

# Synthetische Studien.

Von

**C. Doelter.**

---

Zur Veröffentlichung der Resultate von zahlreichen Versuchen, welche zum grössten Theil bereits im Jahre 1889 ausgeführt wurden, konnte ich infolge anderweitiger Arbeiten erst jetzt kommen, da ich einige weitere Experimente zur Vervollständigung auszuführen in der Lage war; die hier mitgetheilten Resultate dürften auch in Bezug auf petrogenetische Fragen von Interesse sein, weshalb ich mich zur Mittheilung dieser ersten Versuchsreihe entschloss, welcher eine zweite Veröffentlichung folgen soll. Es sind theils Umschmelzungen oder Umwandlungen der betreffenden Mineralien vorgenommen, theils Synthesen aus den Bestandtheilen der Mineralien ausgeführt worden. Für thätige Mitwirkung an den zuletzt ausgeführten Versuchen statue ich hiermit meinem Assistenten Herrn Dr. J. IPPEN meinen Dank ab.

## **Umschmelzungsproducte der Glimmer.**

Die Glimmer haben wie manche andere Mineralien, z. B. Granat, Vesuvian die Eigenschaft, beim Schmelzen Neubildungen zu geben, welche jedoch von dem ursprünglichen Mineral ganz verschieden sind; die Umschmelzungsproducte sind bei den verschiedenen Glimmerarten sehr verschieden, es ist daher nothwendig, die einzelnen Glimmerarten gesondert zu betrachten.

## Kaliglimmer.

Ein sibirischer Muscovit wurde geschmolzen und durch ca. 24 Stunden langsam gekühlt. Der Schmelzpunkt ist kein sehr hoher.

(Der Versuch wurde wie alle anderen, bei denen das Gegentheil nicht ausdrücklich bemerkt, im Fourquignon-Ofen vorgenommen.)

Die Schmelze ist theilweise glasig, doch sieht man viele Leucite mit oktagonalem Durchschnitt, ferner wurden u. d. M. Durchschnitte eines nephelinartigen Minerals wahrgenommen. Die Leucite zeigen theilweise im polarisirten Lichte Streifensysteme zumeist sehr schön, einige kleinere scheinen isotrop.

## Lithionglimmer.

Lithionit von Rožena ergab bei einem ähnlichen Versuche theilweise deutliche oktagonale Krystalle, welche unzweifelhaft Leucite sind, da sie die senkrechtstehenden Streifensysteme im polarisirten Lichte zeigen wie die natürlichen, auch im convergenten Licht das schwarze Kreuz aufweisen, theilweise ein Product, das Wachstumsformen, wie ich sie bei dem künstlichen Nephelin<sup>1</sup> beobachtete, zeigt.

Ein Lithionit mit Borsäure geschmolzen ergab theilweise Leucit, theilweise Glas.

## Zinnwaldit.

Zinnwaldit von Zinnwald allein geschmolzen ergab an verschiedenen Stellen der Schmelze nicht ganz dasselbe Resultat. Theilweise hat sich ein nephelinartiges, ganz den künstlichen Nephelinen ähnliches Mineral, wie es auch bei der Umschmelzung des Kaliglimmers erhalten wurde, gebildet. An anderen Stellen bildeten sich jedoch grosse schöne Leucite, theilweise doppelbrechend mit den charakteristischen Streifensystemen, theilweise (es sind die kleineren) einfachbrechend. Die Krystalle zeigen auch schönen oktagonalen Durchschnitt. Ausserdem bildete sich auch Glas.

## Magnesiaglimmer.

Bei Meroxen vom Vesuv ergab sich merkwürdigerweise ein ganz verschiedenes Resultat, wie bei den eben genannten

<sup>1</sup> Synthese des Nephelins. Zeitschr. f. Krystallographie 1884.

Glimmern. Hauptproduct der Umschmelzung war ein lebhaft polarisirender monokliner Augit von ca.  $40^{\circ}$  Auslöschungsschiefe der in farblosen Prismen auftritt, sehr wenig Spinelloktaëder, Olivin sehr lebhaft polarisirend, ungemein charakteristisch. Ferner kommen vor tetragonale Durchschnitte, wie sie die künstlichen Skapolithe (Melilith, Meionit, Sarkolith) zeigen, auch einzelne Mikrolithen, die mit Orthoklas Ähnlichkeit haben, wurden beobachtet. Was den Leucit anbelangt, so war es nicht möglich, einen leucitähnlichen Durchschnitt zu entdecken.

Die Schmelze war ganz krystallinisch, Glas fehlt gänzlich. Der angewandte Glimmer hat einen ziemlich hohen Schmelzpunkt, er war wenig eisenhaltig.

Überraschen muss der reichliche Augitgehalt statt vorwiegendem Olivin, dazu ist zu bemerken, dass hier scheinbar die umgekehrte Reaction stattfindet, wie beim Schmelzen von Augit mit Fluorcalcium oder Fluormagnesium (Fluornatrium) im Überschusse, bei welcher Operation aus Augit Biotit gebildet wird. Der Kaligehalt, der nach den vorhandenen Analysen 7—9% betragen haben dürfte, scheint die Anwesenheit des Orthoklases zu erklären, ein grosser Theil desselben dürfte aber in dem Skapolithe stecken.

Klinochlor (von der Mussa-Alpe) ergiebt blassgrüne Spinelle in Oktaëdern, dann schöne Olivine, oft deutlich in Prismen krystallisirt, an den Enden durch das Brachydoma  $2P\infty$  charakterisirt, endlich auch Augit in grossen Prismen mit Auslöschung von ca.  $39^{\circ}$ , Hauptbestandtheil ist jedoch der Olivin. Das Aluminium der Verbindung scheint hauptsächlich in den Spinell eingetreten zu sein, ein kleiner Theil wohl in den Pyroxen.

#### T u r m a l i n.

Turmalin vom Greiner ergab eine Schmelze, welche zahlreiche gerade auslöschende, lebhaft polarisirende Prismen, die als Olivine anzusehen sind, zeigt. Einige dieser Olivine, kurz

---

<sup>1</sup> BÄCKSTRÖM erhielt durch Umschmelzen eines Biotits von Ödegarden Olivin, Glas, wenig Spinell und Leucit. Wahrscheinlich handelte es sich um einen kalireichen Biotit. Bei meinem Versuch scheint das Kali in dem skapolithähnlichen Mineral Aufnahme gefunden zu haben. (Über leucitführende Gesteine der liparischen Inseln. Stockholm 1895.)

prismatisch ausgebildet, zeigen das für den künstlichen Olivin so charakteristische Doma  $2P\infty$ . — Ferner treten auf zahlreiche lichte Spinell-Oktaëder, oft etwas verzerrt. Endlich zeigt sich auch Glasmasse.

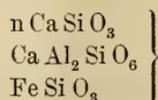
Ein Turmalin vom Zillerthal giebt Olivin, Spinell, neben einzelnen Anorthiten, Glas. Turmalin von Dobrova ergab kein sehr günstiges Resultat. Die erhaltenen Neubildungen sind sehr klein, vorherrschend ist Spinell in bräunlichem Glas, dann etwas Olivin.

Umschmelzung mit Chlorcalcium und Fluornatrium. Mit diesem Gemisch geschmolzen ergab der Turmalin eine Schmelze, welche wieder vorwiegend Olivin in charakteristischen Krystallen ( $\infty P\infty . \infty P\infty . 2P\infty$ ), dann Spinell, Melilith und schwarzes Glas zeigt.

Umschmelzung mit Borax. Ein Theil der Versuche blieb resultatlos, bei einem zeigten sich Krystalle, welche sehr an Turmalin erinnern<sup>1</sup>.

#### Umschmelzung des Axinites.

Axinit ergibt eine Schmelze, welche fast vollkommen krystallinisch ist, vorherrschend ist Kalkaugit mit einer Auslöschungsschiefe von über  $40^{\circ}$  Maximum und deutlicher Spaltbarkeit, ferner ist der Anorthit in kürzeren Krystallen reich vertreten. Die Augite bilden grosse nadelförmige Krystalle und scheinen ihrer Auslöschung nach nicht dem Wollastonit anzugehören, ihre grüngelbliche Farbe lässt auf Eisengehalt schliessen, einige tiefer gefärbte zeigen schwachen Dichroismus, es dürfte daher ein Calcium-Aluminium-Eisenaugit vorliegen, vielleicht von der Zusammensetzung



Ob das Bor in demselben Aufnahme gefunden als Vertreter des Aluminiums, entzieht sich der Bestimmung, da auch etwas Glasmasse vorhanden ist, so könnte es auch in dieser enthalten sein. Doch schwindet das Glas oft gänzlich.

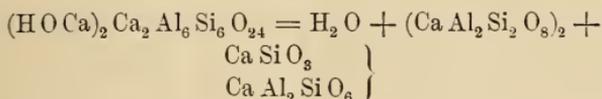
Datolith ergab bei der Umschmelzung Krystalle, welche

<sup>1</sup> s. C. DOELTER, Chemische Mineralogie p. 183.

dem Olivin sehr nahe stehen, ferner Anorthit und ein pyroxen-ähnliches Mineral, dazwischen Glasmasse.

### Epidot.

Umschmelzung. Bereits in meiner chemischen Mineralogie (p. 183) habe ich über das Resultat der Umschmelzung von Epidot berichtet, demnach bildet sich Anorthit und Kalk-Augit.



Die Versuche gelingen mit Epidoten von verschiedenen Fundorten ungleich. Am besten gelang er mit Epidot von Piemont, welcher prächtige Tafeln von Anorthit und daneben Augit ergibt. Das Eisen des Epidots scheint in den Augit eingetreten zu sein.

Von Interesse war bei der Umschmelzung des Epidots von Piemont die Bildung einzelner kleiner Säulen, welche vollkommen mit Epidot übereinstimmten, auch dessen Dichroismus und Spaltbarkeit zeigten und welche möglicherweise Neubildungen von Epidot sein könnten; doch lässt sich dafür ein exacter Beweis nicht führen.

Der schöne Epidot vom Sulzbachthal ergab auffallenderweise kein günstiges Resultat, es hatten sich theilweise Glas, theilweise kleine Anorthit- und Augitkrystalle gebildet.

### Versuche zur Synthese des Epidots.

Ein Versuch, gepulverten Epidot mit Manganchlorür im Chlorwasserstoffstrome zu schmelzen, ergab kein Resultat. Mit Manganchlorür im Luftstrome umgeschmolzener Epidot ergab ebenfalls kein günstiges Resultat. Granat, welcher zu erwarten gewesen wäre, konnte nicht aufgefunden werden. Dagegen haben sich einzelne kleine monokline Prismen gebildet, die trotz ihrer sehr lichten grünlichen Färbung dichroitisch sind und an welchen die Zugehörigkeit zum Epidot nicht unwahrscheinlich ist.

### Versuche mit Fluormetallen.

Ein erster Versuch, bei welchem Epidot von Bourg d'Oisans mit ca.  $\frac{1}{3}$  seines Gewichts Fluornatrium zusammen-

geschmolzen wurde, ergab keinen Epidot. Beobachtet wurden in der Schmelze einige Glimmerblättchen, dann Anorthit in langen polysynthetischen Leisten und ein tetragonales, dem Meionit entsprechendes Mineral. Ausserdem hatte sich das Eisen als Magnetit ausgeschieden.

Epidotpulver wurde mit einem Gemenge von NaF und  $\text{CaF}_2$  geschmolzen. Von den zahlreichen Versuchen, welche mit dieser Mischung ausgeführt wurden, ergab nur ein einziger das gewünschte Resultat. Bei den übrigen bildeten sich zu meist Anorthit und Meionit. Bei dem ersterwähnten Versuche, welcher unter Einleitung von  $\text{H}_2\text{O}$ -Dampf durch Schmelzen von Epidot (Fundort Bourg d'Oisans) mit einer Mischung aus gleichen Mengen NaF und  $\text{CaF}_2$  vorgenommen worden war, wobei das Verhältniss der Epidotmenge zu der der Fluoride 1 : 1, zeigten sich zahlreiche ziemlich grosse Krystalle, welche öfters deutliche Endflächen besitzen; dieselben sind im Gegensatze zu dem angewandten Epidot wenig eisenreich, haben



Fig. 1.

eine sehr lichte Farbe, zeigen aber trotzdem noch merklichen Pleochroismus violet, grün, und sind nach der Orthodiagonale ausgebildet, es zeigen sich sechs Flächen M, T, r (Fig. 1), an den Enden die Pyramidenflächen n. Die Krystallform lässt sich vermittelst der Irisblende sehr gut wahrnehmen. Die Auslöschung ist eine parallele auf jenen Flächen, welche als der Orthodiagonalzone angehörig anzunehmen sind.

Durch mikrochemische Analyse wurden  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und viel  $\text{CaO}$  constatirt, so dass die Wahrscheinlichkeit, dass hier wirklicher Epidot gebildet wurde, eine sehr grosse ist. Charakteristisch ist auch der hohe Brechungsquotient der erzeugten Krystalle. Eine approximative Messung ergab 1,7—1,8. Ganz merkwürdig ist die Verschiedenheit des Resultates bei den ähnlichen Versuchen des Umschmelzens von Epidot mit derselben Mischung, aber mit geringerer Menge der Fluoride; die Temperatur war hier eine höhere gewesen, daher dieselbe Mischung ganz andere Resultate gab. In dem einen Fall

bildeten sich zahlreiche kleine gelbe Granat-Ikositetraëder, daneben Meionit in schönen tetragonalen ziemlich grossen Krystallen. Bei einem weiteren Versuche schieden sich Magnetit- und schwarzgrüne Spinell-Oktaëder aus, ferner Anorthit, Meionit und auch etwas Olivin. Glimmer konnte nicht beobachtet werden.

#### Bildung von Granat aus Zoisit.

Ein Gemenge von Zoisit und Manganchlorür wurde bei lichter Rothgluth unter Einleitung von Wasserdampf geschmolzen; der Zoisit war, wie die Untersuchung ergab, ganz in Mangangranat, von gelbbrauner Farbe umgewandelt, die Krystallform ist die des Ikositetraëders. Es ist das ein Analogon zu den Versuchen von GORGEU<sup>1</sup>, sowie den von mir ausgeführten.

Bei einem weiteren Versuche, bei welchem statt  $MnCl_2$  Chlorcalcium angewandt wurde, hatten sich nur wenige Granat-Ikositetraëder gebildet, dagegen viel Kalkolivin und Anorthit.

Granat er giebt mit überschüssiger Menge von Fluorid Biotit<sup>2</sup>. Dieser wird stets dort gebildet, wo das Verhältniss zum Fluorid 1 : 3 ist. Wird diese Menge verringert, so nimmt die Glimmermenge ab und es bildet sich Anorthit, Meionit, Augit. Ich schiebe die Abnahme der Glimmermenge wesentlich der höheren Temperatur zu, je mehr Fluoride vorhanden sind, je mehr wird der Schmelzpunkt herabgedrückt, da nach der Art der Versuche die Temperatur nur so hoch gesteigert wurde, dass die Schmelze zähflüssig wird, und dann sofort mit der Abkühlung begonnen wurde; je weniger von dem Schmelzmittel zugesetzt wird, um so höher muss der Punkt liegen, welcher zur Erreichung einer zähflüssigen Schmelze nöthig ist.

Ein Grossular von Würgen, Tirol, mit gleicher Menge von  $NaF$  und  $MgF_2$  geschmolzen, ergab wenig Biotit (wenig eisenreich), ferner hauptsächlich Anorthit, Meionit, Olivin und Magnetit.

#### Zur Synthese der Hornblende.

Zur Synthese der Hornblende hatte ich seit ca. 10 Jahren eine Reihe von Versuchen angestellt, welche jedoch entweder

<sup>1</sup> Compt. Rend. 1884. 101.

<sup>2</sup> C. DOELTER, l. c. p. 74.

resultatlos blieben, oder zu anderen Synthesen führten. Über einzelne dieser Versuche habe ich bereits früher berichtet<sup>1</sup>. Nur mit einem Schmelzmittel hatte ich günstige Resultate erzielt und in meiner chemischen Mineralogie<sup>2</sup>, Leipzig 1890, habe ich eine kurze Mittheilung darüber gemacht. Es handelte sich hier um Reproduction der Hornblende auf dem Wege des Schmelzflusses; da die Hornblende nicht nur in älteren Eruptivgesteinen, sondern auch in Laven häufig auftritt, so ist es merkwürdig, dass ihre Synthese auf diesem Wege noch nicht gelungen ist, da immer Augit sich bildete. Ich glaube aus den zahlreichen Versuchen, die ich seinerzeit und jetzt neuerdings angestellt habe, schliessen zu dürfen, dass bei allen Versuchen, die bei höherer Temperatur angestellt wurden, sich Augit<sup>3</sup> bildet, dagegen bei niederer Temperatur: dunkler Rothgluth, 500—700° sich Amphibol bilden kann; die Beigabe der Schmelzmittel hat nur den Zweck, die Schmelztemperatur zu erniedrigen.

Allerdings ist die Schwierigkeit der Darstellung eine ganz ausserordentliche; entweder erhält man andere Mineralien, wie aus den weiteren Ausführungen hervorgeht, oder, wenn man zu niedere Temperatur anwendet, bleibt der Versuch resultatlos, nur mit Borax erhielt ich in zwei Fällen Resultate, welche die Bildung von Amphibol wahrscheinlich machen, ebenso mit Chloriden. Von ca. 50 Versuchen kamen ca. 5 als günstige in Betracht, leider bildet sich nicht ausschliesslich Hornblende, so dass eine quantitative Analyse der fraglichen Krystalle bisher unmöglich war.

1. Eine Reihe von Schmelzmitteln, in welchen Amphibol oder analoge chemische Mischungen umgeschmolzen wurden, ergaben in Bezug auf die Synthese ein negatives Resultat.

Hornblende mit wolframsaurem Kali ergiebt ausser Scheelit auch Orthoklas und Augit. Hornblende mit  $\text{CaF}_2$  und  $\text{NaF}$  ergiebt Olivin, daneben Skapolith, und ein albitähnliches Product, ferner Magnetit.

<sup>1</sup> TSCHERMAK'S Mineralogische Mittheilungen. Jahrg. 1888.

<sup>2</sup> p. 161. Über den Versuch CHRUSTSCHOFF'S zur Synthese der Hornblende auf nassem Wege, siehe dies. Jahrb. 1891. II. 81.

<sup>3</sup> Event. Olivin, Melilith.

Strahlstein mit einer Mischung von gleichen Theilen  $\text{NaF}$ ,  $\text{MgF}_2$  ergab wieder ein pyroxenartiges Mineral.

Eine Mischung von der Zusammensetzung  $2\text{MgSiO}_3$ ,  $\text{FeSiO}_3$ ,  $\text{CaSiO}_3$ , also einem Aktinolith entsprechend, wurde mit  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{NaF}$  im Verhältniss 1 : 5 geschmolzen, es bildete sich wesentlich Olivin.

Hornblende mit Chlornatrium ergab nur Glas, mit vanadinsaurem Natron erhielt ich Glas, Skapolith, Anorthit.

Hornblende mit je 1 Theil Fluornatrium, Fluormagnesium, Chlorcalcium geschmolzen, ergab Magnetit, Olivin, Augit, daneben aber auch faserige, strahlsteinähnliche, hellgelbe, etwas dichroitische Säulen, welche parallel der Längsrichtung spaltbar sind und deren Auslöschung ca.  $18^\circ$  ist, daher möglicherweise Amphibol vorliegen könnte. Ebenso ergab Strahlstein mit Chlorcalcium, Fluorcalcium und Fluornatrium geschmolzen ein Product, welches unter dem Mikroskop prismatische Krystalle ergibt, die an den Endflächen ein unter stumpfem Winkel sich schneidendes Flächenpaar zeigen, parallel den Prismen Spaltbarkeit besitzen, eine Auslöschung von ca.  $10^\circ$  auf den Prismenflächen haben, in anderen Durchschnitten (Klinopinakoid)  $18$ — $20^\circ$  Auslöschung zeigen. Die Zahl der Flächen in der Prismenzone ist sechs.

Von den vielen, sowohl mit Borsäure als mit Borax unternommenen Versuchen gelangen nur diejenigen, bei welchen die Temperatur die der dunkleren Rothgluth war, und bei welchen das Verhältniss des Minerals (oder der entsprechenden chemischen Mischung) 1 : 1 war; bei geringerer Menge von Borax trat eine Schmelzung des Minerals nicht ein, bei grösserer bildete sich ein Borglas mit unscheinbaren Mikrolithen.

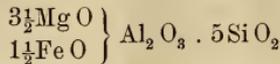
Mit Borsäure gelang nur ein Versuch, bei welchem das Verhältniss der Hornblende zum Schmelzmittel 1 :  $\frac{1}{2}$  war, die Krystalle sind rothbraun wie die Hornblende, sehr stark pleochroitisch, mit Auslöschung von  $16^\circ$ , prismatisch ausgebildet, oft sind es Aggregate von Mikrolithen.

Daneben bildeten sich farblose, stark polarisirende, monokline Krystalle von Calcium-Magnesium-Borat. Ob hier Hornblende vorliegt, lässt sich nicht sicher nachweisen.

2. Hornblende mit Borax im Gewichtsverhältniss 1 : 1 bei dunkler Rothgluth geschmolzen, ergibt in einer glasigen

Masse Krystalle, welche vollkommen mit Hornblende übereinstimmen. Dieselben sind jedoch im Gegensatze zu der angewandten Hornblende (von Černosin) eisenarm, zeigen die gelbe Farbe und erinnern eher an Strahlstein. Sie sind infolge der lichten Farbe nur wenig, aber immerhin deutlich pleochroitisch, löschen unter Winkeln bis  $18^\circ$  aus, polarisiren lebhaft, die Krystallform ist bei Anwendung der Irisblende sehr gut wahrzunehmen. Die Krystalle sind säulenförmig ausgebildet, zeigen die (Fig. 3) abgebildete Form und sind häufig an den Endflächen durch die Flächen (r) P begrenzt. Der Brechungsquotient einzelner Kryställchen ist etwa 1,6 und darüber.

Ganz merkwürdig war das Resultat, als die Mischung



mit Borsäure im Verhältnisse 1 : 3 geschmolzen wurde. Neben Borglas und farblosen Krystallen hatten sich rothbraune Krystalle theils in bunten Leisten, theils in Nadeln ausgeschieden, die ungemein stark pleochroitisch waren und gelbbraune, rothbraune, schwarzbraune Töne zeigten. Sie haben Spaltbarkeiten nach der Längsausdehnung und löschen in einem Winkel von ca.  $12^\circ$  zu dieser aus. Sie sind wenig durchsichtig, so dass die Interferenzfarben schwer zu beobachten sind. Ausser diesen Bildungen waren farblose monokline Krystalle zu beobachten, die mit dem künstlichen Magnesiumborat  $\text{Mg}_2\text{B O}_3$  Ähnlichkeit haben. Die Ähnlichkeit und Übereinstimmung jener Krystalle mit Hornblende ist eine überraschende. Bruchstücke von Hornblende mit Borax zusammengeschmolzen<sup>1</sup> ergaben eine Schmelze, von welcher Schliche Folgendes zeigten: Die Hornblende ist im Innern noch intact, am Rande jedoch umgewandelt, ebenso zeigen sich dort, wo Risse die Hornblende durchsetzen, dieselben Krystalle. Eine Untersuchung dieser Neubildungen zeigt nun eine völlige Übereinstimmung mit den eben beschriebenen Kryställchen, es sind auch hier wieder braune stark dichroitische, schief unter einem Winkel

<sup>1</sup> Bei diesen Versuchen wurde die Temperatur nur bis zur Rothgluth getrieben, die Versuche wurden nicht im Fourquignon-Ofen, sondern nur mit starken dreifachen Bunsen-Brennern ausgeführt.

bis ca.  $18^{\circ}$  auslöschende Prismen, welche sehr viel Ähnlichkeit mit der ursprünglichen Hornblende haben.

Leider konnte bei allen diesen Versuchen mit Boraten ein exacter chemischer Beweis nicht erbracht werden, da die muthmaassliche Hornblende von den anhaftenden Magnesium- und Calciumboraten nicht zu befreien war.

Glaukophan mit  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$  und  $NaCl$  im Verhältnisse 1:2 im Wasserdampfstrom geschmolzen, ergab Prismen, überaus dichroitisch, die Töne sind dunkelbraun, gelb und violettbraun. Die Auslöschung ist hier geringer, nämlich  $2-5^{\circ}$ . Die Spaltbarkeit mit ca.  $124^{\circ}$  nach dem Prisma war sehr gut wahrnehmbar. Die Krystalle sind prismatisch, ohne Endflächen, die Interferenzfarben lebhaft.

Sehr schön war das Resultat als Strahlstein mit Manganchlorür im Salzsäurestrom zusammengeschmolzen

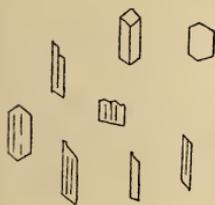


Fig. 2.

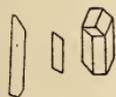


Fig. 3.

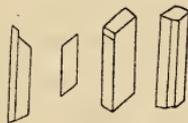


Fig. 4.



Fig. 5.

wurde. Es bildeten sich zahlreiche kleine, sehr lichtgrüne Prismen, infolge der hellen Färbung kaum merklich pleochroitisch, nach dem Prisma spaltbar. Die Krystallform ist das Prisma, auch ein Pinakoid wird hin und wieder beobachtet (es sind theils 4 Flächen, theils 6 in der Prismenzone (Fig. 4) sichtbar), als Endflächen erscheinen mitunter die Basis oder seltener ein Flächenpaar mit stumpfem Winkel wohl (1). Bei Anwendung der Irisblende tritt die Krystallform sehr gut hervor. Einige Krystalle scheinen Contactzwillinge nach dem Orthopinakoid. Die Auslöschung ist auf den Prismenflächen und den pinakoidalen verschieden, Maximum  $20^{\circ}$ . Manche Krystalle zeigen mikrolithischen Aufbau (Fig. 5). Sehr instructiv war ein grösseres Bruchstück der ursprünglichen Hornblende, welche in parallel angeordneten Mikrolithen (den grösseren neugebildeten Prismen ganz ähnlich sind) umgewandelt ist. Diese Mikrolithen zeigen Auslöschung von ca.  $5-18^{\circ}$ .

Nicht an allen Stellen ist die Schmelze gleich, an manchen wurden auch pyroxenähnliche Kryställchen sowie viel Magnetit beobachtet.

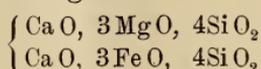
Eisenreicher Strahlstein von Nord-Amerika mit 5facher Menge von Chlorcalcium und Chlormagnesium im Salzsäurestrom geschmolzen ergab Krystalle, welche sich optisch genau einer Hornblende ähnlich verhalten, es sind lange Säulen dichroitisch, mit Auslöschung nach der Verticalaxe im Maximum  $19^{\circ}$  mit prismatischer Spaltbarkeit.

Die qualitative Analyse ergab Si, Ca, Mg, Fe, eine quantitative Analyse soll noch, sobald genügendes Material vorhanden, nachgetragen werden. Ein Theil des Eisens hat sich als Magnetit abgeschieden.

Diese Strahlstein-Krystalle sind von gelbgrüner Farbe, infolge ihres geringen Eisengehaltes nur schwach pleochroitisch, aber immerhin merklich, ziemlich stark brechend.

Sie zeigen die in Fig. 2 abgebildete Form und sind oft an den Enden durch die Flächen  $P_{\infty}$  (1) ausgezeichnet, die Messung des Winkels 1:1 ergab  $148^{\circ}$ . Manche Krystalle zeigen mikrolithischen Aufbau. Die prismatische Spaltbarkeit ist deutlich sichtbar und die Messung ergibt  $124^{\circ}$ . Das Maximum der Auslöschung ist höchstens  $19^{\circ}$ . Die Übereinstimmung mit Strahlstein ist eine so vollkommene, dass ich ursprünglich glaubte, das Mineral sei überhaupt nicht geschmolzen, da jedoch der nächste Versuch ein ganz analoges Resultat ergab und gut ausgebildete Krystalle sich bildeten, so ist letzteres ausgeschlossen.

Ganz dieselben Resultate wurden erzielt, als statt Hornblendepulver die Mischung



angewandt wurde, es ergaben sich amphibolähnliche Krystalle mit Auslöschung von  $20^{\circ}$ , hellgrün, schwach pleochroitisch in Prismen, den eben beschriebenen sehr ähnlich, aber kleiner und oft radial angeordnet.

Als Hornblende mit einem Gemenge von Chlorcalcium und Chlormagnesium zusammengeschmolzen wurde, schied sich sehr

<sup>1</sup> Dagegen hatte ein Gemenge gleicher Theile von Strahlstein und  $\text{Ca Cl}_2$ ,  $\text{Na F}$ ,  $\text{Mg F}_2$  Augit ergeben. DOELTER l. c. p. 72.

viel Magneteisen aus, daneben bildete sich Augit und Krystalle, die an den bei der Umschmelzung des Strahlsteines gebildeten erinnern.

Versuche mit Chlornatrium. Ein früherer Versuch mit Kochsalz war misslungen, ich habe nach Abschluss der Arbeit noch eine Versuchsreihe unternommen<sup>1</sup>:

Es wurden 5 g feinst gepulverter Hornblende von Luckow mit Steinsalz im Verhältniss 1 : 2 bei beginnender Rothgluth erhitzt und allmählich die Temperatur weiter gesteigert. Anfangs gelang es nicht die Hornblende zu schmelzen, es wurden noch 1 g Fluorcalcium,  $\frac{1}{4}$  g Kryolith zugesetzt. Doch war bis ca. 700° keine Schmelzung zu beobachten.

Es wurde nunmehr die Temperatur zur vollen Rothgluth gesteigert. Da jedoch das Platingefäss wegen der grossen Menge des Pulvers sehr tief war, wurde dasselbe in seinen verschiedenen Theilen nicht gleichmässig erhitzt, am Boden war die Temperatur ca. 900° höher, als oben, daher war auch im oberen Theil die Hornblende nicht geschmolzen, am Boden zeigte sich gelbbraunes Glas. In den mittleren Partien war eine Reaction eingetreten, und es liess sich aus der Salzmasse eine Anzahl von Silicaten gewinnen.

Vor Allem zeigte sich die Einwirkung des Fluors in der Umwandlung in der Bildung von gelbbraunen Biotitblättchen von ca.  $\frac{1}{2}$ —1 mm Durchmesser. Da die Quantität der Fluoride hier eine sehr geringe war, nämlich 1,25 g gegen 5 g Hornblende, so zeigt dieser Versuch, dass nicht ein Überschuss von Fluor wirkt, sondern nur die verhältnissmässige niedere Temperatur, bei höherer Temperatur bildet sich trotz Anwesenheit von Fluoriden kein Glimmer mehr. Ausserdem hatten sich aber einige der Hornblende ähnliche, hellgelbe, dichroitische Prismen gebildet, welche unter einem kleinen Winkel gegen die Längsrichtung auslöschen und prismatische Spaltbarkeit zeigen.

Demnach scheint sich Hornblende wohl dann zu bilden, wenn erstens keine hohe Temperatur herrscht, wenn ferner nicht durch Einwirkung von Fluoriden Glimmer und Olivin sich bilden können, diese letztere scheinen existenzfähiger

---

<sup>1</sup> Der Versuch wurde mit einem dreifachen Bunsen-Brenner ausgeführt.

zu sein, so dass in Gegenwart von viel Fluoriden sich keine Hornblende, sondern letztere sich bilden. Es wird eine weitere Aufgabe sein zu constatiren, ob vielleicht auch Augite mit Chloriden oder mit Borax umgeschmolzen in Amphibol sich überführen lassen. Ich hoffe demnächst über diese Versuche berichten zu können.

Jedenfalls ist die Schwierigkeit Hornblende auf dem Wege des Schmelzflusses zu erhalten, eine ausserordentliche, da kaum der zehnte Theil der Versuche gelang, bei den anderen entweder vollständige Aufschliessung eintrat, oder andere Mineralien, Augit und Olivin, sich bildeten.

Ich vermuthe indessen, dass die Synthese der Hornblende mit einem anderen, bisher noch nicht angewandten Schmelzmittel leichter gelingen dürfte, da die Bedingungen der pyrogenen Entstehung des Amphibols keine so seltenen sein können, als bisher aus den Versuchen hervorgeht.

#### Zur Synthese der Skapolithe.

Die Mineralien der Skapolithgruppe bilden sich aus Schmelzflüssen sehr häufig, und man bekommt in vielen Fällen beim Umschmelzen von Gesteinen (mit oder ohne Schmelzmittel) Meionit oder auch melilithartige Bildungen; es scheint, dass Glimmer bei hoher Temperatur nicht nur Leucit, sondern auch Sarkolith, Melilith ergeben kann. Sehr schöne Melilithbildungen erhielt ich, als eine chemische Mischung aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , welche genau der Analyse des Leucitites vom Capo di Bove entsprach, umgeschmolzen wurde.

Bei den Versuchen, über die hier berichtet werden soll, handelte es sich vorwiegend darum, die Hypothesen bezüglich der chemischen Formel des Skapoliths experimentell zu prüfen. Nach RAMMELSBERG<sup>1</sup> sind die Skapolithe Verbindungen von  $\frac{1}{2}\text{SiO}_3 + \frac{1}{4}\text{SiO}_4$ . TSCHERMAK dagegen hält die Skapolithe für Mischungen zweier isomorpher Silicate, das Meionitsilicat  $\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{25}$  und das Marialithsilicat  $2\text{NaCl} + 3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$  oder  $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_{18}\text{O}_{48}\text{Cl}_2$ . Die Umschmelzung des Meionites sowie des Sarkolithes ergibt ein diesen Mineralien ganz

<sup>1</sup> Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft 1883.

analoges tetragonales Mineral. Die Umschmelzung gelingt leicht.

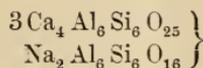
Aus einer Schmelze, welche die Zusammensetzung  $4 \text{Ca O}$ ,  $3 \text{Al}_2 \text{O}_3$ ,  $6 \text{Si O}_2$  ( $\text{Ca}_4 \text{Al}_6 \text{Si}_6 \text{O}_{25}$ ), wie sie das TSCHERMAK'sche Meionitsilicat verlangt, besass, ergab sich ein Product, welches vollkommen krystallinisch war und ausschliesslich aus tetragonalem Meionit besteht; die Krystalle sind gut ausgebildet, einige zeigen deutlich die Form des Prismas mit der zugehörigen tetragonalen Pyramide und die Basis. Die Spaltbarkeit ist parallel dem Prisma.

Die Schmelze  $3(\text{Ca O}, \text{Al}_2 \text{O}_3 + 2 \text{Si O}_2) + \text{Ca O}$  ergab ein den früheren ähnliches Resultat. Auch hier zahlreiche wohl ausgebildete tetragonale Säulen, lebhaft polarisirend mit deutlicher prismatischer Spaltbarkeit; wie bei dem letzten Versuche, so sind auch hier nur Krystalle sichtbar, nirgends Glasbasis.

Ausgezeichnet waren die Resultate, welche ich durch Schmelzen der Mischung  $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$  mit Chlornatrium erhielt; es ergibt sich eine vollkommene krystalline Schmelze aus tetragonalen skapolithähnlichen Mineralien bestehend mit vollkommener prismatischer Spaltbarkeit. Mit der Irisblende tritt die Krystallform, welche mitunter einer Combination des tetragonalen Prismas mit der Deuteropyramide entspricht, deutlich hervor.

Das Marialithsilicat rein darzustellen, gelang nicht, es wurde versucht, die Mischung  $\text{Na}_2 \text{Al}_2 \text{Si}_6 \text{O}_{16}$  mit Chlornatrium zusammenzuschmelzen, es bildeten sich aber nur glasige amorphe Massen.

Die Mischung



ergab ein Schmelzproduct, welches zum grössten Theile ebenfalls krystallinisch ist, aber nicht aus deutlichen Krystallen besteht, wie das Meionitsilicat, sondern meist Krystallskelette zeigt; einzelne tetragonale meionitähnliche Krystalle sind auch hier sichtbar.

Demnach gelingt es, sowohl aus Schmelzen  $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8 + \text{Na Cl}$  als auch solchen, welche noch überschüssige  $\text{Ca O}$  erhalten, also aus  $\text{Ca}_4 \text{Al}_6 \text{Si}_6 \text{O}_{25}$  eine vollkommen krystallinische,

aus ausschliesslich tetragonalen Meionitkrystallen ohne Spur eines anderen Minerals oder einer glasigen Substanz. Dagegen war die Synthese des Marialithsilicates nicht möglich.

Wenn auch die Versuche nicht entscheidend waren, da sowohl aus  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  als auch aus der TSCHERMAK'schen Mischung eine vollkommen krystallinische Schmelze aus Meionitkrystallen erzeugt wurde, so sprechen sie doch eher gegen die RAMMELSBURG'sche Auffassung, denn wenn diese richtig gewesen wäre, so hätte man die Ausscheidung von Kalkolivin  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  zu erwarten gehabt, um so mehr, als ja der Olivin aus Schmelzen sich leicht bildet, wie dies bei der Umschmelzung vieler Silicate der Fall ist.

#### Zur Synthese des Akmits.

Bereits im Jahre 1887 habe ich Versuche zur Synthese des Akmits ausgeführt. Die Umschmelzung des Akmits gelang nicht, nur bei einem Versuch ist ein akmitähnliches Mineral (mit  $11^\circ$  Auslöschungsschiefe)<sup>1</sup> entstanden, als  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$  geschmolzen wurde. Dagegen habe ich damals Mischungen des Akmitsilicats mit Diopsidsilicat synthetisch dargestellt, es ergab sich ein Natronaugit, der aber bezüglich der Auslöschung sich mehr den gewöhnlichen monoklinen Pyroxenen nähert.

Ein später angestellter Versuch hatte jedoch ein auffallend günstiges Resultat ergeben. Bei der Umschmelzung von  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ , welcher zur langsamen Erstarrung gebracht worden war, ergaben sich in einem braunen Glase Ausscheidungen von Magnetit und Eisenglanz, letzterer in hexagonalen Tafeln; an der Oberfläche jedoch, welche einer langsamen Erstarrung ausgesetzt worden war, zeigten sich schöne kleine Krystalle, Prismen mit spitzen Pyramiden, prisma-tischer Spaltbarkeit und der Akmit-Auslöschung von ca.  $6-8^\circ$ . Sehr merkwürdig ist hierbei, dass die Krystalle, zumeist die am natürlichen Akmit vorkommenden, spitze Pyramiden zeigen<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> C. DOELTER, Zur Synthese des Pyroxen. Dies. Jahrb. 1884.

<sup>2</sup> Inzwischen hat BÄCKSTRÖM aus derselben Mischung Ägirinkrystalle erhalten mit fast paralleler Auslöschung. Die spitze Endigung der Krystalle ist jedoch nicht erwähnt. Zeitschr. f. Krystallographie 1895. p. 313.

Die Umschmelzung des Glaukophans (St. Marcel) ergab sehr viel Magnetit, dann ein pyroxenartiges, ziemlich lebhaft polarisirendes Product mit geringer Auslöschung, welches vielleicht einem Natronaugit entsprechen könnte, ausserdem noch vereinzelte Albitleisten.

#### Wechselseitige Entstehung von Glimmer, Nephelin, Leucit und Feldspäthen aus chemischen Mischungen.

Bei meinen Versuchen über Glimmerbildung aus chemischen Mischungen waren mehrere in Bezug auf dessen Zweck resultatlos geblieben, die Revision dieser Schmelzen, sowie einige neue Versuche in dieser Hinsicht ergaben aber interessante Ergebnisse in Bezug auf den Generationswechsel oben genannter Mineralien. Es zeigt sich, dass die Mischung  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $2\text{SiO}_2$  mit Fluoriden die verschiedensten Mineralien giebt, welche aber auch häufig gleichzeitig entstehen<sup>1</sup>.

1. Das Gemenge  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  durch Mischung von ein Theil Thonerde, zwei Theilen Kieselsäure erhalten, wurde mit Fluornatrium bei Weissgluth geschmolzen. Es ergaben sich schöne grosse Leucitkrystalle, doppelbrechend mit den Streifungslinien und oktagonalem Durchschnitt. Daneben bildeten sich wieder jene nephelinähnlichen Producte (vergl. S. 2). Zwischen Leucit (hier jedenfalls ein Natronleucit) und Nephelin müssen wohl Beziehungen existiren, wie dies auch meine älteren Versuche über Nephelindarstellung beweisen<sup>2</sup>. Endlich sind aber noch einige Leisten u. d. M. zu beobachten, die die Interferenzfarben und die Auslöschung des Albits zeigen und häufig aus mehreren Zwillingindividuen bestehen.

2. Eine Mischung  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  mit KF und sehr wenig  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  ergab keinen Glimmer, wohl aber ein nephelinartiges Mineral (S. 2), welches hexagonal ist, die Polarisationsfarben zeigt und ganz das Bild giebt, wie sie die von mir erzeugten künstlichen Nepheline zeigten. Das Mineral, welches in HCl löslich ist, entspräche einem Kalinephelin. Dagegen bildet sich, wie ich seiner Zeit gezeigt habe, bei Überschuss von Fluormetallen Glimmer.

<sup>1</sup> Bei dieser Versuchsreihe musste zum Schmelzen der Gemenge bis zur hellen Rothgluth oder Weissgluth erhitzt werden.

<sup>2</sup> Zeitschr. f. Krystallographie 1884.

3. Eine Mischung von je einem Theile  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$  und  $2SiO_2$  mit Fluornatrium, im Verhältniss  $K_2Al_2Si_2O_8 : NaF$  wie 1 : 1, ergab eine Schmelze, in welcher u. d. M. vor Allem grössere Krystalle, dem hexagonalen Systeme angehörig zu beobachten sind, welche auch die Interferenzfarben des Nephelins zeigen und in  $HCl$  löslich sind. Ferner treten feldspathähnliche Leisten auf, der Auslöschung nach Albit. Glimmer war nicht zu beobachten. Aus einem anderen Theil der Schmelze wurden Krystalle beobachtet, welche lebhaft polarisiren und tetragonal sind, also wohl dem Marialith entsprechen dürften. Nephelin fehlt in diesem Theil der Schmelze.

4. Die Mischung aus  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $2SiO_2$  wurde mit  $KF$  und  $NaF$  zusammengeschmolzen, die Resultate zweier Versuche waren nicht ganz übereinstimmend. Bei dem ersten hatte sich an manchen Stellen Glimmer an der Oberfläche gebildet, die Hauptmasse besteht jedoch aus Nephelin, von welchem deutliche einaxige hexagonale Durchschnitte, sowie rechteckige gerade auslöschende beobachtet wurden, die auch die charakteristischen Interferenzfarben der gesteinsbildenden Nepheline zeigen und in Salzsäure löslich sind. Das deutet wohl mit Sicherheit auf Nephelin.

Bei einem anderen Versuche mit derselben Mischung ergab sich vor Allem an manchen Stellen unzweifelhafter Leucit mit oktagonalen Durchschnitten. Die Krystalle sind ziemlich gross und zeigen die charakteristischen Streifensysteme im polarisirten Lichte. Daneben kommen ausser gelblichem Glase rechteckige Durchschnitte eines tetragonalen Minerals vor mit dem Aussehen der künstlichen Skapolithe; dass das Mineral tetragonal ist, geht auch aus den Querschnitten hervor, welche tetragonal und isotrop sind. Es dürfte demnach ein marialithähnliches Silicat vorliegen.

An der Oberfläche der Schmelze war das Resultat ein anderes: es erschienen dort Glimmerkrystalle, Glas und hexagonal-längliche Durchschnitte eines feldspathähnlichen Minerals, der Auslöschung nach dem Albit verwandt.

5. Die Mischung  $K_2Al_2Si_2O_8$  mit  $KF$  und  $K_2SiF_6$  geschmolzen ergibt, wie ich seiner Zeit gezeigt habe, Muscovit, falls die Schmelzmittel im Überschuss sich befinden. Bei einem Versuche, bei welchem das Verhältniss jener Substanzen wie

10 : 1 :  $\frac{1}{2}$  war, musste die Temperatur zur Weissgluth getrieben werden, um den Schmelzpunkt zu erreichen. In diesem Falle konnte sich daher Glimmer nicht bilden. Die Untersuchung der Schmelze u. d. M. ergab das Vorhandensein von Leucit in oktogonalen Durchschnitten mit deutlicher Streifung; die Leucite liegen in gelblichem Glase; an anderen Stellen fehlt der Leucit und hier tritt ein Kalifeldspath theils in einfachen Krystallen, theils in polysynthetischen Zwillingkrystallen auf; derselbe ist der Auslöschung nach Mikroklin. Es scheint also hier eine Differenzirung des Magmas in Leucit und Kalifeldspath eingetreten zu sein.

### Resultate.

Fassen wir die Resultate dieser und früherer Versuche zusammen, so ergibt sich, dass durch den Einfluss der Fluoride, Chloride und durch den Einfluss verschiedener Temperaturen bei Entstehung des betreffenden Minerals eine bestimmte Mischung die verschiedensten Resultate ergeben kann. Im Allgemeinen scheinen die Orthosilicate die constantesten Verbindungen zu sein, welche nur seltener einer Umwandlung in Metasilicate zugänglich sind, dagegen wandeln sich letztere leicht in Orthosilicate um. Metasilicate wie Leucit, Orthosilicate wie Nephelin werden nur unter Einfluss von  $2K F$ ,  $Si F_4$  in saure Silicate (Feldspath) umgewandelt.

Ein sehr constantes Mineral scheint der Skapolith zu sein. Die untersuchten Varietäten Marialith, Meionit und Melilith ergeben bei Umschmelzung wieder die ursprünglichen Producte, und die Bildung von Anorthit ist ziemlich selten. Da jedoch in der Natur jene Mineralien verhältnissmässig selten sind, so zeigt dies, dass wahrscheinlich trockene Schmelzen (nämlich ohne Zugabe von Schmelzmitteln) doch in der Natur nicht häufig sind. Da der Anorthit sonst häufiger ist als Meionit, so ist zu vermuthen, dass die Temperatur der Anorthitlaven keine so hohe ist, wie bei den Versuchen. Übrigens dürften Meionit und Marialith mit Fluoralkalien und Fluormagnesium im Überschuss wahrscheinlich Glimmer ergeben.

Weitere sehr widerstandsfähige Mineralien scheinen Olivin und Orthoklas zu sein, insbesondere aber ersterer. Bei allen Umschmelzungen, sei es mit Chloriden oder Fluoriden, wurde

wieder Olivin erzeugt. Olivinpulver in einem Nephelinit geschmolzen schied sich in Krystallen wieder aus. Orthoklas lässt sich durch einfaches Umschmelzen jedoch nicht erhalten, man kann nur Glas bekommen<sup>1</sup>.

Hornblende mit Fluoriden im Überschuss erzeugt Biotit.

— mit geringeren Mengen von Fluoriden giebt Olivin.

— mit wolframsauren Alkalien giebt Augit, Orthoklas.

— mit vanadinsaurem Natron bildet Glas, Melilith, Anorthit.

— mit Fluorcalcium und Fluornatrium ergiebt Olivin, daneben Skapolith, sowie albitähnliche Producte.

— allein geschmolzen giebt Augit (und Magnetit).

— -Borax giebt eventuell wieder hornblendeähnliche Producte.

Strahlstein mit Fluoriden giebt Pyroxen, und bei grösserer Menge letzterer Olivin.

— mit Chlorcalcium, Chlormagnesium giebt wieder strahlsteinähnliche Producte.

— mit Manganchlorür giebt ebenfalls Strahlstein.

Kaliglimmer umgeschmolzen erzeugt Leucit.

— mit geringeren Mengen von Fluormetallen giebt Skapolith und Nephelin event. Leucit.

— mit Überschuss von Fluoriden giebt wieder Glimmer.

— mit Borsäure erzeugt Leucit.

Magnesiaglimmer umgeschmolzen giebt Augit, Olivin, Spinell, Skapolith.

Augit umgeschmolzen giebt Augit.

— mit Fluoriden erzeugt Olivin und Meionit, bei grossem Überschuss von Fluormetallen auch Biotit.

Diopsid mit Fluormagnesium erzeugt Olivin, mit geringen Mengen desselben wieder Pyroxen.

Orthoklas giebt sowohl mit Chloriden, Fluoriden, Wolframiaten wieder Orthoklas.

Leucit umgeschmolzen giebt Leucit.

— mit Wolframiaten giebt Leucit.

— mit Überschuss von Fluormagnesium erzeugt Biotit.

— mit Kali- resp. Natronfluoriden erzeugt Leucit eventuell Glimmer.

<sup>1</sup> Ich erwähne hier noch eines Versuches, bei welchem Orthoklas mit K F und Na F zusammenschmolzen wurde. Dies Schmelzproduct zeigte neben Glas Orthoklaskrystalle, aber weder Leucit noch Glimmer oder Skapolith.

Leucit und Nephelin wandeln sich mit  $\text{SiF}_4$  oder  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  theilweise in Orthoklas resp. Natronfeldspath um, bei Überschuss letzterer Verbindungen ergeben sie Glimmer.

Epidot (Zoisit) und Granat unterliegen durch den Schmelzprocess der Umwandlung in Anorthit, Kalkaugit resp. Kalkolivin. Der Anorthit kann durch Meionit ersetzt werden.

Epidot, Zoisit geben mit Chlorcalcium resp. Manganchlorür. Granat, letzterer ergibt mit diesen Verbindungen wieder Granat.

Ebenso wie die Mineralien verhalten sich Mischungen, welche der Zusammensetzung des Pyroxens, der Hornblende, des Leucits, des Nephelins etc. entsprechen.

Ein Gemenge von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3\text{SiO}_2$  ergibt mit Überschuss von Chlormetallen Granat, daneben Pyroxen und Olivin<sup>1</sup>, mit Überschuss von Fluoriden Glimmer.

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $2\text{SiO}_2$  giebt mit Alkalifluoriden im Überschuss Glimmer, sonst Nephelin, Leucit, nebenbei auch Albit, Mikroklin, Skapolith.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  giebt mit Überschuss von Fluoriden, insbesondere mit  $\text{SiF}_4$  Glimmer, mit wenig Fluorid kann sich auch Nephelin bilden.

Die Ursache, warum sich bald Glimmer, bald Hornblende, bald Olivin bildet, resp. warum sich bald Leucit, bald Kaliglimmer etc. bildet, ist aber nicht nur in einer chemischen Einwirkung, sondern theilweise in der verschiedenen Entstehungstemperatur zu suchen. Bei sehr hoher Temperatur können weder Hornblende noch Glimmer sich bilden, ebenso wenig wie Granat, Albit und Orthoklas, dann entstehen Olivin, Leucit, Augit, Skapolith, Nephelin.

#### Petrogenetische Folgerungen.

Die vorliegenden Versuche dürften auch eine Anwendung in der Petrographie resp. in der Frage der Genesis der Gesteine haben. Die mineralogische Zusammensetzung eines Gesteines hängt nicht von dem chemischen Zusammenhang des ursprünglichen Magmas allein ab; die oft kleinen Mengen von Fluor- resp. Chloralkalien, Phosphaten (deren Reste wir im Apatit der Eruptivgesteine wiederfinden), Boraten (Turmalin),

<sup>1</sup> GORGEU 1884. Compt. Rend. 101.

Wolframiaten (die wahrscheinlich bei granitischen Gesteinen eine grosse Rolle spielten und deren Überreste wir im accessori-schen Scheelit haben) etc., haben einen grossen Einfluss auf die Mineralausscheidungen gehabt, auf welche leider zu wenig Gewicht gelegt wird.

Einen weiteren wichtigen Einfluss hat die Temperatur. Ein und dasselbe Magma bei verschiedenen Temperaturen erstarrt, giebt oft sehr verschiedene Dinge, die Schmelzmittel haben in vielen Fällen nur die Wirkung von temperaturerniedrigenden Mitteln. Verhältnissmässig kleine Mengen eines den Schmelzpunkt niederdrückenden Bestandtheiles im Magma, z. B. Natron, Eisen, können eine Verschiedenheit herbeiführen. In dieser Hinsicht zeigen meine früher veröffentlichten Versuche<sup>1</sup>, welche nunmehr von Herrn stud. SCHMUTZ fortgesetzt wurden<sup>2</sup>, dass die Umschmelzung von natürlichen Gesteinen sehr verschiedene Resultate ergiebt, was, abgesehen von jenen Fällen, wo die Beigabe von Schmelzmitteln einen Einfluss ausübt, hauptsächlich der Temperatur zuzuschreiben ist. Die Umschmelzung von Leucitit liefert, wenn die Schmelze sehr lange auf dem Schmelzpunkte erhalten wird, Leucit, bei rascher Abkühlung der mehr dünnflüssigen Schmelze Feldspath, während eine chemische Mischung von genau der Zusammensetzung des Leucitits hauptsächlich Melilith neben Plagioklas lieferte.

Vor ganz kurzer Zeit hat HELGE BÄCKSTRÖM (l. c.<sup>1</sup>) eine Ansicht ausgesprochen, welche mir für viele Fälle sehr richtig erscheint. Ausgehend von den Leucitgesteinen der Insel Vulcano, glaubt er, dass im Anfange der Gesteinsbildung, wo die Fluoride noch in grösserer Menge vorhanden waren, Biotit, später Leucit sich bildete. Dass zwischen Biotit und Leucitbildung ein, wenn auch nicht so directer Zusammenhang besteht (denn das Kalium wird ja zumeist durch Magnesium vertreten), scheint in manchen Fällen richtig; ein sehr gutes Beispiel ist auch der von mir 1878 beschriebene Leucitbasalt vom Ghizo in Sardinien, welcher grosse Glimmerkrystalle, in seiner Grundmasse aber zahlreiche kleine Leucite zeigt.

<sup>1</sup> Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft 1883.

<sup>2</sup> Vorläufige Mittheilung in dies. Jahrb. 1896. II.

Insbesondere scheint ein Gemenge von Biotit mit Kalifeldspath im Stande zu sein, Leucit und Olivin zu liefern, wie ein älterer Versuch von FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY<sup>1</sup> beweist. Aber auch andere Vertretungen von Mineralien sind, wie aus den früher vorgeführten Versuchen hervorgeht, möglich. Der Orthoklas kann ebenfalls durch Leucit vertreten werden.

Nephelin und Leucit dürften in den „älteren“ oder Tiefengesteinen durch Glimmer und Feldspath vertreten sein, was auf eine grössere Menge von Fluoriden in jenen Magmen hindeuten würde.

Leucit und Nephelin scheinen sich in jüngeren Eruptivgesteinen leicht vertreten zu können, was sowohl die Versuche bei Gegenwart von Fluoralkalien, als auch die Beobachtung jener Laven zeigen, welche Leucit und Nephelin zusammen zeigen. Die Thatsache, dass es wohl ältere Gesteine giebt, welche Nephelin, aber fast keine, welche Leucit aufweisen, dürfte vielleicht darauf hinführen sein, dass zur Bildung von Nephelin statt Leucit Fluoride nothwendig sind, diese waren in jenen Gesteinen, wie auch der Glimmerreichthum zeigt, vielleicht in grösseren Mengen vorhanden, als bei den jetzigen Laven.

Es wäre nur die Frage noch aufzuwerfen, ob unsere Versuche eine Anwendung auf die Vorkommnisse im vulcanischen Herde finden können. Diese Frage möchte ich jedenfalls bejahen. Die Existenz von Fluoriden, Chloriden, Boraten, Phosphaten in demselben ist wohl unzweifelhaft<sup>2</sup>. Allerdings müssen zur Erzielung von guten Resultaten bei den Experimentalversuchen grössere Mengen von angewandten Schmelzmitteln einwirken, dies ist aber wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass die Zeitdauer unserer Versuche eine sehr beschränkte ist, während die Bildungsperiode der vulcanischen Mineralien eine verhältnissmässig lang andauernde war. Wenn auf ein entsprechendes Gemenge, z. B. von  $Al_2O_3$  und  $SiO_2$ , durch längere Zeit kleine Mengen von  $CaF_2$  oder von Chloriden, Boraten etc. einwirken, so wird der Effect derselbe sein, wie der mit grösseren Mengen während kurzer Zeitdauer.

<sup>1</sup> Synthèse des minéraux et roches.

<sup>2</sup> C. W. C. FUCHS. TSCHERMAK'S Mineral. Mittheilungen 1873. p. 78 u. ff.  
A. SCACCHI, La regione fluorifera della Campania. R. Accad. di Napoli 1885.

Es lässt sich übrigens nicht genau abwägen, welchen Einfluss die verschiedene Temperatur bei der Erstarrung, welchen Einfluss die chemische Wirkung der Schmelzmittel besitzt. In einzelnen Fällen ist dies jedoch möglich. Borate, Chloride scheinen nur durch die Herabsetzung der Erstarrungstemperatur zu wirken, vielleicht ebenso die Wolframate, während die Fluoride bei der Glimmerbildung jedenfalls eine chemische Wirkung ausüben, ebenso bei der Umbildung des Pyroxens, der Hornblende in Olivin.

Vielleicht war der Ausspruch von JUSTUS ROTH<sup>1</sup>: „Feuerflüssige Massen von gleicher oder sehr nahe gleicher Zusammensetzung können in verschiedene Mineralien zerfallen,“ in dem Sinne gemeint, dass er auf ähnliche Vorgänge, wie die hier experimentell geprüften, anspielte. Mit der Liqueation von Durocher scheint diese Differenzirung jedoch in keinem Zusammenhange zu stehen, wie schon ROSENBUSCH<sup>2</sup> ausführte, aber Manches, was unter Differenzirung fällt, wird durch die Versuche mit dem Magma  $Al_2Si_2O_7$  und Fluorverbindungen erklärlich werden.

Daher scheint mir obiger Ausspruch von ROTH nicht ohne Berechtigung; meine Versuche und die von den Herren K. BAUER und SCHMUTZ ausgeführten sprechen dafür, dass in ein und demselben Magma verschiedene Mineralien zur Ausscheidung gelangen können, daher bis zu einer gewissen Grenze Generationswechsel von Glimmer und Leucit, Nephelin und Natronfeldspath, natürlich Amphibol und Augit, dann auch von Glimmer und Augit, theilweise auch von Leucit und Nephelin, Leucit und Orthoklas stattfinden können. Selbstverständlich kann aber obiger Satz nicht zu sehr generalisirt werden, wie eben der Vergleich der chemischen Zusammensetzung und der mineralogischen ergibt. Wenn wir jedoch das ursprüngliche im vulcanischen Herde vorhandene Magma betrachten, so hat jener Satz wohl viel mehr Berechtigung, da die Einwirkung von verschiedenen Mengen von Fluoriden resp. Chloriden eine andere mineralogische Zusammensetzung bewirkt.

Es spielt also neben dem ursprünglichen Magma die Durch-

<sup>1</sup> Gesteinsanalysen. Berlin 1861.

<sup>2</sup> Über die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine. TSCHERMAK'S Mineral. Mitth. 1890.

tränkung mit Wasser, welches Chloride, Fluoride, Borate etc. enthält, eine grosse Rolle, und je nach dem Verhältniss des Magmas zu dem dasselbe durchtränkenden Wasser werden Olivin-Augit, Glimmer-Leucit, Orthoklas-Leucit, Hornblende-Augit, Glimmer-Augit sich bilden. Wenig berührt von dieser Einwirkung bleibt der Kieselsäuregehalt, welcher in erster Linie maassgebend zu sein scheint.

Es kann allerdings der Kieselsäuregehalt des Magmas durch Einwirkung grösserer oder geringerer Mengen von Chlor- oder Magnesiumverbindungen einerseits, Kali- und Natronsalzen andererseits verändert werden, aber doch nur in beschränkterem Maasse. Die Versuche bestätigen eben die Ansicht, dass namentlich auf das Verhältniss der Kieselsäure zu der Thonerde viel Gewicht zu legen ist, man wird bei Vergleich der Magmen auf das Verhältniss  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$  grosses Gewicht legen müssen, mehr vielleicht als auf das der Alkalien untereinander oder dieser zur Kieselsäure<sup>1</sup>.

Ein Magma von der Zusammensetzung  $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$  wird mit den Schmelzmitteln entweder Granat oder Anorthit, Olivin, Augit geben.

Das Magma  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  wird bald Glimmer, bald Leucit, Nephelin, Meionit, Feldspath erzeugen.

Ein Magma  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  giebt Kali- und Natronfeldspäthe, eine Umwandlung in Leucit, Nephelin, Glimmer ist nur durch eine Abspaltung in letztere und Kieselsäure (Quarz, Tridymit) oder durch Eintritt derselben in saures Glas möglich. Darüber fehlen bisher die experimentellen Belege<sup>1</sup>.

Erwähnen möchte ich noch, dass ich zur Prüfung der Hypothese LAGORIO'S von der Wichtigkeit des kieselsauren Natrons in Bezug auf seine Eigenschaft als eine Art von Schmelzmittel anderer Mineralien auch diesbezügliche Versuche gemacht habe, auf welche ich später zurückkommen werde, diese Versuche ergaben aber kein dieser Theorie günstiges Resultat.

Die Versuche, welche zur Reproduction der Eruptivgesteine durch einfaches Zusammenschmelzen von Mineralien

<sup>1</sup> Was im Gegensatz zu mir z. B. LAGORIO annimmt. Mineral. Mitth. 1887.

ausgeführt wurden, können meiner Ansicht nach nicht ganz zur Beurtheilung der wirklichen Verhältnisse im vulcanischen Herde herangezogen werden; diese „trockenen“ Schmelzen geben wegen Mangels des die Lava durchtränkenden, salzartige Verbindungen gelöst enthaltenden Wassers auch zu meist andere Producte als die natürlichen Laven, mit Ausnahme der einfachsten Fälle, wie Leucitit, Pyroxen-anorthit-Gestein etc.

Auch bezüglich der Schlacken, über welche J. H. L. VOGT sehr interessante Untersuchungen angestellt hat, möchte ich die Beobachtungen an diesen Schmelzmassen nicht unbedingt auf die Gesteine übertragen, bei diesen scheinen mir die physikalischen Bedingungen von weit mehr Einfluss als bei Schlacken.

Die Ausscheidung von Meionit und Melilith einerseits, Anorthit andererseits, dürfte vielleicht hauptsächlich von Temperaturunterschieden bedingt sein.

Bei Schmelzen ohne Zusatz von Schmelzmittel oder Wasser kann nur eine sehr beschränkte Differenzirung resp. Generationswechsel stattfinden, und hier treten nur Vertretungen von Anorthit und Meionit, Hornblende und Augit, Olivin und Melilith auf.

Das Auftreten von Glimmer statt oder neben Nephelin und Leucit, von Nephelin statt oder neben Leucit, von diesem statt Feldspäthen erklärt sich durch die Versuche, welche p. 14 angeführt wurden. Ein Magma, wie z. B. die Verbindung  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ , kann mit verschiedenen Mengen von Fluoriden bei verschiedenen Temperaturen sehr verschiedene Mineralien ausscheiden.

Mineral. Institut der Universität Graz. Mitte Juli 1896.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [1897](#)

Autor(en)/Author(s): Doelter Cornelius

Artikel/Article: [Synthetische Studien 1-26](#)