

Wir lassen hier folgende Instrumente zurück: ein Kreis von Pistor und Martens nebst Horizont und Inklinator von Krause, ein Anemometer, ein photographischer Apparat.

Heute treten wir unseren Rückmarsch nach Süden an. Unsere Reisekost reicht für 14—20 Tage. Alle sind gesund.

Baron E. v. TOLL.

Paul Köppenbai, Bennet-Insel, 26. Oktober (8. Nov.) 76° 38' und 149° 4'.«

Ueber das Verhalten von Silicaten im Schmelzflusse.

Von **Michaela Vučnik**.

Mit 4 Textfiguren.

Die vorliegende Arbeit reiht sich an diejenige an, welche Dr. LENARČIČ »Ueber gegenseitige Löslichkeit und Ausscheidungsfolge der Mineralien im Schmelzflusse«¹ ausgeführt hat, und wurde auf Anregung Prof. C. DOELTER'S unternommen, um das Material über das Verhalten der Mineralien im Schmelzflusse, und über die einzelnen Faktoren, die bei der Bildung der Mineralien aus den Schmelzflüssen thätig sind, zu vermehren. Denn nur durch zahlreiche Versuche und genaues Studium der einzelnen Faktoren wird man mit der Zeit in der Lage sein, für die Bildungsweise der Mineralien gewisse Gesetze aufzustellen.

Die Literatur über diesen Gegenstand ist bekanntlich eine grosse, und ich verweise, was dieselbe betrifft, auf die Arbeiten K. BAUER'S² und LENARČIČ'S¹, in welchen sich eine Zusammenstellung der bereits erschienenen Aufsätze befindet.

Durch die Arbeit MEYERHOFFER'S³ im Jahre 1902 wurde auch die Aufmerksamkeit auf den eutektischen Punkt gelenkt. Nachdem schon im Jahre 1901 von DOELTER⁴ in einer Anzahl von Arbeiten Schmelzpunkte in Mineralgemengen bestimmt worden waren und sich das Resultat ergab, dass der Erweichungspunkt solcher Gemenge so ziemlich das arithmetische Mittel ist, und genauere Arbeiten dasselbe Resultat zeigten, was auch durch meine Arbeit bestätigt wird, war es von grossem Interesse, systematisch die einzelnen Mineralgruppen zu bearbeiten. Hierbei ergab sich das unerwartete Resultat, dass die Schmelzpunktserniedrigung bei Gemengen nur einseitig ist⁵. Im Verlaufe meiner Arbeit kam ich zur Kenntniss

¹ Centralblatt f. Min etc. 1903.

² BAUER: Beiträge zur experimentellen Petrographie. Jahrb. f. Min. etc. 1899.

³ MEYERHOFFER: Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge von Mineralien. Zeitschr. f. Kryst. 36. Bd. 1902.

⁴ DOELTER: Die Schmelzbarkeit der Mineralien und ihre Löslichkeit in Magmen. Tschermin. u. petr. Mitth. Bd. XX. Heft 4.

⁵ DOELTER: Adaptirung des Krystallisationsmikroskopes zum

der Arbeiten von VOGT¹; auf welche ich später noch zurückzukommen habe, bemerke aber jetzt schon, dass der eutektische Punkt für die Ausscheidungsfolge keinen so grossen Einfluss hat, als VOGT behauptet; ebenso scheint ein Einfluss der Schmelzpunkte wohl nur selten und nur indirekt vorhanden zu sein. Nach den Versuchen DOELTER's ist die Ursache, dass der eutektische Punkt nicht den Einfluss hat den er theoretisch haben könnte, darin zu suchen, dass die Ausscheidung stets in unterkühltem Zustande stattfindet.

Ausführung der Versuche.

Alle Versuche wurden mit je zwei Mineralien angestellt, da sich die Verhältnisse bei den einfachsten Gemengen jedenfalls noch am leichtesten erkennen und studiren lassen; und erst wenn man auf diese Weise eine Reihe von Resultaten wird erhalten haben, wird man mit ihrer Hülfe auf das Studium von Schmelzen mit mehr als zwei Anfangscomponenten übergehen können.

Es handelte sich bei meinen Versuchen hauptsächlich um die Löslichkeit der Mineralien und um ihre Ausscheidungsfolge, und je nachdem der eine oder andere Faktor näher untersucht werden sollte, wurden die Versuche etwas verschieden ausgeführt. Die Gemenge wurden eine Stunde im Schmelzflusse belassen und dann, wenn es sich um die Löslichkeit der Mineralien handelte, rasch abgekühlt, um so womöglich ein Bild des Schmelzflusses zu erhalten. Handelte es sich aber um die Ausscheidungsfolge, so mussten für die Krystallisation auch günstige Bedingungen geschaffen werden, und es wurden die Gemenge durch 5—6 Stunden in einem viscosen Zustande erhalten, und hierauf ebenfalls rasch abgekühlt. Solange das Gemenge halbwegs flüssig war, wurde es öfter umgerührt, um ein vollständiges Schmelzen und eine gleichmässige Mischung zu erzielen. Dort, wo es sich um Ausscheidungsfolge handelte, wurde öfter ein sogen. Impfen vorgenommen; es wurden, sobald man abzukühlen anfang, feine Körnchen des einen der beiden Mineralien in die Schmelze gebracht, um zu untersuchen, ob ein solches Impfen eine für die Bildung des betreffenden Minerals günstige Wirkung hervorbringe, oder wie sich überhaupt sein Einfluss geltend mache.

Da, wie früher erwähnt, das Verhalten der Schmelzpunkte ein gewisses Interesse erregt, so habe ich auch hierüber genaue Messungen angestellt. Die Schmelzpunktsbestimmungen wurden im horizontalen elektrischen Ofen vorgenommen, und zwar bestimmte

Studium der Silicatschmelzlösungen. Akademischer Anzeiger No. XXV. 1903.

DOELTER: Die Silicatschmelzen. Sitzung d. math.-naturw. Cl. Wien 18. Febr. 1904.

¹ VOGT: Mineralbildung in Silicatschmelzlösungen. Christiania 1903.

VOGT: Die Theorie der Silicatschmelzlösungen. Zeitschr. f. Elektrochemie. 1903. No. 43.

ich die Schmelzpunkte der krystallinischen Gemenge und die Schmelzpunkte der rasch erstarrten Gemenge der sogen. festen Schmelzlösungen. Erstere wurden mit der Methode der Tetraëder bestimmt, von letzteren wurde einfach ein Stückchen der festen Schmelze mit möglichst scharfen Kanten in den Ofen eingeführt und am Abschmelzen der Kanten konnte man das eintretende Schmelzen sehr leicht erkennen¹. Die Bestimmung erfolgte 2—3 Mal um die Schmelzpunkte möglichst genau zu bestimmen.

Nun komme ich zur Beschreibung der einzelnen Versuche.

Magnetit, Anorthit.

Für die erste Versuchsreihe wurde verwendet: Anorthit von Pesmeda T_2 1270⁰² und Magnetit T_2 1255⁰ und zwar in folgenden Verhältnissen.

Magnetit	Anorthit	Schmelzp. des krystallinischen Gemenges		Schmelzp. aus dem arithm. Mittel	Schmelzp. der festen Schmelz- lösung
		T_1	T_2		
1	15	1250 ⁰	1270 ⁰	1250 ⁰	1250—1265 ⁰
1	10	1240 ⁰	1260 ¹	1250 ⁰	1240 ⁰
1	5	1230 ⁰	1250 ⁰	1250 ⁰	1225 ⁰

Die Gemenge wurden im Platintiegel rasch zum Schmelzen gebracht, eine Stunde im Schmelzflusse erhalten und dann rasch abgekühlt. Der Versuch im Verhältniss 1:10 wurde mit Impfen wiederholt und hierauf langsam abgekühlt. Das Ergebniss ist folgendes:

Als Endprodukt treten in allen 4 Fällen auf: grüner Spinell (Hercynit), Anorthit und eine eisenhaltige glasige Grundmasse.

Der Spinell tritt meist in sehr schönen Oktaëdern auf und ist als erstes Ausscheidungsprodukt zu betrachten, da man ihn zuweilen in Anorthitkrystallen eingebettet sieht, auch weisen die Plagioklase öfter Knickungen auf, indem sie sich den jedenfalls schon vorhanden gewesenen Spinellen anlegten.

Auch die Anorthite sind sehr schön ausgebildet und kommen besonders dort, wo geimpft wurde, den natürlichen Formen in Laven sehr nahe. Magnetit ist nirgends zu finden.

¹ Die Details der Methode siehe in der Arbeit von C. DOELTER. Tscherm. min. Mitth. 22. 1903.

² Die Schmelzpunkte der einzelnen Mineralien sind den Bestimmungen DOELTER'S entnommen, welche theilweise noch nicht veröffentlicht sind, theilweise enthalten sind in DOELTER: »Beziehungen zwischen Schmelzp. u. chem. Zusammensetzung d. Mineralien. Tscherm. min. Mitth. 22. 1903.

Wir sehen also, dass von den anfänglichen Componenten nur Anorthit sich wieder gebildet hat, während statt des Magnetit Spinell entstanden ist. Daraus geht hervor, dass Dissociation stattgefunden haben muss, dass also Lösung eingetreten ist, denn nur Lösungen können dissociirt sein. Warum sich aber beim Erstarren Spinell und nicht Magnetit bildete, lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass hier die Affinitätswirkung zur Geltung kommen dürfte, welche wahrscheinlich bei höherer Temperatur etwas verschieden sein kann, und es scheint, dass bei den hohen Temperaturen, die bei diesen Versuchen nothwendig waren, die Affinität zwischen Thonerde und Kieselsäure geringer ist und sich so zuerst Spinell bildet. In Uebereinstimmung damit geht die Löslichkeit und so dürfte ein Grund der früheren Ausscheidung in der Löslichkeit des Spinells liegen, welche bei gleicher Temperatur geringer ist als die des Magnetits. Auch die Schmelzpunkte spielen bei isomorphen Gemengen eine Rolle. Der Spinell ist schwerer schmelzbar als der Magnetit.

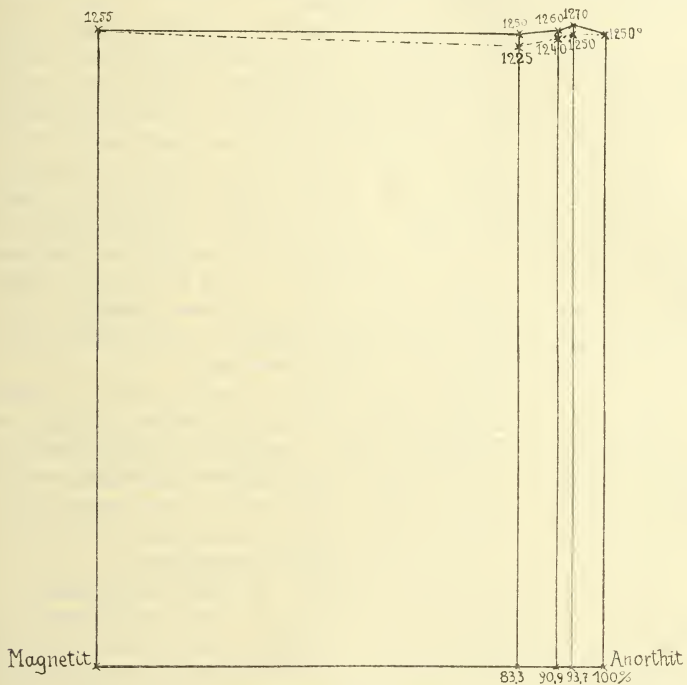
Die verschiedenen Mischungsverhältnisse haben natürlich auch einen Einfluss auf die Resultate. Dort wo am meisten Anorthit war, hat sich auch am meisten ausgeschieden, während bei den beiden anderen Versuchen der grössere Theil zur Bildung des Glases verwendet wurde und sich nicht soviel Anorthit ausgeschieden hat. Die Grösse der Spinelle ist aber in den letzteren Fällen bedeutender als im ersten, wo man sie nur mit der stärksten Vergrösserung erkennen kann. In jenen beiden Fällen hat die Ausscheidung der Spinelle jedenfalls früher begonnen als in diesem.

Etwas abweichend ist nun der Fall, wo eine Impfung mit Anorthit vorgenommen und hierauf langsam abgekühlt wurde. Im Gegensatze zu derselben Mischung wo rasch abgekühlt wurde, zeigt sich verhältnissmässig wenig Glas, während Plagioklas in reichlicher Menge ausgeschieden ist und zwar in typischen langen Leisten, ebenso ist die Menge des Spinells eine bedeutendere und die Krystalle sind grösser als in allen anderen Fällen. Aber trotz des Impfens mit Anorthit hat sich der Spinell wieder zuerst gebildet.

Es zeigt sich bei diesen Versuche aber doch ganz entschieden ein Einfluss des Impfens und des langsamen Abkühlens. Es zeigt sich aber auch, dass der Impfstoff nicht nur auf den gleichwerthigen Körper eingewirkt hat, sondern aus unserem Ergebnisse müssen wir annehmen, dass er auf die ganze Schmelze in einer für die Krystallisation günstigen Weise gewirkt hat; denn es tritt, wie erwähnt, das Glas zurück und beide krystallinischen Bestandtheile, im Gegensatze zu den früheren Fällen, in den Vordergrund. Ob nun das Impfen noch speciell auf den Anorthit gewirkt hat, lässt sich aus diesem Versuche nicht ersehen, und ich habe bei den weiteren Versuchen, wo ich direkt eine Umkehrung der Krystallisationsfolge durch das Impfen erzielen wollte, nicht immer das erwartete Resultat erhalten, obwohl immer ein Einfluss des Impfens zu bemerken war und zwar eine Krystallisationsbeschleunigung.

Die Ausbildung der grösseren und schöneren Krystalle ist jedenfalls auf das langsamere Abkühlen zurückzuführen.

Sehr interessant ist auch, dass sich bei dieser Versuchsreihe statt des Magnetit ein Spinell bildete. MOROZEWICZ¹ behauptet, dass Spinell sich nur bei grosser Menge von Al_2O_3 , Mg O und Fe O bilden



Erklärung zu Fig. 1.

Fig. 1 stellt das Diagramm der Schmelzpunkte der Gemenge »Magnetit, Anorthit« dar. Es ist insofern unvollständig, als keine Schmelzpunktsbestimmungen von Gemengen mit überwiegendem Magnetitgehalte gemacht wurden.

Auf der Abszisse ist der Prozentgehalt der Gemenge angegeben, während auf den Ordinaten die Temperaturen aufgetragen sind. Die volle Linie verbindet die Schmelzpunkte der krystallinischen Gemenge, während die strichpunktirte Linie die der festen Schmelzlösungen verbindet.

könne. Dies kann hier nicht richtig sein, da die Al_2O_3 -Menge im letzten Falle nur ca. 35 % beträgt und MgO überhaupt fehlt. Auch VOGT² sagt, dass zur Spinellbildung ein Ueberschuss von Thonerde über diejenige Menge nothwendig sei, welche zur Constitution

¹ MOROZEWICZ. Tscherm. min. Mitth. 18. 1897.

² VOGT: Mineralbildung in Silikatschmelzlösungen. S. 78 ff.

der sich individualisirenden Silicatmineralien nöthig ist. Nun kann aber in diesen Fällen von einem Thonerdeüberschuss keine Rede sein und wir können die früher erwähnten Gründe heranziehen. Es haben also im dissociirten Zustande die verschiedenen Bestandtheile chemisch aufeinander eingewirkt, und als Resultat dieses chemischen Vorganges haben wir drei Componenten.

Dieser chemische Process lässt sich vielleicht auf folgende Weise darstellen: Wir nehmen an, dass der Magnetit in FeO und Fe_2O_3 zerfallen ist, während der Anorthit CaO , 2SiO_2 und $2\text{Al}_2\text{O}_3$ bildet. Diese 5 Phasen können wir uns nun so einwirken denken, dass die Thonerde sowohl mit Eisenoxydul als auch mit CaO zusammentritt um Spinelle zu bilden, und zwar ihrer Zusammensetzung nach Hercynit $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ und einem Calciumspinell $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Diese beiden Spinelle bilden nun isomorphe Mischkrystalle. In welchem Verhältnisse die beiden Spinelle vorhanden sind, lässt sich natürlich nicht sagen, man bemerkt nur bei der Mischung 1:15 eine grössere Anzahl sehr lichter, bis nahezu farbloser Spinelle, welche also mehr Calcium-Aluminat enthalten dürften, während mit der Zunahme des Eisens die Spinelle dunkler werden.

Ausser den Spinellen hat sich nun noch Anorthit gebildet, welcher ja auch als ursprünglicher Component vorhanden war, und die restirenden Bestandtheile traten zur Bildung eines Glases zusammen, welches je nach dem ursprünglichen Mischungsverhältnisse mehr oder weniger Eisenoxydul enthält, was auch an der Farbe des Glases ersichtlich ist. Man könnte es als ein Ca-Silicat-Glas mit mehr oder weniger Eisenoxydul betrachten.

Auf diese Weise liessen sich also die Wechselwirkungen erklären, obwohl es natürlich auch nur hypothetische Annahmen sind. Zur näheren Erklärung kann man vielleicht auch das Gesetz der Massenwirkung heranziehen, da ja die Bestandtheile des Anorthit in viel grösserer Menge vorhanden sind als die des Magnetit.

Anorthit, Hedenbergit.

Für diese Versuchsreihe wurden Anorthit von Pesmeda T_2 1270° und Hedenbergit von Elba T_2 1100° verwendet.

Die Verhältnisse sind folgende:

Anorthit	Hedenbergit	Schmelzp. des krystallinischen Gemenges.		Schmelzp. aus dem arithm. Mittel	Schmelzp. der festen Schmelzlösung
		T_1	T_2		
a) 1	5	1130°	$1140-1145^\circ$	1123°	1090°
b) 1	3		1150°	1145°	1160°
c) 3	1	1205°	1215°	1212°	$1190-1200^\circ$

Die Versuche wurden in ROSE'schen Tiegeln ausgeführt, und zwar wurde bei den Versuchen a und b rasch erkalten gelassen, während bei c und einem zweiten Versuch mit b mit Anorthit geimpft und langsam erstarren gelassen wurde.

Durch den Versuch 1:5 ergab sich eine bräunliche glasige Grundmasse, in welcher besonders an einigen Stellen zahlreiche schön ausgebildete Augite ausgeschieden sind, und zwar Hedenbergite, welche eine grüne oder braune bis rothbraune Farbe zeigen. Diese verschiedene Färbung der Krystalle rührt von ihrem starken Dichroismus her. Neben den Augiten treten noch in sehr geringem Maasse Feldspäthe, und zwar Anorthite auf. Die Augite sind als das erste Ausscheidungsprodukt zu betrachten, da sie eine regelmässige Krystallform besitzen und auch als Einschluss in den Feldspäthen auftreten. Es hat sich bei diesem Versuche fast der ganze Feldspath unter gleichzeitiger Bildung eines eisenhaltigen Glases im Hedenbergit gelöst und zwar bei einer Temperatur von 1150—1200°.

Durch den Versuch 1:3 haben wir eine hellgrüne glasige Grundmasse erhalten, welche nur an einigen Stellen in jene bräunliche des ersten Versuches übergeht. Als Ausscheidungsprodukte treten wieder Hedenbergit und Anorthit auf, welche aber nicht an allen Stellen gleichmässig ausgeschieden sind, sondern an einer Stelle wiegt dieses, an anderer jenes Mineral vor. Gegen den vorigen Versuch tritt der Hedenbergit in geringerer Menge auf, was ja aus dem Mischungsverhältniss erklärlich ist, während sich schon zahlreichere Anorthitkrystalle ausgeschieden haben. Augit ist wieder das erste Ausscheidungsprodukt.

Also auch in diesem Versuche hat sich ein Theil des Anorthit im Hedenbergit gelöst, es scheint im Schmelzflusse aber keine gleichmässige Mischung stattgefunden zu haben, da man Stellen, wo die eine oder andere Componente vorherrscht, ganz deutlich unterscheiden kann. Dieser Versuch wurde noch einmal wiederholt und zwar mit Impfen; es sollte untersucht werden, ob sich nun Anorthit zuerst ausscheidet, und man erhielt ein ganz auffallendes Resultat.

Glas ist nur in ganz geringer Menge vorhanden, Augit hat sich in bedeutendem Maasse und in sehr schönen Krystallen ausgeschieden, Anorthit ist auch vorhanden, aber nur in geringer Menge und in ganz feinen Nadeln über die Grundmasse zerstreut; hingegen hat sich ziemlich viel Magnetit ausgeschieden. Die langen Anorthitleisten enthalten kleine Augite, dagegen haben sich grössere Augitnadeln an jene Anorthitleisten angelehnt. Das Impfen hat also hier insofern einen Erfolg gehabt, als sich zwar Hedenbergit zuerst gebildet hat, dann Anorthit und hierauf wieder Hedenbergit, während ohne Impfen sich nur Hedenbergit zuerst ausscheidet. Die Ausscheidungsfolge ist also: Magnetit, Augit, Anorthit, Augit. Doch ist die Anorthitausscheidung nur an wenigen Stellen erfolgt, offenbar in der Nähe der Impfstellen. Das Impfen scheint hier noch die

weitere Wirkung gehabt zu haben, und wir sehen dies auch bei der nächsten Versuchsreihe, dass sich Magnetit bildet. Dieses Resultat weist auf eine Dissociation hin, und das Impfen bewirkte scheinbar eine Beschleunigung der Krystallisation, sodass das in Lösung vorhanden gewesene $Fe\ Fe_2\ O_4$ nicht wieder vom Augit aufgenommen werden konnte und sich als Magnetit ausschied.

Bei dem Versuche 1 Hedenbergit zu 3 Anorthit, wobei ebenfalls mit Anorthit geimpft wurde, ist dieselbe Impfwirkung zu sehen.

Entsprechend dem grossen Vorwiegen des Anorthit hat er sich in grossen schönen Krystallen ausgeschieden, Augit ist nur ganz wenig und in winzigen Kryställchen vorhanden, meist sieht man ihn als Einschluss in den Plagioklasen, oder aber auch in Nadeln an diesen anschliessend; Magnetit ist auch wieder ausgeschieden, und zwar mehr als im letzten Versuche. Auch die Glasmasse überwiegt die des vorigen Versuches, was ja dadurch erklärlich ist, dass sich mehr Magnetit gebildet hat.

Die Ausscheidungsfolge ist im allgemeinen wieder Magnetit, Augit, Plagioklas und zuletzt Glas; aber an einzelen Stellen scheint der Anorthit sich zuerst gebildet zu haben, eventuell sogar vor dem Magnetit, da er an den betreffenden Stellen diesen nicht als Einschluss enthält, während den Anorthitkrystallen Magnetite anliegen. Es sind dies Stellen in der Nähe der Impfanorthite.

Bei diesem Versuche kann man auch ganz deutlich sehen, dass sich der Magnetit durch den Einfluss des Impfens gebildet hat, da er sich ganz regelmässig um das noch vorhandene Impfmaterial angesammelt hat und dieses gewissermaassen umsäumt. Bei diesem Versuche lässt sich also keine bestimmte Reihenfolge für die Ausscheidung geben, diese wäre nämlich im allgemeinen Magnetit, Hedenbergit, Anorthit, sie ist aber durch den Einfluss des Impfens geändert, und an einzelnen Stellen bildete sich Anorthit zuerst.

(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): Vucnik Michaela

Artikel/Article: [Ueber das Verhalten von Silicaten im Schmelzflusse. 295-302](#)