen zuordenbaren Kristalle anhand eines gemeinsamen Koordinatensystems (= hexagonales Achsenkreuz) beschreibbar ist, wurden diese ganz allgemein zum Kristallsystem trigonal/hexagonal zusammengefasst.

Das dikline System: Postulation an Hand 3-dimensionaler Parallelepipede durch KREJČI (1886)
 Parallel zur Ableitung der Kristallklassen anhand der Symmetrieeoperationen und den Möglichkeiten ihrer Kombination wurden auch bezüglich der im dreidimensionalen Raum möglichen, von drei Flächenpaaren begrenzten Parallelepipede Überlegungen zur Beschreibung von Kristallsystemen angestellt (auch als hexaidische Typen bezeichnet). An Hand dieser Überlegungen ergaben sich entsprechend den sieben unterschiedlichen Parallelepipeden, die aus den Verzerrungen des Würfels ableitbar sind, sieben Kristallsysteme (vgl. KUPFFER, 1831). Zu den bereits erwähnten Kristallklassen und den zu deren Beschreibung verwendeten Systemen kam derart noch das dikline System (mit 2 Kristallklassen, nämlich mit und ohne Symmetriezentrum) hinzu. Sehr ausführlich wurde die Ableitung der Kristallsysteme, ausgehend von den möglichen Verzerrungen des Würfels, durch KREJČI (1886) beschrieben (Abb. 2):

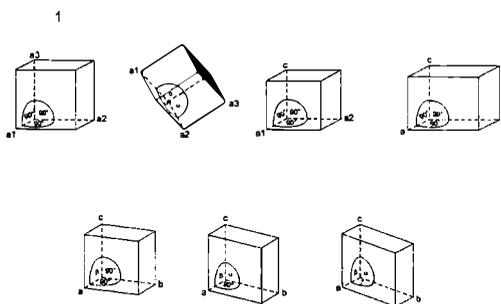


Abb. 2

Darstellung der im Raum möglichen unterschiedlichen Parallelepipede, von KREJČI (1886) auch als hexaidische Typen beschrieben:
 1. Regulärer Typus (orthogonal isometrisches Hexaid). 2. Isokliner Typus (isoklin isometrisches Hexaid). 3. Quadratischer Typus (orthogonal dimetrisches Hexaid). 4. Orthotyper Typus (orthogonal trimetrisches Hexaid). 5. Monokliner Typus (einseitig schiefes Hexaid). 6. Dikliner Typus (zweiseitig schiefes Hexaid). 7. Trikliner Typus (dreiseitig schiefes Hexaid).

Es giebt entsprechend den sieben verschiedenen hexaidischen Typen sieben Krystallsysteme, und zwar:

- I. Das reguläre oder hexaedrische Krystallsystem.
- II. Das isokline oder rhomboedrische Krystallsystem.
- III. Das quadratische Krystallsystem.
- IV. Das orthotype Krystallsystem.
- V. Das monokline Krystallsystem.
- VI. Das dikline Krystallsystem.
- VII: Das triklone Krystallsystem.

Das dikline System

Der Typus dieses Systems ist das dikline Hexaid mit den Kanten XX' , ZZ' , die sich je zwei zu 180° ergänzen, während $Y = 90^\circ$ ist. Die ebenen Winkel sind $\alpha \beta \gamma$, $\alpha' \beta' \gamma'$. Die Flächendiagonalen der hexaidischen Flächen sind oo' , ee' , aa' .

Da ein Kantenwinkel des Hexaides, nämlich Y , ein rechter ist, so werden die Beziehungen der ebenen Winkel zu den Kantenwinkeln durch folgende Gleichungen ausgedrückt:

$$\cos \alpha = \cos X / \sin Z, \quad \cos \beta = \cot X \cot Z, \quad \cos \gamma = \cos Z / \sin X.$$

Wäre einer der Winkel $= 90^\circ$, so wäre

für	$\alpha = 90^\circ$,	$\cos X = -\cos Y \cos Z$;
für	$\beta = 90^\circ$,	$\cos Y = -\cos X \cos Z$,
für	$\gamma = 90^\circ$,	$\cos Z = -\cos X \cos Y$,

d. h. für keine der Hexaidkanten wäre der Cosinus = 0, es wäre also keine Hexaidkante rechtwinklig und der Typus eines solchen Hexaides wäre Triklin (siehe Chalkantit).

Wenn man also bei der Definition des Krystallsystemes von den Axen des Hexaides ausgehen würde, so möchte allerdings das dikline System mit dem triklinen coincidieren oder nur einen speciellen Fall desselben darstellen.

Die krystallographische Realität des diklinen Systems ist aber durch den eigenthümlichen Typus seines Grundhexaids erwiesen, indem sich dasselbe von allen anderen Hexaidden unterscheidet. Auch würde in der Reihenfolge der Krystallsysteme eine Lücke entstehen, wenn man das dikline System weglassen möchte. Es sind nämlich, wie schon in der Einleitung erläutert wurde, die klinogonalen Grundhexaide mono-, di-, triklin und unterscheiden sich von einander durch ganz bestimmte Kennzeichen.

Durch Weglassen des diklinen Systems würde also ein selbstständiger Grundtypus der Krystallgestalten, nämlich der dikline ohne allen mathematischen Grund aus der Reihe der Grundhexaide entfernt werden.

Der Umstand, dass der früher als diklin bezeichnete unterschwefelsaure Kalk bei späteren Untersuchungen als triklin nachgewiesen wurde, ist nicht entscheidend, da das mögliche Vorkommen von diklinen Krystallen hiedurch nicht ausgeschlossen ist.

Einige Varietäten des Mikroklin-Feldspates scheinen in der That diesem Systeme anzugehören, indem sie sich auf ein Hexaid beziehen lassen, dessen eine Kante = 90° ist, während die beiden anderen Kanten vom rechten Winkel abweichen.

In einem Kommentar zu diesen Überlegungen zur Ableitung möglicher Krystallsysteme durch Krejci schrieb KATZER (1888):

Die Krystallformen werden aus den Hexaidden abgeleitet und so das dikline Krystallsystem wieder auferweckt, in welchem der unterschwefelsaure Kalk als Beispiel erscheint, der aber bekanntlich triklin ist.

Zusammenfassung

Die unterschiedlichen empirischen Ansichten der Kristallographie bezüglich der Ableitung der Kristallklassen und deren Systeme mussten zwangsläufig zu verschiedenen Ergebnissen führen. Die Kombination der Symmetrieelemente ergab 32 Klassen, beschreibbar an Hand entsprechender Achsensysteme. Der Grundgedanke, die Systeme von den möglichen Verzerrungen eines Hexaeders abzuleiten, musste auch zur Definition eines Parallelepipedes mit den Kantenlängen $a \neq b \neq c$ und α und $\beta \neq 90^\circ$, $\gamma = 90^\circ$ führen.

Die von Mitscherlich aufgestellte Hypothese der Existenz eines derartigen diklinometrischen, diklinischen aber auch diklinen Systems wurde in der Fachliteratur des 20. Jahrhunderts in keiner Weise erwähnt. Selbst in Veröffentlichungen mit historischem (teils lexikalischem) Inhalt wird auf diese wissenschaftliche Fehlinterpretation, die aus der Unkenntnis der Symmetrie im atomaren Aufbau der Kristalle entstand, nicht eingegangen (FABIAN, 1986; BURCKHARDT, 1988).

Schlußbemerkungen

Bei der Beschäftigung mit historischen Biographien von Naturwissenschaftlern versucht man naturgemäß, aus den wissenschaftlichen Arbeiten der betreffenden Person vor allem jene Hypothesen herauszuarbeiten, die in späterer Zeit bestätigt werden konnten. Dabei besteht jedoch die Gefahr, jene im vorliegenden Artikel aufgezeigten möglichen anderen Schlüsse, Verfahren oder auch nur Vermutungen zu vernachlässigen oder sogar auszuklammern, die auf Grund des heutigen Wissensstandes entweder nicht bestätigt oder sogar explizit ausgeschlossen werden können.

Eine solche Vorgangsweise ist aus mehreren Gründen als inkorrekt zu bezeichnen: Erstens wird dadurch das verpflichtende Prinzip der vollständigen Erfassung aller vorhandenen Daten nicht erfüllt. Zweitens kann das Werk eines Wissenschaftlers nur unter dem Überbau seiner experimentellen und apparativen Möglichkeiten und aus dem Kontext seines historischen Umfeldes verstanden werden. Und drittens muss darauf hingewiesen werden, dass in Europa - in der Tradition der griechischen Antike - bis ungefähr Mitte des 20. Jahrhunderts Naturwissenschaftler auch eine fundierte philosophische Ausbildung an den Universitäten absolvieren mussten. Dadurch waren sie naturgemäß sowohl in der dialektischen Ausdifferenzierung der zur Verfügung stehenden Bearbeitungsvarianten eines Themas geschult als auch gewöhnt, sämtliche Möglichkeiten bis an die Grenzen ihres augenblicklichen Wissensstandes immer weiter zu hinterfragen. Daraus resultierte eine mehr oder minder breite Palette von aufgezeigten wissenschaftlichen Wegen, die logischer Weise nicht alle richtig sein konnten, die aber nachfolgenden Generationen an Hand ihres erweiterten Wissensstandes und neuer Technologien erst die Möglichkeit boten, selektiv die richtigen Lösungen heraus zu arbeiten und fundierte Beweise zu erbringen.

Jede Epoche der Naturwissenschaft hat ihre eigenen Ziele, Wege und Möglichkeiten vorgegeben, und sie können auch nur in diesem Rahmen genutzt werden. Aber es stellt sich doch die aktuelle Frage, ob es nicht eine negative Ausprägung eines Zeitalters ist, dass kreatives, selbständiges wissenschaftliches Denken, dem sich frühere Generationen selbstverständlich verpflichtet gefühlt haben, vernachlässigt wird.

Dank

Für weiterführende Anregungen und Diskussionen erlaubt sich der Autor den Professoren der Universität Wien Dr. Gerald Giester und Dr. Manfred Wildner seinen herzlichen Dank auszusprechen.

Literatur

- BURCKHARDT, J. J. (1984): Die Entdeckung der 32 Kristallklassen durch M. L. Frankenheim im Jahre 1826. - N. Jb. Miner. Mh 1984, 481-482.
- BURCKHARDT, J. J. (1988): Die Symmetrie der Kristalle. Von René-Just Haüy zur kristallographischen Schule in Zürich. - Birkhäuser Verlag. Basel, Boston, Berlin.
- FABIAN, E. (1986): Die Entdeckung der Kristalle. Der historische Weg der Kristallforschung zur Wissenschaft. - VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
- FRANKENHEIM, M. L. (1826): Crystallonomische Aufsätze. - ISIS, enzyklopädische Zeitung von Oken 5 und 6, 497-515 und 542-565.

- FRANKENHEIM, M. L. (1842): System der Krystalle. Ein Versuch. - Druck von Grass, Barth und Comp., Breslau.
- GEIGER, P. L. (1838): Handbuch der Pharmacie zum Gebrauche bei Vorlesungen. Pharmaceutische Mineralogie. - Heidelberg. In der akademischen Verlagshandlung von C. F. Winter. Wien, bei C. Gerold.
- GLOCKER, E. F. (1829): Handbuch der Mineralogie. Erste Abtheilung, die Einleitung in die Mineralogie und die allgemeine Oryktognosie enthaltend. - Nürnberg, 1829. Bei Johann Leonhard Schrag.
- GRAILICH, J. (1856): Lehrbuch der Krystallographie von Professor W. H. Miller. Übersetzt und erweitert. - Wien 1856. Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn.
- GROTH, P. (1926): Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften. - Verlag von Julius Springer. Berlin.
- HASSE, T. L. (1848): Denkschrift zur Erinnerung an die Verdienste des in Dresden am 30. Juni 1817 verstorbenen K. S. Berggrath's Werner und die Fortschritte bei der Bergakademie zu Freiberg. - Dresden und Leipzig 1848. In Commission der Arnoldschen Buchhandlung.
- HAÜY, R. J. (1801): Traite de mineralogie. Tome premier - Tome cinquieme. - Chez Louis, Libraire, Rue de Savoye, Paris.
- HAÜY, R. J. (1822): Traite de cristallographie. Tome premier. Tome second. - Bachelier et Huzard, Paris.
- HESS, E. (1896): J. F. C. Hessel. Zur Säcularfeier seines Geburtstages (27. April 1796). - N. Jb. f. Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Jg. 1896. 107-122.
- HESSEL, J. F. C. (1830): Krystallogometrie oder Krystallogonomie und Krystallographie, auf eigenthümliche Weise und mit Zugrundelegung neuer allgemeiner Lehren der reinen Gestaltenkunde, sowie mit vollständiger Berücksichtigung der wichtigsten Arbeiten und Methoden anderer Krystallographen bearbeitet. Leipzig 1831. (Durch Angabe der vielen Druckfehler, Vorrede und Inhaltsverzeichnis vervollständigter Abdruck des 1830 erschienenen Artikels "Krystall" in Gehler's physikalischem Wörterbuche, Band 5, II, 1023-1340.)
- KATZER, F. (1888): Johann Krejci: Elemente der mathematischen Krystallographie in neuer leichtfasslicher Darstellung. - N. Jb. f. Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Jg. 1888. 196-197.
- KOBELL, F. v. (1864): Geschichte der Mineralogie. Von 1650-1860. - Literarisch=artistische Anstalt der J. G. Cotta'schen Buchhandlung. München.
- KOPP, H. (1849): Einleitung in die Krystallograhie und in die krystallographische Kenntniß der wichtigeren Substanzen. - Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. Braunschweig.
- KREJČI, J. (1886): Elemente der mathematischen Krystallographie in neuer leichtfasslicher Darstellung. - Hrsg.: Friedrich Katzer. Druck Dr. Ed. Gregr. Selbstverlag, Prag 1886.
- KUPFFER, A. T. (1831): Handbuch der rechnenden Krystallogonomie. - Buchdruckerei der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, St. Petersburg.
- LIEBISCH, T. (1881): Geometrische Kristallographie. - Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- MINNIGERODE, B. (1887): Untersuchungen über die Symmetrieverhältnisse der Krystalle. - N. Jb. Miner., Beilagebd. 5, 145-166. (Referiert und kommentiert von J. Beckenkamp in Z. Krist. 15, 516-520).
- MITSCHERLICH, E. (1826): Ueber eine neue Klasse von Krystallformen. - Annal. d. Physik, 84, 427-442.
- MOHS, F. (1822): Grundriß der Mineralogie. Erster Theil. Terminologie, Systematik, Nomenklatur, Charakteristik. - Dresden 1822. In der Arnoldschen Buchhandlung.
- MOHS, F. (1824): Grundriß der Mineralogie. Zweiter Theil. Physiographie. - Dresden 1824. In der Arnoldschen Buchhandlung.
- NAUMANN, C. F. (1824): Über plagiobasische Krystallsysteme. - Isis, oder Enzyklopädische Zeitung. (Hrsgb. Oken) 9, 954-959.
- NAUMANN, C. F. (1826): Grundriss der Krystallographie. - Verlag von Johann Ambrosius Barth. Leipzig.
- NAUMANN, C. F. (1830): Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie. - Band I. Leipzig: F. A. Brockhaus.
- NAUMANN, C. F. (1856): Elemente der theoretischen Kristallographie. - Leipzig 1856. Verlag von Wilhelm Engelmann.

- PHILLIPS, W. (1852): An elementary introduction to mineralogy. New edition with extensive alterations and additions.- Hrsgb.: Brooke, H. J. & Miller W. H. London 1852. Longman, Brown, Green, and Longmans.
- RAMMELSBURG, C. F. (1855): Handbuch der krystallographischen Chemie. - Verlag von P. Jeanrenaud (A. Foerster' sche Buchhandlung). Berlin, 1855.
- RAMMELSBURG, C. F. (1881): Handbuch der krystallographisch-physikalischen Chemie. - Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- RITGEN, F. A. v. (1833): Über den Einfluss der verschiedenen Achsen auf die Krystallgestalt und über eine, diesem Einfluss entsprechende Bezeichnung. - N. Jb. Miner. Geogn. Geol. u. Petrefaktenkunde, Jg 1833, 266-308.
- ROSE, G. (1823): Ueber den Feldspath, Albit, Labrador und Anorthit. - Annal. d. Physik, 73, 173-208.
- SCHRAUF, A. (1866): Lehrbuch der physikalischen Mineralogie. I. Band. Lehrbuch der Krystallographie und Mineral-Morphologie. Handbuch zum Studium der theoretischen Chemie, Mineralogie und Krystallophysik. - Wilhelm Braumüller, k.k. Hof- und Universitätsbuchhändler, Wien 1866.
- SOHNCKE, L. (1891): Die Entdeckung des Eintheilungsprincips der Krystalle durch J. F. C. Hessel. Eine historische Studie. - Z. Krist. 18, 486-498.
- TSCHERMAK, G. (1863): Grundriss der Mineralogie für Schulen. - Wien 1863. Wilhelm Braumüller. K. K. Hofbuchhändler.
- WEISS, C. S. (1804): Coup d'œil dynamique sur la cristallisation. - Annal. De Chemie 52, 308-339.
- WEISS, C. S. (1809): De indagando formarum crystallinarum caractere geometrico principali dissertatio. Lipsiae 1809. - Dissertation, Universität Leipzig
- WEISS, C. S. (1815): Ueber die natürlichen Abtheilungen der Crystallisations Systeme. - Abhandl. k. Akad. Wiss., Berlin 1814-1815, 290-336.
- WEISS, C. S. (1825): Ueber die Verhältnisse in den Dimensionen der Crystallsysteme, und insbesondere des Quarzes, des Feldspathes, der Hornblende, des Augits und des Epidots. - Abhandl. k. Akad. Wiss., Berlin 1825, 163-200.
- ZIPPE, F. X. M. (1859): Lehrbuch der Mineralogie mit Naturhistorischer Grundlage. - Wilhelm Braumüller, k.k. Hofbuchhändler, Wien 1859.

Eingegangen am 7.12.2005

Angenommen am 10.1.2006

**DIE VERDIENSTE VON KARL BECHERER UM DIE MINERALOGIE ÖSTERREICHS
EINE HOMMAGE ANLÄSSLICH DER VOLLENDUNG SEINES 80. LEBENSJAHRES**

von

Franz Pertlik

Institut für Mineralogie und Kristallographie
Universität Wien, Geozentrum, Althanstrasse 14, A-1090 Wien, Austria

*Jeder Gebildete aber soll sein Interesse der anorganischen Natur wegen des tausendfachen Nutzens zuwenden, den der Mensch tagtäglich aus ihren Erzeugnissen zieht, wegen des Einflusses, den eben diese Erzeugnisse auf den materiellen Wohlstand, auf die Gesittung und die Kultur einzelner Völkerstämme und des ganzen Menschengeschlechtes ausgeübt haben und noch ausüben.
(Scharizer, 1929)*

Zur Einleitung

Anlässlich eines Festkolloquiums, abgehalten am 26.4.2006 im Geozentrum der Universität Wien, würdigte der Leiter des Institutes für Mineralogie und Kristallographie, O. Univ.-Prof. Dr. Ekkehart Tillmanns, die Verdienste, die sich der Jubilar um die Pflege der Mineralogie in Österreich erworben hat. In dieser Laudatio wurde vor allem auf die umfassende Mineralienkenntnis, auf das Wissen über österreichische Fundpunkte und auf die Beherrschung der mineralogischen Arbeitsmethoden hingewiesen, die Karl Becherer in der gesamten Zeit seiner Lehrtätigkeit an der Universität aber auch an Volkshochschulen einer großen Zahl von Studierenden und Interessierten vermittelte.

Ganz ausdrücklich auf diese Lehrtätigkeit wurde auch von Gerald Giester und Branko Rieck in deren Antrag auf Zuerkennung des Namens Bechererit für ein „neues“ Mineral hingewiesen: „*The name is for Dr. Karl Becherer, a dedicated teacher of mineralogy, for students as well as for amateur collectors.*“

Karl Becherer kann mit Recht in die Reihe jener österreichischen Erdwissenschaftler gestellt werden, die ihre Berufung nicht allein in der Forschung und der Vermittlung von Fachwissen an den akademischen Nachwuchs sahen, sondern denen auch die Volksbildung ein wichtiges persönliches Anliegen war - wie es der berühmte Mineraloge Friedrich Becke 1925 in der „Neuen Freien Presse“ so treffend formulierte:

Jene, die über die „geistigen Kulturgüter“ verfügen, haben die moralische Pflicht, die kostbaren Schätze den tausenden Mitbürgern zugänglich zu machen, die durch mangelnde Gelegenheit oder unzureichende Schulbildung dieser Schätze entbehren müssen.

Becherer hat in diesem Sinn neben seinen dienstlichen Obliegenheiten am Institut für Mineralogie (ab dem Wintersemester 1968/69 Institut für Mineralogie und Kristallographie) der Universität Wien im Rahmen der Volksbildung durch 35 Jahre einen großen Teil seiner Freizeit dafür aufgewendet, Menschen ohne fachliche Vorbildung, aber mit Interesse für und Freude an der Mineralogie die Möglichkeit zu geben, unter kompetenter Anleitung Mineralien zu sammeln, zu untersuchen und zu klassifizieren. Er hat damit eine langjährige Tradition der Wiener mineralogischen Schule fortgesetzt, die Friedrich Becke im Jahr 1901 begründet hat, als er seine Tätigkeit im Ausschuss des Wiener Volksbildungsvereines aufnahm, die er dann 28 Jahre ausübte und erst 1929 aus Altersgründen zurücklegte (FILLA, 1993). Welchen wichtigen Stellenwert Becke der Volksbildung einräumte, zeigt die Tatsache, dass er 1910 einen besonders ehrenvollen Ruf als akademischer Lehrer nach Berlin unter anderem mit der Begründung ablehnte, sich seinem volksbildnerischen Engagement in Wien verpflichtet zu fühlen. Diese Tradition der Betreuung der mineralogischen Laien wurde nach Becke auch von so bedeutenden akademischen Lehrern an der Universität Wien wie Emil Dittler, Cornelius Doelter, Josef Hibs, Alfred Himmelbauer, Alexander Köhler, Arthur Marchet, Michael Stark und Hermann Tertsch fortgesetzt (HAMMER & PERTLIK, 2001; PERTLIK & SCHROLL, 2003).

Karl Becherer hat, wie im Kapitel „Tätigkeit im Volksbildungswesen“ nachstehend näher ausgeführt, im Rahmen von Mineralbestimmungskursen den Kursteilnehmern auch die Möglichkeit geboten, durch gut vorbereitete und organisierte Exkursionen ins In- und Ausland, unterstützt durch anschaulich gestaltete Exkursionsführer, ihre erworbenen Kenntnisse zu erproben und zu erweitern und ihnen damit das Erfolgserlebnis und die Freude an eigenen Funden zugänglich gemacht. Dies ist auch deshalb als besonders verdienstvoll zu bewerten, weil im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts solche Individualreisen noch wesentlich schwieriger und teurer als heute und daher finanzschwächeren Bevölkerungskreisen nur sehr beschränkt zugänglich waren. Wie viele Studenten und Seniorstudenten der erdwissenschaftlichen Disziplinen sich aus Becherers Jahrzehnte langer volksbildnerischer Tätigkeit rekrutierten, ist nicht genau festzustellen und war wohl auch nicht sein Hauptanliegen. Ziel dieser seiner Tätigkeit war es vor allem, in seinem Sachgebiet Interessierten die Freude an der Natur und ihren vielfältigen Ausprägungen zu vermitteln.

Wie die drei Komponenten wissenschaftliche Forschung und Lehre, Volksbildung und Musik Karl Becherers Lebensweg bestimmten und prägten, sollen die folgenden Ausführungen zeigen.

Elternhaus, Schulbesuch, Studium und berufliche Laufbahn

Als Einleitung zu diesem Lebensabschnitt Becherers erscheint ein in seiner Dissertation veröffentlichter Lebenslauf am besten geeignet. Diese Autobiographie sei hier wörtlich wiedergegeben:

CURRICULUM VITAE.

Ich, Karl Becherer, wurde am 17.4.1926 als ehelicher Sohn des Carl M. Becherer, Kaufmann, und der Josefa geb. Stary in Wien geboren. Ich besuchte von 1932-36 die Volksschule in Wien

III., Strohgasse und von 1936-43 die Realschule (ab 1938 Oberschule) in Wien III., Radetzkystraße.

Während meiner Luftwaffenhelferdienstzeit 1943-44 absolvierte ich die 7. und 8. Oberschule in Wien III., Hagenmüllergasse, welche Anstalt mir auch das Reifezeugnis am 5.2.1944 ausstellte. Nach Ableistung meiner Arbeitsdienstplicht immatrikulierte ich im April 1944 an der philosophischen Fakultät der Universität Wien (Chemie), wurde aber wenig später zur Deutschen Wehrmacht (schwere Flak) eingezogen und geriet 1945 in amerikanische Kriegsgefangenschaft. Von dieser zurückgekehrt setzte ich mein Studium an der Universität Wien mit mehreren Unterbrechungen fort. 1955 kam ich ans Mineralogische Institut, wo ich 1956 mit meiner Dissertation beginnen konnte. Das Absolutorium wurde mir am 28.1.1958 erteilt. Am 7.9.1957 verehelichte ich mich mit Frau Dr. Beate Pibus.

Während meiner Studienzeit absolvierte ich mehrere Ferialpraktiken in verschiedenen österreichischen Betrieben. Von 1949-59 war ich nebenberuflich im Österreichischen Postsparkassenamt (Sporttoto) beschäftigt. Seit 1.6.1957 bin ich als wissenschaftliche Hilfskraft halbtätig, seit 1.1.1960 ganztätig am Mineralogischen Institut angestellt. Im Verlauf meiner Tätigkeit an diesem Institut erschienen zwei Veröffentlichungen von mir.

Die Dissertation Becherers mit dem Titel „Papierchromatische Alkali- und Calciumbestimmung in Mineralien und Gesteinen“ aus dem Fach Mineralogie und Petrographie wurde den Professoren Felix Machatschki (1895-1970) und Hans Wieseneder (1906-1993) am 18.7.1960 zur Begutachtung übergeben. Nach Bestehen der strengen Prüfungen bei Machatschki und Wieseneder im Hauptfach und Georg Stetter (1895-1988) im Nebenfach (Physik), sowie des „Philosophicum“ bei Friedrich Kainz (1897-1977) und Hubert Rohrachner (1903-1972) wurde Karl Becherer am 6.2.1961 zum Doktor der Philosophie promoviert. Nach seiner Promotion war er weiterhin am Institut für Mineralogie der Universität Wien, nun als Universitätsassistent, tätig. In den ersten Jahren seiner Anstellung wurden sein Sohn Alexander (1961) und seine Tochter Angelika (1965) geboren.

Im Jahre 1969 wurde Becherer auf eigenen Antrag hin in das Beamtenschema des Bundes übernommen. Mit Anstellungsdekret vom 31.1.1972 wurde ihm der Amtstitel Wissenschaftlicher Rat (unterzeichnet von Herta Firnberg, Bundesministerin für Unterricht), und mit Dekret vom 1.7.1972 ein solcher als Wissenschaftlicher Oberrat (unterzeichnet von Rudolf Kirchschläger,

Bundespräsident) verliehen. Nach der Verlegung des Institutes in das Universitätszentrum Althanstraße wurde Becherer ein Arbeitszimmer mit einem kleinen Labor zugewiesen, welches ihm auch nach seiner Pensionierung im Jahr 1991, mit Einschränkung nach Maßgabe der Möglichkeiten, zur Verfügung stand. Seine Gattin Dr. Beate Becherer verstarb am 1.11.2004. Abbildung 1 gibt ein Porträtphoto Becherers wieder, welches im Jahre 1995 aufgenommen wurde.

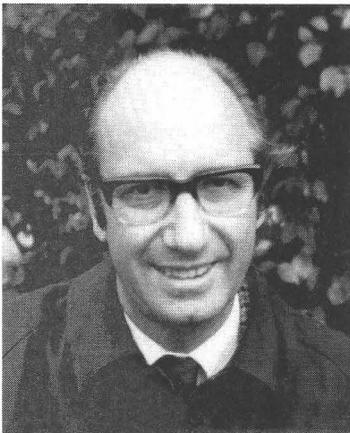


Abbildung 1

Karl Becherer (Porträt aus dem Jahre 1995. Im Besitz des Jubilars).

Administrative Tätigkeiten an der Universität Wien

Die administrative Tätigkeit von Karl Becherer als akademischer Mitarbeiter am Institut für Mineralogie (bzw. Mineralogie und Kristallographie) erstreckt sich unter vier Institutsleitern über einen Zeitraum von mehr als dreißig Jahren. Unter Felix Machatschki (Direktor von 1944 bis 1967), Josef Zemann (Vorstand von 1967 bis 1989), Wolfgang Kiesel (Vorstand von 1989 bis 1991) und Ekkehart Tillmanns (Vorstand seit 1991) übernahm er eine Reihe von wichtigen Institutsagenden.

Die ihm (zum Teil schon als wissenschaftliche Hilfskraft) von Felix Machatschki zugewiesenen Aufgabenbereiche umfassten die Verrechnung der Institutsgehälter gegenüber dem Unterrichtsministerium (bzw. der Quästur der Universität Wien), die Verwaltung der umfangreichen Institutsbibliothek (Buchanschaffungen, Zeitschriften-Abonnements, Leihverkehr), Vorbereitung von Demonstrationsmaterial für diverse Lehrveranstaltungen, sowie Verwaltung der institutseigenen Mineralien- und Gesteinssammlung; außerdem auf Anregung des Institutsvorstandes Arbeiten für diverse Industrieunternehmungen (u. a. EMGE-Baugesellschaft m.b.H., Wien; Cypros Mining Cooperation, Nikosia; Bleiberger Bergwerks-Union, BBU; Tunesian Phosphate Industries, Tunis), welche vorwiegend Untersuchungen zur Rentabilität von Abbauprodukten darstellten. Die dadurch gewonnenen Kontakte zur Industrie waren für das Institut insofern positiv, da im Rahmen dieser Zusammenarbeit mit Bergbau- und Hüttenbetrieben auch Exkursionen für die Ausbildung der Studierenden veranstaltet werden konnten, die diesen einen sehr umfangreichen Einblick in die Mineralien- und Rohstoffwirtschaft vermittelten.

Nach der Übernahme des Institutes durch Josef Zemann erfolgte ab 1968 eine Erweiterung des Aufgabenbereiches von Karl Becherer durch Schaffung eines neuen dreistündigen Praktikums „Bestimmung von Mineralien“ für Studierende im Hauptfach und Lehramt. Für die praktische Arbeit zu dieser Lehrveranstaltung wurde ein entsprechender Laborsaal mit insgesamt 36 Arbeitsplätzen eingerichtet. Zu bemerken ist, dass die große Zahl der Studierenden in den Siebzigerjahren (pro Semester über 100) die Abhaltung dieses Praktikums in mehreren Parallelkursen erforderlich machte. Die nach wie vor bestehenden Kontakte zur Industrie erleichterten in dieser Periode auch wesentlich die Nachschaffung von Arbeitsmaterial (insbesondere „Verbrauchsmaterialien“) für obgenanntes Praktikum und die Durchführung von Exkursionen, welche, wie erwähnt, im Lehrplan verpflichtend verankert waren.

Nach der Emeritierung Josef Zemanns war Wolfgang Kiesel für die Agenden des Institutes verantwortlich. Auf sein Betreiben hin wurde Becherer ein Lehrauftrag für eine zweistündige Vorlesung „Die Mineralien Österreichs“ erteilt, die jeweils in den Sommersemestern abgehalten wurde.

Fast drei Jahrzehnte (1965 bis 1993) war Becherer auch bemüht, die Sammlung des Institutes für Mineralogie und Kristallographie zu erhalten und erweitern. Er katalogisierte die Neuzugänge und gliederte 1178 Objekte neu in die Sammlung ein, wobei seine mit Akribie geschriebenen Aufzeichnungen für das Institut eine unersetzliche Dokumentation darstellen.

Akademischer Unterricht

Vom jeweiligen Institutsvorstand wurde die Leitung der Lehrveranstaltung „Bestimmung von Mineralien“ (für Studierende im Hauptfach „Erdschichtwissenschaften“ sowie im Lehramtsstudium „Naturgeschichte“ etwa im 3. oder 5. Studiensemester) an Karl Becherer übertragen. Führungen von mineralogischen Exkursionen im In- und Ausland stellten einen weiteren Aufgabenbereich dar (für das Lehramtsstudium „Naturgeschichte“ waren z. B. ein- bis zweitägige Exkursionen verpflichtend vorgeschrieben). Daneben war Becherer für Generationen von Hauptfachstudenten die „erste Anlaufadresse“ bei Unklarheiten in der Lösung von Aufgaben, die in diversen Praktika gestellt wurden.

Im Laufe seiner Amtszeit von Becherer in Eigenverantwortlichkeit angekündigte Lehrveranstaltungen:

Trocken- und Nassreaktionen zur Mineralbestimmung. Vorlesung, einstündig.

(gehalten jeweils im Wintersemester von 1963/64 bis einschließlich 1967/68).

Bestimmung von Mineralien. Übung, dreistündig.

(gehalten jeweils im Wintersemester von 1988/89 bis einschließlich 1992/93).

Die Mineralien Österreichs. Vorlesung, zweistündig.

(gehalten in folgenden Sommersemestern: 1991, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002 und 2004).

Tätigkeit im Volksbildungswesen

Besonders hervorzuheben sind auch die Bestrebungen von Karl Becherer, die Mineralogie als Teil der Erdschichtwissenschaften einer interessierten Öffentlichkeit zu vermitteln. Von Herbst 1968 bis Sommer 2003 leitete er einmal wöchentlich Kurse im Volksbildungshaus „Wiener Urania“, in deren Rahmen das Fach Mineralogie vorgestellt wurde. Die anfänglich geringe Hörerzahl von 8-10 Teilnehmern konnte durch seine didaktisch gut aufbereiteten Vorträge, sowie durch den Einsatz vieler zeitgemäßer Unterrichtsmittel (Demonstrationsmaterial, Lichtbilder- und Filmvorführungen), aber vor allem durch Anleitungen zur praktischen Mineralbestimmung zeitweise auf weit über 50 Teilnehmer gesteigert werden. Auch die Kursstundenzahl musste von anfänglich ein bis zwei auf drei bis vier Wochenstunden erweitert werden. Die steigende Hörerzahl bewirkte, dass von einem kleinen Vortragssaal (etwa 20 Plätze) zweimal auf größere Vortragsäle (mit maximal 60 Plätzen) gewechselt werden musste, die außerdem auch bessere Vorbereitungsmöglichkeiten boten und die Benutzung modernster audiovisueller Hilfsmittel ermöglichten.

Das Vortragsprogramm umfasste alle Bereiche der Mineralogie (Allgemeine und systematische Mineralogie, Kristallographie, Kristallphysik, Kristallographie inklusive Röntgenkristallographie, Lagerstättenlehre usw.) und teilweise auch deren Nachbargebiete (Petrographie, Geologie, Geochemie).

Für die Kursteilnehmer konnten jährlich ein bis zwei Exkursionen (teilweise in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft), sowohl ins Inland als auch in das weiter entfernte Ausland, organisiert werden. Aus diesen Exkursionen resultierte in weiterer Folge eine äußerst fruchtbare Zusammenarbeit zwischen den Kursteilnehmern, der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft und der Universität Wien.

Zweitstudium: Ausbildung zum Konzertorganisten

Die dritte bestimmende Komponente in Karl Becherers Leben ist seine Liebe zu Musik. Bereits in der Volksschulzeit wurde ihm von seinen Eltern eine gediegene Ausbildung in Klavier und Querflöte ermöglicht, und schon in dieser Zeit offenbarte sich auch seine Begabung zum Orgelspiel, für welches Instrument ihm ab 1941 im Konservatorium der Stadt Wien Unterricht erteilt wurde. Der erzwungene Eintritt in das Kriegsgeschehen verhinderte damals eine Vollendung dieses Studiums, das er neben seiner beruflichen Tätigkeit nach Kriegsende wieder aufnahm und ab dem Jahr 1963 an der damaligen Akademie für Musik und darstellende Kunst (heute Universität für Musik und darstellende Kunst Wien) Orgel studierte (als Konzertsach mit allen vorgeschriebenen Nebenfächern). 1971 schloss er dieses Studium mit der erfolgreichen Diplomprüfung zum Konzertorganisten ab. Bei verschiedenen wissenschaftlichen Tagungen und Kongressen an der Universität Wien wurde oft und gerne seine Bereitschaft in Anspruch genommen, im Rahmen des jeweiligen Kulturprogrammes für die Tagungsteilnehmer Orgelkonzerte zu geben. Mehrfach wirkte er auch bei den Wiener Festwochen und im Jahre 1965 an der 600-Jahrfeier der Universität Wien mit. Im übrigen war Becherer ein gerne in Anspruch genommener Korepetitor, der auf Grund seiner Fähigkeiten und Musikkenntnisse mit Chören und Sängern zusammenarbeitete, u. a. mit Walter Berry, Anton Dermota, Elena Nikolaidi.

Leider hat die Beweglichkeit seines linken Beines und dreier Finger der linken Hand durch in den Jahren 2003/04 erlittene leichte Schlaganfälle derart gelitten, dass an weitere Auftritte nicht mehr gedacht werden kann.

Abschließend ist zu bemerken, dass in den Siebziger Jahren die Institutsvorstände Prof. Dr. Friedrich Ehrendorfer (Violoncello), Prof. Dr. Wolfram Richter (Bratsche und Geige) und Prof. Dr. Josef Zemann (Geige) eine private Kammermusikvereinigung ins Leben riefen, bei der Karl Becherer als Pianist mitwirkte. Es wurden im privaten Kreise vorwiegend Trios und Quartette von Haydn, Mozart, Beethoven, Schubert, Schumann und Brahms gespielt. Wegen Terminschwierigkeiten und auch Arbeitsüberlastung konnten diese musikalischen Zusammenkünfte nach etwa drei Jahren nicht mehr fortgeführt werden.

Mitgliedschaften bei mineralogischen Vereinen

Karl Becherer trat nach Beendigung seines Studiums im Jahre 1963 dem Verein „Deutsche Mineralogische Gesellschaft“ bei. Am 1.3.1973 wurde er des Weiteren in den Verein „Österreichische Mineralogische Gesellschaft“ aufgenommen. Im Jahre 1982 erfolgte seine Wahl in den Vorstand dieses Vereines und seine Betrauung mit den Agenden eines Kassenswartes, welche er bis Ende 1991 wahrnahm. Nach Mitarbeit im Beirat von 1992 bis 1994 hat Becherer sämtliche Funktionen im Vorstand des Vereines aus Altersgründen zurückgelegt.

Veröffentlichungen

Die in nationalen und internationalen Druckwerken veröffentlichten Artikel von Karl Becherer sind als Anhang in chronologischer Reihung angeführt. In dieser Auflistung sei besonders auf das Standardwerk bezüglich der Naturgeschichte Österreichs aus dem Jahre 1976 hingewiesen,

in dem neben einleitenden Erläuterungen die wichtigsten Mineralfundpunkte Österreichs ausführlich beschrieben werden.

Ein Großteil der Druckwerke, die Karl Becherer darüber hinaus verfasste, waren Skripten für den Unterricht an der Universität Wien und an der Wiener Urania. Diese stellten erstklassige Lehrbehelfe dar, die vor allem auf seiner eigenen langjährigen Erfahrung in der Bestimmung von Mineralien aufgebaut waren und den Kursteilnehmern den Einstieg in die Fachliteratur erleichtern sollten. Diese Skripten wurden von ihm laufend redigiert und auf den aktuellen Stand gebracht. Auszüge daraus werden noch heute in Vorlesungen und Praktika am Institut für Mineralogie und Kristallographie verwendet.

Ein weiterer Teil seiner Publikationstätigkeit bestand im Erstellen von institutsinternen Exkursionsführern. Diese Druckwerke wurden den Teilnehmern bei derartigen Lehrveranstaltungen ausgehändigt und ermöglichten ihnen, sich im Gelände vor Ort mit den geologischen, petrographischen und mineralogischen Gegebenheiten auseinanderzusetzen. Über fünfzig(!) derartige Führer (vor allem für Exkursionen in Österreich) wurden von Becherer geschrieben und aufgelegt.

Ehrungen

Folgende Ehrungen wurden Karl Becherer zuteil:

Jänner 1991: Erinnerungsmedaille der Universität Wien anlässlich der Versetzung in den Ruhestand

Dezember 1991: Silbernes Ehrenzeichen der Universität Wien.

Begründung: „Für Verdienste, die sich Herr OR. Dr. Karl Becherer im Rahmen seiner jahrzehntelangen Tätigkeit am Institut für Mineralogie und Kristallographie um die Erhaltung und Erweiterung der umfangreichen und wertvollen Mineraliensammlung erworben hat“.

Jänner 1994: Auf Antrag von Gerald Giester und Branko Rieck wurde von der Commission on New Minerals and Mineral Names (CNMMN) der International Mineralogical Association (IMA) ein bis dahin unbekanntes komplexes Zink-Kupfer-Hydroxy-Silikat-Sulfat mit dem Namen „Bechererit“ belegt. Als Begründung für diese Ehrung führten die Antragsteller die jahrelange Öffentlichkeitsarbeit (Volksbildungswesen) von Becherer an.

Das Mineral Bechererit wurde des Weiteren in folgenden Veröffentlichungen in internationalen Journalen charakterisiert bzw. dessen Fundorte beschrieben: GIESTER & RIECK (1996), MANDARINO (1996), GREEN et al. (1996), HOFFMANN et al. (1997), WEIß (1997), ELLIOT (1997), PLUTH et al. (2005).

Schlussbemerkungen

Seit der Etablierung des Studienfaches Mineralogie an der Universität Wien war den für die Erstellung der Studienpläne Verantwortlichen stets bewusst, dass ein wesentlicher Bestandteil der Ausbildung eines Mineralogen darin bestehen muss, die Objekte im Gelände sowohl erkennen als auch vor Ort bestimmen zu können. Daher wurde in den einschlägigen Studienplänen der Mineralbestimmung immer eine angemessene Anzahl von Lehrveranstaltungen zugemessen.

In diesem Sinne ist es auch Karl Becherer in seiner Laufbahn als Mineraloge ein besonders Anliegen gewesen, dem akademischen Nachwuchs - wie auch den interessierten Laien - im Rahmen der jeweiligen Möglichkeiten ein Höchstmaß an relevantem Fachwissen zu vermitteln, und die in der Feldmineralogie anzuwendenden Arbeitsmethoden zu erklären und zu demonstrieren. In diesem Kontext gibt in den letzten Jahrzehnten ein Entwicklungsprozess an den europäischen Universitäten Anlass zur Sorge, dass der Feldmineralogie im Universitätsstudium ein immer geringerer Stellenwert eingeräumt werden könnte, da durch die Etablierung moderner und bahnbrechend neuer Technologien eine kontinuierliche Schwerpunktsverlagerung des Faches Mineralogie von der Feldmineralogie hin zur rein physikalisch, chemisch und mathematisch dominierten Forschung im Labor stattgefunden hat. Dies müsste zwangsläufig dazu führen, dass die Absolventen eines erdwissenschaftlichen Studiums im Extremfall bald nicht mehr in der Lage wären, an einem Handstück oder im Gelände ein Mineral zu erkennen und zu klassifizieren; damit würde ihnen ein ganz wesentlicher Teil der Fachkompetenz ihrer Wissenschaftsdisziplin fehlen. Bei allem Respekt vor den Bemühungen und Erfolgen der Laiensammler und der Tatsache, dass zu allen Zeiten sämtliche großen und kleinen Sammlungen sich zu einem guten Teil auch aus Funden von Laien rekrutierten und dies den Wissenschaftlern natürlich bewusst war und daher von ihnen gefördert wurde, kann es doch nicht wünschenswert sein, dass nur mehr Laien Mineralien suchen, sammeln und klassifizieren sollen. Daher müsste eine umfassende und fundierte feldmineralogische Ausbildung wieder vermehrt ins Auge gefasst und in die erdwissenschaftlichen Studienpläne eingebaut werden.

Dank

Für die Hilfe bei der Erfassung von Fakten und Daten erlaubt sich der Autor den Mitarbeitern am Institut für Mineralogie und Kristallographie den herzlichsten Dank auszusprechen. Im Speziellen Prof. Dr. Gerald Giester, Prof. Dr. Ekkehart Tillmanns, Prof. Dr. Manfred Wildner und emer. Prof. Dr. Josef Zemann. Besonderer Dank gilt dem Jubilar selbst, der im persönlichen Gespräch konstruktive Beiträge für die vorliegende Laudatio lieferte.

Literatur

- BECKE, F. (1925): Zur Eröffnung des Brigittener "Volksheim". - Neue Freie Presse, 13. Oktober 1925.
- ELLIOT, P. (1997): Minerals of the slags from Broken Hill, New South Wales. - Austral. Journ. of Mineralogy 3, Nr. 1, 77-83.
- FILLA, W. (1993): Weltbekannter Mineraloge und Volksbildner. Ein Kurzportrait Friedrich Beckes (1855-1931). - Mitt. Verein z. Geschichte d. Volkshochschulen, 4. Jg., Nr. 1, 17-23.
- GIESTER, G. & RIECK, B. (1996): Bechererite, $(Zn,Cu)_6Zn_2(OH)_{13}[(S,Si)(O,OH)_4]_2$, a novel mineral species from the Tonopah-Belmont mine, Arizona. - Amer. Min. 81, 244-248.
- GREEN, D. I., RUST, S. A. & MASON, J. S. (1996): Classic British mineral localities: Frongoch mine, Dyfed. - UK Journ. of Mines & Minerals 17, 29-38.
- HAMMER, V. M. F. & PERTLIK, F. (2001): Ein Beitrag zur Geschichte des Vereines „Wiener Mineralogische Gesellschaft“ (27. März 1901 - 24. November 1947). - Mitt. Österr. Miner. Ges. 146, 407-416.

- HOFFMANN, C., ARMBRUSTER, T. & GIESTER, G. (1997): Acentric structure ($P3$) of bechererite, $Zn_7Cu(OH)_{13}[SiO(OH)_3SO_4]$. - Amer. Min. 82, 1014-1018.
- MANDARINO, J. A. (1996): Abstracts of new mineral descriptions. Bechererite. - Mineral Record 27, 393.
- PERTLIK, F. & SCHROLL, E. (2003): Arthur Marchet. Ordentlicher Professor und Dekan der philosophischen Fakultät der Universität Wien. Sein wissenschaftliches Werk. - Mitt. Österr. Miner. Ges. 148, 373-385.
- PLUTH, J. J., STEELE, I. M., KAMPF, A. R. & GREEN, D. I. (2005): Redgillite, $Cu_6(OH)_{10}(SO_4) \cdot H_2O$, a new mineral from Caldbeck Fells, Cumbria, England: description and crystal structure. - Min. Mag. 69, 973-980.
- SCHARIZER, R. (1929): Der Mensch und das Reich der Steine. - Alpenländische Monatshefte, Heft 7.
- WEIß, ST. (1997): Neue Daten: Bechererite. - Lapis 22, Nr. 10, 49.

Anhang: Schriftenverzeichnis von Karl Becherer in chronologischer Reihung.

1955

Becherer, K. & Brauner, K.: Anthophyllit von Preg bei Kraubath (Stmk./Österr.).
Anz. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss., Kl., 92, 196-197.

1959

Ein rosa Dolomit von der Magnesitlagerstätte Sunk bei Trieben, Steiermark.
Anz. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss., Kl., 96, 222-225.

1961

Papierchromatographische Alkali- und Calciumbestimmung in Mineralien und Gesteinen. - Dissertation an der philosophischen Fakultät der Universität Wien. Eingereicht am 18.7.1960. Promotion am 6.2.1961. Begutachter: Felix Machatschki und Hans Wieseneder.

Kurzmitteilung über einen Olivin von Gleichenberg in der Steiermark.
Joanneum, Mineralogisches Mitteilungsblatt Jg. 1961, 33-34.

1966

Quantitative papierchromatographische Alkalibestimmungen.
Sitzber. Österr. Akad. Wiss., 175, 109-127.

1970

Gitterkonstanten und Raumgruppe von Rhomboklas, $FeH(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$.
Tscherma's Min. Petr. Mitt., 14, 155-157.

1971

Die Pb- (Zn-) Vorkommen von Annaberg, Puchenstuben und Türnitz in Niederösterreich.
Tscherma's Min. Petr. Mitt., 15, 308-311.

1976

Mineralvorkommen und Bodenschätze.

In: Naturgeschichte Österreichs, 67-172. Forum Verlag Wien.

1981/82

Zur Bestimmung und Unterscheidung arsen- und antimonhaltiger Mineralien.

Mitt. Österr. Miner. Ges., 128, 11-13.

1988

Mineralien von Elba.

Mitt. Österr. Miner. Ges., 133, 23-26.

1989

Mineralien von Cornwall.

Mitt. Österr. Miner. Ges., 134, 107.

Untersuchungen des Materials der unfertigen ägyptischen Statue in Valletta.

In: Ägyptisches Kulturgut auf Malta und Gozo. 195-199. (Hrsg.: G. Hölbl). Verlag der Österr. Akad. Wiss., Wien.

1990

Der Ilimaussaq-Komplex in Südwestgrönland.

Mitt. Österr. Miner. Ges., 135, 9-11.

Niedermayr, G. & Becherer, K.: Exkursion E6: Mineralfundstellen im Obersulzbachtal.

Mitt. Österr. Miner. Ges., 135, 159-165.

1992

Vulkanische und postvulkanische Erscheinungen in Island.

Mitt. Österr. Miner. Ges., 137, 124-126.

2003

Grußadresse. In: Festschrift Josef Zemann.

Mitt. Österr. Miner. Ges., 148, 27-29.

Bei der Redaktion eingegangen: 20. Mai 2006

Manuskript angenommen: 22. Juni 2006.

OTTO (CARL EHRENFRIED) SANTO-PASSO (1873-1949)
SEIN LEBEN UND WIRKEN FÜR DAS ÖSTERREICHISCHE MONTANWESEN

von

Franz Pertlik¹ & Rolf Santo-Passo²

¹Institut für Mineralogie und Kristallographie
Universität Wien, Geozentrum, Althanstrasse 14, A-1090 Wien, Austria
²Stutzstrasse 169, FL-9488, Fürstentum Liechtenstein

Summary

This article is a tribute of respect to the life and career of Otto (Carl Ehrenfried) Santo-Passo, a meritorious mining engineer and academic teacher. His childhood, youth and studies were spent in Bohemia and Styria. In 1898 he obtained his engineer degree from the k.k. Bergakademie in Leoben, in 1911 his degree doctor juris (LL. D.) from the University of Graz. In the years from 1900 to 1903 he worked as a chief engineer in the coal mines in northern Bohemia. From 1903 until his retirement 1945 Santo-Passo was an employee of the government, working in the public administration.

In addition his private (recreational) activity was collecting of minerals. His widely interest in mineralogy are also documented in the membership of the Viennese Mineralogical Association, in which he was for several years member of the board.

Lebenslauf, Schule und Studium

Otto (Carl Ehrenfried) Santo-Passo erblickte am 10. August 1873 als Sohn des Otto (Carl Ernst) Santo-Passo und seiner Gemahlin Alma Ottilie Hedwig (geb. Kadler) in Bautzen, Sachsen, das Licht der Welt. Sein Vater lehrte zu dieser Zeit als Professor für Bildhauerei und Malerei an der Malerakademie in Leipzig. Noch vor der Jahrhundertwende übersiedelte die Familie in das Staatsgebiet der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, wo sein Vater zuerst in Brünn, später in Graz als Professor tätig war.

Santo-Passo absolvierte mit gutem Erfolg das „k.k. Erste Gymnasium“ in Brünn, von welchem ihm am 11. Juli 1894 das sogenannte Maturitätszeugnis ausgestellt wurde. Mit dem Studienjahr 1894/95 begann er seine akademischen Studien an der k.k. Bergakademie in Leoben (heute Montanuniversität Leoben). Den Abschluss seiner Studien bestätigten folgende Zeugnisse: das Staatsprüfungszeugnis für das Bergwesen am 27. Juli 1898 (mit Auszeichnung), jenes für das Hüttenwesen am 29. Juli 1899, sowie weiters am 1. Oktober 1902 das Absolutorium der Fachschulen sowohl für das Berg- als auch für das Hüttenwesen.

Im Wintersemester 1901/02 immatrikulierte Santo-Passo an der Universität Wien, im Sommersemester 1903 an der Universität Graz, jeweils an der rechts- und staatswissenschaftlichen Fakultät, und beendete dieses Studium am 31. Juli 1905 mit dem Absolutorium, ausgestellt von der Universität Graz. Seine Promotion zum Dr. jur. erfolgt am 13. Juni 1911 ebenfalls an der Universität Graz.

Aufgrund des Erlasses des Reichsministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung vom 30. November 1938 wurde Santo-Passo mit Dekreten vom 22. März 1939 und 28. März 1939 das Recht bescheinigt, den akademischen Grad „Diplom-Ingenieur“ im Gebiete des Deutschen Reiches zu führen.

Er verstarb am 3. September 1949 in Hall in Tirol und ist auf dem evangelischen Friedhof St. Peter in Graz in einem Familiengrab beerdigt. Ein kurzer Nekrolog wurde von HAASE (1950) veröffentlicht. In Abbildung 1 ist ein Porträt aus dem Jahre 1928 wiedergegeben. Zu bemerken ist, dass in den heute noch vorliegenden Dokumenten unterschiedliche Schreibweisen des Familiennamens aufscheinen. Auf Wunsch eines der Autoren (R. S.-P.) fand in vorliegendem Artikel die heute in der Familie übliche Schreibweise Verwendung.

Berufliche Tätigkeiten

Seine erste Anstellung trat Santo-Passo am 1. Jänner 1900 an. Die Direktion der Steinkohlen-gewerkschaft Charlotte in Czernitz, Oberschlesien, stellte ihn als Adjunct, der Direktion der Gewerkschaft zugeordnet, ein. Nach seinem freiwilligen Ausscheiden aus diesem Dienstverhältnis mit 1. Jänner 1902 trat er am 1. März 1902 in die Dienste der Brüxer Kohlen-Bergbau-Gesellschaft. Dieses Anstellungsverhältnis endete mit 15. November 1902.

Der Wortlaut des Dienstzeugnisses dieser Gesellschaft sei hier wörtlich wiedergegeben (N.N., 1902):

Dienstzeugnis

Der gefertigte bevollmächtigte Stellvertreter des Centraldirectors der Brüxer Kohlen-Bergbau-Gesellschaft bestätigt hiemit, daß

Herr Bergingenieur Otto Santo-Passo

vom 1. März 1902 bis 15. November 1902 in Diensten der genannten Gesellschaft beim Bergbaubetriebe in praktischer Verwendung gestanden ist.

Herr Santo-Passo wurde während dieser Zeit als Assistent des mitgefertigten Betriebsleiters unseres Doblhoff III-Schachtes verwendet, hat sich den ihm übertragenen Aufgaben stets mit besonderem Eifer gewidmet, so daß wir uns über seine Dienstleistung in jeder Hinsicht nur äußerst lobend aussprechen können; insbesondere muß seine Mitwirkung bei der Bewältigung der Folgen der am 30. April 1902 auf dem Doblhoff III-Schachte stattgefundenen Brandgas-Explosion anerkennend hervorgehoben werden.

Der genannte Herr verließ unsere Dienste anlässlich seines Übertrittes in den Staatsdienst.

Brüx, am 10. November 1902

Der vorgesetzte Betriebsleiter:

(unleserlich)

Brüxer Kohlen-Bergbau-Gesellschaft

Für den Centraldirector:

(unleserlich)

Bei der hier dokumentierten verheerenden Brandgasexplosion kamen dreizehn Bergleute ums Leben, zwei Mann waren schwer verletzt worden. Die im Jahre 1891 in den Besitz der Brüxer



Kohlenbergbau-Gesellschaft übergegangene Schachanlage „Doblhoff III“ hatte um diese Zeit mehrere Haupteinbaue: den in den Jahren 1880-1882 abgeteuften und zu einer Förderanlage ausgestalteten Doblhoff III-Schacht, den im Jahre 1882/83 abgeteuften Wetter-schacht III und den 1890 niedergebrachten Hilfsschacht „Doblhoff IV“. Im Jahre 1900/01 wurde der „Neuschacht“ fertig gestellt, und zur Zeit der Katastrophe war ein weiterer Einbau, der Doblhoff VI-Schacht bei der Ortschaft Sobochleben, bis auf die Kohle niedergebracht worden (HUMMEL, 1903).

Abbildung 1

Dr. Otto Santo-Passo. Porträt vom 29.8.1928.

Wie aus dem zitierten Dienstzeugnis weiters ersichtlich, wurde Santo-Passo nahtlos in den Staatsdienst übernommen und in den folgenden Jahren als Beamter der k.k. Berghauptmannschaft Klagenfurt, den Revierbergämtern Cilli, Graz und Leoben zugeteilt. Mit Erlass des k.k. Ministers für öffentliche Arbeiten vom 16. Juli 1912 und Dekret der k.k. Berghauptmannschaft Klagenfurt vom 27. Juni 1912 erfolgte seine Ernennung zum Revierbergbeamten in Leoben, wo er die Nachfolge des scheidenden Oberbergkommissärs Dr. Felix Busson antrat. Mit diesem Dekret war auch der Auftrag verbunden, Vorträge (entspricht heute Lehraufträgen) über Berg-, Vertrags- und Wechselrecht an der k.k. Montanistischen Hochschule in Leoben zu halten .

Als Einjährig-Freiwilliger dem k.u.k. 8. Infanterie-Regiment („Erzherzog Karl Stephan“) unterstellt, wurde Santo-Passo am 25. Juli 1914 zur Armee eingezogen (N. N. 1937). Vorerst dem steirischen Landsturm zugeteilt und mit der militärischen Leitung der steirischen Bergbaubetriebe in Rabenstein bei Frohnleiten, Kraubath, Kalwang und Öblarn betraut, erfolgte durch die k.u.k. Bergwerksinspektion des k.u.k. Kriegsministeriums mit 10. Dezember 1915 seine Kommandierung zum Bergwerksinspektor der Gruppe I für die Alpenländer mit Istrien und Dalmatien. Mit 4. Juli 1917 wurde er zum Bergrat der VII. Rangklasse ernannt.

Für seine Verdienste in dieser Zeit verlieh mit Allerhöchster Entschliebung vom 31. Oktober 1917 seine k.u.k. Apostolische Majestät Kaiser Karl allergnädigst dem Oberleutnant a. D. Dr. jur. Otto Santo-Passo in Anerkennung vorzüglicher Dienstleistung während der Kriegszeit „Das Goldene Verdienstkreuz mit der Krone am Bande der Tapferkeitsmedaille“ [sic!]. Es kann angenommen werden, dass aufgrund des sich abzeichnenden Ende des Krieges mit „Dekret Nr. 3028 von 1918, Abt. 25 des k.u.k. Kriegsministeriums“ am 30. März 1918 sein Ausscheiden aus dem aktiven Dienst erfolgt (wörtlich):

An Seine Hochwohlgeboren Herrn Bergrat Dr. Otto Santo-Passo in Wien IX, k.k. Ministerium f. öffent. Arb.

Anlässlich Ihres Scheidens von dem Dienstposten eines Bergwerksinspektors des k. u. k. Kriegsministeriums spreche ich Euer Hochwohlgeboren für die ausgezeichneten Dienste, die Sie der Heeresverwaltung durch unermüdliche und pflichtgetreue Obsorge für die Aufrechterhaltung und Hebung der Produktion bei den Bergbaubetrieben der österreichischen Alpenländer geleistet haben, den Dank und die vollste Anerkennung aus.

(Unterschrift unleserlich)

Mit Erlass vom 30. Juli 1918 wurde Santo-Passo jedoch bereits wieder in den Dienst gestellt und zum Revierbeamten des Revierbergamtes Hall in Tirol ernannt. Zu bemerken ist, dass der das Dekret unterzeichnende k.k. Berghauptmann und Hofrat Josef Gattnar in den Jahren 1890 bis 1902 als Leiter des Revierbergamtes Brüx Vorgesetzter von Santo-Passo war (ROTKY, 1930).

Zu Beginn des Jahres 1928 erfolgte seine Berufung an die Oberste Bergbehörde in Wien (N.N. 1928), derer bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1937 als Ministerialrat im Bundesministerium für Handel und Verkehr angehörte. Aus Anlass seiner Pensionierung wurde ihm vom Bundespräsidenten des Bundesstaates Österreich, Wilhelm Miklas, im Amtswege über das Bundesministerium für Handel und Verkehr (Präs. Z. 11.152 - 1937), mit 24. Dezember 1936 das „Komturkreuz des Oesterreichischen Verdienstordens“ verliehen.

Santo-Passo übersiedelte nach seiner Pensionierung nach Hall in Tirol. Er hatte dort seine Wohnung auch während des Dienstes in Wien, nicht zuletzt wegen seiner Verbundenheit mit dem Land Tirol, weiterhin beibehalten und Mitgliedern seiner Familie zur Verfügung gestellt. Zu Beginn des Zweiten Weltkrieges als Berghauptmann wieder zum Dienst verpflichtet, war er bis Kriegsende Leiter des Revierbergamtes in Hall in Tirol. Erst 1945, im 72. Lebensjahr, war es Santo-Passo vergönnt, sich seinen wissenschaftlichen Arbeiten und seiner Leidenschaft, der Mineralogie, für wenige Jahre widmen zu können.

Wissenschaftliche Tätigkeit

Wie aus einer Rechnung der Firma Dr. F. Krantz in Bonn vom 11. Juli 1914 hervorgeht, war Santo-Passo bereits in Leoben als „Sammler“ auf dem Gebiete der Mineralogie tätig. Diese Sammlerleidenschaft sollte ihn bis zu seinem Tode nicht mehr loslassen. Seine Mineraliensammlung erfreute sich in Fachkreisen bis zu ihrer Auflösung eines ausgezeichneten Rufes. Der Öffentlichkeit war ein großer Teil dieser Sammlung in dem 1933 eröffneten und im Stile eines Salzbergwerks ausgebauten Bergbaumuseum in Hall in Tirol zugänglich gemacht worden. Dieses Museum wurde vom Haller Bergmeister Hans Plank gegründet und von Santo-Passo tatkräftig und großzügig als Ratgeber, Gönner und Mäzen unterstützt.

Im Zuge von Umbauarbeiten, die nach dem Zweiten Weltkrieg durch die Stadt Hall an diesem Museum durchgeführt wurden, wurde der Ausstellungsraum mit insgesamt fünf erleuchteten Vitrinen, in denen die Sammlung Santo-Passo untergebracht war, zunächst aufgelassen. Die in Österreich als einmalig geltende Sammlung, die eine komplette Dokumentation der Minerale des Haller Bergbaues darstellte, wurde von der Erbgemeinschaft der öffentlichen Hand zum Kauf angeboten, um sie als „geschlossene Sammlung“ zu erhalten. Da es zu keinem Kaufabschluss kam, wurde sie von Gemeindebediensteten unsachgemäß in Kisten verpackt und schließlich von den Erben in Teilen verkauft und so aufgelöst.

Einer Korrespondenz mit der Fa. Heinrich Hoffmann in Gablonz a. N. aus den Jahren 1936/37 ist zu entnehmen, dass von Santo-Passo eine wissenschaftliche Arbeit über die „Geschichte der (historischen) Diamanten“ zusammengestellt und an diese Firma übersandt worden war. Inwieweit diese Arbeit veröffentlicht wurde, lässt sich heute nicht mehr feststellen.

Abschließend sei vermerkt, dass Santo-Passo in der Vorstandssitzung vom 4. November 1918 in die Wiener Mineralogische Gesellschaft (WMG) aufgenommen wurde und im Kalenderjahr 1935 als Zweiter Vorsitzender an der Gestaltung der Vereinsaktivitäten maßgeblich beteiligt war. Auch nach dem Zweiten Weltkrieg bis zu seinem Tod war er ein stets aktives Mitglied des Nachfolgevereines Österreichische Mineralogische Gesellschaft (ÖMG) gewesen.

Dank

Die Autoren möchten folgenden Herren, die bei der Beschaffung von Unterlagen behilflich waren, ihren herzlichen Dank aussprechen: Dr. Walter Postl (Landesmuseum Joanneum, Graz) und Univ. Prof. Dr. Jaromir Ulrych (Institute of Geology, Academy of Sciences, Prag). Sämtliche zitierten Dokumente sowie das Porträt sind im Original im Besitze eines der Autoren (R. S.-P.).

Literatur

HAASE, A. (1950): Otto Santo Passo gestorben. - Berg. Hüttenm. Mh., 95, 46.

HUMMEL, A. (1903): Die Brandgasexplosion auf dem Doblhoff III-Schachte in Modlan am 30. April 1902. - Österr. Z. Berg. Hüttenwesen, 51, 1-26.

N.N. (1902): Dienstzeugnis. - Original im Besitz der Familie Santo-Passo.

N.N. (1928): Zum Wechsel in der Leitung des Revierbergamtes. - Innsbrucker Nachrichten vom 3. Mai 1928.

N.N. (1937): Hohe Auszeichnung. - Haller Lokal=Anzeiger vom 30. Jänner 1937.

ROTKY, O. (1930): Berghauptmann Dr. Josef Gattnar †. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 22, 148-152.

Eingegangen am 29.12.2005.

Angenommen am 7.1.2006.

**EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS ON THE PYROMETAMORPHIC FORMATION
OF PHOSPHOROUS-BEARING OLIVINES
IN PARTIALLY MOLTEN METAPELITIC GNEISSES**

by

Peter Tropper, Jürgen Konzett & Arno Recheis

Institute of Mineralogy and Petrography
Faculty of Geo- and Atmospheric Sciences
Leopold-Franzens University of Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Austria

Abstract

In this study we perform experimental investigations on the formation of phosphoran olivine in partially molten metapelitic gneisses and compare the results to olivines recovered from a presumably La-Tène (450-15 B.C.) age sacrificial place near Ötz, Northern Tyrol, Austria, where immolation of ritual offerings took place. The investigated metapelitic gneiss samples, used in these experiments, have the protolith assemblage biotite + plagioclase + quartz. Experimental investigations have been performed at 1 bar and temperatures from 900-1300°C in graphite crucibles using rock cubes of these metapelitic gneisses from the firing site as starting materials with bones added as a source of phosphorus. Olivine forms by incongruent melting of biotite at $T > 1000^{\circ}\text{C}$ through the reaction $\text{biotite} + \text{quartz} \leftrightarrow \text{olivine} + \text{Ti-magnetite} + \text{K-rich melt}$. In experiments where bone material was sandwiched between two rock cubes, the assemblage olivine + whitlockite + Ti-bearing magnetite + plagioclase + glass formed at the interface with the bone layer. The systematics of Mg, Fe, Si, and P variations in newly formed olivine and comparison with literature data indicate that phosphorus is incorporated into olivine via the coupled substitution $2\text{P} + (\square)\text{M}_{1,2} \leftrightarrow 2\text{Si} + (\text{Mg, Fe})\text{M}_{1,2}$. The experimental results suggest that temperatures in excess of 1000°C and strongly reducing conditions are necessary for the formation of phosphoran olivine in burning sites. This is consistent with conditions of formation obtained from the rare natural occurrences of phosphoran olivine.

Introduction

Olivine with significant P_2O_5 contents (>2 wt. %) has been described from very few terrestrial and extraterrestrial occurrences such as a syenitic breccia pipe from Pine Canyon, Utah (AGRELL et al., 1998), native iron-bearing rocks from West Greenland (GOODRICH, 1984) and pallasite meteorites (BUSECK & CLARK, 1984).

Olivine and especially fayalite is commonly found in slags and may occasionally show minor P_2O_5 contents of <1 wt% (MÜLLER et al., 1988; HEIMANN et al., 1988). TROPPEL et al. (2004) describe unusually phosphorus-rich olivines, containing up to 8.8 wt.% P_2O_5 from partially molten metapelitic gneisses recovered from a presumably La-Tène (450-15 B.C.) age sacrificial place near Ötz, Northern Tyrol, Austria, where immolation of ritual offerings took place. Slags associated with prehistoric burning sites have been well documented from Tyrol since the early 20th century from two localities namely the Goldbichl near Igls and from Ötz in the Ötztal Valley (HEIßEL, 1938). Prior to their recognition as sacrificial sites, HEIßEL (1938) interpreted the burning sites to be the result of prehistoric forest or bogfires. In contrast to Tyrol, prehistoric sacrificial burning sites are more common in Bavaria where they have been documented since the late 19th century (WEISS, 1997). One of their characteristics is the abundant presence of bone fragments indicating the ritual immolation of a variety of animal species such as cow, sheep, goat and pig (WEISS, 1997).

The biotite-plagioclase gneiss underlying the burning site near Ötz is the dominant rock-type of the polymetamorphic Austroalpine Ötztal Complex (ÖC). The mineral assemblage of the metapelites investigated in this study formed during the dominant Variscan metamorphic event with peak metamorphic PT-conditions of 550-600°C and 5-7 kbar (HOINKES et al. 1997; TROPPEL & RECHEIS, 2003). TROPPEL et al. (2004) showed that during partial melting, narrow melt layers form within the gneisses which are interpreted as former layers of biotite where partial melting was initiated. Concomitant with the melt layers, foamy patches of dark glassy material formed on the surface of the rocks. In the contact area between glassy material and residual rock the assemblages olivine + plagioclase + whitlockite and/or clinopyroxene + plagioclase + melt form depending on the local bulk composition. In the residual rock the assemblage olivine + Ti-bearing magnetite + clinopyroxene + plagioclase is present.

Textures indicate that olivine und Ti-bearing magnetite form within the former biotite layers according to the reaction:

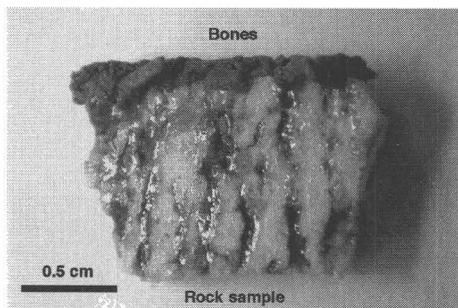


The breakdown of natural biotite at high temperatures and very low pressures has been reported so far from partially fused metapelites and granites (MAURY & BIZOUARD, 1974; LE MAITRE, 1974; GRAPES, 1986; BREARLEY, 1987a,b). Due to the likeliness of disequilibrium biotite breakdown prevailing in a short-duration firing process at very low pressures (GÜTTLER et al., 1989; TIKHOMIROVA et al., 1989; VEDDER & WILKINS, 1969; NAKAHIRA, 1965) and the fact that biotite-involving equilibria are strongly depend upon fO_2 , it is very difficult if not impossible to deduce temperatures and oxygen fugacity during the firing process.

Very few experimental investigations simulating pyrometamorphic processes have been available and are mainly concerned with the formation and development of disequilibrium textures due to the breakdown of hydrous phases (e.g. CULTRONE et al., 2001; BREARLEY & RUBIE, 1990). In this study, we perform firing experiments at 1 bar to investigate the formation of phosphorus olivines and compare the results with the observations of TROPPEL et al. (2004) from the sacrificial burning site near Ötz in Tyrol.

Experimental methods

To place constraints on the temperature of formation of phosphorus olivines, melting experiments at 1 bar were conducted in a box furnace. To be as close as possible to the observations, we designed simple experiments, where fO_2 was only approximated to the CCO buffer but not fixed. For this study we used samples of unmelted biotite-plagioclase-gneisses from the burning site near Ötz which were cut into cubes of approximately 1 cm edge length. Most experiments were performed in graphite crucibles with the rock cube placed on top of a layer of crushed chicken bones (Fig. 1). These rock-bone aggregates were then subjected to temperatures between



900°C and 1300°C with run durations from 90 to 480 minutes (cf. Table 1). Most experiments were quenched by quickly removing the crucible from the furnace.

Fig. 1

Photograph of an experimental run product from a 1000°C experiment. The dark layer on top of the rock cube consists of bone material. The reflections on the glassy surface of the rock cube indicate that melting took place already.

Run #	T(°C)	Time (min)	Crucible	Bones	Relict primary assemblage	Secondary assemblage
AR-1	1000	285	C			
AR-2	1000	340	Pt			
AR-5	900	300	C	yes	Bt + Pl + Kfs + Qtz	melt + Pl
AR-6	1000	315	C	yes	Qtz + Pl	melt + Ol + Mgt + Whit
AR-9	1100	180	C	yes	Qtz + Pl	melt + Ol + Mgt + Whit + Pl
AR-7	1200	120	C	yes	Qtz + Pl	melt + Mgt + Whit
AR-8	1300	90	C	yes	Qtz	melt
AR-10	1300	210	C			
AR-11	1300	180	C	yes		
AR-12	1100	480	C	yes	Qtz	melt + Ol + Mgt + Whit + Pl
AR-13	1200	420	C	yes	Qtz	melt + Ol + Mgt + Whit + Pl

Mineral abbreviations: Bt: biotite, Pl: plagioclase, Kfs: K-feldspar, Qtz: quartz, Ol: olivine, Mgt: magnetite, Whit: whitlockite. Pt: Pt-crucible; C: graphite crucible.

Table 1

Run conditions of the experiments

Although olivine occasionally formed, quenching and the presence of bone material on only one side of the rock cube did not lead to sufficient mineral reactions at the interface between the rock and the bone layer and thus experiments were conducted where bone material was sandwiched between rock cubes.

Therefore, in order to allow a more intimate contact between bone and rock and thus to enable a stronger reaction, bone material was sandwiched between two rock slabs in the two experiments AR-12 and AR-13. Instead of quenching, these experiments were cooled slowly from 1100°C and 1200°C down to 500°C and 700°C with cooling rates of 60°C/hour and 120°C/hour to allow slow crystallization from the melt. After the experiment the cubes were embedded in epoxy resin and polished for electron microprobe and scanning electron microscope analysis. To investigate the role of crucible material during firing, two experiments at 1000°C were performed without the addition of bones: one in a graphite crucible and the other in a Pt crucible. Secondary electron (SE) images of the rock cubes from the experiment in the Pt-crucible at 1000°C showed almost no melting textures on the surface (Fig. 2A) and therefore the experiments in the Pt crucible were not pursued any further. In contrast, in the experiments with the graphite crucible, visible melting took place at the surface of the rock cube (Fig. 2B), indicating that more reducing fO_2 conditions facilitate a higher degree of partial melting. In addition, the presence of bone material to the rock cubes lead to complete melting of the rock cubes (AR-10, AR-11) at temperatures of 1300°C as shown in Figure 3.

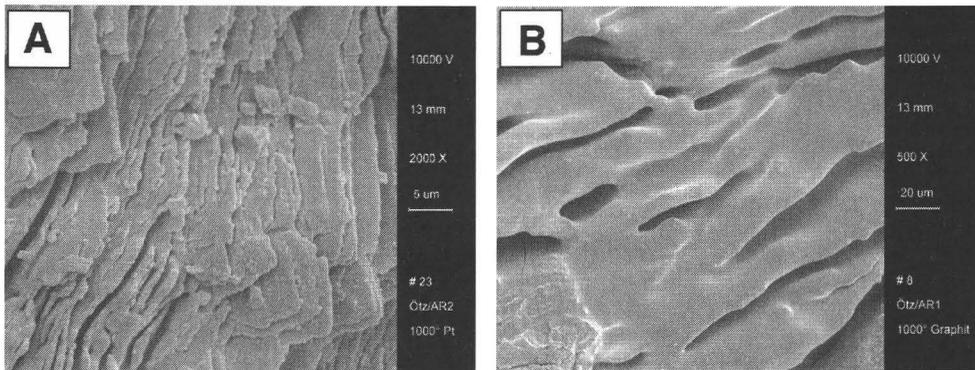
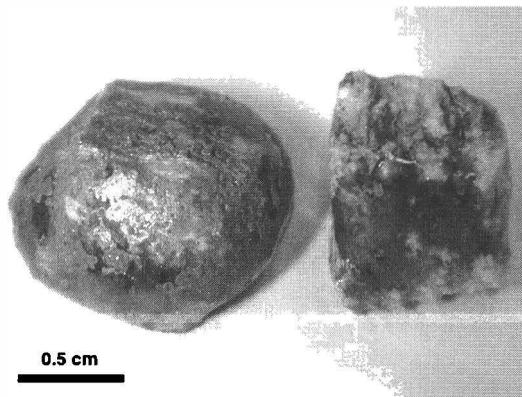


Fig. 2

Secondary electron (SE) image of the surface of rock cubes from experiments at 1000°C. (A) Experiment in a Pt crucible (AR-1). The sharp edges of the biotites do not indicate a significant degree of melting. (B) Experiment in a graphite crucible (AR-2). The rounded edges and open spaces indicate a considerable degree of melting.

Fig. 3

Comparison between two experiments at 1300°C from an experiment in a graphite crucible with bone material added (AR-11, left) and without bone material (AR-10, right). The addition of bone material to the experiments leads to a strong increase in melting during the experiments.



Experimental results

Textural relations and petrography

Petrographic investigations show that in the experiment at 900°C (AR-5) biotite is still stable and almost no textural changes take place. Granitic melting occurs in plagioclase - K-feldspar - quartz domains and adjacent to biotite-rich domains. At 1000°C (AR-6), no biotite is present anymore and instead, the assemblage olivine + Ti-bearing magnetite + melt forms. Textures significantly change due to the formation of large amounts of melt whose modal amount increases considerably towards the contact between gneiss and bone layer. Plagioclase and quartz are still present. At 1100°C (AR-9), the amount of melt further increases, leaving almost no primary plagioclase behind. Upon quenching, plagioclase needles crystallize from the melt. Above 1200°C (AR-7, AR-8), the rock is almost completely molten with only quartz still present.

The slowly cooled experiments in which bone material was sandwiched between two rock slabs (AR-12, AR-13) show very similar textures and mineral assemblages as observed from the sacrificial burning site as shown in Figures 4A,B. In the former bone layer, whitlockite and melt are present (Fig. 4A) whereas along the interface between bone layer and rock cube, olivine + Ti-magnetite + plagioclase + melt have formed (Fig. 4B).

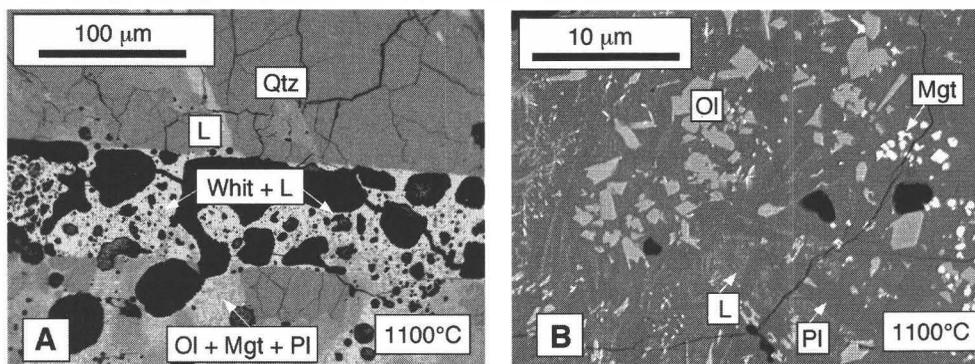


Fig. 4

Backscatter electron (BSE) images of a slowly cooled experiment in a graphite crucible at 1100°C (AR-12).

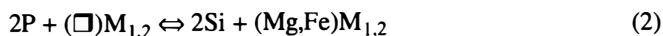
(A) The layering of the former bone layer is still visible and contains the assemblage whitlockite (Whit) + melt (L). Small injections of melt veins into the adjacent rock cubes are also visible. Within the melt pockets the assemblage olivine (Ol) + magnetite (Mgt) + plagioclase (Pl) + melt (L) occurs.

(B) The former biotite sites now contain the assemblage olivine (Ol) + Ti-bearing magnetite (Mgt) + melt (L).

Mineral chemistry

Electron microprobe analyses of minerals were performed on an ARL - SEMQ microprobe at the Institute of Mineralogy and Petrography at the University of Innsbruck. Analytical conditions were 15 kV and a sample current of 20 nA on brass. The analyses were obtained with a NORAN-Voyager EDS system, which was calibrated with synthetic elemental standards. The counting times ranged from 40 to 200 seconds, depending on the volatility of the material analysed.

The chemical data of the phases from the slowly cooled experiments at 1100°C and 1200°C are shown in Tables 2 - 4. Olivines from the experiment at 1100°C (Table 2) show a wide range in P₂O₅-concentrations from 0.18 to 1.19 wt.% along with significant variations in their Fe/Mg-ratios (Fo₃₀Fa₇₀ to Fo₅₀Fa₅₀). Compared to olivines from the burning site, the experimentally produced olivines extend to more Fe-rich compositions but do not contain as much P₂O₅ (Table 2). As is the case for olivines from the burning site, analyses of experimentally grown olivines show a negative correlation between P and Si apfu and also between P and total cation sums. Both correlations, however, are not as pronounced as those observed for olivines from the burning site probably due to the lower phosphorus contents (cf. TROPPER et al. 2004). The element variations in olivine indicate the following substitution mechanism



similar to that encountered in olivines from the burning site at Ötz (Fig. 5A). The analyses listed in Table 2 also show in some cases increasing Ca contents with increasing P which cannot be related to contamination by whitlockite, because no whitlockite has been found adjacent to olivine in the experiments (Fig. 4A). Figure 5B shows the Si-P co-variation which also indicates that P-substitution in the olivines from all natural studies considered here (GOODRICH, 1984; BUSECK & CLARK, 1984; AGRELL et al. 1998; BRUNET, 1995) is due to the same coupled substitution (2).

SiO ₂	34.32	33.00	34.52	34.27	33.73	35.88	33.73
Al ₂ O ₃	0.35	0.35	0.91	0.61	0.53	n.d.	0.53
TiO ₂	0.35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
FeO	38.75	47.41	42.94	44.73	40.41	22.74	40.41
MgO	23.27	15.52	20.73	17.92	20.51	35.88	20.51
MnO	1.63	1.69	1.39	1.39	1.39	0.86	1.39
CaO	n.d.	0.72	0.54	0.75	1.16	0.22	1.16
P ₂ O ₅	0.18	0.47	0.61	0.63	1.19	1.21	1.19
Total	98.50	99.16	101.64	100.30	98.92	97.53	98.92
Si	0.99	1.00	0.98	1.00	0.98	0.98	0.98
Al	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	n.d.	0.02
Ti	0.01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fe ²⁺	0.94	1.20	1.02	1.09	0.98	0.51	0.98
Mg	1.01	0.70	0.88	0.78	0.89	1.43	0.89
Mn	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
Ca	n.d.	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.04
P	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03
Cations	2.99	2.98	2.98	2.97	2.97	2.98	2.97

Basis of formula calculation: 4 oxygens; n.d. not detected

Table 2

Representative microprobe analyses of P-bearing olivine

The chemical analyses of the interstitial glass from the slowly cooled experiments at 1100°C and 1200°C are shown in Table 3. Si contents range from 54.4 to 58.6 wt.% SiO₂. In contrast, Al shows the strongest variation from 8.9 to 18.5 wt.% Al₂O₃, depending on the local bulk composition from which the melt formed.

Phosphorus contents are substantial and may reach 1.3 wt.% P₂O₅. Feldspar compositions of newly-grown feldspars from the slowly cooled experiment at 1100°C range from An₄₄ to An₅₇ (Table 4). Table 5 shows chemical analyses of whitlockites from the slowly cooled experiments at 1100°C and 1200°C which is very similar to whitlockites reported by TROPPER et al. (2004).

Table 3
Chemical composition of the interstitial glass

SiO ₂	53.46	53.23	55.48
TiO ₂	n.d.	n.d.	n.d.
Al ₂ O ₃	27.68	28.56	25.94
Fe ₂ O ₃	0.72	0.36	1.10
FeO	n.d.	0.36	n.d.
MgO	n.d.	n.d.	n.d.
CaO	11.96	11.53	9.23
Na ₂ O	4.71	4.55	6.00
K ₂ O	0.41	0.43	0.93
Total	99.25	99.02	98.68
Si	2.44	2.44	2.53
Ti	n.d.	n.d.	n.d.
Al	1.49	1.54	1.40
Fe ³⁺	0.02	0.01	0.04
Fe ²⁺	n.d.	0.01	n.d.
Mg	n.d.	n.d.	n.d.
Ca	0.59	0.57	0.45
Na	0.42	0.40	0.53
K	0.02	0.03	0.05
End-members			
Anorthite	0.57	0.57	0.44
Albite	0.41	0.41	0.51
K-feldspar	0.02	0.02	0.05

Basis of formula calculation: 5 cations and 16 charges; Fe²⁺/Fe³⁺ calculated based on charge balance considerations, n.d. not detected.

	1100°C	1100°C	1100°C	1200°C	1200°C
SiO ₂	54.41	57.43	55.61	59.02	58.62
TiO ₂	2.58	2.10	3.25	0.74	0.56
Al ₂ O ₃	9.46	10.49	8.91	18.15	18.51
FeO	16.51	11.78	12.78	7.67	8.06
MnO	0.65	0.41	0.58	n.d.	n.d.
MgO	1.42	2.06	1.41	1.65	1.76
CaO	5.55	8.67	8.97	1.24	2.25
Na ₂ O	1.40	1.41	1.20	3.96	4.75
K ₂ O	3.96	3.46	2.91	4.91	3.87
P ₂ O ₅	1.01	1.00	1.28	0.23	n.d.
Total	96.96	98.97	97.20	97.57	98.48

	1100°C	1100°C	1200°C	1200°C
CaO	46.20	45.58	48.59	48.99
P ₂ O ₅	44.80	43.98	45.24	44.91
SiO ₂	1.42	1.07	1.15	0.61
FeO	n.d.	0.86	0.75	0.71
MgO	3.35	3.66	3.21	3.20
Na ₂ O	1.77	2.38	0.65	0.68
K ₂ O	0.48	0.52	n.d.	0.13
H ₂ O ^a	0.84	0.83	0.85	0.84
Total	98.86	98.88	100.66	100.07
Ca	8.83	8.80	9.16	9.32
P	6.77	6.71	6.74	6.75
Si	0.51	0.39	0.41	0.22
Fe	n.d.	0.13	0.11	0.11
Mg	0.89	0.98	0.84	0.85
Na	0.61	0.83	0.22	0.23
K	0.11	0.12	n.d.	0.03
OH	1.00	1.00	1.00	1.00
cations	17.62	17.83	17.51	17.48

Basis of formula calculation: 28 O+OH+F+Cl; n.d. not detected; ^acalculated

Table 5
Representative microprobe analyses of whitlockite

Table 4
Representative microprobe analyses of feldspar

Discussion

These experimental investigations have shown that the interaction of bone material and meta-pelitic gneisses during partial melting leads to the breakdown of biotite and the formation of P-rich olivines + whitlockite + plagioclase + K-rich glass. The unusually high degree of partial melting observed in biotite-gneisses found at the sacrificial burning site may have two reasons:

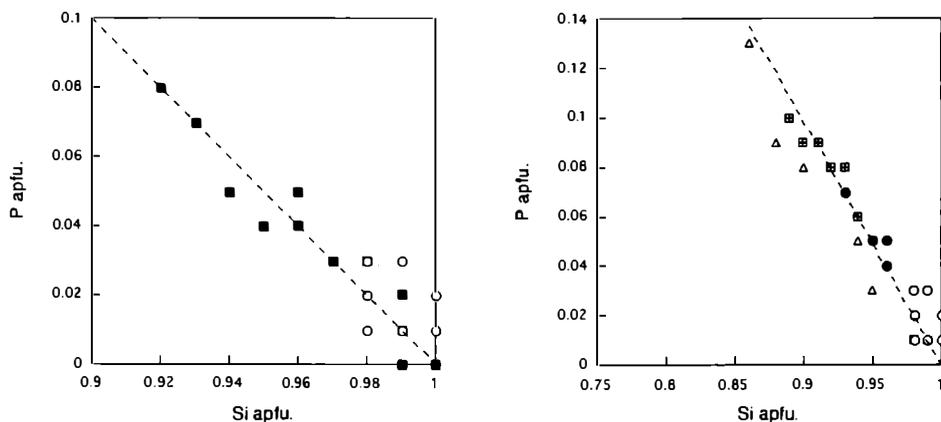


Fig. 5

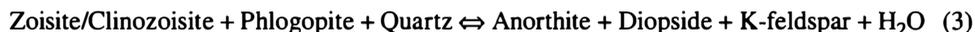
(A) Correlation between Si a.p.f.u. and P a.p.f.u. of the phosphorous olivines from the slowly cooled experiment at 1100°C (open circles). For comparison, the data from the low phosphorus portion of the olivines from the burning site near Ötz are shown with black squares. (B) Correlation between Si a.p.f.u. and P a.p.f.u. of the phosphorous olivines from the slowly cooled experiment at 1100°C (open circles). For comparison, the data from the literature (GOODRICH, 1984: open square with grid; BUSECK & CLARK, 1984: open diamond; AGRELL et al. 1998: open square) are also shown. The dashed line indicates the $2P + (\square)M_{1,2} \leftrightarrow 2Si + (Mg, Fe)M_{1,2}$ substitution.

- (1) an increase in the firing temperature exceeding that of biotite stability at 1 bar according to reaction (1) possibly boosted by the addition of fat from the animals carcasses. Temperatures of wood fires are usually in the range 650-900°C and rarely exceed 1000°C (RYE, 1981). It is only by blowing air into the fire or by adding organic substances, that temperatures can be raised significantly beyond 1000°C. The presence of organic material (fat, oil) from the animals and the wood is also likely to provide a reducing environment;
- (2) a decrease in the meltig temperature of the biotite-gneisses as a result of the addition of phosphorus derived from the apatite of the bones.

Our experimental investigations indicate that the temperature of olivine formation due to reaction (1) must have exceeded 1000°C at fO_2 conditions near the CCO buffer and are in agreement with temperature estimates from pallasite meteorites (1143-1359°C). The occurrence of phosphoran olivine and whitlockite in meteorites with compositions similar to those encountered in the experiments and the rocks at the firing site (GOODRICH, 1984; BUSECK & CLARK, 1984; AGRELL, et al. 1998) further indicates a similarity with the experimental conditions.

In summary, the chemical and experimental data presented above strongly indicate olivine growth under disequilibrium conditions. Although phosphoran olivine did form in the experiments the extent of P-incorporation into olivine is much smaller compared to the olivines from the burning site at Ötz. Olivines with P_2O_5 contents similar to those found in the experiments do occur in Ötz but are restricted to microdomains more distant to the rock/bone interface. Clearly, local variations in firing temperature, oxygen fugacity, bulk phosphorus and the geometry of the bone-rock aggregates must have controlled the P-incorporation in olivine.

In terms of the mineralogy, the most notable difference between the experimentally grown assemblages and those from the rocks at the burning site is the absence of clinopyroxene in the experiments. Since many rock samples show strong alteration of plagioclase to albite and zoisite/clinozoisite, the presence of clinopyroxene in the partially molten rocks could be ascribed to a reaction involving zoisite/clinozoisite:



The absence of clinopyroxenes in the experiments could thus be due to the lack of plagioclase alteration in the samples used in this investigation

Acknowledgments

We thank Univ. Doz. Dr. Franz Vavtar and Univ. Prof. Dr. Gerhard Patzelt for bringing the topic of a mineralogical investigation of this sacrificial burning place to our attention and for providing the sample material from the burning site at Ötz. Richard Tessadri is thanked for the editorial handling.

References

- AGRELL S. O., CHARNLEY, N. R., CHINNER G. A. (1998): Phosphoran olivine from Pine Canyon, Piute Co., Utah. - *Mineral. Mag.*, 62, 265-269.
- BREARLEY, A. J. (1987a): A natural example of the disequilibrium breakdown of biotite at high temperature: TEM observations and comparison with experimental kinetic data. - *Mineral. Mag.*, 51, 93-106.
- BREARLEY, A. J. (1987b): An experimental and kinetic study of the breakdown of aluminous biotite at 800°C: reaction microstructures and mineral chemistry. - *Bull. Mineral.*, 110, 513-532.
- BREARLEY, A. J. & RUBIE, D. C. (1990): Effects of H₂O on the disequilibrium breakdown of muscovite + quartz. - *J. Petrol.*, 31, 925-956.
- BRUNET, F. (1995) Etude des relations de phases dans le système MgO-P₂O₅-H₂O; miscibilité entre silicates et phosphates: applications aux milieux naturels. - Unpubl. PhD Thesis, University of Paris-Sud. 120 p.
- BUSECK, P. R. & CLARK, J. (1984): Zaisho - a pallasite containing pyroxene and phosphoran olivine. - *Mineral. Mag.*, 48, 229-235.
- CULTRONE, G., RODRIGUEZ-NAVARRO, C., SEBASTIAN, E., CAZALLA, O. & DE LA TORRE, M. J. (2001): Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. - *Eur. J. Mineral.*, 13, 621-634.
- EUGSTER, H. P. & WONES, D. R. (1962): Stability relations of the ferruginous biotite, annite. - *J. Petrol.*, 3, 82-125.
- GOODRICH, C. A. (1984): Phosphoran pyroxene and olivine in silicate inclusions in natural iron-carbon alloy, Disko Island, Greenland. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48, 1115-1126.
- GRAPES, R. H. (1986): Melting and thermal reconstitution of pelitic xenoliths, Wehr Volcano, East Eifel, West Germany. - *J. Petrol.*, 27, 343-396.
- GÜTTLER, B., NIEMANN, W. & REDFERN, S. A. T. (1989): EXAFS and XANES spectroscopy study of the oxidation and deprotonation of biotite. - *Mineral. Mag.*, 53, 591-602.
- HEIMANN, R., KREHER, U., OEXLE, J., HIRSEKORN, V., ULLRICH, O., JANKE, D., LYCHATZ, B., ULLRICH, B., LINDNER, H. & WAGENBRETH, B. (1998): Archaeometallurgical investigations into the iron production technology in Upper Lusatia, Saxony, from the Early Iron Age (Billendorf period) to the 12th century A.D. - *Eur. J. Mineral.*, 10, 1015-1035.

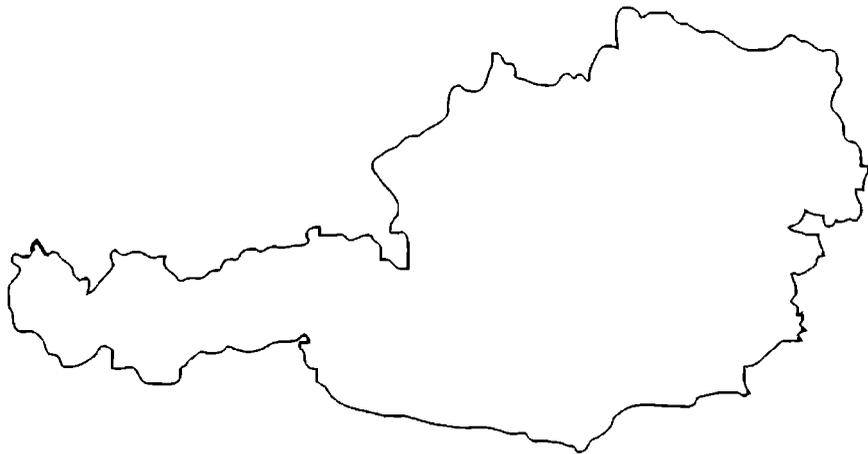
- HEIBEL, W. (1938): Gesteinsaufschmelzungen bei Ötz im Ötztal (Tirol). - Jb. Geol. Bundesanst., 88, 207-215.
- HOINKES, G., THÖNI, M., BERNHARD, F., KAINDL, R., LICHEM, C., SCHWEIGL, J., TROPPEL, P. & COSCA, M. (1997): Metagranitoids and associated metasediments as indicators for the pre-Alpine magmatic and metamorphic evolution of the Western Austroalpine Ötztal Basement (Kaunertal, Tirol). - Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 77, 299-314.
- LE MAITRE, R. W. (1974): Partially fused granite blocks from Mt. Elephant, Victoria, Australia. - J. Petrol., 15, 403-412.
- MAURY, R. C. & BIZOUARD, H. (1974): Melting of acid xenoliths into a basanite: an approach to the possible mechanisms of crustal contamination. - Contrib. Mineral. Petrol., 48, 275-286.
- MÜLLER, G., SCHUSTER, A. K. & ZIPPERT, Y. (1988): Spinifex textures and texture zoning in fayalite-rich slags of medieval iron-works near Schieder Village, NW-Germany. - N. Jb. Miner. Mh., 3, 111-120.
- NAKAHIRA, M. (1965): Surface structures of dehydroxylated micas, phlogopite and muscovite, as observed by phase-microscope. - Am. Mineral., 50, 1432-1440.
- RYE, O. S. (1981): Pottery Technology. Manuals of Archaeology, 4, Taraxacum, Washington, 96-98.
- TIKHOMIROVA, V. I., KONILOV, A. N. & KOSHEMCHUK, S. K. (1989): The degree of oxidation of iron in synthetic iron-magnesian biotites. - Mineral. Petrol., 41, 41-52.
- TROPPEL, P., RECHEIS, A. & KONZETT, J. (2004): Pyrometamorphic formation of phosphorus-rich olivines in partially molten metapelitic gneisses from a prehistoric sacrificial burning site (Ötz Valley, Tyrol, Austria). - Eur. J. Mineral. 16, 631-640.
- TROPPEL, P. & RECHEIS, A. (2003): Garnet Zoning as a Window into the Metamorphic Evolution of the northern and western Austroalpine Ötztal-Stubai Basement Complex. - Mitt. Öster. Geol. Ges., 94, 27-53.
- VEDDER, W. & WILKINS, R. W. T. (1969): Dehydroxylation and rehydroxylation, oxidation and reduction of micas. - Am. Mineral., 54, 482-509.
- WEISS, R. M. (1997): Prähistorische Brandopferplätze in Bayern. - Intern. Archäologie, 35, 203 p.
- WONES, D. R. (1965): Stability of biotite: experiment, theory and application. - Am. Mineral., 50, 1228-1272.

Eingegangen am 10.7.2006.

Angenommen am 14.7.2006.

**DIPLOMARBEITEN UND DISSERTATIONEN
ÖSTERREICHISCHER UNIVERSITÄTEN**

(AUSZÜGE)



**MINERALOGISCHE UND ISOTOPENGEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNG VON
KARBONATGESTEINEN IN DER STEIERMARK IN HINBLICK AUF DIE HISTORISCHE
MÖRTELHERSTELLUNG**

von

Miriam Baumgartner

Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der
Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Graz

Institut für Erdwissenschaften, Bereich Mineralogie & Petrologie
Graz, Juli 2005

Ziel der Arbeit ist die Charakterisierung von natürlichen Karbonatvorkommen in der Steiermark hinsichtlich ihrer Verwendung als Rohstoff für die historische Mörtelherstellung. Analysiert wurde die mineralogische, chemische und isotopengeochemische Zusammensetzung der Karbonatgesteine, um spezifische Signaturen einzelner Vorkommen zu ermitteln.

Die untersuchten Materialien sind vorwiegend aus Calcit, Aragonit und Dolomit aufgebaut. Als Nebenkomponenten treten Quarz, Hellglimmer, Kalifeldspat, Fe-Oxide und Kaolinit auf. Trotz des zumeist einheitlichen mineralogischen Aufbaus unterscheiden sich die Karbonate deutlich in Aufbau und Gefüge. Die spezifischen geochemischen Signaturen der Karbonatvorkommen sind durch die mineralogische Zusammensetzung und durch das Umfeld der Bildung bedingt. Grundsätzlich zeigen die Proben eine breite Variation in ihren Elementkonzentrationen. Die Isotopensignaturen von Kohlenstoff ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), Sauerstoff ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) und Strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) sind je nach Bildungsart, Bildungsalter und Sekundärreaktionen charakteristisch für die spezifischen Karbonatvorkommen. Mittels den isotopengeochemischen Signaturen ist eine Separierung in marine Karbonate, Marmore, Süßwasserkarbonate und Sinterkarbonate möglich.

Aus den Kalksteinproben wurde zusätzlich karbonatisches Bindemittel im Laborversuch hergestellt, um die geochemischen, isotopengeochemischen und mineralogischen Veränderungen des karbonatischen Ausgangsmaterials während des Herstellungsverfahrens zu untersuchen. Grundsätzlich bleibt die spezifische geochemische Signatur während des Prozesses, abgesehen von einer Aktivierung von Si und Al beim Kalkbrannt, erhalten. Im Gegensatz dazu wird die isotopengeochemische Zusammensetzung von Kohlenstoff ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) und Sauerstoff ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) maßgeblich verändert, da es zu starken Fraktionierungen bei der Herstellung kommt. Die Strontiumisotopensignaturen werden durch diese Prozesse nicht verändert und repräsentieren das Ausgangsmaterial. Ein Ansatz für geeignete Korrelationen zwischen dem historischen Baumaterial und dem karbonatischen Ausgangsmaterial wird über die Prinzipalkomponentenanalyse in Verbindung mit der Partial Least Square Modellierung vorgestellt.

**MINERALOGISCHE BESCHREIBUNG DER MAGNETITVERERZUNG WOLLANIG
BEI VILLACH, KÄRNTEN**

von

Adrian Ferenczi

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der
Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie der Universität Wien

Institut für Mineralogie und Kristallographie
Wien, Jänner 2006

Die Magnetitvererzung Wollanig liegt an der SW-Flanke des Wollanig in ca. 940m SH im (mittelostalpinen) Altkristallin. Dieses wird hier durch Zweiglimmerschiefergneise (Disthen, Staurolith) mit eingelagerten Amphiboliten und Marmoren gebildet. Die geologische Entwicklung ist durch einen sauren Magmatismus kaledonischen Alters (das Rb-Sr Gesamtgesteinsalter zeigt 409 ± 32 Ma) und einer mittelgradigen bis hochgradigen variszischen Metamorphose, gefolgt von einer schwachen, alpinen Diaphtorese (nach dem Glimmeralter 84 ± 3 Ma) charakterisiert. Neue Studien in den Ostalpen zeigen, dass zwischen der variszischen und alpinen Metamorphose auch eine permische Temperaturbetonte Metamorphose nachzuweisen ist. Die Sm-Nd Untersuchungen der „permischen“ Granatkerne (im Kern Almandin-reich und Grossular-arm) zeigen ein Kristallisationsalter von 296 ± 4 Ma. Die Gesteine sind von mehreren, kleineren Pegmatitkörpern durchschlagen, die auffällig mineralarm sind (Albit, K-Feldspat, Quarz, wenig Muskovit, Turmalin, Apatit, stellenweise Granat).

Auffallend sind sowohl lithologische als auch metamorphe Übereinstimmungen mit Ergebnissen aus dem Ötztal-Stubai-Kristallin und der Laaser Serie westlich des Tauern-Fensters. So ist die Zunahme des Metamorphosegradienten von Norden nach Süden (Epidot-Amphibolit Fazies bis zur Eklogit Fazies) und die Auflagerung von einphasig alpidisch metamorphen Serien für beide Gebiete nachgewiesen. Die Proben von Wollanig, die in diese Arbeit untersucht wurden, zeigen bei den amphibolitisierten Eklogiten die höchste Temperatur von bis zu 620°C und Drucke von bis zu 11.4 kbar.

Die Magnetit-Mineralisation steht mit Granatamphiboliten und Kalksilikatgesteinen im Zusammenhang. Das Ausgangsgestein für die linsenförmig auftretenden Amphibolite, zeigt nach den geochemischen Untersuchungen eine Zusammensetzung, die möglicherweise einem Monzogabbro entspricht.

Nach ihren Eigenschaften können die Magnetite in 3 Typen unterteilt werden:

Typ 1, ein reliktscher Ti-Magnetit magmatischer Herkunft, oft mit primärem Ilmenit verwachsen, der bis zu 40 Mol.% Ulvit zeigt. Die V-Gehalte betragen bis zu 0.30 Gew.% V. Die Mn-Gehalte des Typ 1 Magnetit überschreitet 0.40 Gew.% Mn nicht. Die reliktschen, primären Apatite in den Amphibolitgesteinen enthalten manchmal kleine, tropfenförmige Magnetiteinschlüsse und umgekehrt, findet man immer wieder Apatite als Einschlüsse in Magnetiten. Der Ti-Magnetit bildet sekundär Ilmenit und viel Titanit, wobei der Magnetit an Ti verarmt.

Der Magnetit Typ 2, entsteht durch die Rekristallisation des Typ 1 Magnetits und ist ein völlig umkristallisierter Ti-ärmer Magnetit, der oft Einschlüsse von Spessartin-reichen Granaten enthält und höhere Mn-Gehalte als der Magnetit Typ 1 aufweist. Der Magnetit Typ 2, enthält keine Ilmenitlamellen mehr und ist durch Ti-Gehalte bis ca. 0.62 Gew.% Ti und bis ca. 0.55 Gew.% Mn charakterisiert. Im Magnetit Typ 2 wurde kein V gemessen. Der reliktsche Magnetit Typ 1 und der Magnetit Typ 2 sind an Amphibolitgesteine gebunden.

Der Magnetit Typ 3 kann als Produkt von metasomatischen Prozesse interpretiert werden und ist an die Kalksilikat- und Quarz-Magnetit-Gesteine gebunden. Er ist praktisch Ti-frei und zeigt höhere Mn-Gehalte (bis 0.67 Gew. % Mn) als die Magnetite der Amphibolite.

Die Gesteine sind in mehreren metamorphen Phasen regional-metamorph überprägt (variszische, permische und alpidische). Wahrscheinlich ist auch die Magnetit-Mineralisation im Rahmen der Regional-Metamorphose entstanden.

Nach IR Untersuchungen haben Granate (Andradit-Grossular) ca. 0.20 Gew.% H₂O, was für eine erhöhte hydrothermale Aktivität spricht. An der Grenze zum Marmor entstehen Kalksilikatgesteine mit Andradit-reichen Granaten, Na-reichen Klinopyroxenen und Mn-reichen Epidoten. Die vorhandenen Marmore sind vollkommen Magnetit-frei. Die Pyroxene und Granate, die die Kalksilikatgesteine charakterisieren, erinnern an einen Skarn, aber die Zusammensetzung der Klinopyroxene in den Kalksilikatgesteinen, die bis zu 36 Mol.% Akmit-Komponente zeigen, sind für einen Skarn ungewöhnlich. Die mineralogischen und geochemischen Untersuchungen an den Magnetiten und Magnetit-führenden Gesteinen in dieser Arbeit und die daraus ableitbaren Beziehungen zwischen den Magnetit-führenden Gesteinen und ihrer mineralischen und chemischen Zusammensetzung, lassen eine „klassische Skarnbildung“ unwahrscheinlich erscheinen. Eine Bezeichnung dieser Gesteine als „Skarnoide“ wäre nach den beschriebenen Prozessen, durch welche sie entstehen, passend.

**THE VARISCAN METAMORPHIC EVOLUTION OF THE NORTHERN ÖTZTAL COMPLEX
DEDUCED FROM ECLOGITES AND AMPHIBOLITES (TYROL, EASTERN ALPS)**

von

Nothburga Kapferer

Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der
Fakultät für Geo- und Atmosphärenwissenschaften der Universität Innsbruck

Institut für Mineralogie & Petrographie
Innsbruck, April 2006

Within the polymetamorphic Austroalpine Ötztal Complex (ÖC), Variscan eclogites have been described mainly from the central part (MILLER & THÖNI, 1995) but also from the northern (EICHHORN, 1991) and western part (FÜGENSCHUH, 1994) of the ÖC. P-T data are very sparse and exist only from the eclogites from the central ÖC. The eclogites from the northern part of the ÖC occur as small lenses within amphibolites with the mineral assemblage: hornblende ± cummingtonite ± barroisite + plagioclase + epidote + garnet + quartz. The metamorphic peak assemblage of the eclogites is garnet + omphacite ± taramite ± katophorite ± hastingsite + clinozoisite + rutile + quartz. During the retrograde evolution of these rocks, the formation of abundant symplectites, composed of albite-rich plagioclase + tschermakite + diopside-rich clinopyroxene, occurred. Mineral chemical data indicate that clinopyroxene occurs texturally and chemically in three generations with increasing diopside component, whereas clinopyroxenes with the highest jadeite component (40-45 mol.% Jd) are part of the peak assemblage and clinopyroxenes from the symplectites show the lowest jadeite component (<20 mol.% Jd).

Thermobarometry of the northern ÖC eclogites was performed by simultaneous calculation of all possible reactions within the peak metamorphic assemblage garnet + omphacite + clinozoisite + barroisite + quartz with the program THERMOCALC v. 3.1. (HOLLAND, 2001, written comm.) and the data set of HOLLAND & POWELL (1998). The approach we used is the average P-T calculation by POWELL & HOLLAND (1988, 1994). Calculations assuming $a_{(H_2O)} = 1$, yields P-T conditions of 620-700°C and 1.7-2.3 GPa. Calculations of garnet-clinopyroxene temperatures with the calibration of KROGH-RAVNA (2000), yields a wide range of temperatures of 370-670°C, depending on the calculation of Fe³⁺ and thus was not considered reliable. Application of the Zr in rutile thermometer by ZACK et al. (2004) yielded temperatures of 500-600°C for matrix rutiles. The P-T conditions of symplectite formation were calculated to be 550-620°C and 1.0-1.3 GPa. This is in very good agreement with data from barroisite-bearing high-P amphibolites, which yielded P-T conditions of 630-670°C and 1.1-1.3 GPa.

The adjacent amphibolites record information not only about the last stage of the Variscan P-T evolution, namely an amphibolite-facies overprint of 500-650°C and 0.6-0.8 GPa, but barroisite-bearing amphibolites also provide informations about an intermediate P-T stage of 630-670°C and 1.1-1.3 GPa, which corresponds well with the P-T conditions of symplectite formation in the eclogites. Equilibria involving cummingtonite lead to a large scatter in P-T estimates, most likely due to uncertainties in the a-X relations of cummingtonite-grunerite solid solutions.

Overall, these data indicate that the northern Ötztal Complex underwent a nearly isothermal decompression at 600-650°C from ca. 1.7-2.3 GPa to 1.1 and 0.6 GPa during the Variscan metamorphic event in the ÖC.

Literature

- EICHHORN, B. (1991): Unpubl. Diploma Thesis, Univ. Innsbruck., 105 pp
FÜGENSCHUH, B. (1994): Unpubl. Diploma Thesis, Univ. Innsbruck, 315 pp.
HOLLAND, T. J. B. & POWELL, R. (1998): *J. Metamorphic Geol.*, 8, 89-124.
KROGHRAVNA, E. J. (2000): *J. Metamorphic Geol.*, 18, 211-219.
MILLER, C. & THÖNI, M. (1995): *Chem. Geol.*, 137, 283-310.
POWELL, R. & HOLLAND, T. J. B. (1988): *J. Metamorphic Geol.*, 6, 173-204.
POWELL, R. & HOLLAND, T. J. B. (1994): *Am. Mineral.*, 79, 120-133.
ZACK, T. et al. (2004): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 148, 471-488.

THE METAMORPHIC EVOLUTION OF THE TARNTAL NAPPE

by

Reinhard Klier

Diploma Thesis

Faculty of Geo- and Atmospheric Sciences, University of Innsbruck

Institute of Mineralogy and Petrography
Innsbruck, December 2005

The Tarntal Nappe is a complex geologic unit which consists of low-grade metamorphic sediments and a dismembered ophiolite body, and is tectonically emplaced between the contact of the Austroalpine Innsbrucker Quarzphyllitnappe and the Penninic Glocknernappe at the northern margin of the Tauern Window (Tirol, Austria). During the Alpine metamorphic overprint, blueschists formed at the contact between the metasedimentary units and the ultramafic units of the ophiolite within the Tarntal Nappe. DINGELDEY (1997) obtained metamorphic peak P-T conditions of 350°C and 8 to 10.5 kbar. The age of the metamorphic overprint was dated with 40-50 Ma depending on the tectonic position of the samples. It was the aim of this study to establish the P-T path of the blueschists based upon textural relations and thermobarometric calculations, since these rocks represent the most interesting rocks and are characterized by the following mineral assemblage: albite + Mg-riebeckite + chlorite + stilpnomelane + hematite + quartz + muscovite ± calcite ± aegirine ± biotite ± talc ± tourmaline.

The P-T path was constrained based upon the following observations:

- (1) Textural observations indicate that the aegirin-rich clinopyroxenes formed along the prograde P-T-path along the reaction albite = jadeite - aegirine + quartz.
- (2) Further P increase at constant T lead to the overstepping of the following reaction around 11 kbar: clinocllore + 3 phlogopite + 15 quartz = 2 celadonite + muscovite + 4 talc which was experimentally calibrated by MASSONNE & SCHREYER (1989). This reaction represents the lower P limit of the assemblage phengite + talc in the presence of chlorite, phlogopite and quartz, which was actually found in one sample.
- (3) During the prograde metamorphic evolution, a possible change in the fluid composition resulted in a shift of the following reaction towards higher T: 8 aegirine + 24 diopside + 6 hematite + 16 jadeite + 24 CO₂ + 12 H₂O = 24 calcite + 8 glaucophane + 4 riebeckite + 3 O₂.

This lead to the formation of amphibole (riebeckite-glaucophane)-bearing assemblages instead of clinopyroxenes (aegirine-jadeite) and can be achieved by either an increase in $a_{(H_2O)}$ or a decrease in f_{O_2} . Thus this shift easily explains the textural relationship between the praedeformatively grown clinopyroxenes and the syn- to postdeformatively grown amphiboles.

(4) P-T conditions of 13 kbar and 370°C have been calculated for the assemblage phengite + muscovite + biotite + chlorite + talc with the thermodynamic dataset of BERMAN (1988, 1992, written comm.) and the dataset of MASSONNE (1997, written comm.). Using the dataset of HOLLAND & POWELL (1998) for the yields 12 kbar and 300°C. These data represent the P-peak of this metamorphic overprint.

(5) The chemical zonation of the amphiboles with Mg-riebeckite in the core and winchite or actinolite composition in the rims can be explained by a P decrease and thus overstepping of the following reaction: $3\text{Odolomite} + 2\text{chlorite} + 7\text{Oquartz} + 2\text{riebeckite} = 4\text{albite} + 2\text{actinolithe} + 8\text{stremolite} + 10\text{calcite} + 50\text{CO}_2 + 1\text{O}_2$

References

- BERMAN, R.G. (1988): *J. Petrol.* 29: 445-522.
DINGELDEY, C., DALLMEYER, D., KOLLER, F., MASSONNE, H.J. (1997): *Contrib. Mineral. Petrol.* 129: 1-19.
MASSONNE, H.J., SCHREYER, W. (1989): *Eur. J. Mineral.* 1:391-410.
HOLLAND, T.J.B., POWELL, R. (1998): *J. Metam. Geol.* 16: 309-343.

**STRUKTURELLE UND SPEKTROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN AN SYNTHETISCHEN
CO-UND NI-NATROCHALCITEN**

von

Robert Krickl

Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades
Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie, Universität Wien

Institut für Mineralogie und Kristallographie
Wien, September 2005

Abstract

Single crystals of four new natrochalcite-type compounds $AMe_2(XO_4)_2[(OH)(H_2O)]$ ($A = Na, K$; $Me = Co, Ni$; $X = S, Se$) were synthesised under low hydrothermal conditions in Teflon-lined steel vessels from the respective metal powders covered with the respective alkali-sulfates/-selenates, H_2O and H_2SO_4/H_2SeO_4 . The structures were determined from single-crystal X-ray CCD data in space group $C2/m$ at room temperature and additionally at 105K in the case of Na-Co-S and Na-Ni-S.

The MeO_6 -polyhedra exhibit [2+2+2] coordinations (except in K-Co-Se) rather than the typical [4+2] Jahn-Teller distortion of the CuO_6 -polyhedron in previously investigated natrochalcite-type compounds. The Me- and X-polyhedra of the Co- and Ni-members are shown to be rather strongly distorted compared to other known compounds with similar chemistry. Special attention was paid to the H-bonding system: with 2.420Å in the Na-Ni-S and 2.429Å in the Na-Co-S phase, the donor-acceptor-distances of the stronger H-bond belong to the shortest ones known in purely inorganic compounds and under ambient conditions.

The nature of the formal " $H_3O_2^-$ -unit" was further investigated by polarised single-crystal IR-spectroscopy. Additional Raman-spectra were used for an improved band assignment. The IR-spectra are characterised by an extremely broad and asymmetric band, caused by the O-H stretching vibration of the strong H-bond. In the sulphates, the maximum of this band is located at around 1000 cm^{-1} while the stretching mode of the longer H-bond occurs at around 3350 cm^{-1} . Summing up, the absorption bands can be assigned to stretching and bending modes of distinct OH- and H_2O -groups. This indicates a non-centrosymmetric configuration of the " $H_3O_2^-$ -unit" and confirms the presence of a split H-atom position within the strong H-bond, even at O...O distances as short as 2.42Å.

Single crystals of Na-Co-S and Na-Co-Se were further investigated using UV-VIS-NIR-spectroscopy, the latter compound being the second transition metal selenate ever to be measured in this spectral range. The spectra indicate a highly ionic nature of the Co-O-bond and the presence of a very strong crystal field in natrochalcite-type compounds.

A-Me-X	a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	O...O _{weak} [Å]	O...O _{strong} [Å]
Na-Ni-S	8.605(1)	6.185(1)	7.336(1)	114.78(1)	2.768	2.420
Na-Co-S	8.677(1)	6.317(1)	7.396(1)	115.40(1)	2.750	2.429
Na-Co-Se	8.938(2)	6.379(2)	7.553(3)	115.09(2)	2.762	2.459
K-Co-Se	9.078(1)	6.471(1)	7.687(1)	113.99(1)	2.695	2.440

Zusammenfassung

Einkristalle von vier neuen Verbindungen des Natrochalcit-Typs $A\text{Me}_2(\text{XO}_4)_2[(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})]$ (A = Na, K; Me = Co, Ni; X = S, Se) wurden unter niedrig-hydrothermalen Bedingungen in Teflon-ausgekleideten Stahlautoklaven synthetisiert, ausgehend von den entsprechenden Metall-Pulvern bedeckt mit einer Schicht des jeweiligen Alkali-Sulfats bzw. -Selenats, H_2O und $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{SeO}_4$. Die Strukturen wurden anhand von Daten aus Röntgen-Einkristall-CCD-Messungen in Raumgruppe $C2/m$ bestimmt, welche bei Raumtemperatur und im Falle von Na-Co-S und Na-Ni-S zusätzlich bei 105K durchgeführt wurden.

Die MeO_6 -Polyeder zeigen eher eine [2+2+2]-Koordination (außer in K-Co-Se) im Gegensatz zur typischen [4+2] Jahn-Teller-Verzerrung der CuO_6 -Polyeder in früher untersuchten Natrochalcit-Typ-Verbindungen. Die Me- und X-Polyeder der Co- und Ni-Vertreter zeigen eine stärkere Verzerrung als andere bisher bekannte Verbindungen mit ähnlichem Chemismus. Spezielle Aufmerksamkeit wurde dem Wasserstoffbrückensystem gewidmet: mit 2,420Å in Na-Ni-S und 2,429Å in Na-Co-S gehören die Donor-Akzeptor-Abstände der stärkeren Wasserstoffbrücke zu den kürzesten bekannten in rein anorganischen Verbindungen und unter Normalbedingungen. Die Natur einer formal vorliegenden „ H_3O_2^- -Gruppe“ wurde weiters mittels polarisierter Einkristall IR-Spektroskopie untersucht. Zusätzliche Raman-Spektren wurden für eine bessere Bandenzuordnung herangezogen. Die IR-Spektren weisen als Charakteristikum eine extrem breite und asymmetrische Bande auf, welche durch die O-H-Streckschwingung der starken Wasserstoffbrücke verursacht wird. In den Sulfaten findet sich das Bandenmaximum bei ca. 1000cm^{-1} , während die Streckschwingungen der längeren Wasserstoffbrücke bei ca. 3350cm^{-1} gelegen sind. Die beobachteten Absorptionsbanden können Streck- und Knickschwingungen definierter OH- und H_2O -Gruppen zugeordnet werden. Das weist auf einen nicht-zentrosymmetrischen Aufbau der „ H_3O_2^- -Gruppe“ hin und bestätigt das Vorliegen einer aufgespaltenen Position des H-Atoms, sogar bei so kurzen O...O-Abständen von nur 2,42Å. An Einkristallen von Na-Co-S und Na-Co-Se wurden weiters UV-VIS-NIR-Spektren aufgenommen. Bei letzterer Verbindung handelt es sich um das erst zweite Übergangsmetall-Selenat, das jemals in diesem Spektralbereich untersucht wurde. Die Spektren deuten auf einen hohen ionaren Anteil der Co-O-Bindung und die Existenz eines sehr starken Kristallfeldes in Natrochalcit-Typ-Verbindungen hin.

A-Me-X	a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	O...O _{weak} [Å]	O...O _{strong} [Å]
Na-Ni-S	8.605(1)	6.185(1)	7.336(1)	114.78(1)	2.768	2.420
Na-Co-S	8.677(1)	6.317(1)	7.396(1)	115.40(1)	2.750	2.429
Na-Co-Se	8.938(2)	6.379(2)	7.553(3)	115.09(2)	2.762	2.459
K-Co-Se	9.078(1)	6.471(1)	7.687(1)	113.99(1)	2.695	2.440

**LÖSLICHKEITSEXPERIMENTE, KRISTALLISATIONSVERSUCHE UND
ANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN AN KORUND**

von

Florian Mittermayr

Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der
Fakultät für Geo- und Atmosphärenwissenschaften der Universität Innsbruck

Institut für Mineralogie & Petrographie
Innsbruck, April 2006

I. Hydrothermale Löslichkeitsversuche an Korund

Zur Bestimmung der Löslichkeit von Korund (α - Al_2O_3) in stark basischen wässrigen Lösungen (NaOH und KOH) bei Temperaturen von 500°C bis 700°C und einem Druck von 2.0 kbar wurde eine Reihe von hydrothermalen Versuchen durchgeführt. Die verwendeten Basen weisen Konzentrationen von 0.0757 - 2.5024 mol/kg H_2O bei NaOH und 0.0910 - 2.3753 mol/kg H_2O bei KOH auf. Die Aluminium Molalität steigt bei 500°C, 600°C und 700°C mit zunehmender Konzentration des Lösungsmittels linear bis zu Werten von 2.3541 mol Al/kg H_2O für KOH bei 700°C und 2.3784 mol Al/kg H_2O für NaOH bei 600°C. Es wird angenommen, dass die gemessene Löslichkeit durch die Bildung neutraler (K,Na)Al(OH)₄₀ Komplexe erzeugt wird. (z.B. Azaroual et al., 1996; Anderson et al., 1987; Barns et al., 1963; Burnham, 1967, 1983; Pascal und Anderson, 1989). Die Verhältnisse $m(\text{Al})/m(\text{K,Na})$; $(\text{mol Al/kg H}_2\text{O})/(\text{mol (K,Na)/kg H}_2\text{O})$ nehmen mit steigender Lösungsmittelkonzentration und steigender Temperatur zu. Bei (K,Na)OH Konzentrationen über 1.5 mol/kg H_2O und Temperaturen >600°C nähern sich die $m(\text{Al})/m(\text{K, Na})$ Verhältnisse einem Wert von 1.0 an.

II. Hydrothermale Rekristallisation in künstlich erzeugten Rissen von synthetischem Korund

Die Kristallisationsexperimente wurden an rissigen synthetischen Korundeinkristallkugeln bei 500, 600 und 700°C und 0.5 und 2.0 kbar in wässrigen (K,Na)OH Lösungen bei Konzentrationen von 0.1 bis 8.0 mol/l durchgeführt. Die Beigabe von γ - Al_2O_3 zu den Lösungen bewirkte vollständige, bis zur Kugeloberfläche reichende Kristallisation des Korunds in den Rissen. Im Zuge der Rekristallisation in den Rissen wurden geringe Mengen des Lösungsmittels in Form von zweiphasigen Flüssigkeitseinschlüssen eingeschlossen. Optisch sind große Ähnlichkeiten mit natürlich verheilten Rissen („healing feathers“ oder „fingerprints“) in natürlichem Korund festzustellen. Rekristallisationsversuche an natürlichen Korunden wurden bei 500°C und 600°C, 0.5 und 2.0 kbar und in 1.0 - 8.0 M NaOH-Lösungen durchgeführt. Auf Grund unzureichender Transparenz des Probenmaterials können keine eindeutigen Aussagen getroffen werden.

III. Analytische Untersuchungen an natürlichen Korunden aus Mong Hsu / Myanmar

In unbehandelten Mong Hsu Korunden konnten komplexe optische Zonierungen mit dunkelblauen Kernen und roten Rändern mit Auf- und Durchlichtmikroskopie festgestellt werden. Diese entsprechen starken chemischen Zonierungen der Elemente Chrom, Titan und Vanadium. An der Elektronenstrahlmikrosonde und mittels Laser-Ablation gekoppelt mit Massenspektrometrie wurden Chromgehalte von 0.27 bis 2.32 Gew.%, Titangehalte von 0.03 bis 0.49 Gew.% und Vanadiumgehalte von 0.03 bis 0.10 Gew.% gemessen.

Bei Erhitzen, ab 1150°C verlieren die dunkelblauen bis schwarzen Kerne an Farbe. Es wird vermutet, dass dieser Vorgang durch die Zerstörung des intervalence-charge-transfer $\text{Fe}^{2+} + \text{Ti}^{4+} + \text{Licht} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Ti}^{3+}$ (nach Ferguson und Fielding, 1972) nach folgender Reaktion abläuft: $\text{Fe}^{2+} + (\text{T},\text{O}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ (z.B. Hughes, 1997)

Es zeigte sich, dass die zahlreichen Flüssigkeitseinschlüsse in unbehandelten Mong Hsu Korunden flüssiges (einphasiges) CO_2 enthalten. Weiters wurden zahlreiche mineralische Einschlüsse (Diaspor, Dolomit, Phlogopit, Rutil und Quarz) bestimmt. Bei der Hitzebehandlung kommt es außerdem zur Dekrepitation von CO_2 -reichen Flüssigkeitseinschlüssen, was zu einer Trübung der Korunde führt.

**THE METAMORPHIC EVOLUTION OF THE AUSTRO-ALPINE NAPPES
NORTH OF THE TAUERN WINDOW
(INNSBRUCK QUARTZPHYLLITE COMPLEX - PATSCHERKOFEL CRYSTALLINE
COMPLEX - KELLERJOCHGNEIS AND WILDSCHÖNAU SCHIST)**

by

Andreas Piber

Doctoral Thesis

Faculty of Geo- and Atmospheric Sciences, University of Innsbruck

Institute of Mineralogy and Petrography
Innsbruck, September 2005

The thesis submitted is closely related to the international geophysical ÖKORP-project which intends to provide a seismic reflection-profile through the Eastern Alps in the transect Bad Tölz - Venice. Based on an agreement amongst the ÖKORP-coworkers petrological investigations along the Achensee - Zillertal - transect, located to the north of the Tauern-Window, will be carried out by the Institute of Mineralogy and Petrography at the University of Innsbruck.

Since there are only very few petrological and geochronological data available from this part of the Alps, it is the aim of this project to provide a set of these data especially from the nappes north of the Tauern Window, namely the Innsbruck Quartzphyllite, the Wildschönau Schist and the Schwazer Augengneiss (Kellerjochgneiss). This will help to correlate these Austroalpine units with other Austroalpine units, west of the Tauern Window (Ötztal-Stubai Crystalline Basement Complex, Patscherkofel Crystalline Complex) and will thus provide the basis of a geotectonic reconstruction of this part of the Eastern Alps.

The Eastern Alps are comprised of a complicated stack of imbricated nappes, which formed during the Alpine Orogeny. Within this nappe stack, the Austroalpine nappe complex forms the most dominant element, containing a multitude of geological units, with different geological histories. The scientific results of this project fill therefore a large data gap, since they provide important quantitative (structural, metamorphic) data from a number of geological units from the western part of the Eastern Alps (Innsbruck Quartzphyllite, Schwaz Augengneiss, Wildschönau Schists, Patscherkofel Crystalline Complex) where previously almost none of these data existed. The Innsbruck Quartzphyllite for instance has been treated as an undifferentiated mass for the last fifty years in terms of structural geology and metamorphic evolution.

Our data show that its structural and metamorphic evolution are much more complex than previously expected. The data also allow a direct comparison of the western Austroalpine nappes in terms of their metamorphic and structural history and this showed that the Schwaz Augengneiss couldn't be linked with the Ötztal-Stubai Crystalline Complex as previously thought.

Most likely, the Schwaz Augengneiss unit shows a strong similarity with the upper Austroalpine units (Greywacke Zone), which also contain meta-magmatic rocks of similar chemical composition and age of formation. Therefore the data contradict the long-standing hypothesis that the Schwaz Augengneiss is part of the so-called middle Austroalpine nappes of the Austroalpine nappe stack. The results of this study therefore allow to draw conclusions in terms of the paleogeographic distribution of the western Austroalpine nappes prior to the Eo-Alpine orogeny, because there has been a long-standing debate whether a so-called middle Austroalpine nappe system exists in the Eastern Alps. The attribution of the previously thought to be middle Austroalpine Schwaz Augengneiss to the upper Austroalpine nappe unit (Greywacke Zone) thus indicates, that in this part of the Eastern Alps, actually no middle Austroalpine nappes occur. The dissertation was submitted as a paper-dissertation and was therefore divided into five separate chapters:

Chapter I

Structural evolution of the Austroalpine nappes in the northern Zillertal area (Tyrol, Eastern Alps)

This investigation addresses the tectonic evolution of the Austroalpine nappes north of the Tauern Window in the northern Zillertal (Tyrol). The investigated units are the Kellerjochgneiss (Schwazer Augengneiss), the Innsbruck Quartzphyllites and the Wildschönau Schists. Six stages of deformation could be distinguished. The first stage (D_1) is present only as a relic foliation, observed only in thin sections. In the Innsbruck Quartzphyllite the first deformation stage is also represented by isoclinal folds. The dominant foliation was formed in the second stage (D_2), which is the result of NW-SE oriented compression. This main ductile deformation event also is expressed by the formation of isoclinal folds. Associated shear bands indicate W-NW transport and thus D_2 is related to Cretaceous nappe stacking. The third ductile deformation stage (D_3) leads to the formation of open folds showing a vergence to the NE, indicating NE-SW contraction. The fourth stage (D_4) is also characterized by open folds and an axial plane foliation, reflecting subsequent NNW-SSE compression. The last ductile stage (D_5) produced semiductile kink bands, which crosscut the earlier deformation structures. The subsequent brittle deformation (D_6) can be divided into four stages (D_{6a-d}). This structural succession can be interpreted in terms of the geochronological framework already available for this area, suggesting that nappe stacking of the Innsbruck Quartzphyllite, the Kellerjochgneiss and the Wildschönau Schist took place during the Late Cretaceous under middle to upper greenschist-facies conditions. Although the structural succession is similar in all three units, the available T-t paths of the units indicate that the Wildschönauer Schists underwent a slightly different Alpine evolution than the Kellerjochgneiss and the Innsbruck Quartzphyllite.

Chapter II

The metamorphic evolution of the Austroalpine nappes north of the Tauern Window (Tyrol, Eastern Alps) - Part I: Thermobarometry of the quartzphyllite basement units (Innsbruck Quartzphyllite Complex, Wildschönau Schists)

The Innsbruck Quartzphyllite Complex (IQP) and the Wildschönau Schists are part of the Austroalpine basement nappes north of the Tauern Window. The quartzphyllites from the westernmost IQP contain the mineral assemblage muscovite + plagioclase + quartz \pm chlorite \pm biotite \pm garnet \pm clinozoisite.

In the central part of the western IQP garnet-mica-schists with the mineral assemblage muscovite + chlorite + garnet + plagioclase occur. In contrast, the quartzphyllites of the eastern IQP, located in the Zillertal area, contain the mineral assemblage muscovite + albite + quartz + chlorite ± biotite, which is also the same mineral assemblage in the Wildschönau Schists.

Application of the garnet - biotite thermometer and the garnet - plagioclase - muscovite - quartz barometer, yields temperatures between 470°C and 525°C at pressures ranging from 6.6 to 8.9 kbar for samples from the western IQP underneath the Patscherkofel Crystalline Complex (PCC). Thermobarometric calculations with multi-equilibrium thermobarometry yield pressures of 8.2 - 10.5 kbar and temperatures of 458 - 523°C for the same samples. Based on phengite-chlorite-quartz thermobarometry (VIDAL, 2004, written comm.) P-T calculations resulted in $500 \pm 50^\circ\text{C}$ and 4.5 ± 2 kbar for the garnet mica schist of the central part of the western IQP. P-T estimates obtained with multi-equilibrium thermobarometry of a biotite-bearing quartzphyllite sample from the eastern IQP range from 3.8 - 5.9 kbar and 296 - 325°C. Lack of biotite in most of the samples of the eastern IQP prohibits calculations of invariant intersections. Consequently, only limiting pressure estimates of 3.5 to 6 kbar in a temperature range of 300 - 400°C, based on the reaction paragonite + celadonite = muscovite + albite + clinocllore + quartz + H₂O, can be obtained. Greenschist intercalations of the eastern IQP contain the mineral assemblage amphibole + biotite + clinozoisite + plagioclase + quartz. P-T conditions of $360 \pm 45^\circ\text{C}$ and 5.4 ± 2.0 kbar, based on the application of multi-equilibrium thermobarometry, were obtained. Lack of biotite in most of the samples of the Wildschönau Schist also prohibits calculations of invariant intersections. Thermobarometry results therefore were only available from one sample. Constraints performed with THERMOCALC v.3.1 (HOLLAND & POWELL, 1998) in the system KNFMASH yield pressures of 4.4 to 4.6 kbar and temperatures ranging from 316 to 336°C. P-T results performed by calculating intersections in the system KNFMASH and KFMASH with the program TWQ v.1.02 (BERMAN, 1992; MASSONNE, 1997) resulted in pressures of 4.8 and 5.1 kbar at temperatures between 295 and 300°C.

Geochronological constraints are indicative for the polymetamorphic nature of the IQP, namely a Permian and an Eo-Alpine metamorphic overprint, which is also in agreement with discontinuous chemical zoning in minerals such as plagioclase from the western IQP. In the eastern IQP, geochronological data also point to a pervasive Permian metamorphic event and local Eo-Alpine re-juvenation. Based on microstructural evidence and the low temperature nature of the Eo-Alpine metamorphic overprint, it is thought that the P-T data from the eastern IQP therefore represent the Eo-Alpine metamorphic overprint. In contrast, geochronological data and thermobarometric data indicate that the Permian event is mainly manifested in the garnet-mica-schists in the central parts of the western IQP. Due to similar structural development and in consequence of also similar time temperature - evolution the thermobarometric data of the Wildschönau Schist exhibit the same Eo-Alpine tectonometamorphic origin as the Innsbruck Quartzphyllite and the Kellerjochgneiss.

Chapter III

The metamorphic evolution of the Austroalpine nappes north of the Tauern Window (Tyrol, Eastern Alps) - Part II: Thermobarometry of the orthogneiss and paragneiss basement units (Patscherkofel Crystalline Complex, Kellerjochgneiss)

The Kellerjochgneiss and the Patscherkofel Crystalline Complex are part of the Austroalpine basement nappes north of the Tauern Window. The Kellerjochgneiss contains the mineral

assemblage muscovite + plagioclase + chlorite + quartz ± biotite ± clinozoisite. It tectonically overlies the Innsbruck Quartzphyllite. The Patscherkofel Crystalline is mainly composed of mica schists with the mineral assemblage albite + plagioclase + muscovite + biotite + chlorite + quartz ± cloritoid ± garnet₁ ± garnet₂ ± ilmenite ± clinozoisite ± staurolite ± margarite. Garnet₁ + staurolite represent Pre-Alpine relics, all other minerals are part of the Eo-Alpine mineral assemblage.

Multiequilibrium calculations of samples of the Kellerjochgneiss based on the programs TWQ v.1.02 (BERMAN, 1992; MASSONNE, 1997) and THERMOCALC v.3.01 (HOLLAND & POWELL, 1998) yield pressures in the systems KNFMASH and KFMASH yield pressures ranging from 3.2 to 6.8 kbar at temperatures in a range of 285 to 345°C. Average pressure of best fitted intersections performed with TWQ v.1.02 (BERMAN, 1992; MASSONNE, 1997) lie at pressures of 5.7 ± 0.4 kbar at temperatures of $297 \pm 10^\circ\text{C}$. Best P-T constraints performed with THERMOCALC v.3.01 (HOLLAND & POWELL, 1998) yield average pressures in a range of 5.0 ± 1.0 kbar at temperatures of $311 \pm 29^\circ\text{C}$. Furthermore calculations performed with the program stlp.mod2 (CURRIE & VAN STAAL, 1999) on the base of reactions between stilpnomelane + muscovite + chlorite + quartz yield average pressures in a range of 4.5 to 6.2 kbar at temperatures of 296 to 393°C.

Application of the garnet - biotite thermometer and the garnet - plagioclase - muscovite - quartz barometer, yields temperatures between 510°C and 570°C at pressures ranging from 9.5 to 12.2 kbar for most of the samples from the Patscherkofel Crystalline Complex (PCC). Thermobarometric calculations with multi-equilibrium programs such as TWQ v.1.02 and THERMOCALC v.3.02 (HOLLAND & POWELL, 1998) in the H₂O present system KCNFMASH and the two H₂O absent systems KCNFMAS and KCFMAS yield pressures in a range of 7.3 - 11.5 kbar and temperatures of 454 - 585°C for the same samples. Based on calculations with the hbl-plag thermometer by HOLLAND & BLUNDY (1994) Variscan temperature estimates were performed. These temperatures are in a range of 563 to 650°C at presumed pressures of 5 kbar. Microstructural evidence and the low temperature nature of the Eo-Alpine metamorphic overprint probably indicate that the P-T data from the Kellerjochgneiss represent the Eo-Alpine metamorphic overprint. In contrast the PCC exhibits definitely higher metamorphic conditions, but due to similar structural development of the Innsbruck Quartzphyllite and the PCC and based on geochronological evidence the thermobarometric data are thought to represent Eo-Alpine metamorphic conditions. The P-T data and the mineral paragenesis from the PCC are in good correlation to southern parts of the Ötztal-Stubai Crystalline Complex.

Chapter IV

Thermobarometry in a stilpnomelane-garnet-bearing metapegmatite - constraints on the Eo - Alpine metamorphic evolution of the Austroalpine nappes north of the Tauern Window

The Kellerjochgneiss (Schwazer Augengneiss) is a polymetamorphic orthogneiss and is part of the Austroalpine basement nappes in the north of the Tauern Window. Within the Kellerjochgneiss a small, crosscutting, strongly deformed Ordovician meta-pegmatite dike occurs. The pegmatite crosscuts the gneiss discordantly and contains the mineral assemblage muscovite + plagioclase + chlorite + quartz + garnet₁ (Alm₆₈ Sps₂₇ Prp₃ Grs₂) + garnet₂ (Grs₅₂ Alm₃₃ Sps₁₅) ± stilpnomelane ± biotite. The magmatic protolith assemblage is comprised of relict K-feldspar, quartz and garnet₁. Thermobarometry of the meta-pegmatite was performed with the Eo-Alpine assemblage garnet₂ + muscovite + chlorite + stilpnomelane + plagioclase + quartz.

Calculations of H₂O-absent intersections in the system [KCNFMAS] performed with the multi-equilibrium program THERMOCALC v. 3.1 (HOLLAND & POWELL, 1998) yield the best constrained P-T estimates of 5.7 ± 0.6 kbar and 314 ± 28°C. The application of TWQ v. 1.02 (BERMAN, 1992) for the H₂O-absent system [KCFMAS] and [CFMAS] using the paragenesis garnet₂ + biotite + chlorite + plagioclase + quartz ± clinozoisite yield pressures in a range of 5.9 to 6.6 kbar at temperatures between 314 and 325°C. Calculations of the P-T conditions by using the assemblage muscovite + chlorite + stilpnomelane + quartz yield slightly higher pressures of 6.4 to 7.3 kbar at temperatures of 300 - 325°C. Garnet - chlorite thermometry results in a large spread of temperatures ranging from 280 - 400°C. These rocks therefore provide additional – important information on the Eo-Alpine P-T conditions since most samples studied from the investigated nappes rarely show mineral assemblages suitable for thermobarometry.

Chapter V

Ba-Ti metasomatism in rodingites from the Austroalpine quartzphyllite units north of the Tauern Window (Eastern Alps, Schwaz, Tyrol)

At the southern border of the city of Schwaz (Tyrol, Austria) fine grained metarodingite bodies are tectonically embedded within quartzphyllites (Innsbruck Quartzphyllite or Wildschönau Schists). Lower-Ordovician ultramafic rocks have so far been only described in the Austroalpine nappes north of the Tauern Window from the Greywacke Zone and not from the Innsbruck Quartzphyllites. The mineral assemblage of the metarodingites is garnet + clinopyroxene + feldspar + biotite + titanite + clinozoisite + spinel + chlorite + calcite. Cr-bearing spinel is thought to represent a remnant of the protolith, pre-Alpine magmatic, ultramafic assemblage. BSE images and X-ray distribution images of biotites reveal a complex chemical zoning pattern with up to three different growth zones based on different TiO₂ and BaO contents. The TiO₂ contents range from 0.14 to 0.67 wt.%, the Ba contents range from 0.07 to 6.49 wt.%. Based upon thermobarometric data from biotite-bearing quartzphyllites and phase equilibrium constraints, this chemical zonation is thought to be a monitor for restricted, low a(H₂O) fluids, leading to episodic minor element (Ti, Ba) transport during pre-Eo-Alpine and Eo-Alpine low-grade metamorphism/metamorphism.

Literature

VIDAL, 2004, written comm.

HOLLAND, T. J. B. & BLUNDY, J. D. (1994): Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. - *Contrib. Mineral. Petrol.*, 116, 433-447.

HOLLAND, T. J. B. & POWELL, R. (1998): An internally-consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest. *Journal of Metamorphic Geology*, 8, 89-124.

BERMAN, R. G. (1992): written comm.

CURRIE, K. L. & VAN STAAL, C. R. (1999): The assemblage stilpnomelane-chlorite-phengitic mica: a geothermobarometer for blueschist and associated greenschist terranes. - *J. metamorphic Geol.* 17, 613-620.

MASSONNE, H. J. & SZPURKA, Z. (1997): Thermodynamic properties of white micas on the basis of high-pressure experiments in the system K₂O-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O and K₂O-FeO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O. -

VIDAL, O. (2004): written comm.

**FTIR SPECTROSCOPY OF OH DEFECTS IN NOMINALLY ANHYDROUS MINERALS
(KYANITE, ANDALUSITE, OLIVINE AND TRIPHYLLITE)**

by

Arkadiusz Wieczorek

Doctoral Thesis

Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Vienna

Institute of Mineralogy and Cristallography

Vienna, June 2005

Analyses of kyanite samples from 10 different localities presented in this work show, that only colourless parts of samples contain visible OH absorption bands, with exception of kyanite from Roberts Victor mine. On the basis of IR absorption spectra, the samples can be divided into three types: 1) Roberts Victor mine, 2) Pamir and Kilimandjaro, and 3) Pizzo Forno. To the third type kyanite from Dora Maira can be added, however, the IR spectra of this sample show many exceptional features. The differences of IR spectra between not heated and dehydrated samples suggest that only bands at 3260, 3275, 3295, 3410 and 3440 cm^{-1} represents OH defects in the kyanite structure, whereas bands in the 3450-3650 and 3290-3350 cm^{-1} regions are due to solid inclusions, like layer silicates. Based on the pleochroic behaviour of absorption bands, an OH incorporation model is proposed, with O1, O2, O3, O6, O8 and O10 oxygen atoms of the kyanite structure partially replaced by OH defects. This model extends the OH incorporation model proposed by BERAN (1971), in which only O6 and O2 oxygen atoms were partially replaced by OH defects. The water contents in kyanite obtained in this study vary between 5 and 21 wt ppm H_2O .

Investigations of andalusite samples show more detailed IR spectra than previously published, especially appearance of the double-band with maxima at 3527 and 3517 cm^{-1} was not observed before. Nevertheless, the obtained results confirm previous observations and the OH observed before. Nevertheless, the obtained results confirm previous observations and the OH incorporation model proposed by BERAN & ZEMANN (1969), in which the O2 oxygen atoms are partially replaced by OH defects. In andalusite the water content values are around 130 wt ppm H_2O .

The olivine samples from Norway analysed in this work have similar IR spectra as previously investigated forsterites (MILLER et al., 1987; LIBOWITZKY & BERAN, 1995). The observed pleochroic behaviour of absorption bands is in agreement with the OH defects incorporation model proposed by BERAN & PUTNIS (1983), in which the O1-H group is pointing toward a vacant Si site.

In comparison, triphylite (LiFePO₄), which is isostructural with olivine, has all its OH defects oriented along the crystallographic c axis. An OH incorporation model with an O₃-H group pointing toward another O₃ atom is proposed, together with the presence of Fe vacancies. In both minerals the water content is very similar. i.e. ca. 6 wt ppm, H₂O for olivine and 4 wt ppm H₂O for triphylite.

The investigation and results presented in this work are part of the European Union research program "Human Potential-Research Training Networks", and the project "Hydrogen Speciation in Upper Mantle Minerals" (HYDROSPEC).

Literature

- BERAN, A. (1971): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. XII. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Disthen. - *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 16, 129-135.
- BERAN, A. & ZEMANN, J. (1969): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. VIII. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Andalusit. - *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 13, 285-292.
- BERAN, A. & PUTNIS, A. (1983): A model of the OH positions in olivine, derived from infrared-spectroscopic investigations. - *Physics and Chemistry of Minerals*, 9, 57-60.
- LIBOWITZKY, E. & BERAN, A. (1995): OH defects in Forsterite. - *Physics and Chemistry of Minerals*, 22, 387-392.
- MILLER, G. H., ROSSMAN, G. R. & HARLOW, G. E. (1987): The natural occurrence of hydroxide in olivine. - *Physics and Chemistry of Minerals*, 14, 461-472.

VEREINSMITTEILUNGEN

TÄTIGKEITSBERICHT ÜBER DAS VEREINSJAHR 2005

1. Im Vereinsjahr 2005 fanden folgende Vorträge und Veranstaltungen statt:

Veranstaltungsort: Wien

- 0110.01.05 G. und H. Hofer (Wald im Pinzgau, Salzburg)
„Bergkristall vom Ödenwinkel - Neufund 2003“
- 17.01.05 K. B. Drüppel (TU Berlin)
„Von der Mantelschmelze zum Namibia Blue - die komplexe Entstehungsgeschichte eines außergewöhnlichen Natursteinvorkommens“
- 24.01.05 A. Möller (Univ. Potsdam)
„Mikrogeochronologie: In-situ Datierung metamorpher Prozesse mit U-Pb Methoden“
- 07.03.05 J. Kosler (Univ. Prag)
"Laser ablation ICP-MS - a mature technique for trace element and isotopic analysis of geological samples"
- 04.04.05 J. Snow (MPI Mainz)
"Fire and Ice: Entstehung der Arktischen Mittelozeanischen Rücken"
Gemeinsam mit der Österreichischen Geologischen Gesellschaft
- 11.04.05 M. E. Varela (Univ. Bahia Blanca)
„Glasses in meteorites: evidence for the presence of liquids in the solar nebula“
- 13.04.05 N. Widauer (Niggli Verlag, Schweiz)
Buchpräsentation „Meteoriten - was von außen auf uns einstürzt“
- 18.04.05 M. Faure (Univ. Orleans)
„Variscan Geodynamics of Western Europe. Structural, petrological and geochronological insights from the French Massif Central and Massif Armoricain“
- 25.04.05 R. Schumacher (Mineralogisches Museum Bonn)
„Essen, Trinken und Kristalle“
Gemeinsam mit den Freunden des NHM
- 09.05.05 H. Dittrich (Univ. Salzburg)
„Sulfosalze und ihre Anwendungen in der Energiewandlung“

- 30.05.05 Lj. Karanovic (Univ.Belgrad)
„The occurrence and new data of minerals from Serbia“
- 06.06.05 G. Brandstetter (Steyr)
„Tunesien - Steine aus der Sahara“
Gemeinsam mit den Freunden des NHMW
- 15.06.05 Gerhard Holzhey (Erfurt)
„Vielfalt und Besonderheiten der Achate und ihrer Paragenese-Mineralen in kiesel-säurereichen Vulkaniten Deutschlands und ihre historische Gewinnung/ Bearbeitung“
Gemeinsam mit den Freunden des NHMW und der ÖGemG
- 03.10.05 Ramdohr (Weinheim, BRD)
„Spannendes aus einem Einsatz in der Mongolei auf der Erschließung von Flußspatvorkommen, ein Columbitvorkommen im Süden Äthiopiens und Marmor- und Granitgewinnung in Eritrea“
Gemeinsam mit den Freunden des Naturhistorischen Museums
- 24.10.05 G. Bosshart (Horgen/ CH):
„Auf der Jade-Strasse von Burmas Minen zu Chinas Märkten“
Gemeinsam mit der ÖGemG und den Freunden des NHMW
- 14.11.05 R.J. Bakker (Montanuniversität Leoben)
„Neue Analysemethoden für Fluid-Einschlüsse: Kombinierte Mikrothermo-metrie und Raman-Spektroskopie“
- 12.12.05 L. Nasdala (Universität Mainz)
„Spektroskopische Untersuchungen im Kohlenstoffsystem: Diamant und Graphit“

Ein Teil der Vorträge wurde gemeinsam mit der Österreichischen Gemmologischen Gesellschaft und dem Verein der Freunde des Naturhistorischen Museums in Wien veranstaltet.

Veranstaltungsort: Graz

- 18.01.05 K. B. Drüppel (TU Berlin)
„Von der Mantelschmelze zum Namibia Blue - die komplexe Entstehungs-geschichte eines außergewöhnlichen Natursteinvorkommens“
- 25.01.05 A. Möller (Univ. Potsdam)
„Mikrogeochronologie: In-situ Datierung metamorpher Prozesse mit U-Pb Methoden“

- 19.04.05 M. Faure (Univ. Orleans)
„Variscan Geodynamics of Western Europe. Structural, petrological and geochronological insights from the French Massif Central and Massif Armoricain”
- 31.05.05 Lj. Karanovic (Univ. Belgrad)
„The occurrence and new data of minerals from Serbia“
- 25.10.05 G. Bosshart (Horgen/ CH)
„Auf der Jade-Strasse von Burmas Minen zu Chinas Märkten“
- 13.12.05 L. Nasdala (Universität Mainz)
„Spektroskopische Untersuchungen im Kohlenstoffsystem: Diamant und Graphit“

Die Vorträge wurden gemeinsam mit dem Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark und dem Joanneum-Verein veranstaltet.

Veranstaltungsort: Leoben

- 08.03.05 J. Kosler (Univ. Prag)
"Laser ablation ICP-MS - a mature technique for trace element and isotopic analysis of geological samples?"
- 05.04.05 J. Snow (MPI Mainz)
"Fire and Ice: Entstehung der Arktischen Mittelozanischen Rücken"
- 10.05.05 H. Dittrich (Univ. Salzburg)
„Sulfosalze und ihre Anwendungen in der Energiewandlung“
- 04.10.05 R. Ramdohr (Weinheim, BRD)
„Erfahrungen und Beobachtungen bei der geologischen Geländearbeit. Beispiele aus der Flussspatprospektion in der Mongolei, Erschließung von Pegmatiten (mit Columbit) in Äthiopien, Granit- und Marmorgewinnung in Eritrea"

Veranstaltungsort: Salzburg

- 26.01.05 A. Möller (Univ. Potsdam)
„Mikrogeochronologie: In-situ Datierung metamorpher Prozesse mit U-Pb Methoden“

- 06.04.05 J. Snow (MPI Mainz)
"Fire and Ice: Entstehung der Arktischen Mittelozeanischen Rücken"
- 11.05.05 M. Fechtelkord (Universität Bochum)
"Anwendung der Festkörper-NMR in den Geowissenschaften"
- 02.06.05 Lj. Karanovic (Univ.Belgrad)
„The occurrence and new data of minerals from Serbia“
- 22.06.05 G. Klingelhöfer (Universität Mainz)
"Mit dem Rover über den Mars - Eisen-Mössbauer Mineralogie und die Suche nach Wasser"
- 14.12.05 L. Nasdala (Universität Mainz)
„Spektroskopische Untersuchungen im Kohlenstoffsystem: Diamant und Graphit"

Veranstaltungsort: Innsbruck

- 27.01.05 A.Möller (Univ. Potsdam)
„Mikrogeochronologie: In-situ Datierung metamorpher Prozesse mit U-Pb Methoden“
- 17.03.05 H. Kirschner (AlpS GmbH - Zentrum für Naturgefahren/Innsbruck)
"Methodische Untersuchungen an Massenbewegungen im Bezirk Landeck"
- 07.04.05 F. Riepler & P. Herbst (GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH/ Salzburg)
"Tiefbrunnen Telfs: Quartär- und hydrogeologische Untersuchungen am östlichen Mieminger Plateau"
- 14.04.05 D. Milovanovic (Univ. Belgrad)
"Petrology of mafic granulite from Bistrica (Zlatibor ophiolite belt)"
- 21.04.05 M. Faure (Univ. Orleans)
„Variscan Geodynamics of Western Europe. Structural, petrological and geochronological insights from the French Massif Central and Massif Armoricaïn“
- 28.04.05 R. Fischer (Universität Bremen)
"Der Beitrag der chemischen Elemente zu den optischen Eigenschaften von Kristallen"
- 12.05.05 H. Dittrich (Univ. Salzburg)
„Sulfosalze und ihre Anwendungen in der Energiewandlung“

- 19.05.05 M. Steiner (TU Berlin)
 "Außergewöhnliche neoproterozoische und kambrische Fossilagerstätten
 Südchinas und ihre Bedeutung für die Entschlüsselung der Cambrian explosion"
- 02.06.05 S. Ivy-Ochs (Universität Zürich)
 "Surface exposure dating with cosmogenic nuclides: How well do we know
 the age of the landform?"
- 09.06.05 J.Q.G. Spencer (University of St. Andrews, Scotland)
 "Trapped charge phenomena in silicates: luminescence techniques and
 applications in the Geosciences"
- 27.10.05 P. Krois (OMV, Wien)
 „Vom Aufschluss ins Tiefwasser: Kohlenwasserstoffexploration im westlichen
 Schwarzen Meer"
- 10.11.05 M. Joachimski (Universität Erlangen)
 „Conodonten als Temperaturproxy - Beispiele aus dem Paläozoikum"
- 17.11.05 S. Gebresilassie (LFU-München)
 „Geology, mineralogy and geochemistry of serpentinites from Kenticha area,
 southern Ethiopia and associated Ni-mineralization"
- 24.11.05 H. Sölva (Universität Graz)
 „Die Bedeutung des Schneeberger Zuges für die Exhumation von kretazischen
 Eklogiten in den Ostalpen"
- 01.12.05 B. Schneider-Muntau (AlpS-GmbH, Innsbruck)
 „Numerische Modellierung in der Geotechnik, erläutert am Beispiel
 instabiler Hänge"
- 06.12.05 B. Schöne (BRG, Universität Frankfurt)
 „Muschel-Methusalems als hochauflösende Klima-Archive"
- 15.12.05 L. Nasdala (Universität Mainz)
 „Spektroskopische Untersuchungen im Kohlenstoffsystem: Diamant und Graphit"

Alle Veranstaltungen wurden im Rahmen des Geokolloquiums gemeinsam mit der Österreichischen Geologischen Gesellschaft und alpS-GmbH-Centre for Natural Hazard Management-Innsbruck abgehalten.

2. Tagungen

In Memoriam Eugen F. Stumpfl (1931-2004)

Professor of Mineralogy and Petrology

A Symposium in recognition of his outstanding contribution to the Scientific Community
15. - 17. April 2005, Department of Applied Geosciences and Geophysics, Peter Tunner Building,
University of Leoben

7th International Eclogite Conference (IEC 7)

vom 3. - 9 Juli 2005 in Seggau, Steiermark

MinPet 2005

Mineralogie: Grundlagenforschung und Anwendungen

25. - 29. September 2005

Schladming, Österreich

Tagung der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft

3. Exkursionen

Es fand keine Vereinsexkursion statt

4. Vorstandssitzungen und Jahreshauptversammlung

Die Abwicklung der geschäftlichen Angelegenheiten erfolgte in zwei Vorstandssitzungen
(Wien, 17.1. 2005 und Salzburg, 23.6.2005).

Die ordentliche Jahreshauptversammlung fand am 17.1.2005 statt.

5. Vereinsvorstand für 2005

Bei der Jahreshauptversammlung am 17. 01. 2005 gewählte Vereinsvorstand für 2005:

Präsident:	Prof. Dr. Peter Mirwald, Innsbruck
Vize-Präsident:	Prof. Dr. Friedrich Koller, Wien
Kassier:	Prof. Mag. Dr. Gerald Giester, Wien
Schriftführung:	Dr. Vera Hammer, Wien
Vorstandsmitglieder:	Prof. Dr. Georg Amthauer, Salzburg
	Prof. Dr. Anton Beran, Wien
	Dr. Franz Brandstätter, Wien
	Prof. Dr. Herta Effenberger, Wien
	Mag. Dorothea Grolig, Wien
	Prof. Mag. Dr. Christoph Hauzenberger, Graz
	Prof. Dr. Volker Höck, Salzburg

Beirat:
Dr. Bernd Moser, Graz
Prof. Dr. Johann Raith, Leoben
Prof. Dr. Ekkehart Tillmanns, Wien
Prof. Dr. Peter Tropper, Innsbruck
Prof. Dr. Martin Dietzel, Graz;
Prof. Dr. Franz Pertlik, Wien
Prof. Dr. Franz Walter, Graz

Mitgliedsbeiträge:

Die Jahreshauptversammlung beschloss, die Höhe der Mitgliedsbeiträge für 2005 mit Euro 30 für ordentliche Mitglieder und Euro 10 für studentische Mitglieder unverändert zu belassen.

6. Schriftwerk

Band 150 und Band 151 der "Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft" wurde im September 2005 den Mitgliedern zugesandt.

7. Ehrungen

Im Rahmen der MinPet 2005 in Schladming wurden Prof. Dr. D. Pushcharovsky / Moskau und Prof. Dr. G. R. Rossman / Pasadena, die Friedrich Becke Medaille verliehen.

8. Mitgliederbewegung

Stand 31.12.2004:	273
Ausgetreten:	9
Ausgeschlossen:	16
Verstorben:	2
Beigetreten:	16
Stand 31.12.2005:	262

Ehrenpräsident:

Prof. Dr. J. Zemann / Wien

Ehrenmitglieder:

Prof. Dr. H. Heritsch / Graz, A,
Prof. Dr. E. Jäger / Meikirch, CH
Prof. Dr. G. Kurat / Wien, A
Dr. G. Niedermayr / Wien, A

Prof. Dr. A. Preisinger / Wien, A
Prof. Dr. E. Schroll / Wien, A
Prof. Dr. H. Strunz / Unterwössen, D
Prof. Dr. J. Zemann / Wien, A

Träger der Friedrich Becke-Medaille:

Prof. Dr. P. Cerny / Winnipeg, CA
Prof. Dr. W. Engelhardt / Tübingen, D
Prof. Dr. D. P. Grigoriew / St. Petersburg, RU
Prof. Dr. H. Jagodzinski / München, D
Prof. Dr. K. Langer / Berlin, D
Prof. Dr. D. Pushcharovsky / Moskau, RU
Prof. Dr. G. R. Rossman / Pasadena, USA
Prof. Dr. W. Schreyer / Bochum, D
Prof. Dr. F. Seifert / Bayreuth, D
Prof. Dr. H. Waenke / Mainz, D
Prof. Dr. H. Wondratschek / Karlsruhe, D

Felix-Machatschki-Preis:

Mag. Dr. R. Abart / Graz, A
Mag. Dr. R. Miletich / Heidelberg, D
Mag. Dr. G. Redhammer / Salzburg, A
Mag. Dr. P. Tropper / Innsbruck, A

Mitglieder auf Lebenszeit:

W. Hollender / Wien, A
Dr. F. Marsch / Wien, A

Schriftentausch:

Belgische Vereniging voor Geologie, Brüssel, B
Bundesanstalt für Geowissenschaften & Rohstoffe, Bibliothek, Hannover, D
Deutsche Bücherei Schroeter, Ref. Auslandserwerbung, Leipzig, D
Exchange & Gifts, U. S. Geological Survey Library, Reston, Virginia, USA
Geologische Bundesanstalt, Bibliothek, Wien, A
Landesmuseum Joanneum, Abt. f. Mineralogie, Graz, A
Mineralogical Society of Finland, Helsinki, SF
Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden, B
Natural History Museum, Dept. of Library and Inf. Services, London, GB
Naturwissenschaftlicher Verein f. Kärnten, Klagenfurt, A
NÖ Landesbibliothek, St. Pölten, A
Österreichische Geologische Gesellschaft, Wien, A
Sächsisches Landesamt für Umwelt & Geologie, Bibliothek, Dresden, D
SMPG, Freiburg, Schweiz, CH
Svenska Mineralogiska Sällskapet, Stockholm, S
Uni. Bibliothek u. Techn. Informationsbibliothek, Hannover, D

Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Della Terra, Bologna, I
Ver. d. Freunde d. Bergbaues in Graubünden, Davos, CH

Der Dank für Spenden ergeht an folgende Mitglieder:

Amthauer, Beran, Dombach, Effenberger, Götzinger, Holnsteiner, Kirchner, Koller, Lenitz, Niedermayr, Tessadri, Tillmanns, Trommsdorff, Zemann

Wien, 21. 2. 2006

V.M.F. Hammer
(Schriftführung)

Autorenhinweise

MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN MINERALOGISCHEN GESELLSCHAFT

Manuskripte müssen in zweifacher Ausfertigung als Laserausdruck/DINA4-Format bei der Redaktion eingereicht werden. Abbildungen (S/W-Strichzeichnungen, Tabellen, Fotos) sind gesondert beizufügen (bitte zur Beachtung: Verkleinerung auf bis 50% berücksichtigen, keine Farben, sondern Signaturen bei Diagrammen verwenden, nur sehr kontrastreiche Fotos verwenden).

Nach dem Review müssen angenommene Manuskripte auf Diskette, CD oder via E-mail (als attachments) übersandt werden. Texte, Abbildungen und Tabellen müssen dabei getrennt gespeichert sein (Texte ausschließlich als WORD.DOC Format, einfache Formatierung (linksbündig/Flattersatz) genügt, bevorzugter Font: Times 12 Punkt, Abbildungen und Tabellen ausschließlich als hochaufgelöste JPG-, EPS-, TIFF- oder PDF-Dateien !!!!).

Manuskripte sollten möglichst nicht länger als zwanzig/dreißig Seiten inklusive Abbildungen umfassen. Abstracts zu Tagungen und Diplomarbeiten/Dissertationen sollten nicht mehr als ein/zwei Seiten umfassen.

Zitierungen von Autoren im Text (Beispiel):

„.....(ALEKSANDROV et al., 1985).....“

Zitierungen von Autoren bei der Literaturzusammenstellung (Beispiel):

ALEKSANDROV, I. V., KRASOV, A. M. & KOCHNOVA, L. N. (1985): The effects of potassium, sodium and fluorine on rock-forming mineral assemblages and the formation of tantaloniobate mineralization in rare-metal granite pegmatites. - *Geochem. Int.*, 22, 85-94.

Abgabetermin für alle eingereichten Arbeiten ist Ende März des jeweiligen Jahres.

Bei eingereichten Arbeiten in den Kategorien Originalarbeiten - Vorträge - Exkursionen werden generell 50 Sonderdrucke kostenlos hergestellt. Andere oder zusätzliche Sonderdrucke von Arbeiten, sowie Abbildungen in Farbe sind explizit zu bestellen und werden in Rechnung gestellt.

Die Zeitschrift erscheint einmal jährlich mit Ausgabe September/Oktober.

Alle Einzelarbeiten in den Kategorien Originalarbeiten - Vorträge - Exkursionen sind ab Band 142 (1997) auch als PDFs veröffentlicht.

ÖMG-Homepage: <http://www.univie.ac.at/Mineralogie/Oemg.htm>

(<http://www.earthsciences.uibk.ac.at>)

Zusendung von Manuskripten an: Friedrich Koller, Institut für Petrologie, Universität Wien, Geozentrum, Althanstraße 14, A-1090 Wien (E-Mail Adresse: Friedrich.Koller@univie.ac.at).

Zusendung von neu angenommen Manuskripten via E-Mail an: Richard.Tessadri@uibk.ac.at