

Über Eutektstruktur bei Silikatschmelzen.

Von

Max Hauke.

Mit Taf. XIV.

Anschließend an die Versuche M. VUČNIK's¹ machte ich auf Anregung Prof. Dr. DOELTER's Versuche mit eutektischen Mischungen, deren Komponenten nach den Angaben J. H. L. VOGT's² berechnet und aus chemisch reinen Bestandteilen dargestellt wurden. Auf den theoretischen Teil über das Eutektikum will ich hier nicht näher eingehen, verweise nur auf die grundlegende Arbeit von VOGT³, ferner auf Prof. DOELTER's „Physikalisch-chemische Mineralogie und Petrogenese“⁴, weiter auf die Arbeiten von VUČNIK und FREIS⁵. J. H. L. VOGT berechnet die Komponenten der eutektischen Mischung nach der Formel:

$$x_a = \frac{\left[\frac{0,02 \cdot T_b^2 \cdot [100 + n_a (1 + \alpha_a)]}{R_b \cdot n_a (1 + \alpha_a)} \right] - (T_b - T_a)}{0,02 \frac{T_b^2}{R_b} \cdot \frac{100 + n_a (1 + \alpha_a)}{n_a (1 + \alpha_a)} + 0,02 \frac{T_a^2}{R_a} \cdot \frac{100 + n_b (1 + \alpha_b)}{n_b (1 + \alpha_b)}}$$

In dieser Formel bedeuten:

T_a und T_b die absoluten Schmelzpunkte der Komponenten,

R_a und R_b die latenten Schmelzwärmen in Grammkalorien,

n_a und n_b die Molekulargewichte,

α_a und α_b die Dissoziationsgrade der Komponenten a und b.

Mit a wird die Komponente mit dem niedrigeren Schmelzpunkt bezeichnet.

¹ Centrallbl. f. Min. etc. Jahrg. 1906. No. 5. p. 149 ff.

² Die Silikatschmelzlösungen. II. p. 128 ff. Christiania 1904.

³ Die Silikatschmelzlösungen. II.

⁴ Die Silikatschmelzen. III. Mitteilung.

⁵ Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIII.

Da nun die Dissoziationsgrade ganz unbekannt¹, die latenten Schmelzwärmen nur sehr ungenau bestimmt sind, weiter bei stark viskosen Silikatschmelzen es schwer ist, den Schmelzpunkt mit großer Genauigkeit zu bestimmen, können die Resultate meist auf Sicherheit und Richtigkeit keinen großen Anspruch erheben und werden deshalb nur als angenäherte zu betrachten sein. Nach diesen Ausführungen vereinfacht sich die Formel, wenn α_a und α_b vernachlässigt werden², wie folgt:

$$x_a = \frac{\left(\frac{0,02 T_b^2}{R_b} \cdot \frac{100 + n_a}{n_a} \right) - (T_b - T_a)}{\frac{0,02 T_b^2}{R_b} \cdot \frac{100 + n_a}{n_a} + 0,02 \frac{T_a^2}{R_a} \cdot \frac{100 + n_b}{n_b}}$$

Nach dieser Formel wurden nun von M. VUČNIK³ für einzelne Mischungen die Komponenten berechnet, welche Berechnungen folgende Resultate ergaben: Anorthit-Olivin ergab 2 : 1, Labrador-Olivin 67 : 33. Ich führte nun selbst für Labrador-Diopsid die Berechnung aus und erhielt das Verhältnis 57 : 43. Die Werte der in die Rechnung eintretenden Faktoren nahm ich nach den Angaben Prof. DOELTER's sowohl hier als in den folgenden Berechnungen an, und waren diese für Labrador-Diopsid folgende:

Labrador . . .	$T_a = 1280^\circ$,	$R_a = 100$,	$n_a = 272$
Diopsid	$T_b = 1330^\circ$,	$R_b = 102$,	$n_b = 216$.

Für Oligoklas-Enstatit fanden DOELTER und M. SCHMIDT als Mischung mit dem niedrigsten Schmelzpunkt 70 : 30, während meine Berechnung 74 : 26 ergab, also eine in Anbetracht der Ungenauigkeit der angenommenen Werte gute Übereinstimmung. Die Werte waren:

Oligoklas . . .	$T_a = 1250^\circ$,	$R_a = 100$,	$n_a = 267$
Enstatit	$T_b = 1521^\circ$,	$R_b = 125$,	$n_b = 100$.

Für Nephelin-Diopsid erhielt FREIS⁴ die Verhältniszahlen 30 : 70, während meine Berechnung 44 : 56 ergab. Man sieht daraus, daß wohl häufig die Berechnung mit den auf experimentellem

¹ Seither wurden von C. DOELTER (Dissoziation der Silikatschmelzen. Sitz.-Ber. Wiener Akad. 1907 u. 1908) der Dissoziationsgrad mehrerer natürlicher Silikate bestimmt, zur Zeit der Abfassung dieser Abhandlung waren nur die Daten nicht bekannt.

² Was aber nach den Bestimmungen DOELTER's nicht zulässig ist.

³ Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1906.

⁴ Experimentaluntersuchungen etc. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIII. p. 52.

Wege gefundenen Werten annähernd übereinstimmen kann, jedoch auch Fälle vorkommen können, wo sich durch die Rechnung von den gefundenen Verhältnissen ziemlich weit entfernte Werte ergeben können. Es werden deshalb solche auf mathematischem Wege gefundenen Werte in den meisten Fällen nur mit großer Vorsicht zu gebrauchen sein.

Es wurde angenommen:

$$\begin{array}{l} \text{Nephelin} \dots T_a = 1180^\circ, R_a = 72, n_a = 142 \\ \text{Diopsid} \dots T_b = 1330^\circ, R_b = 102, n_b = 216. \end{array}$$

Aus VOGT¹ wurde das Verhältnis 68 Diopsid : 32 Olivin entnommen.

Um den Einfluß von Schmelzmitteln auf die Ausscheidung eutektischer Gemenge zu studieren, wurden diese Versuche mit den Mineralisatoren Chlormagnesium, Chlorcalcium und Wolframsäure ausgeführt.

Als Identifizierungsversuche führte ich aus:

Olivin mit Chlormagnesium und Salmiak.

Olivin mit Chlorcalcium.

Olivin mit Chlormagnesium und Chlorcalcium.

20 Calciumcarbonat + 6 Kieselsäure und einen Überschuß von Chlorcalcium.

Zusammenstellung der Versuche.

- | | |
|---|--|
| I. 66,7 Anorthit — 33,3 Olivin | { a) ohne Mineralisatoren,
b) 12,5% MgCl ₂ + 12,5% CaCl ₂ . |
| II. 67 Labrador — 33 Olivin | { a) ohne Mineralisatoren,
b) 12,5% MgCl ₂ + 12,5% CaCl ₂ . |
| III. 57 Labrador — 43 Diopsid. | |
| IV. 74 Oligoklas — 26 Enstatit. | |
| V. 30 Nephelin — 70 Diopsid | { a) ohne Mineralisator,
b) mit 10% Wolframsäure. |
| VI. 44 Nephelin — 56 Diopsid. | |
| VII. 89 Nephelin — 11 Diopsid. | |
| VIII. 68 Diopsid — 32 Olivin | { a) ohne Mineralisator,
b) mit 25% MgCl ₂ . |
| IX. Olivin + 25% MgCl ₂ . | |
| X. Olivin + 25% CaCl ₂ . | |
| XI. Olivin + 12,5% MgCl ₂ + 12,5% CaCl ₂ . | |
| XII. 20 CaCO ₃ + 6SiO ₂ + CaCl ₂ im Überschuß. | |

¹ Silikatschmelzlösungen. II. p. 125.

Die Verbindungen, welche bei den Versuchen zur Anwendung gelangten, wurden aus ihren chemisch reinen Bestandteilen synthetisch dargestellt, und wurden folgende einfache Formeln angenommen:

Anorthit	Ca Al ₂ Si ₂ O ₈ ,
Olivin	Mg ₂ Si O ₄ ,
Labrador	2 Anorthit + 1 Albit,
Albit	Na Al Si ₃ O ₈ ,
Diopsid	Ca Mg Si ₂ O ₆ ,
Oligoklas	2 Albit + 1 Anorthit,
Enstatit	Mg Si O ₃ ,
Nephelin	Na Al Si O ₄ ,
Chlormagnesium, wasserfrei . .	Mg Cl ₂ ,
Chorcalcium, „ . .	Ca Cl ₂ ,
Wolframsäure, „ . .	W O ₃ .

Versuchsordnung.

Nach sorgfältiger Mischung wurden die chemisch reinen Gemenge in möglichst großen Quantitäten unter stetem Rühren im Fourquignonofen zum Schmelzen gebracht, eine Zeitlang im dünnflüssigen Zustande erhalten. Hierauf wurde die Schmelze in den viskosen Zustand übergeführt, möglichst lange in diesem Stadium, welches ja der Kristallbildung am günstigsten ist, belassen, dann langsam durch 7—8 Stunden abgekühlt. Durch Rühren, welches ich bis zum vollständigen Schmelzfluß erstreckte, sorgte ich dafür, daß die Schmelze möglichst einheitlich und gleichmäßig kristallisieren könne.

Spezieller Teil.

Versuch Ia.

2 Anorthit — 1 Olivin.

Diesen Versuch machten DOELTER¹ und M. VUČNIK², und zwar ersterer unter dem Kristallisationsmikroskope. Es kamen beide Komponenten zur Ausscheidung, Olivin als erstes, dann reichlich Anorthit als zweites Ausscheidungsprodukt. Die Schmelze, welche ich erhielt, ist größtenteils kristallin und zeigt nur sehr

¹ Die Silikatschmelzen. III. p. 58.

² Centralbl. f. Min. etc. 1906. No. 5. p. 151.

wenig Glas. Die Anorthitbildung ist eine bedeutende, während der Olivin nur in Körnchen und in verhältnismäßig sehr geringer Menge zur Ausscheidung gelangte. Hier, sowie auch bei später zu besprechenden Versuchen ist als weiteres Ausscheidungsprodukt das Auftreten von zahlreichen gut ausgebildeten Diopsidkristallen zu bemerken. DOELTER erwähnt in seiner Petrogenesis p. 61, daß beim Zusammenschmelzen von zwei Mineralen sich I. entweder dieselben Mineralien wieder bilden, oder II. es zur Bildung von neuen Verbindungen kommen kann, oder III. sich nur die eine Komponente abscheidet, die andere aber glasig bleibt oder die in kleiner Menge vorhandene kann von der vorherrschenden aufgenommen werden. Weiter macht er¹ darauf aufmerksam, daß bei der Umschmelzung von Gesteinen sich nicht immer dieselben Mineralien bilden müssen, worauf auch J. ROTH² hinwies. Wie auch aus meinem Falle hervorgeht, müssen sich also nicht die Komponenten, wie sie ursprünglich in der Mischung vorhanden waren, ausscheiden, sondern es kommt hier durch Wechselersetzung zur Bildung eines Meta- statt eines Orthosilikates.

Die Diopside sind, wie schon erwähnt, teils gut idiomorph begrenzt, teils zu garbenförmigen Bildungen angehäuft, welche sich oft durchkreuzen. Glaseinschlüsse im Diopsid sind nicht selten.

Die Anorthite haben sich in breiten Tafeln und feinen Leisten ausgebildet und zeigen an einigen Stellen poikilitische Durchsetzung mit Grundmasse. Auch lamellare Zwillingsbildung konnte beobachtet werden.

Es kam hier zu einer teilweisen Differentiation, indem einzelne Teile des Schliffes nur aus Feldspäten in Form von breiten Tafeln bestehen, zwischen welche sich einzelne Diopside einschieben, während an anderen Stellen wieder die Diopside reichlich vertreten sind und hier eine Beeinflussung auf die Anorthite ausgeübt haben dürften, indem diese an solchen Stellen auch zur leistenförmigen Ausbildung neigen. Korrosionserscheinungen an den terminalen Enden sowie Zwillingskristalle treten bei Anorthit und Diopsid häufig auf. Auch sphärolithische Anordnung feiner Anorthitnadelchen um einen aus Glasmasse bestehenden Kern konnte beobachtet werden. An einigen Stellen kommt es zu der

¹ Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **35**. 389. 1883.

² Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **43**. 7. 1891.

Längsachse nach gleichgerichteten Anhäufungen von Diopsidkristallen, welche ein Bild ähnlich der Fluktuationsstruktur geben, während wieder an anderen Stellen die Kristalle regellos durcheinander liegen. Von einer Eutektstruktur kann man, wie auch schon M. VUČNIK beobachtete, nichts bemerken, sondern das Bild, das man erhält, gleicht eher einer Intersertalstruktur (Fig. 1).

Die Ausscheidungsfolge ist Olivin, Diopsid, Anorthit.

Versuch Ib.

DOELTER weist darauf hin¹, daß bei der Bildung der Gesteine nicht nur Silikate, Oxyde, Aluminate etc. mitwirken, sondern auch Mineralisatoren (agents minéralisateurs), richtiger Kristallisationsagentien, Stoffe wie Chloride, Fluoride, Wolframsäure u. a. Dadurch, daß diese Mineralisatoren den Schmelzpunkt erniedrigen, vermindern sie die Viskosität, die innere Reibung wird dadurch geringer, die Schmelze dünnflüssiger und die Möglichkeit zur Ausbildung guter Kristalle ist dadurch gegeben. Das ist der wichtigste Einfluß, den sie ausüben. DOELTER schreibt ihnen auch katalytische Wirkung zu und betrachtet sie als Reaktionsgeschwindigkeitsbeschleuniger.

In einer im Vergleich zu Versuch I a weniger glasigen, mehr fein- bis grobkörnigen Grundmasse liegen zahlreiche, gut in Tafeln oder Leisten ausgebildete Anorthite und lange Diopsidkristalle, während auch hier der Olivin nur in Körnchen zur Ausscheidung kam. Diese liegen in Nestern angehäuft, welche wieder intersertal von Diopsidkristallen ausgefüllt sind, zwischen denen die Feldspäte in geringer Anzahl lagern. Man kann diese Anordnungsweise nach FREIS² als Schlierenbildung bezeichnen, was auf eine Kristallisationsdifferentiation zurückzuführen ist. Weiter ist noch zu erwähnen, daß hier die intersertale Anordnung eine viel innigere ist als in Versuch I a, worauf der Schliff das Bild einer viel dichteren Anlagerung gewährt.

Die Ausscheidungsfolge ist hier dieselbe wie in dem früheren Versuche, also wieder Olivin, Diopsid, Anorthit.

¹ Phys.-chem. Mineralogie. p. 114.

² Experimentaluntersuchungen etc. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIII. p. 74.

Versuch IIa.

67 Labrador — 33 Olivin.

Auch hier kam der Olivin nur in Körnchen zur Ausscheidung, während der Labrador sich in guten Täfelchen ausbildete, die oft Korrosion durch die Grundmasse erkennen lassen. Der Diopsid, welcher hier wieder als neues Ausscheidungsprodukt auftritt, ist an einigen Stellen in Form kleiner Kristalle zerstreut gelagert, während er an anderen Stellen in größeren Kristallen ophitisch intersertal im Glas auftritt, welches selbst gelblichgrau bis helldurchsichtig erscheint und seine korrodierende Wirkung auf die terminalen Enden der Diopside deutlich erkennen läßt. Im allgemeinen kann man die Schmelze fluidaltrachytisch erstarrt bezeichnen. Auch hier ist insofern Kristallisationsdifferentiation zu beobachten, als ein und dasselbe Mineral an verschiedenen Stellen der Schmelze in verschiedener Größe ausgebildet ist, was nach FREIS mit einer Ungleichmäßigkeit bei der Abkühlung zusammenhängen dürfte.

Die Ausscheidungsfolge ist Olivin, Diopsid, Labrador.

Versuch IIb.

Man bemerkt hier schon bei makroskopischer Betrachtung der Schmelze im Tiegel Differenzierung in eine obere weißliche und untere rötliche Partie. Im Dünnschliff liegen in einer wohl größtenteils aus Labradorglas bestehenden Grundmasse große, gut ausgebildete Diopsid- und nur hie und da zerstreut Labradorkristalle eingebettet, während an anderen Stellen sich neben kleinen, garbenförmig angeordneten und in breiten Leisten ausgebildeten Diopsiden gut idiomorphe Feldspäte vorfinden. Im übrigen ist hier die Feldspatbildung nicht so bedeutend, wie in dem Versuche II a. Der Olivin kommt nur in sehr stark korrodierten Kristallen, besonders in der Nähe vom Labradorit vor. Ein Schliff, der durch eine andere Partie der Schmelze gemacht wurde, läßt sehr große, schön ausgebildete Diopside erkennen und auch in breiten Tafeln erscheinende Feldspäte. Stark durch die Glasmasse korrodierte Kristalle treten auch hier allenthalben auf. In den meisten Partien des Schliffes liegen die Kristalle regellos durcheinander, und nur an einigen Stellen konnten fluidalstruierte Teile beobachtet werden.

Es liegen hier zwischen zahlreichen Labradorkristallen nur wenige Kristalle und Durchschnitte von Diopsid. Diese Erscheinung ist besonders an den Stellen sehr deutlich, wo Gasblasen oder Anhäufungen von Glas die Kristallbildung beschränkten. Man sieht hier deutlich, wie diese Hindernisse von den Kristallen umflossen wurden.

Die Ausscheidungsfolge ist dieselbe wie in dem früheren Versuche.

Versuch III.

57 Labrador — 43 Diopsid.

Schon mit freiem Auge kann man im Dünnschliffe einen Unterschied zwischen einer vollkristallinen durchsichtigen und einer mehr dichten Partie erkennen. Es ist also auch hier Differentiation eingetreten. Der helle, durchsichtige Anteil der Schmelze zeigt eine grob bis fein intersertale Struktur und wohl auch an einigen Stellen fluidalstruierte Teile, wobei es zur Ausbildung von Labrador in Tafeln, guten Kristallen und auch feinsten Nadelchen kommt, die häufig polysynthetische Verzwilligung erkennen lassen. Der Diopsid liegt allenthalben zwischen den Feldspäten verteilt und kam in langen, recht gut ausgebildeten Kristallen zur Ausscheidung, welche hier nicht, wie es sonst gewöhnlich der Fall war, eine so weitgehende Korrosion zeigen. Feine, aus Diopsidnadeln bestehende garbenförmige Bildungen ordnen sich mit Labradorkristallen um eine hie und da auch in diesem Teile vorkommende geringe Glasmasse radial an, was zu sphärolithähnlichen Bildungen führt. Es wäre noch zu bemerken, daß die Labradorbildung die des Diopsides bei weitem überwiegt.

In dem mehr dichten Teil der Schmelze kann man nur Diopsidkristalle bemerken, die hier, wahrscheinlich durch das reichlich vorhandene Glas, stark korrodiert erscheinen. Von Labrador ist gar nichts zu sehen, da er wohl meist zu Glas erstarrt sein dürfte oder durch dasselbe verdeckt wird. Diopside, zu dichten Gruppen gelagert, sieht man häufig durch das Glas hindurchschimmern. Am Tiegelrand konnte eine mehr körnige Ausscheidung beobachtet werden, was mit der verschiedenen Abkühlungsgeschwindigkeit in Zusammenhang gebracht werden dürfte. Diopsid ist das erste, Labrador das zweite Ausscheidungsprodukt.

Versuch IV.

74 Oligoklas — 26 Enstatit.

Die Schmelze, die größtenteils glasig und nur an einigen Stellen kristallin erstarrt ist, zeigt rhombische Enstatite in kleinen Kriställchen und Körnchen, daneben aber verhältnismäßig zahlreiche Augite in feinen Nadeln und kurzen Säulchen ausgebildet. Die letzteren zeigen eine Auslöschung von 35—40°, $c\gamma$. Bezüglich des Auftretens dieses Minerals verweise ich auf meine unter Versuch I a mitgeteilten Ausführungen. Der Feldspat, welcher als Oligoklas Mischung eingetragen wurde, kam nicht als solcher zur Ausscheidung, sondern es bildeten sich Anorthite (mit einer Auslöschung von 33—36° auf den M-Flächen), was auf eine Dissoziation der Schmelze zurückzuführen ist.

Die Augite, die oft stark korrodiert erscheinen, ordnen sich mit Enstatiten und Anorthitfädelchen sphärolithisch, oder besser gesagt radialstrahlig um einen Glaskern an. Die Enstatite treten meist in schmalen, langen, fast nadelförmigen Kristallen und, wie schon früher erwähnt, auch in kleinen Kriställchen und Körnchen auf und ordnen sich häufig axial den Feldspäten an. Dadurch gewährt das Bild den Eindruck eines Verhaltens, wie es bei natürlichen Diabasen beobachtet werden kann. Eine einheitliche Struktur in diesem Falle anzugeben, ist schon deshalb nicht gut möglich, weil das in überwiegender Menge vorhandene Glas eine vollkommene Übersicht der Ausbildung verhindert.

Der Enstatit kommt in beiden Modifikationen vor; auch M. SCHMIDT erhielt denselben in der monoklinen Form, was mit den Resultaten von E. T. ALLEN¹ übereinstimmt.

Versuch Va.

30 Nephelin — 70 Diopsid.

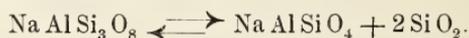
Dieses Mischungsverhältnis wurde, wie schon früher erwähnt, der Arbeit Dr. FREIS' entnommen, und erhält derselbe bei seinen Kristallisationsversuchen, die er ausführte, den Diopsid in Körnern, schönen Säulen und langen Leisten, oft aber auch in zarten Skeletten und feinsten Nadelchen. Der Nephelin gelangte meist nur in der Skelettform und nur an einigen Stellen in Nadeln, die dann meist

¹ FRED EUGENE WRIGHT and J. K. CLEMENT, Minerals of the Composition $MgSiO_3$, a case of tetramorphism. Amer. Journ. of Sc. 22. 385—438. 1906.

zu größeren Komplexen durch Aneinanderlagerung angehäuft sind, zur Ausscheidung. Die Glasbildung war meist vorherrschend.

Auch bei meinem Versuche erhält man kein einheitliches Bild, sondern die Glasbildung muß auch hier als eine vorherrschende bezeichnet werden. Zwischen diesen glasigen Teilen treten aber recht gut kristallisierte Partien auf, die sich besonders um Luftblasen in der Schmelze zusammendrängen. Durch diese Glasbildung bedingt sehen wir eine regellose Durcheinanderwachsung von Diopsidkristallen, was wohl auf Raumbeschränkung bei der Entwicklung zurückzuführen ist. Der Diopsid tritt in gut ausgebildeten Kristallen auf, weiter sind aus feinsten Nadelchen dicht gelagerte Gruppen zu beobachten.

Der Nephelin hat sich, im Verhältnis zur Diopsidausscheidung in wenigen, aber dann gut ausgebildeten Kristallen entwickelt. Teilweise hat er sich auch in Albit umgewandelt, was mit der Verwandtschaft des Nephelin mit dem Albit-Molekül im Zusammenhang stehen dürfte. Auch DOELTER¹ führt an, daß sich der Albit in Nephelin und Quarz umsetzen kann, wohl aber auch der umgekehrte Prozeß denkbar ist:



Der Kieselsäuregehalt des Quarzes müßte bei meinem Versuche zur Bildung des Glases verbraucht worden sein.

Die Struktur kann an einigen Stellen als hyalopilitische, an anderen wieder als intersertale bezeichnet werden.

Die Ausscheidungsfolge fand in folgender Reihenfolge statt: Diopsid, Nephelin, Albit.

Versuch V b.

Durch eine größtenteils als Glas erstarrte Schmelze schimmern zu Gruppen gelagerte Diopside hindurch, und nur an wenigen Stellen sehen wir sie zu langen Leisten und feinsten Nadelchen ausgebildet. Die Diopsidausscheidung überwiegt auch hier bedeutend die des Nephelins. Dieser tritt nur selten und dann zu Bündeln gelagert auf, besonders dort, wo der Diopsid nur äußerst spärlich vertreten ist. Glasbildung herrscht, wie schon oben erwähnt, bedeutend vor, was ich dem Nephelin und vielleicht der Wolframsäure zuschreibe.

¹ Phys.-chem. Mineralogie. p. 121.

Obwohl mit der größten Sorgfalt darauf geachtet wurde, daß die Abkühlung möglichst langsam vor sich gehen könne, ist das langsame Erstarren, der viskose Zustand, welcher ja für die Kristallbildung der günstige ist, nur sehr schwer herzustellen, sondern der Übergang vom vollständig dünnflüssigen Zustand in den starren ist oft ein plötzlicher. In der Natur mögen diese Verhältnisse andere sein, dort wirken aber die Zeit und die großen Mengen, die zur Verwendung kommen, mit. Auch das Mengenverhältnis des Mineralisators ist uns nicht bekannt, und dürfte auch dieses von Einfluß sein.

P. O. QUENSEL¹ hat auch verschiedene Versuche mit Wolframsäure ausgeführt, die aber bei seinen Experimenten einen sehr günstigen Einfluß ausübte. Es handelte sich dabei aber um die Bildung des Quarzes. Er bemerkt, daß die Rolle des $W O_3$ darin besteht, die Kristallisationsgeschwindigkeit zu beschleunigen, denn je mehr $W O_3$ er zugab, in um so kürzerer Zeit bildeten sich die Kristalle.

Es scheint also, daß die Wolframsäure in jenen Fällen, wo die Kieselsäure in verhältnismäßig geringer Menge vertreten ist, einen weniger guten, in den umgekehrten aber einen sehr günstigen Einfluß auf die Größe und Menge der ausgeschiedenen Komponenten ausübt oder vielmehr überhaupt nur die Wirkung hat, speziell die Bildung von $Si O_2$ -Formen, Quarz, Tridymit in sauren Schmelzen zu begünstigen, jedenfalls auch bei Orthoklas, nicht aber bei Diopsid.

Versuch VI.

44 Nephelin — 56 Diopsid.

Der Diopsid kam teils in schönen Leisten zur Ausbildung, auch Diopsidskelette sind in der Schmelze allenthalben zu beobachten. Zu einer Differenzierung kam es insofern, als der Nephelin sich fast zu einem Pflaster angehäuft angesammelt hat, oft aber nur als trübes Glas auftritt, während an anderen Stellen ganze Diopsidlager beobachtet werden können. Die Struktur ist an einigen Stellen deutlich intersertal, an anderen ist es zur Bildung von Sphärolithen gekommen, indem sich Diopsidkristalle um einen Glaskern ansammeln.

¹ Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1906. No. 21. p. 657—664.

Versuch VII.

89 Nephelin — 11 Diopsid.

Das Aussehen des Schliffes ist, wie leicht begreiflich, ein vollständig geändertes. Während in dem früheren Versuche der Diopsid bedeutend vorherrschte, der Nephelin aber nur an wenigen Stellen zur Ausbildung gelangte, bemerken wir hier ein schönes Nephelinpflaster, indem die Nepheline, in Tafeln ausgebildet, vollständig ineinandergreifen, wie es bei der hypidiomorphen Struktur der Tiefengesteine charakteristisch ist. An jenen Stellen, wo sich Glas bildete, kam der Diopsid in nur wenig feinsten Nadelchen zur Ausscheidung. Hier kann man die Struktur als eine porphyrtartige bezeichnen. Von Differentiation kann man insofern sprechen, als sich die mit Glas gelagerten Nephelengruppen von den Diopsidanhäufungen trennen.

Auch FREIS¹ weist darauf hin, daß bei Gegenwart von Diopsid der Nephelin erst bei Abnahme der Diopsidmenge kristallisierte, im entgegengesetzten Falle aber glasig erstarrte.

Versuch VIII a.

68 Diopsid — 32 Olivin.

Der Diopsid, den man schon mit freiem Auge im Schliffe erkennen kann, zeigt im Dünnschliff unter gekreuzten Nicols lebhaft Interferenzfarben und besitzt eine Auslöschung von 30—40° in deutlich klinopinakoidalem Schnitt. Das Auftreten von Appositionszwillingen ist eine sehr häufige Erscheinung, wodurch die Diopside den Anblick von breiten, tafelförmigen Kristallen bekommen. Zwischen ihnen liegen eingeklemmt Anhäufungen von Olivin, die besonders am Rande der Schmelze oft zu beobachten sind. Der Umstand, daß Diopsidkristalle angelegt waren, die sich noch als klarer gebliebene Partien zumeist am Rande von geringem Brechungsindex manifestieren, und diese schief von Olivin mit bedeutend höherem Brechungsindex durchsetzt werden, läßt hier noch am ehesten auf die Anlage der Bildung eines Eutektikum zwischen Diopsid und Olivin schließen.

Es wäre freilich noch notwendig, unter dem Kristallisationsmikroskope zu prüfen, ob dabei ein einem wahren Eutektikum

¹ Experimentaluntersuchungen etc. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXIII. p. 71.

entsprechendes Temperaturgefälle eintritt, denn es muß diese Erscheinung nicht nur als Eutektikum gedeutet werden, sondern es können auch regelmäßig orientierte Einschlüsse von Olivin in Diopsid vorliegen.

Ausscheidungsfolge: Olivin, Diopsid, teilweise gleichzeitig.

Versuch VIII b.

Was die Ausbildungsweise in diesem Versuche anbelangt, so wäre zu bemerken, daß in der Mitte der Schmelze die Ausbildung des Diopsides meist in breiten Leisten und wohl auch in unregelmäßigen Körnern erfolgte, während der Olivin nur in zu Haufen angeordneten Körnchen zur Ausscheidung gelangte. Am Tiegelrande und besonders in der Umgebung von Hohlräumen in der Schmelze kam es zur Entwicklung von schönen, großen Olivinkristallen, in deren Umgebung sich, wie auch schon FREIS (l. c. p. 50) erwähnt, Diopside finden. An diesen Stellen ist die Anordnung der einzelnen Ausscheidungsprodukte vollständig regellos. Von *D i f f e r e n t i a t i o n* könnte man insofern sprechen, als einzelne scharf begrenzte, also nicht schlierige Teile der Schmelze eine vollständig feinkörnige Zusammensetzung zeigen und damit im Gegensatz zu den Partien mit breit leistenförmigen Ausscheidungen stehen.

Versuch IX.

Olivinmischung mit 25 % $MgCl_2$ geschmolzen.

Hier wäre nur zu erwähnen, daß zwischen Teilen, die den Olivin nur in Körnchen ausgebildet enthalten, eingeklemmt ganze Gruppen von gut ausgebildeten Olivinkristallen sich finden, die *regellos* gelagert sind, während es in den dichten Teilen zu einer mehr plattigen Ausscheidung des Olivins kam. Olivineinschlüsse in den breiten, tafelig ausgebildeten Kristallen konnten häufig beobachtet werden.

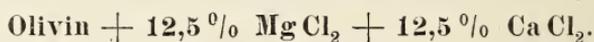
Versuch X.

Olivinmischung mit 25 % Chlorcalcium geschmolzen.

Bei diesem Versuche war die Olivinbildung bedeutend mächtiger, die Kristalle selbst viel größer als in dem mit $MgCl_2$. Es bildete sich Diopsid und Olivin. Die Kristalle liegen als Zwischenklemmungsmasse in einer körnigen, aus Olivin und Diopsid be-

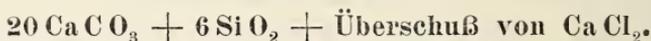
stehenden Grundmasse *miarolitisch* eingestreut. Korrosionserscheinungen und Olivineinschlüsse sind eine häufige Erscheinung. Der Diopsid, der auch in Kristallen auftritt, findet sich besonders in Hohlräume hineinragend mit Olivin gelagert in schönen Leisten ausgebildet. Daraus ersehen wir, daß die Bildung des Diopsides wohl möglich, ja dessen Kristallisationsvermögen und Kristallisationsgeschwindigkeit groß ist, was für den natürlichen Diopsid weniger zutrifft. Es war hier nach meiner Meinung nicht nur deshalb die Gelegenheit zur Ausbildung günstig, weil der vorhandene Hohlraum eine bessere Entwicklung zuließ, sondern auch der Mineralisator von Einfluß, der hier die Reaktion beschleunigte und zur Diopsidbildung Anlaß gab.

Versuch XI.



In einer meist fein- bis grobkörnigen Olivinschmelze liegen zerstreut einzelne große, schön ausgebildete Olivinkristalle, die wieder selbst oft kleine Olivinkörnchen als Einschluß enthalten. Nur an einigen Stellen, und zwar mehr in der Gegend des Tiegelrandes, und dann besonders in Hohlräumen, kam es auch hier zur Ausbildung von Diopsid, der sich aber hier nicht in so großen Kristallen ausschied wie im Versuch IX. Auch Körnchen dieses Minerals treten dicht gelagert auf. Das hier vorhandene Mg förderte also die Ausbildung des Olivins, während es die des Diopsides ganz erheblich einschränkte und bis auf wenige Kristalle unterdrückte.

Versuch XII.



Der Überschuß von Ca Cl_2 war die Ursache einer schnellen und vollständigen Dünnschmelzbarkeit des Gemenges, was wieder den einen großen Nachteil hatte, daß eine Überführung in den viskosen Zustand sehr erschwert und eine langsame Abkühlung fast unmöglich wurde. Es erstarrte auch nur die oberste Partie in Kristallen, während die unteren Teile ein körniges, dicht zusammenhängendes Gefüge zeigten. In einem durch den ersterwähnten Anteil ausgeführten Dünnschliff sieht man eine teils feinkörnige, teils glasige Masse, in welcher zahlreiche lebhaft polarisierende Calciumolivine liegen. Diese sind an einigen Stellen in kurzen Säulen und breit

tafeligen Formen, aber auch in Leisten meist zu ganzen Komplexen angehäuft, während in den dichteren Teilen nur vereinzelte Kristalle als Einsprenglinge auftreten. Sie zeigen mehr oder weniger gut die ∞P_{∞} -Fläche ausgebildet.

Rückblick.

Fassen wir die Resultate zusammen, die sich aus meinen Versuchen ergeben, so sehen wir, daß in einigen Fällen dieselben Komponenten, wie sie in der Mischung ursprünglich vorhanden waren, zur Ausscheidung gelangten, in anderen es aber zu Neubildungen gekommen ist. Zu den ersteren müssen wir die Versuche: 57 Labrador — 43 Diopsid, 30 Nephelin — 70 Diopsid + 10 % $W O_3$, 44 Nephelin — 56 Diopsid, 89 Nephelin — 11 Diopsid, 68 Diopsid — 32 Olivin, 68 Diopsid — 32 Olivin + 25 % $Mg Cl_2$, Olivin + 25 % $Mg Cl_2$, 20 $Ca C O_3$ + 6 $Si O_2$ + $Ca Cl_2$, zu den letzteren alle übrigen Versuche rechnen.

Diese Neubildungen lassen sich nun dadurch erklären, daß teils die Mineralisatoren mit in die Reaktionen eingriffen und die Bestandteile derselben sich mit denjenigen der vorhandenen Komponente zu neuen Verbindungen vereinigten, teils die Bestandteile selbst sich an der Reaktion beteiligten.

Der Einfluß, den die Mineralisatoren ausüben, erstreckt sich also nicht nur auf die unter Versuch I b angeführten Eigenschaften, sondern der Umstand, daß sie bei der Synthese der Mineralien in die Reaktion eintreten können, ist von großer Wichtigkeit. DOELTER gibt in seiner Phys.-chem. Mineralogie p. 116 verschiedene Fälle an, wo eine solche Reaktion stattgefunden hat, ich selbst habe diese Erscheinung bei Versuch Olivin + 25 % $Ca Cl_2$, wo es nicht nur zur Bildung des Olivins, sondern auch zu der des Diopsides kam, weiter auch bei Versuch XI beobachtet. Daß der Diopsid, wenn er auf künstlichem Wege dargestellt wird, ein bedeutend höheres Kristallisationsvermögen und höhere Kristallisationsgeschwindigkeit hat als der natürliche, zeigt sich nicht nur bei den zwei erwähnten Versuchen deutlich, sondern bei allen übrigen Versuchen, wo das Diopsid-Molekel in der Mischung vorhanden war, kam dieser Bestandteil auch in großen, oft gut ausgebildeten Kristallen, dann in Leisten und breit tafelligen Formen zur Ausscheidung. Dieses Verhalten weicht von dem des natürlichen ab.

Der Umstand weiter, daß in Schmelzen, wo keine Mineralisatoren zur Anwendung kamen, nicht dieselben Mineralien zur Ausscheidung gelangten, die ursprünglich in der Mischung vorhanden waren, läßt die Silikatschmelzen als dissoziierte Lösungen erkennen. Denn nur auf Grund dieser Annahme läßt sich das Auftreten des Diopsides in den Versuchen I a (I b), II a (II b), IV, ferner die Bildung des Anorthits aus Oligoklas in Versuch IV und die Entstehung des Albits aus Nephelin in Versuch V a erklären. Auf solche Erscheinungen verweisen auch LENARČIČ¹ und andere.

In kurzen Zügen will ich noch die Ergebnisse der optischen Untersuchungen anschließen und zunächst darauf hinweisen, daß die einzelnen Mineralien im wesentlichen im Dünnschliff mit Hilfe des Mikroskopes agnosziert wurden.

Die Brechungsquotienten der gebildeten Mineralien wurden sowohl durch Einengen der Irisblende als auch mit Hilfe von ätherischen Ölen bestimmt. CARLO RIVA hat in seiner Arbeit² nicht nur Öle als solche, sondern auch Mischungen derselben zur Bestimmung der Brechungsquotienten benützt, und hat für einzelne Mineralien die Konstanten aufgestellt (siehe Arbeit). Auch ich habe davon Gebrauch gemacht, besonders dort, wo es galt, die Brechungsexponenten farbloser Diopside und Plagioklase zu unterscheiden.

Eine andere Methode wurde von J. L. C. SCHRÖDER v. D. KOLK angegeben³. Er nahm den Umstand zur Grundlage seiner Beobachtungen, daß die Umrisse einer Substanz, die in eine Flüssigkeit von gleicher Brechung, Dispersion und Farbe eingetaucht wird, vollständig verschwinden. Er verwendet die schiefe Beleuchtung, durch welche eine Unterscheidung, ob das Korn das Licht stärker oder schwächer als die Flüssigkeit ablenkt, ermöglicht wird.

F. BECKE⁴ verwies auf die feineren Unterschiede in der Beleuchtung, die im mikroskopischen Bild eines Dünnschliffes überall

¹ Centralbl. f. Min. etc. 1903.

² Sopra due sanidiniti delle isole Flegree con alcuni considerazioni intorno al impiego di liquidi a noto indice di rifrazione per la determinazione di minerali componenti. Rendiconti della R. accademia dei Lincei. 9. 2^o sem. serie 5a. fasciolo 5^o e 6^o.

³ Kurze Anleitung zur mikroskopischen Kristallbestimmung. Wiesbaden 1898.

⁴ ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. 4. Aufl. 1.

dort auftreten, wo verschieden brechende Mineralien aneinander stoßen. Es erscheint nämlich auf der Seite des stärker brechenden Minerals eine charakteristische helle Linie, wenn man den Kondensator senkt oder das einfallende Licht durch eine Irisblende einschnürt und auf die Oberfläche des Schliffes einstellt. Der große Vorteil, den diese Methode bietet, liegt in der Vermeidung von Flüssigkeiten.

Der Olivin tritt bei meinen Versuchen infolge seiner geringeren Kristallisationsgeschwindigkeit meist in Körnchen auf, und nur die Versuche II b, IX, X, XI zeigen ihn in größeren Kristallen ausgebildet. Dieses abweichende Verhalten ist wohl nur auf den Zusatz der Mineralisatoren zurückzuführen, während die anderen Silikate auf die Ausbildung des Olivins hemmend eingewirkt haben, ja dieselbe fast ganz unterdrückten.

Diese Körnchenbildung kommt aber nur bei künstlichen Silikatschmelzen in der Regel vor, während sich nach H. H. REITER¹, der Versuche mit natürlichem Olivin ausführte, dieser sich in guten Kristallen als auch in tropfenartig körnigen Massen mit Glasresten ausbildete. Er erklärt die Ausscheidung in langen Nadeln und Leisten dadurch, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit nicht nach allen kristallographischen Richtungen gleich groß ist und auch die Viskosität der Schmelze von Einfluß sein könne. Ich glaube nun aus meinen Versuchen schließen zu dürfen, daß wohl auch bei der Olivinausbildung zu Kristallen die Mineralisatoren bedeutend mitgewirkt haben, indem sie durch Verminderung der Viskosität eine bessere Entwicklung begünstigten.

Die Olivinkristalle zeigen überall, wo sie auftreten, eine weitgehende Korrosion. Die Korrosionserscheinungen sind nicht nur bei Olivin, sondern auch bei Diopsid, Nephelin und anderen Mineralien so weit verbreitet, daß ich sie nicht gut übergehen kann. Schon REITER² hat auf diese Erscheinungen sein Augenmerk gerichtet und konstatiert eine schwere Angreifbarkeit der Kristallflächen durch die Grundmasse. Die Korrosion kann nun eine solche sein, daß nur die terminalen Enden der Kristalle in Mitleidenschaft gezogen werden, wie dies besonders häufig bei Diopsid, Nephelin und Feldspäten vorkommt, oder sie kann eine allseitige,

¹ Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXII. p. 250.

² Ibid. p. 253 u. 254.

wie z. B. bei Olivin sein, was schließlich zum Zerfall der Kristalle führt. Wie lassen sich nun diese Erscheinungen erklären?

Je früher ein Kristall gebildet wird, desto öfter ist er der korrodierenden Wirkung ausgesetzt, denn durch Temperaturschwankungen kann ja die Grundmasse oder, was sehr häufig vorkommt, die Glasmasse des öfteren gelöst werden. In diesem Zustand übt sie aber den größten Einfluß aus, und solche Fälle sind ja bei der Regulierung des Fourquignonofens sehr zahlreich zu beobachten. In den weitaus meisten Fällen dürfte aber der Si O_2 -Gehalt die Ursache sein und mit erhöhtem Gehalt die Wirkung um so größer und weitgehender ausfallen.

Der Diopsid tritt, wie schon des öfteren erwähnt, in gut ausgebildeten Kristallen auf, die sowohl zu langen Leisten als auch schönen Säulen und feinsten Nadelchen entwickelt sind. Auch Ausbildung in Körnern konnte beobachtet werden (Versuche VII b, X).

Dicht gelagerte Gruppen von Diopsiden und garbenförmige Anordnungen kommen sehr häufig vor. Korrosionserscheinungen, besonders an den terminalen Enden, sind allgemein zu beobachten, und wäre nur noch zu erwähnen, daß sie bei dem Versuch 57 Labrador — 43 Diopsid bei weitem nicht so mächtig auftraten als bei den übrigen Versuchen.

Die Anorthite bildeten sich in breiten Tafeln und feinen Leistchen und zeigen immer deutliche Zwillingsbildung. Es löschen die verzwilligten Kristalle in allen Schnitten normal zur Längsfläche, d. h. zur Zwillingssebene des Albitgesetzes symmetrisch zur Zwillingsgrenze aus. Wenn man nun eine größere Anzahl von Messungen an solchen symmetrisch auslöschenden Durchschnitten vornimmt, so findet man annähernd das Maximum der Auslöschungsschiefe in dieser Zone¹. Es beträgt bis 36° .

Labrador kam in den Versuchen II a und II b nur in Form von kleinen Täfelehen, in Versuch III sowohl in dieser Ausbildungsweise, als auch in gut idiomorph begrenzten Kristallen und feinsten Nadelchen zur Ausscheidung. Polysynthetische Verzwilligung konnte oft beobachtet werden.

Der Oligoklas kam als solcher nicht zur Ausbildung, sondern wandelte sich in Versuch IV in Labrador oder Anorthit um.

¹ WEINSCHENK, Die gesteinsbildenden Mineralien. p. 139.

Der *Enstatit*, der bei meinem Versuche in beiden Modifikationen kristallisierte, schied sich in schmalen, langen, oft nadelförmigen Kristallen aus, welche eine weitgehende Korrosion und normal auf die Vertikalachse verlaufende *Spaltrisse* erkennen lassen, es sind aber z. T. *Klinoenstatite*.

Der *Nephelin* zeigt bei meinen Versuchen ein ganz verschiedenes Verhalten, je nachdem er im Mengenverhältnis überwiegt oder zurücktritt. Während er im ersten Falle zu breiten Tafeln ausgebildet ist, so daß ich von einem *Nephelinpflaster* sprechen konnte (Versuch VII), tritt er in Va und Vb nur in geringer Menge, aber in gut entwickelten, langen Kristallen auf. Die *Polarisationsfarben* sind bei den breit tafeligen Formen blaugraue, bei den kristallisierten mehr dunkle, und zwar deshalb, weil hier die einzelnen Kristalle zu Gruppen teils neben-, teils übereinander gelagert auftreten. Auch die Umwandlung des *Nephelins* in *Albit* möchte ich an dieser Stelle erwähnen, und ist diese lediglich auf eine chemische Umwandlung zurückzuführen.

Strukturen.

Als Hauptzweck der Arbeit wurde auf die Ausbildung der Strukturen bei meinen Versuchen das hauptsächlichste Augenmerk gerichtet. Es ergibt sich schon auf den ersten Blick ein Unterschied in Schmelzen, welche eine vollständig einheitliche Struktur, und solchen, welche eine Strukturdifferentiation besitzen.

Zu den ersteren zähle ich: 2 *Anorthit* mit 1 *Olivin* + $MgCl_2$ + $CaCl_2$, wo eine intersertale auftritt, 74 *Oligoklas* mit 26 *Enstatit* mit sphärolithischen Bildungen, 68 *Diopsid* und 32 *Olivin* mit Eutektstruktur, und *Olivin* + $CaCl_2$, *Olivin* + $MgCl_2$ + $CaCl_2$, 20 $CaCO_3$ + 6 SiO_2 + $CaCl_2$, wo die Struktur als regellose bezeichnet werden muß.

Strukturdifferentiation trat auf bei:

2 *Anorthit* — 1 *Olivin* mit sphärolithischer Anordnung von *Anorthiten* um einen aus Glasmasse bestehenden Kern, dann *Fluktuations-* und *Intersertalstruktur*.

67 *Labrador* — 33 *Olivin* mit *Diopsiden*, die ophitisch intersertal im Glas gelagert sind, und fluidaltrachytische Ausbildung.

67 *Labrador* — 33 *Olivin* + $MgCl_2$ + $CaCl_2$; hier ist die Struktur teils regellos, teils fluidaltrachytisch.

57 Labrador — 43 Diopsid mit grob bis fein intersertaler, fluidaler Struktur und Auftreten von sphärolith-ähnlichen Bildungen.

30 Nephelin — 70 Diopsid mit hyalopilitischer und intersertaler Struktur.

89 Nephelin — 11 Diopsid, mit Nephelinpflaster und porphyrtiger Struktur.

Wir sehen also, daß die verschiedensten Strukturen bei Schmelzen, wo die einzelnen Komponenten der eutektischen Mischung entsprechen, auftreten können. ZIRKEL¹ betont, daß die einzelnen Strukturausbildungen nur in sehr geringem Maße von der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung der Gesteine abhängig sind, aber z. B. bei den Erstarrungsgesteinen die Struktur geradezu als ein Ausdruck der Bildungsvorgänge gelten kann. Bei den künstlichen Silikatschmelzen werden aber, wie auch schon REITER² hervorhebt, hauptsächlich die Dauer der Abkühlung und die Viskosität von Einfluß sein, dann wohl auch die Kristallisationsgeschwindigkeit. Daß Störungen bei der Abkühlung auf die Ausbildung bestimmend einwirken können, halte ich für sicher und erkläre dadurch die Änderungen in der Struktur. Der Einfluß der Mineralisatoren steht wieder mit der Viskosität in engem Zusammenhang und kommen diese durch letztere zur Geltung. Daß das Mengenverhältnis und diesem nahestehend die Größe der Tiegel von größtem Einfluß sind, glaube ich bestimmt und führe darauf die Bildung des Nephelinpflasters in dem Versuch 89 Nephelin mit 11 Diopsid zurück.

Wie wir aus der übersichtlichen Darstellung ersehen, tritt am häufigsten grob bis fein intersertale Struktur als solche, jedoch auch als ophitisch intersertale Struktur auf. ROSENBUSCH (Elemente der Gesteinslehre, p. 339) bezeichnet als letztere eine Struktur dann, wenn die Feldspatbildung bedeutend zurücktritt. Die schmalen Feldspatindividuen liegen dann in einer aus Augitkristallen bestehenden Grundmasse, nach allen Richtungen des Raumes zerstreut, ohne sich zu berühren. Diese Erscheinung tritt besonders häufig bei den Diabasen auf. Durch allmähliche Übergänge verläuft die normale diabasisch-körnige unter Eintritt

¹ Lehrb. d. Petrogr. II. Aufl. p. 453.

² Ibid. p. 259.

wechselnder Menge einer Mesostasis in die typische Intersertalstruktur. Bei ihr ist also die Glasbasis, welche als Zwischenklemmungsmasse (Mesostasis) in Form von mehr oder weniger abgeschnittenen Teilen zwischen den einzelnen idiomorph ausgebildeten Kristallen auftritt, das Charakteristische.

Man unterscheidet zwischen makro- und mikroskopischen Sphärolithen, doch kann bei meinen Versuchen bei der Kleinheit der Tiegel und der geringen Substanzmenge mit der gearbeitet wird, nur von letzteren die Rede sein. Der Kern, um den die Gruppierung der einzelnen Kristalle stattfand, bestand bei meinen Versuchen aus Glasmasse, und treten diese Sphärolithe besonders schön bei 2 Anorthit — 1 Olivin auf, wo sich feinste Anorthitnadelchen beteiligten, bei 57 Labrador — 43 Diopsid, wo Diopsidnadeln mit Labradorkristallen, bei 74 Oligoklas — 26 Enstatit, wo sich sogar 3 Kristallarten, nämlich Diopsid, Enstatit und Anorthit anordnen.

Von den beiden Ansichten, ob die Sphärolithe mit Radialstruktur von einem Mittelpunkt anschießen, oder ob sie nach einer anderen Auffassung von außen nach innen gewachsen sind, dürfte wohl nur letztere Ansicht in Betracht kommen. Daß dabei die Anordnung eine radialstrahlige wurde, erkläre ich dadurch, daß die Kristalle in dem kleinen Raume, der ihnen zur Ausbildung zu Gebote steht, jene Lage einzunehmen trachten, welche die beste Entwicklung ermöglicht, und das ist die Kugelgestalt. Denn hier kann von einer Hemmung eines Kristalls durch den anderen gar nicht die Rede sein. Ob sich nun noch bereits vollkommen entwickelte Individuen in dieser regelmäßigen Art und Weise anordneten, ist wohl auch nicht ausgeschlossen, die Gründe dafür wären wieder in der größtmöglichen Ausnützung des Raumes zu suchen.

Die *Fluktationsstruktur*, von manchen Forschern, so ROSENBUSCH, als fluidale Struktur bezeichnet, gibt sich dadurch zu erkennen, daß sich Schwärme von Mikrolithen um größere Kristalle in paralleler Lagerung zueinander anordnen und in diesem ihrem Zustand durch rasche Abkühlung festgehalten wurden. Den größeren Kristallen wird auch eine Impfwirkung zugeschrieben. Dies kann ja in den meisten Fällen richtig sein, wie auch DOELTER¹

¹ Petrogenesis. p. 48.

beobachtete; jedoch bei meinen Versuchen, wo keine solchen größeren Kristalle auftreten, welche diese Rolle übernehmen könnten, dürften die Hohlräume, die überall dort, wo eine fluidale Ausbildung auftritt, vorhanden sind, einen Einfluß in dem Sinne ausgeübt haben, daß sie in dem noch flüssigen Magma die Entwicklung der Kristalle hinderten und sie zwangen, sich in einer bestimmten Richtung anzuordnen. Der Umstand nun, daß an der Wandung des Tiegels die Abkühlung immer eine viel raschere als in der Mitte der Schmelze ist, ermöglichte eine Fixierung der Masse in dieser charakteristischen Lagerung.

Um noch die *hyalopilitische* Struktur zu erwähnen, die ja mit der intersertalen in nahem Zusammenhang steht, so kennzeichnet sich dieselbe nach ROSENBUSCH¹ dadurch, daß idiomorphe Ausscheidungen in einem aus Glasmasse bestehenden Teig schwimmen. Die einzelnen Kristalle sind dann mehr oder weniger von der Glasmasse durchtränkt und oft stark korrodiert.

Die *Eutektstruktur*, die ja charakteristisch bei der Ausscheidung eutektischer Mischungen auftreten soll, glaube ich nur in einem Falle erhalten zu haben. Man versteht darunter die innigste gesetzmäßige Verwachsung zweier gleichzeitig gebildeter Bestandteile. Sie tritt in der Natur rein nur im Schriftgranit typisch auf und läßt sich hier durch eine äußerst charakteristische Verwachsung von Quarz und Feldspat erkennen. Bei künstlichen Synthesen konnten bisher nur einzelne Anklänge an eine solche Ausbildungsweise beobachtet werden, doch ist sie bei Legierungen eine ziemlich häufig auftretende Erscheinung. Eine solche Eutektstruktur tritt nur dann auf, wenn die Komponenten mit dem niedrigsten Schmelzpunkt gleichzeitig erstarren. Nach DOELTER² sind aber nur alle diese Bedingungen erfüllt, wenn zwischen einzelnen Komponenten keine chemische Reaktion stattfindet, ein Fall, der seltener eintritt, wie auch aus meinen Versuchen hervorgeht. Weiter ist insbesondere die verschiedene Kristallisationsgeschwindigkeit ein Hindernis und auch die Unterkühlung von Einfluß.

DOELTER³ hebt hervor, daß auch bei der eutektischen Mischung immer ein Erstarrungs- resp. Schmelzintervall existiert, wenn auch letzteres sehr klein ist. Die gleichzeitige Ausscheidung der

¹ Elemente der Gesteinslehre. p. 56.

² Petrogenesis. p. 135.

³ Die Silikatschmelzen. III. p. 42.

Komponenten kommt nur sehr selten zustande, ein Grund, warum die charakteristische Struktur fehlt. Als weitere Faktoren sind für die Strukturausbildung hindernd, die verschiedene Kristallisationsgeschwindigkeit, die Abkühlungsverhältnisse und die Übersättigung geltend.

Der Versuch 68 Diopsid — 32 Olivin gewährt schon auf den ersten Blick das Bild einer eutektähnlichen Bildung; es kann hier, wie bereits bei der Besprechung des Versuches selbst hervorgehoben wurde, eine gesetzmäßige Einwachsung von Olivin in Diopsid stattgefunden haben.

Wir sehen also, daß die verschiedensten Strukturausbildungen bei Schmelzen mit eutektischen Mischungen möglich sind. F. LOEWINSON-LESSING und ZEMENZNYI (Porphyrtartige Struktur und Eutektik), die Versuche mit verschiedenen Salzpaaren ausführten, bezeichnen Strukturen, wo die Grundmasse der Eutektik entspricht und die Einsprenglinge die überschüssige Komponente darstellen, als eutektophyrische Struktur und die Gemenge mit solchen Strukturen als Eutektophyre.

Die Abbildungen No. 1 und No. 2 ihrer Arbeit, wo sie 25% K Cl + 75% Ag Cl schmolzen, zeigen große Ähnlichkeit mit der myrmekitischen Struktur (BERWERTH's Tafeln, Granit von Sarkkila in Kangasala, Finnland, und mit dem Granophyr von Roskopf bei Barr, Vogesen).

Auf die Differentiationserscheinungen brauche ich an dieser Stelle nicht näher einzugehen, sondern verweise auf die entsprechenden Bemerkungen bei den einzelnen Versuchen. Die Differentiation war überall dort, wo sie auftrat, eine sogen. Kristallisations- oder Abkühlungsdifferentiation, die sich in einem Unterschied der Größe eines und desselben Mineralen an verschiedenen Stellen des Schliffs und in Versuch I b als Schlierenbildung äußerte. Der häufigste Fall der Differentiation war wohl der, daß sich an bestimmten Stellen der Schmelze die eine Komponente, an anderen wieder die andere in der Mehrzahl abschied.

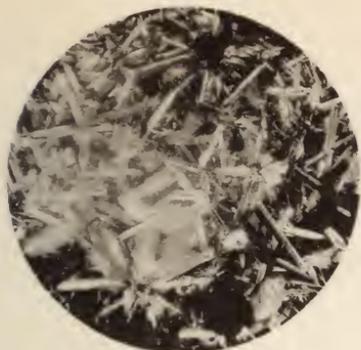
Von einer sogen. magmatischen Differentiation, wo die Sonderung nach dem spezifischen Gewicht eintritt, war bei meinen Versuchen nichts zu bemerken, was mit dem geringen Unterschied der spezifischen Gewichte der einzelnen Komponenten im Zusammenhang stehen dürfte.

Zu den Differentiationserscheinungen möchte ich auch die Strukturdifferentiation zählen, die in den von mir ausgeführten Versuchen überall dort auftritt, wo bei ein und derselben Schmelze keine einheitliche Absonderung zu beobachten, sondern ein Unterschied in der Strukturausbildung an verschiedenen Stellen eingetreten ist.

Tafel-Erklärung.

Tafel XIV.

- Fig. 1. Versuch I a. 2 Anorthit — 1 Olivin. Intersertalstruktur.
„ 2. Versuch II b. 67 Labrador — 33 Olivin + $MgCl_2$ + $CaCl_2$.
„ 3. Versuch III. 57 Labrador — 43 Diopsid. Fluidalstruierte Teile und Intersertalstruktur.
„ 4. Versuch VIII a. 68 Diopsid — 32 Olivin. Diopsid mit regelmäßig eingelagertem Olivin, Eutektstruktur.
„ 5. Versuch V a. 30 Nephelin — 70 Diopsid.



1.



2.



3.



4.



5.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

M. Hauke: Eutektstruktur in Silikatschmelzen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1910](#)

Autor(en)/Author(s): Hauke Max

Artikel/Article: [Über Eutektstruktur bei Silikatschmelzen. 91-114](#)