

Original-Mittheilungen an die Redaction.

Beobachtungen an Silicaten im Schmelzfluss.

Von **Berta Vukits**.

Mit 9 Textfiguren.

Um sich genauere Kenntnisse über die in einem erstarrenden Magma statthabenden Vorgänge zu verschaffen und über jene Factoren, von denen es abhängt, ob sich die Componenten eines Magmas wieder in Krystallform abscheiden, dann auch um die Entstehungsmöglichkeit neuer Mineralien näher zu untersuchen, wurden in letzter Zeit verschiedene Arbeiten ausgeführt. Ich verweise auf die von LENARČIČ¹, VOGT², DOELTER³. Jetzt sind uns ja schon verschiedene, die Art und Weise der Krystallisation bestimmende Momente bekannt, ich führe nur kurz an: chemische Zusammensetzung, Druck, Temperatur des Magmas, Krystallisationsgeschwindigkeit und Krystallisationsvermögen. DOELTER⁴ hat jene Momente ausführlich behandelt und zusammengestellt und es war meine Aufgabe, in nachstehender Arbeit zufolge der Anregung Prof. DOELTER's die bisher gemachten Erfahrungen an der Hand von praktischen Versuchen wieder zu prüfen und wenn möglich, für den einen oder andern der bisher geltenden Sätze engere Grenzen zu ziehen. Insbesondere habe ich mich bemüht, im An-

¹ Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1903.

² VOGT, Die Silicatschmelzlösungen. Christiania 1903.

³ DOELTER, Über gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 199. — Über einige petrogenetische Fragen. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 545. — Die Schmelzbarkeit der Mineralien und ihre Löslichkeit in Magmen. TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitth. 20. 1901. p. 307. — Krystallisationsgeschwindigkeit und Krystallisationsvermögen geschmolzener Mineralien. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1903. p. 608.

⁴ DOELTER, Die Silicatschmelzen. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. 113. Abth. I. 1904.

schlusse an die Arbeiten von DOELTER¹ und M. VUČNIK², bei bestimmten Mineralmischungen die Schmelzpunkte zu beobachten, um die Veränderung der Schmelzpunkte mit der chemischen Zusammensetzung in Schmelzen zu eruieren.

Über die Ausführung der Versuche führe ich kurz Folgendes an:

Die Mineralgemenge, durchwegs aus je 2 Componenten zusammengestellt, wurden geschmolzen, im dünnflüssigen Zustande zum Zwecke vollkommener Mischung und gleichmässiger Temperaturvertheilung gerührt, durchschnittlich 5—7 Stunden im viscosen Zustande, der ja der Krystallbildung am vortheilhaftesten ist, erhalten, hernach vollkommen abgekühlt. Erstarre eine Mischung rasch, so habe ich das ohnehin an betreffender Stelle besonders bemerkt; auch Impfen mit kleinen Krystallkörnern wurde in einigen Fällen vorgenommen. Die Bestimmung der Schmelzpunkte der Mineralgemenge und der festen Schmelzlösungen geschah mittels des elektrischen Horizontalofens mit Beobachtung der möglichsten Genauigkeit³.

Von eigentlichen Schmelzpunkten können wir hier natürlich nicht reden, sondern vielmehr von Schmelzpunktsintervallen, da das zuerst schmelzende Mineral das zweite löst. Hier wurde jener Punkt als Schmelzpunkt angenommen, bei dem entweder die Mineral- oder die Glasprobe flüssig wurde.

Zu Beginn der Besprechung jeder Versuchsreihe habe ich eine Tabelle über die Schmelzpunkte der Componenten und der Mischungen gegeben, zum Schlusse die dazu gehörige Darstellung der Schmelzpunktcurven.

Die einschlägige Literatur, die gerade in letzter Zeit eine bedeutende Bereicherung erfahren hat, findet sich in Arbeiten von VOGT⁴, LENARČIČ⁵ und K. BAUER⁶ verzeichnet.

Im Nachstehenden folgt die Besprechung der einzelnen Versuchsreihen:

I. Versuchsreihe: Korund-Hedenbergit.

Es wurde verwendet: Sapphir von Ceylon und Hedenbergit von Elba.

¹ DOELTER, l. c.

² M. VUČNIK, Über das Verhalten von Silicaten im Schmelzflusse. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1904.

³ Vergl. C. DOELTER, Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und chemischer Zusammensetzung der Mineralien. TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitth. 1903. 22. 3. u. 4. Heft.

⁴ VOGT, Die Silicatschmelzlösungen. Christiania 1903.

⁵ LENARČIČ, Über gegenseitige Löslichkeit und Ausscheidungsfolge der Mineralien im Schmelzfluss. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1903.

⁶ K. BAUER, Beiträge zur experimentellen Petrographie. N. Jahrb. f. Min. etc. 1899.

Korund-Hedenbergit.

	Schmelzpunkt des Mineral- Gemenges	Aus dem arithm. Mittel berech. Schmelzpunkt	Schmelzpunkt des erhaltenen Glases
Korund	T ₂ 1700—1800	—	—
Korund 1 } .	T ₁ 1130°	} 1208°	{ T ₁ 1080°
Hedenbergit 5 } .	T ₂ 1140°		
Korund 1 } .	T ₁ 1140°	} 1165°	{ T ₁ 1090°
Hedenbergit 9 } .	T ₂ 1150°		
Korund 1 } .	T ₁ 1130°	} 1135°	{ T ₁ 1060°
Hedenbergit 18 } .	T ₂ 1140°		
Hedenbergit . . .	T ₂ 1100°	—	—

Versuch a: 1 Korund: 18 Hedenbergit.

Die Schmelze ist schwarzbraun, lückenlos; im Dünnschliffe zeigt sie eine grünlichbraune Färbung; u. d. M. bemerkt man eine stellenweise glasige, lichtbraune Grundmasse, die von nach allen Seiten verlaufenden Sprüngen netzartig durchzogen ist. In grosser Zahl sind darin kleine, rundliche, intensiver grün gefärbte Körner eingelagert, dann auch krystallographisch begrenzte Augitkrystalle: sie sind wenig pleochroitisch, das Auslöschungsmaximum einiger grösserer Individuen beträgt 39°. In einer dunkelbraunen Schliere haben sich viel Magnetitkörnchen abgeschieden, auch im übrigen Theile des Schliffes kommen sie verstreut vor. Korund hat sich bei diesem Mischungsverhältnisse, wie wohl zu erwarten war, nicht ausgeschieden: er ging beim Schmelzprozesse in Lösung und bildet mit dem restlichen Hedenbergit die isotrope Grundmasse.

Die chemische Zusammensetzung der Augite, die sich bei der langsamen Abkühlung ausschieden, hat sich durch dieses Wiederauskrystallisiren aus der viscosen Schmelze geändert: die Augite sind Fe-ärmer geworden, was auch die geringe Auslöschung gegenüber der des zu dem Versuche verwendeten Hedenbergites beweist.

Magnetit kommt ausserdem als Einschluss im Augit vor, er ist also das erste Ausscheidungsproduct; darauf folgte als zweites der Augit. Dieses Ergebniss entspricht vollkommen den bisherigen Kenntnissen von dem hohen Krystallisationsvermögen des Magnetits und des Augits.

Versuch b: 1 Korund: 9 Hedenbergit.

Der Dünnschliff erscheint lichtbraun, glasig, isotrop. In der Grundmasse verstreut finden sich zahlreiche Magnetitausscheidungen in Form kleiner Körnchen; ausserdem wird sie von dunkelbraunen, welligen Streifen durchzogen, an denen sich stellen-

weise auch mehr Magnetit gebildet hat. Weiter haben sich aus dem Magma schmale, stengelige Krystalle ausgeschieden, den erwähnten dunkelbraunen Streifen meist an- und aufgelagert; sie zeigen keinen Pleochroismus, sind stark durchscheinend, hellbraun bis farblos; die Auslöschungsschiefe beträgt im Mittel 34° . Wir haben es hier wieder mit Augiten zu thun, die einen Theil ihres Fe-Gehaltes an das Magma abgegeben haben. Korundausbildung ist auch bei diesem Verhältnisse der beiden Componenten des Gemenges nicht eingetreten.

Versuch c: 1 Korund : 5 Hedenbergit

wurde nur zum Zwecke der Schmelzpunktsbestimmung angestellt.

Aus den Ergebnissen der beschriebenen 2 Versuche mit Korund und Hedenbergit ersehen wir Folgendes:

Korund ist, wie bekannt, eines der am schwersten löslichen Mineralien; die 18- und die 9fache Menge des Hedenbergites waren im Stande, ihn zu lösen, denn es trat Glasbildung ein. Weiteres über sein Krystallisationsvermögen ist aus den Ergebnissen der nächsten Versuchsreihe ersichtlich.

Der Augit hat in beiden Fällen seine Fähigkeit, aus einer Schmelze verhältnissmässig leicht wieder auszukrystallisiren, bewahrt; jedoch wurde die chemische Beschaffenheit des ursprünglich verwendeten Hedenbergites insoferne geändert, als dem Eintreten der Krystallisation eine Dissociation des Hedenbergites in ein nun Fe-ärmeres Ca-Silicat vorausging, während Al_2O_3 zur Bildung eines Thonerdeaugites in dieses eintrat; der durch die Dissociation frei gewordene Fe-Antheil wurde zur erhöhten Magnetitbildung verbraucht. — Dass sich Magnetit neu bilden konnte, beweist das Vorhandensein einer dissociirten Lösung, aus der sich Magnetit wahrscheinlich als erstes Product, selten vielleicht mit dem Augit gleichzeitig ausschied. Die Beschaffenheit des Magmas scheint übrigens nicht durchwegs gleich zu sein, denn Augit- und Magnetitausscheidung erfolgte meist getrennt von einander, was nur in chemisch verschiedenen Partien einer Schmelze, oder mit anderen Worten, bei stattgehabter Differenzirung der Fall sein kann.

Aus den beiden Curven (Fig. 1), die durch Verbindung der Schmelzpunkte sowohl des krystallinen Gemenges (Tetraeders¹), als auch der festen Schmelzlösung erhalten worden sind, ist zu entnehmen, dass die Schmelzpunkte der Mineralmenge in den drei verschiedenen Verhältnissen über dem der bei niedrigerer Temperatur schmelzenden Componente liegen, wir ersehen daraus, dass Korund den Schmelzpunkt des Hedenbergites erhöht. Diese nur einseitige Schmelzpunktserniedrigung entspricht den be-

¹ DOELTER, Über zwei neue elektrische Öfen. TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitth. 1903.

treffenden Resultaten DOELTER's¹. — Die eutektischen Punkte der drei Gläser hingegen liegen sämtlich unterhalb des Schmelzpunktes des Hedenbergites, und zwar bewegt sich die Erniedrigung in Differenzen von 5—30°, von T₂ des Hedenbergites an

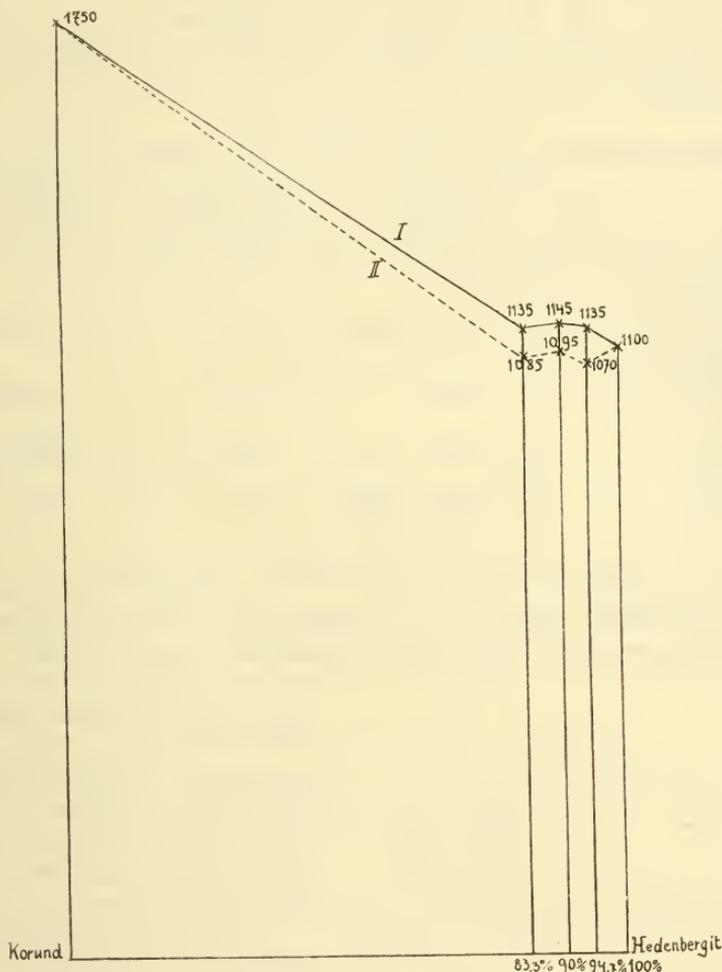


Fig. 1. I. Curve der Schmelzpunkte der kryst. Gemenge.

II. " " " " Gläser.

gerechnet. Die Vergleichung der Schmelzpunkte je eines Tetraeders und des dazu gehörigen Glases ergibt, dass die ersteren dem berechneten arithmetischen Mittel der Schmelzpunkte der beiden Componenten nahe kommen und dass letztere stets tiefer liegen.

Bezüglich des für Korund mit 1750° angenommenen Schmelz-

¹ DOELTER, Beobachtung von Silicatschmelzen u. d. M. Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. 113. Abth. I.

punktes muss bemerkt werden, dass diese Zahl wohl nicht absolut richtig ist, da Beobachtungen bei so hoher Temperatur sehr schwierig anzustellen sind, jedoch dürfte sie annähernd dem wirklichen Schmelzpunkte entsprechen.

II. Versuchsreihe: Eläolith-Korund.

Es wurde verwendet: Eläolith von Miass im Ural und Sapphir von Ceylon.

Eläolith-Korund.

	Schmelzpunkt des Mineral- gemenges	Aus dem arithm. Mittel berech. Schmelzpunkt	Schmelzpunkt des erhaltenen Glases
Eläolith	T ₂ 1190°	—	—
Eläolith 18 }	T ₂ 1215°	1127°	T 1200°
Korund 1 }			
Eläolith 9 }	T ₂ 1230°	1246°	T 1210°
Korund 1 }			
Eläolith 5 }	T ₂ 1240°	1283°	T 1200°
Korund 1 }			
Korund	T ₂ 1750—1800°	—	—

Versuch a: 18 Eläolith:1 Korund.

Meist nur in den mittleren Partien der farblosen, isotropen Grundmasse sind Nepheline eingelagert, gross, ohne bestimmte Krystallform, mit vielen mikroskopisch kleinen Einschlüssen von häufig zonarem Bau. Einige rechtwinkelige Durchschnitte löschen gerade aus, im durchfallenden Lichte sind sie grauweiss bis lichtbraun gefärbt.

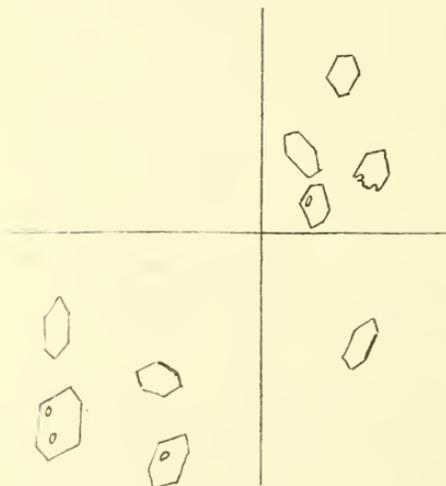


Fig. 2.

Ausserdem finden sich zahlreiche farblose Durchschnitte mit hohem Brechungsquotienten, Korunde (Fig. 2), deren Ausscheidung bei diesem Mischungsverhältnisse eigentlich nicht zu erwarten war. Auch feine, gerade auslöschende Nadeln (Sillimanite?) kommen vor.

Die Ausscheidungsfolge ist: Korund, Sillimanit, Nephelin. Letzterer individualisirte sich zur Grundmasse, nachdem die über-

schüssige Thonerde zur Korund- und Sillimanitbildung verwendet worden war. Das Verhältniss der Basen zur Thonerde ist hier $4 : 4\frac{1}{8}$; vergleichen wir nun diese Zahlen mit den darauf bezüglichen Gesetzen, die J. MOROZEWICZ¹ über Spinell-, Korund- und Sillimanitbildung aufgestellt hat, so finden wir hier keine Spinellbildung, obwohl der Nephelin mehr als 0,5 % MgO enthält, wie aus den Zahlen der Analyse des Eläolithes von Miass² hervorgeht; obige Menge von MgO ist aber nach MOROZEWICZ zur Spinellbildung erforderlich. Weiter stellt er fest, dass „sich aus Schmelzmassen mit genügend Mg nicht Al_2O_3 , sondern $MgAl_2O_4$ constituirt“; dies hat sich im vorliegenden Falle nicht bestätigt und es muss entweder der Procentgehalt an MgO, wenn sich Spinell bilden soll, höher als 0,5 % sein, oder es ist in einem Magma von der vorliegenden Beschaffenheit die Tendenz, Mg-Spinell statt Korund zu bilden, nicht so gross, als MOROZEWICZ annimmt. Letzteres halte ich für wahrscheinlich, da sich bei diesem Versuche trotz des verhältnissmässig bedeutenden Mg-Gehaltes (verglichen mit dem des nächsten Versuches) kein demselben entsprechender Spinell bildete.

Mikroskopisch kleine Einschlüsse der Grundmasse erscheinen bei stärkster Vergrösserung als kleine, helle Kryställchen, vielleicht Korunde; daraus wäre zu schliessen, dass im Verlaufe des Krystallisationsprocesses eine Verminderung der Krystallisationsgeschwindigkeit eingetreten sei, so dass viele Korundkryställchen gewissermassen im Anfangsstadium ihrer Krystallbildung stehen blieben und nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl zu grösseren, idiomorpher ausgebildeten Formen weiterwuchs.

Versuch b: 9 Eläolith : 1 Korund.

Die flüssige Schmelze wurde mit einigen Eläolithkryställchen zur Beförderung des Krystallisationsprocesses geimpft. Die Abkühlung verlief so wie bei den anderen Versuchen.

Die erhaltene Schmelze ist schmutzigweiss, am Rande glasis, im Innern stark porös, der Dünnschliff ist ebenso gefärbt. Er enthält in einer sehr hellen Grundmasse, die sich isotrop verhält, zahlreiche krystallinische Ausscheidungen, der Hauptmasse nach Nepheline in rechteckigen, quadratischen und sechsseitigen Durchschnitten. Gerade Auslöschung und Spaltrisse nach der Längsaxe sind gut zu beobachten. Im parallelen polarisirten Licht sind sie leicht bräunlich, ebenso solche Stellen des Dünnschliffes, wo die Krystallform des Nephelins schlecht ausgeprägt

¹ J. MOROZEWICZ, Experimentelle Untersuchung über die Bildung der Mineralien im Magma. TSCHERMAK'S Min. u. petrogr. Mitth. 1899.

² HINTZE, Handbuch der Mineralogie. Die Analyse des Eläolithes von Miass. p. 868. No. XXVIII ergibt folgende Zahlen: SiO_2 42,51, Al_2O_3 37,73, CaO 0,20, Na_2O 14,01, K_2O 6,91, MgO 0,77.

ist und er sich erst unter gekreuzten Nicols als solcher erkennen lässt. Die Färbung rührt wahrscheinlich von Spuren von im ursprünglich verwendeten Eläolith¹ enthaltenem Eisen her. Die Krystalle sind nach allen Richtungen gelagert, auch Grundmasse, die sich später bildete, befindet sich dazwischen. Erstere enthalten auch zahlreiche mikroskopische Interpositionen, die sich nicht näher bestimmen lassen.

Das erste Ausscheidungsproduct sind jedenfalls die sehr gut krystallographisch ausgebildeten farblosen Spinelle, die in Form rhombischer, dann durch Druck der Umgebung rechteckig gewordener Durchschnitte, öfter mit abgestumpften Ecken, dann auch in charakteristischen Durchschnitten des Ikositetraeders vorkommen. Die grössten der stark lichtbrechenden, in grosser Zahl vorhandenen Krystalle haben eine Ausdehnung von etwa 0,006 mm, die kleinsten erscheinen in winzigen aber immer noch gut begrenzten Durchschnitten. Für die Entscheidung, dass sich der Spinell dem Nephelin gegenüber zuerst bildete, ist der Umstand beweisend, dass er in letzterem eingelagert vorkommt.

Weiter finden sich dünne, sehr schmale nadelförmige Krystalle von bedeutender Längsausdehnung und von so starker Brechung, dass sie u. d. M. fast körperlich hervortreten. Sie löschen gerade aus, unter gekreuzten Nicols erscheinen sie nach der Längsaxe dunkelnelkenbraun: es sind Sillimanite, Al_2SiO_5 .

Ein weiteres Ausscheidungsproduct bildet der Korund in kleinen, hexagonalen Tafeln, die farblos, stark licht- und schwach doppelbrechend sind.

Die Ausscheidungsfolge ist hier: Spinell, Korund, Sillimanit, Nephelin.

Der verwendete Eläolith kann, wie aus den vorhin citirten Analysen ersichtlich ist, MgO 0,77 % und Fe_2O_3 0,57 % enthalten.

Nach dem Ergebniss meiner Untersuchung zu urtheilen, finden die Gesetze J. MOROZEWICZ'S² keine vollkommene Bestätigung. Er sagt, dass die Krystallisation von Al_2O_3 und Spinell nicht von der Basicität der Schmelze, sondern vom Verhältnisse der Basen zur Thonerde abhängt. Dieses Verhältniss stellt sich in vorliegendem Falle wie folgt:

$$\begin{aligned} & 9 \text{Na}_3 \text{Al}_8 \text{Si}_9 \text{O}_{34} + 1 \text{Al}_2 \text{O}_3 \\ & = 9 (4 \text{Na}_2 \text{O} \cdot 4 \text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 9 \text{SiO}_2) \\ & \qquad \qquad \qquad \text{Al}_2 \text{O}_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \hline 36 \text{Na}_2 \text{O} \cdot 37 \text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 81 \text{SiO}_2 \\ & 4 \text{Na}_2 \text{O} \cdot 4 \frac{1}{9} \text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 9 \text{SiO}_2 \end{aligned}$$

Also:

$$\text{Na}_2 \text{O} : \text{Al}_2 \text{O}_3 = 4 : 4 \frac{1}{9}$$

MOROZEWICZ giebt nun an, „dass sich aus einer Schmelze, bei der das Verhältniss der Basen zur Thonerde kleiner als 1 ist,

¹ Vergl. HINTZE, Handbuch der Mineralogie, Eläolithanalysen. p. 868. No. XXVIII—XXXI.

² J. MOROZEWICZ, Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Mineralien im Magma. TSCHERMAK'S Min. u. petrogr. Mitth. 1899.

entweder Spinell und Korund bilden kann, wenn sie mehr als 0,5 % MgO und Fe_2O_3 enthält, oder Sillimanit und Korund, wenn n ($n = \text{Gehalt an SiO}_2$) grösser als 6 und wenn MgO nicht vorhanden ist.“ In meinem Falle sind für die Ausscheidung von Spinell und Korund die beiden ersten Bedingungen erfüllt, die letzte aber nicht, da n grösser als 6 ist. Für Sillimanit- und Korundbildung schliesst MOROZEWICZ das Vorhandensein von MgO aus; trotzdem hat bei dem obigen Versuche dieser Process stattgefunden. Nach meinen Erfahrungen dürfte es also nicht richtig sein, die Gesetze für die Ausscheidung der genannten 3 Mineralien so knapp zu fassen, wie MOROZEWICZ es gethan hat.

Der Dünnschliff enthält auffallend viele Spinellkryställchen, deren Menge zu gross ist gegen die kleine Menge des im Magma vorhandenen Mg und Ca; es liegt die Vermuthung nahe, dass das im Nephelin reichlich vorhandene Alkalimetall spinellbildend mitgewirkt habe. Der augenscheinlich vorliegende Zusammenhang dieses Krystallisationsproductes mit dem vorhandenen Na_2O der Lösung wäre vielleicht durch die Formel zu geben: $n \text{MgAl}_2\text{O}_4 \cdot \text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$. — $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ ist bisher nur als lösliches Aluminat bekannt und bildet unter gewöhnlichen Verhältnissen keinen Spinell. Das reichliche Auftreten des Spinells im Schliffe wäre so zu erklären, dass das Na-Aluminat mit Mg-Aluminat bei hoher Temperatur eine isomorphe Mischung eingehen kann, wobei die Dissociation der Schmelzlösung Bedingung ist und ihr 5—6 Stunden andauernder viscoser Zustand weitere der Krystallisation günstige Umstände darbietet.

Das Impfen mit Eläolith scheint übrigens auch auf den Krystallisationsprocess günstig eingewirkt zu haben, denn nicht nur Nephelin, die dem Impfmittel entsprechende Componente, sondern auch die zweite ist wieder entstanden und Spinell und Sillimanit haben sich neu gebildet.

Versuch c: 5 Eläolith : 1 Korund.

Um die Einwirkung beigegebenen groben Korundpulvers studiren zu können, wurde die Schmelze mit Korund geimpft.

Die Grundmasse erscheint so wie die des Versuches a dieser Reihe. Nepheline in bereits früher beschriebenen Formen kommen auch hier vor, ziemlich zahlreich ist auch Korund vertreten, durch seine starke Lichtbrechung von gleichen Formen der Nepheline sofort zu unterscheiden. Feine Sillimanitnadeln finden sich ebenfalls wieder vor, auch sehr schmale, spitzwinkelige, farblose Leisten scheinen hierher zu gehören. Das ganze Bild gleicht sehr dem des Versuches a, auch die winzigen, stark lichtbrechenden (Korund-)Kryställchen finden sich ebenso zahlreich wieder in der ganzen Masse verstreut vor.

Es gilt hier auch die gleiche Ausscheidungsfolge: Korund, Sillimanit, Nephelin. Nach der Reihenfolge der Basicität scheidet sich hier wieder der basische Sillimanit vor dem Neph-

lin aus. Korund zeigte bei allen drei Versuchen ein bedeutendes Krystallisationsvermögen, desgleichen Sillimanit. Spinell bildete sich nur in einem Falle und auch da nicht bei jenem Verhältnisse, bei dem seine Bildung in erster Linie erwartet werden konnte, sondern dort, wo weniger MgO im Magma gelöst war. Es scheint also

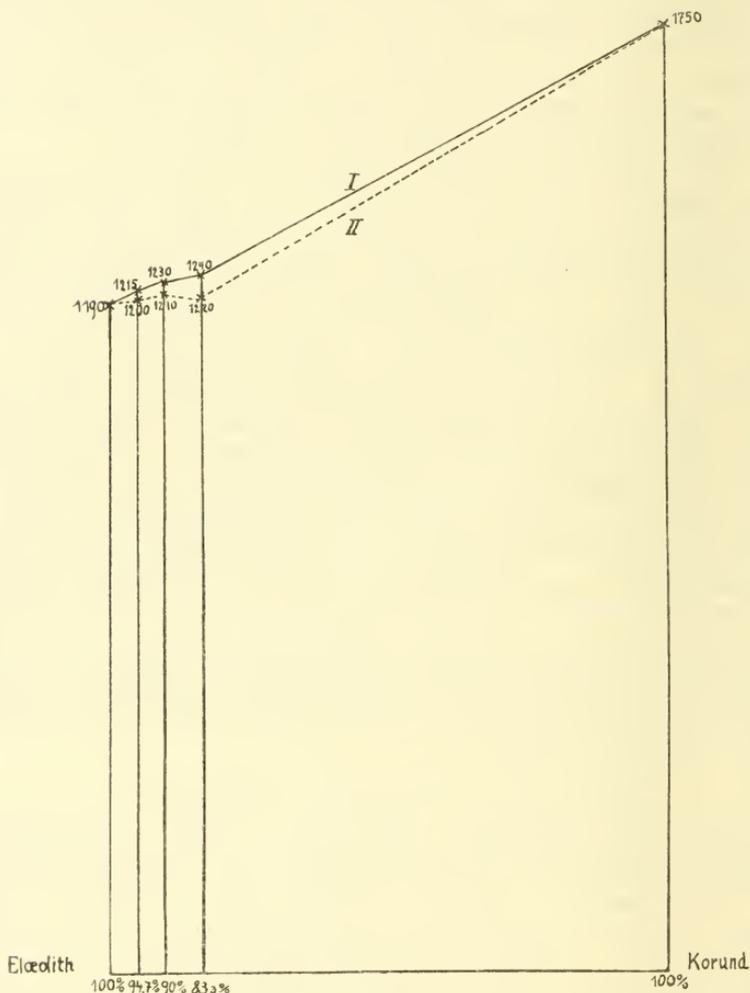


Fig. 3. I. Curve der Schmelzpunkte der kryst. Gemenge.

II. " " " " Gläser.

hier bei der Ausscheidung eine Complication vorzuliegen, da die gewöhnlichen Regeln keine Anwendung finden. Wahrscheinlich wird diese Complication durch gewisse Abkühlungsverhältnisse bedingt; es spielt die Abkühlungsgeschwindigkeit eine Rolle und es bildet sich eine metastabile Form, hier Mg Na-Aluminat. Ich erinnere an dieser Stelle an das Ergebniss eines Versuches von

M. VUČNIK¹ mit Magnetit und Anorthit, das in einer Bildung von Hercynit $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ und Calciumspinell $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ zu isomorphen Mischkrystallen bestand.

Die Ergebnisse der drei beschriebenen Versuche weisen in jedem Falle auf Dissociation im Magma hin und zwar ist Sillimanit durchwegs neu entstanden, bei Versuch b ausserdem noch Spinell. Bei diesem letzterwähnten Versuche wirkte das Impfmittel ganz besonders anregend auf die Krystallisation des Nephelins ein, der darin reichlicher enthalten ist. Die mit Korund geimpfte Schmelze des Versuches c zeigt wenige, dafür aber sehr schön und gross ausgebildete Korundkrystalle; es würde also hier die Impfung die Ausbildung weniger Centren bewirken, aber die Ausbildung grosser Krystalle bedingen. Ein theoretisches Erschliessen dieses Vorganges ist dermalen noch schwierig.

Die Schmelzpunkte der Mineralgemenge nähern sich wieder den betreffenden Mitteln der Componentenschmelzpunkte (Fig. 3); die Schmelzpunkte der Gläser liegen tiefer als die der krystallinen Gemenge, aber über dem der niedriger schmelzenden Componente (Elaolith). Die Erniedrigung ist also wieder einseitig. Ein eigentlicher eutektischer Punkt ist nicht wahrzunehmen, denn es zeigen die beiden am meisten von einander verschiedenen Mischungsverhältnisse a und c gleiche Schmelzpunkte ihrer Gläser.

III. Versuchsreihe: Olivin-Augit.

Es wurde verwendet: Olivin von Ceylon² und Augit von den Monti Rossi.

Olivin-Augit.

	Schmelzpunkt des Mineral- gemenges	Aus dem arithm. Mittel berech. Schmelzpunkt	Schmelzpunkt des erhaltenen Glases
Olivin	T ₂ 1300°	—	—
Olivin 1 }	T ₁ 1260° }	1243°	T 1170°
Augit 1 }	T ₂ 1270° }		
Olivin 3 }	T 1230° }	1219°	T 1160°
Augit 7 }	T 1230° }		
Olivin 1 }	T ₁ 1200° }	1208°	T 1170°
Augit 4 }	T ₂ 1225° }		
Olivin 1 }	T 1200° }	1196°	(T ₁ 1160° T ₂ 1170°
Augit 9 }	T 1200° }		
Augit	T ₂ 1185°	—	—

¹ M. VUČNIK, Über das Verhalten von Silicaten im Schmelzflusse. Dies. Centralbl. f. Min. 1904

² Die Analyse dieses Olivins wurde von MICHAELA VUČNIK ausgeführt und ergab nachfolgende Zahlen: SiO_2 40,81, MgO 47,48, FeO 11,33, zusammen 99,62; der Olivin hat demnach die Formel $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 \cdot 7\text{Mg}_2\text{SiO}_4$.

Versuch a: 1 Olivin : 9 Augit.

Der aus der graugrünen Schmelze hergestellte Dünnschliff ist im Allgemeinen olivgrün, mit dunkler und heller gefärbten Zonen. Zu ersteren gehören undurchsichtige, schwärzliche Stellen der Grundmasse, zu letzteren helle und leicht grünlich gefärbte Krystalle, die mit kleinen schwarzen Körnchen zusammen in einem braun gefärbten Glase eingebettet sind. Dieses Glas tritt besonders im Centrum auf und umschliesst dort grosse Krystalldurchschnitte, die die Grundmasse mitunter ganz verdrängen.

Bei näherer mikroskopischer Untersuchung zeigen die Ausscheidungsproducte Verschiedenheiten und zwar finden wir die beiden Componenten, Olivin und Augit, wieder, Magneteisen als Neubildung. Der Olivin ist farblos oder leicht grünlich, stark lichtbrechend mit silberglänzendem Relief. Die Durchschnitte sind hexagonal, häufig aber nach der Längsaxe entwickelt, stark zersprungen und durch die umgebende Grundmasse corrodirt. Die grösser ausgebildeten enthalten in der Mitte häufig einen dunklen Kern von nicht näher bestimmbar mikrolithischen Bildungen. Wegen der Ausbildung der grossen Krystallindividuen muss auf Erstausscheidung der Olivine geschlossen werden, auch zerrissene und zertheilte Formen von Krystallskeletten sprechen dafür. Es ist dies wieder eine Bestätigung der Beobachtungen DOELTER's¹; auch die von ihm bemerkte Einlagerung von Krystallindividuen in einander² finde ich hier wieder. Besonders im innersten Theile des Schliffes fällt die lebhaft stattgehabte Auskrystallisation der Olivine und ihre Bildung zu eigenthümlichen fächerartigen Formen auf.

Der ebenfalls reichlich vorhandene Augit ist nicht idiomorph gestaltet, sondern bildet die Ausfüllungsmasse zwischen den Olivinen. Er ist dunkler gefärbt als diese, schwächer lichtbrechend und hat weniger lebhaft Interferenzfarben. Das Auslöschungsmaximum beträgt 48°. Der chemischen Zusammensetzung nach kommt dieser Augit also einem basaltischen Thonerdeaugit nahe. Deutlich begrenzt ist er nur dort, wo er in Nadelform die in grösserer Ausdehnung auftretende braune, isotrope Grundmasse durchsetzt. In diesem Falle ist er auch besonders dunkel gefärbt. Die intensiv braunen Partien des Schliffes enthalten Olivine und Augite in mehr körniger Ausbildung, während gegen die Mitte zu die Grundmasse lichter, glasähnlicher erscheint und Krystallproducte enthält, die eine höhere Grössenausbildung erreicht haben. Stellenweise polarisirt sie, dann sind vermuthlich sehr kleine Olivine eingelagert; wahrscheinlich hat die weiter fortschreitende Abkühlung den gerade bevorstehenden Krystallisationsprocess erschwert. Eine

¹ DOELTER, Beobachtung von Silicatschmelzen u. d. M. Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-nat. Cl. 113. Abth. I.

² DOELTER, l. c.

Neubildung der Olivin-Augitschmelze ist das schon früher erwähnte Magneteisen $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$, das sich anscheinend vor dem Olivin bildete, denn die kleinen, schwarzen Körnchen sind in ihm eingelagert. Eine Ursache der eigenthümlichen Zonenbildung, die der Schliiff aufweist, ist wohl auch der Umstand, dass es oft recht schwer ist, die Schmelze während der ganzen Erstarrungsperiode auf demselben Viscositätsgrade zu erhalten und Temperaturverschiedenheiten haben ja nach DOELTER¹ auf die Art der Krystallbildung einen ausserordentlichen Einfluss. Die Magnetitbildung ist damit zu erklären, dass beide die Schmelze zusammensetzenden Componenten sich in der flüssigen Lösung dissociirten und dass sich Magnetit, seinem starken Krystallisationsvermögen folgend, zuerst ausschied. Wo er vorherrscht, ist er in einer braunen isotropen Grundmasse eingebettet, die in diesem Falle ein ungesättigtes oder gerade gesättigtes Silicatglas darstellt. Das aus dem Olivin stammende und in Lösung gegangene Eisen wurde hauptsächlich zur Magnetitbildung verwendet; etwas davon ging aber auch auf den Augit über, denn er hebt sich durch seine Färbung deutlich vom Olivin ab. Die Erstausscheidung des Magnetits und die nachfolgenden Bildungen lassen sich also damit erklären, dass sich bei beginnender Abkühlung zum viscosen Zustande infolge der herrschenden Dissociation $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ und Olivin bildete, dass dann aber noch vorhandenes Fe zum Augit, der erst später auszukrystallisiren begann, übertrat. Damit steht auch die ziemlich bedeutende Auslöschungsschiefe des neugebildeten Augites in Einklang. Der Olivin zeigt eine bedeutende Krystallisationsfähigkeit, die sich mit abnehmender Temperatur vermindert und hier einer lebhaften Augit-ausscheidung Platz machte. Infolge des grossen Krystallisationsvermögens von Olivin und Augit liegt eine vollendete Krystall-ausscheidung vor, weshalb auch Glas nur in geringen Mengen vorhanden ist. Ausnahmen zeigen sich nur an wenigen Stellen, die dann glasilige Lösungen darstellen.

Es ergibt sich also auch hier der Fall, dass ausser der Löslichkeit der Componenten und ihrer Dissociation im Magma noch besonders chemische Einflüsse sich in der dissociirten Lösung geltend machen, die auf die Ausscheidung der Mineralien überhaupt und speciell auf ihre Ausscheidungsfolge complicirend einwirken. Die Neubildung eines Minerals und die darauf folgende Ausscheidung der beiden Anfangscomponenten fand hier auf dieselbe Art statt, die DOELTER² hervorhebt, dass sich nämlich die schwerer lösliche Componente, hier der Olivin, theilweise infolge chemischer Wechselwirkung aus der dissociirten Lösung zuerst abscheidet.

¹ DOELTER, Über einige petrogenetische Fragen. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1902. No. 18.

² DOELTER, Die Silicatschmelzen. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. 113. Abth. I.

Versuch b: 3 Olivin : 7 Augit.

Die hier vorhandene Grundmasse ist durchweg dunkler gefärbt. Die grossen farblosen Krystalle sind meist Olivine, gleichgestaltet denen des Versuches a dieser Reihe. Auch grünliche, undeutlich begrenzte, stengelige Individuen kommen vor. Der Augit tritt hier wieder als Ausfüllungsmasse zwischen den Olivinen auf. Das Polarisiren der lichten Grundmasse wird wahrscheinlich durch Augitausscheidungen veranlasst; auch kleine Olivinkörner sind hie und da in sie eingebettet. Magnetitkörnchen sind in der ganzen Masse vertheilt, in kleinsten Formen bilden sie feinen Staub, der die tiefer liegenden Theile im Schlicke durchsetzt. Die Ausscheidung dieser Körnchen scheint nicht regellos von Statten gegangen zu sein: in den gross ausgebildeten lichtgrünen Krystallen und in der Grundmasse bilden sie Nester, in Kettenform durchziehen sie die früher erwähnten stengeligen Olivinkrystalle. Einige grosse Olivine sind von einem dunklen Kern erfüllt, der mitunter so gross wird, dass die Olivinmasse nur eine schmale Umrandung um ihn bildet. Bei durchfallendem Lichte und stärkster Vergrösserung löst sich der Kern in ein Aggregat von Magnetitstaub, hie und da mit grösseren Körnchen durchsetzt, auf. Dieser lagert in einer dem Olivin chemisch ähnlichen Grundmasse, die durch vom Magnetit aufgenommenes Eisen braun gefärbt ist. Der Magnetit bildet Zonen, die vom Olivin umwachsen werden. An dieser Stelle ist daran zu erinnern, dass VOGT¹ mit Olivin und Magnetit zinnenartige Magnetiteinschlüsse beobachtete. In ähnlichen Formen treten sie auch hier auf. Aus der Magnetitanhäufung im Innern und dem den Rand bildenden Olivin ist zu entnehmen, dass zwischen den beiden einander benachbarten Krystallisationsproducten im Augenblicke ihres Erstarrens eine nähere Beziehung herrschte, deren Art freilich vorläufig noch unbekannt ist. Es herrschte auch in diesem Falle wieder Dissociation im Magma, wir haben Magnetit als Neubildung. Dieser und Olivin haben ein bedeutendes Krystallisationsvermögen und es ist denkbar, dass sich Olivin allein ausgeschieden hätte, wenn nicht die Lösung dissociirt gewesen wäre.

Versuch c: 1 Olivin : 1 Augit.

Die Krystallausscheidungen sind im Dünnschlicke sehr gleichmässig vertheilt.

Die Olivine lagern in hellem Glase; sie sind grünlich gefärbt und erscheinen als quadratische, rechtwinkelige und hexagonale Durchschnitte; oft tritt das steile Doma sehr deutlich auf. Einbuchtungen, durch das Magma veranlasst, sind häufig. In einigen ungefärbten Individuen kommen auch wieder centrale An-

¹ VOGT, Die Silicatschmelzlösungen. Christiania 1903.

sammlungen von kleinsten, schwarzen Körnchen vor, Magnetit; doch tritt er viel seltener auf als in den beiden vorher angestellten Versuchen. Wahrscheinlich als Folge der geringen Magnetitbildung befinden sich im Schlicke einige dunklere Partien, die von mehr Fe-Gehalt intensiver gefärbt sind. Auffallend ist hier die schöne, typische Ausbildung der Augite, der auch in grösseren Individuen noch zu beobachten ist. Bemerkenswerth ist, dass bei procentischem Vorwalten des Olivins sich nicht dieser hauptsächlich, sondern die zweite Componente vor allem ausschied.

Die Reihenfolge der Ausscheidungsproducte ist auch hier wieder Magnetit, Olivin, Augit; daraus ist zu schliessen, dass die Tendenz des Olivins, sich nach der von DOELTER¹ angegebenen Art auszuschcheiden, hier wieder die Oberhand behält; denn was das Mengenverhältniss anlangt, so könnte sich hier sowohl Olivin als Augit zuerst ausscheiden. Es bestätigt sich hier wieder, dass eine chemische Wechselwirkung in dissociirter Lösung stattfindet.

Versuch d: 1 Olivin : 9 Augit, mit Augit geimpft.

Der Dünnschliff ist lichtgrün gefärbt. Der Hauptmasse nach ist er von Augiten erfüllt, deren maximale Auslöschungsschiefe 38° beträgt. Sehr spärlich, aber in typisch gebauten Krystallen ist Olivin vorhanden. Magnetit hat sich neu gebildet und kommt besonders in der Umgebung unverändert gebliebener Krystalle des Impfmittels vor. Das Impfen hat hier recht bedeutende Veränderungen hervorgerufen: wir haben sehr wenig Olivin, aber als erstes Bildungsproduct, Magnetit als Neubildung, viel Augit in schönen Krystallen, wenig Glas. In der dissociirten Lösung spielte sich folgender Vorgang ab: Der grössere Theil des vorhandenen Olivinsilicates Mg_2SiO_4 setzte sich unter MgO-Abgabe in Augitsilicat $MgSiO_3$ um; nun wäre eigentlich Mg-Spinellbildung ganz gut möglich gewesen, ist aber wegen der langsamen Abkühlung unterblieben; MgO wanderte ins Silicatmagma, um ein isotropes Glas zu bilden. Das Impfen übte augenscheinlich eine ganz ausserordentliche Wirkung auf den Krystallisationsvorgang aus, die grossen und kleinen Augite, sowie die nicht idiomorph ausgebildeten deuten auf grosses Krystallisationsvermögen dieses Minerals.

Magnetitkrystalle wurden wenig gebildet, jedoch zeigen dunklere Streifen, die den Schliff durchziehen, immerhin grösseren Gehalt an Eisenoxyden an. Hier zeigt sich wieder sehr schön der Einfluss, den das Impfen auf die vom Impfmittel in der Schmelze dargestellte Componente ausübt, denn es findet sich hier ganz unverhältnissmässig wenig Olivin.

Aus den Curven Fig. 4 ist zu entnehmen, dass mit zu-

¹ DOELTER, Die Silicatschmelzen, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. 113. Abth. 1.

nehmender Menge des Olivins die Schmelzpunkte der Gemenge regelmässig von der bei niedrigerer Temperatur schmelzenden Componente (Augit) zum Olivin steigen.

Die beiderseitige Erniedrigung der Schmelzpunkte der Gläser ist gering, sie beträgt im Maximum 25⁰.

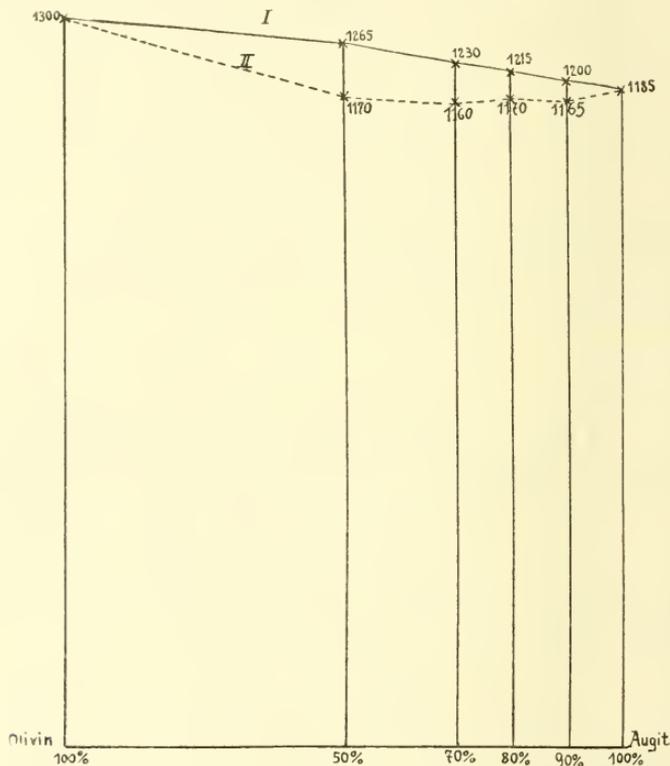


Fig. 4. I. Curve der Schmelzpunkte der kryst. Gemenge.
II. " " " " Gläser.

Die eutektischen Punkte liegen durchwegs in der Nähe des Schmelzpunktes des Augites.

M. VUČNIK¹ verwendete zu einem Versuche 1 Olivin : 4 Augit einen andern Olivin, angeblich den von Almeklodval; daher auch ihre im Vergleiche zu dem entsprechenden Verhältnisse meiner Versuchsreihe verschiedenen Resultate².

¹ M. VUČNIK, Über das Verhalten von Silicaten im Schmelzflusse. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1904.

² O. MÜGGE erhielt aus Hornblende Olivin. N. Jahrb. f. Min. etc. 1886. I. 51.

(Fortsetzung folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [1904](#)

Autor(en)/Author(s): Vukits Berta

Artikel/Article: [Beobachtungen an Silicaten im Schmelzfluss. 705-720](#)