

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Bemerkungen zu einer Arbeit von O. Andersen „Das System Anorthit—Forsterit—Kieseldioxyd“.

Von **H. E. Boeke.**

Mit 1 Textfigur.

Bei einer Untersuchung des Systems Diopsid—Forsterit—Kieseldioxyd fand N. L. BOWEN¹, daß Klinoenstatit und Diopsid eine lückenlose Reihe von Mischkristallen bilden, deren optische Eigenschaften sich mit der Zusammensetzung deutlich ändern. Auch mineralogisch sind solche Mischkristalle wohlbekannt. Dagegen gibt O. ANDERSEN² in seiner Abhandlung über das System Anorthit—Forsterit—Kieseldioxyd an, daß sich aus den gemischten Schmelzen innerhalb des für diesen Bodenkörper gültigen Bereiches bis zu 55 % Anorthit Pyroxenkristalle von den konstanten optischen Eigenschaften des reinen $MgSiO_3$ ausscheiden (l. c. p. 419). Allerdings waren nur annähernde Bestimmungen möglich. Die Schmelzen der Systeme Diopsid—Forsterit— SiO_2 und Anorthit—Forsterit— SiO_2 unterscheiden sich qualitativ nur insoweit, als bei den letzteren Tonerde hinzukommt. Es wäre schwer verständlich, daß die Gegenwart der Tonerde die Mischkristallbildung von $MgSiO_3$ und $CaSiO_3$ ausschließen sollte, zumal wenn das Al_2O_3 nicht in den Pyroxen eintritt. In letzterer Hinsicht nimmt nun BOWEN³ bei der Untersuchung des Systems Diopsid—Plagioklas an, daß der Diopsid sich auch aus den tonerdehaltigen Schmelzen völlig tonerdefrei ausscheidet. Weil aber genauere optische Beobachtungen an den Pyroxenen wegen der Kleinheit der Kristalle nicht angestellt wurden, so ist es sehr wohl möglich, daß diese Pyroxenkristalle tonerdehaltig waren. Mit Rücksicht auf den oft erheblichen Tonerdegehalt der natürlichen Pyroxene und die Bildung der „Enstatitaugite“⁴ wäre es von besonderem Interesse, wenn sich durch eine eingehende optische Prüfung feststellen ließe, innerhalb welcher

¹ N. L. BOWEN, Amer. Journ. of Sc. 1914. 38. p. 207. Zeitschr. f. anorg. Ch. 1914. 90. p. 1.

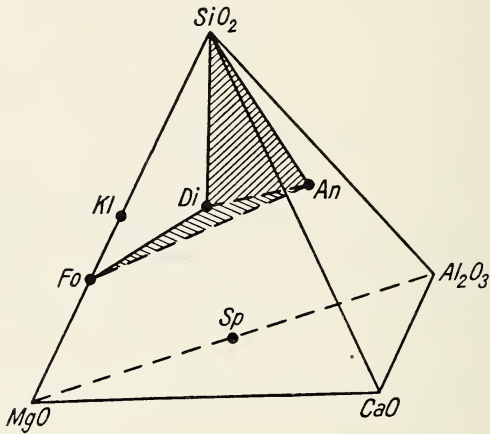
² O. ANDERSEN, Amer. Journ. of Sc. 1915. 39. p. 407. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. Beil.-Bd. XL. p. 701.

³ N. L. BOWEN, Amer. Journ. of Sc. 1915. 40. p. 161. Zeitschr. f. anorg. Ch. 1916. 94. p. 23.

⁴ Die alkalifreien gesteinsbildenden Pyroxene stellen im wesentlichen Mischkristalle aus Diopsid, $MgSiO_3$ und Al_2O_3 dar.

Grenzen die in den verschiedenen Systemen synthetisch gebildeten Pyroxene stofflich veränderlich sind.

Nun lassen sich aber Mischkristalle von $MgSiO_3$, $CaSiO_3$ (bezw. Diopsid) und eventuell Al_2O_3 in den von ANDERSEN und BOWEN gewählten Dreiecksdarstellungen nicht zum Ausdruck bringen. Dasselbe gilt für den Spinell, der für einen Teil der aus Anorthit, Forsterit und SiO_2 gebildeten Schmelzen die Erstausscheidung darstellt. Mit Recht betont ANDERSEN, daß es deshalb zweckmäßig ist, das ternär gedachte System Anorthit—Forsterit— SiO_2 als einen Teil des Vierstoffsystems $CaO—MgO—Al_2O_3—SiO_2$ aufzufassen. Er meint jedoch (l. c. p. 408), daß dieses allgemeine



System wegen seines verwickelten Charakters noch lange Zeit untersucht bleiben würde. Nachfolgend soll durch eine geeignete Darstellung im Tetraeder gezeigt werden, daß die Schwierigkeiten keineswegs besonders groß sein dürften.

In der vorstehenden Figur sind die vier oxydischen Komponenten als Eckpunkte eines gleichseitigen Tetraeders eingezeichnet. Der Punkt für eine beliebige einschlägige Mischung findet sich in der üblichen Weise durch Eintragung der prozentualen Komponentenmengen in den Richtungen der Tetraederkanten. Einfachheitshalber sind für die darstellenden Punkte der in Betracht kommenden Bodenkörper Molprozente gewählt. Die Koordinaten der Punkte sind:

	Mg O	Ca O	Al_2O_3	SiO_2
Fo Forsterit $2MgO \cdot SiO_2$	66,67	—	—	33,33
Kl Klioenstatit $MgO \cdot SiO_2$	50	—	—	50
Di Diopsid $MgO \cdot CaO \cdot 2SiO_2$	25	25	—	50
An Anorthit $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	—	25	25	50
Sp Spinell $MgO \cdot Al_2O_3$	50	—	50	—

Von dem durch das Tetraeder dargestellten Vierstoffsystem sind durch die Arbeiten des Geophysikalischen Instituts zu Washington schon bekannt:

Tetraederkanten: $MgO—SiO_2$, $CaO—SiO_2$, $Al_2O_3—SiO_2$, $CaO—Al_2O_3$; nur annähernd: $MgO—Al_2O_3$ und $MgO—CaO$; weiterhin die im Innern des Tetraeders verlaufende Strecke $Di—An$ und die Strecke $CaSiO_3$ (Mitte der Kante CaO , SiO_2)— Di ;

Tetraederflächen oder Teile derselben: $CaO—Al_2O_3—SiO_2$ und $Fo—Di—SiO_2$; im Druck¹: $MgO—CaO—Al_2O_3$; außerdem im Innern des Tetraeders als Teil einer Symmetrieebene $Fo—An—SiO_2$.

Für die magmatische Mineralbildung kommt hauptsächlich das Teiltetraeder $Fo—Di—An—SiO_2$ in Betracht. Abgesehen von den weiteren Bestandteilen des Magmas — vor allem Alkalien, Eisenoxyden und flüchtigen Stoffen — dürfte die Zusammensetzung der Schmelzen in normalen Fällen bei der Bildung basischer Gesteine durch Punkte innerhalb dieses Tetraeders dargestellt werden. Erst die Einschmelzung von Sedimenten wie Kalk, Dolomit oder Ton würde zu erheblichen Abweichungen führen können. Für saure Gesteine gelten infolge des Vorherrschens der Alkalien wesentlich andere Verhältnisse.

Vom genannten Tetraeder sind nach Obigem zwei Seitenflächen bekannt, die beiden anderen ($Di—An—SiO_2$ und $Fo—Di—An$, in der Figur schraffiert) wären vor allen Dingen zu untersuchen.

Der Inhalt des Tetraeders $Fo—Di—An—SiO_2$ besteht aus „Kristallisationsräumen“, die den Kristallisationsfeldern im Dreieck der Dreistoffsysteme entsprechen. Alle Schmelzen mit darstellenden Punkten innerhalb desselben Kristallisationsraums lassen (im Gleichgewichtsfall) denselben Bodenkörper als Erstausscheidung ausfallen. Ist der Bodenkörper ein Mischkristall, so ändert sich seine Zusammensetzung stetig für Schmelzen innerhalb desselben Kristallisationsraums. In den Kristallisationsräumen verlaufen Scharen von Isothermenflächen, welche die Kristallisationstemperaturen angeben oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Löslichkeit der Bodenkörper in den veränderlichen Schmelzen.

Aus den bisherigen Bestimmungen geht hervor, daß in das Teiltetraeder ein Kristallisationsraum für Spinell von unten her hineinragt. Weiterhin wäre es möglich, wenn auch nach den bisherigen experimentellen und petrographischen Befunden nicht wahrscheinlich, daß Kristallisationsräume für Calciumsilikate ($CaSiO_3$, $Ca_3Si_2O_7$, Ca_2SiO_4 , Ca_3SiO_5) hineinkämen. Dagegen wäre ein Kristallisationsraum für „Gehlenit“ (synthetisch zu $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ bestimmt, die stoffliche Beziehung von Gehlenit, Melilith und Åkermanit ist noch unsicher) im Teiltetraeder eher zu erwarten. Ein Kristallisationsraum für Sillimanit ragt in das Teiltetraeder

¹ Vergl. Zeitschr. f. anorg. Ch. 1916. 94. Heft 2.

nicht hinein. Weiterhin käme noch besonders der Cordierit in Frage. Als dessen chemische Formel wird meist $2 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2$ angenommen, wahrscheinlich kommt aber ein konstitutioneller H_2O -Gehalt beim natürlichen Mineral hinzu. BOURGEOIS¹ (1883) und MOROZEWICZ² (1899) erhielten jedoch Cordierit-ähnliche Kristalle aus trockenen Schmelzen, ersterer aus einer solchen von Cordieritzusammensetzung ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \frac{5}{2} \text{SiO}_2$), letzterer aus einem Schmelzfluß von andesitischer Natur. Außerdem stellte DOELTER³ Cordierit dar durch langsame Erstarrung einer Schmelze 3MgO , $3 \text{Al}_2\text{O}_3$, 8SiO_2 mit 10 % Wolframsäure und 10 % MgF_2 als Mineralisatoren (Abbildungen im Original). Treffen diese Angaben, insbesondere diejenige von BOURGEOIS, zu — die genaue Bearbeitung des Systems $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ wird hierüber Aufschluß geben —, so fängt der Kristallisationsraum des Cordierits bei der hinteren Fläche des Haupttetraeders an. Er erreicht aber die Fläche $\text{Fo} - \text{An} - \text{SiO}_2$ des Teiltetraeders nicht und ist daher im Innern desselben ebenfalls nicht zu erwarten. — Der als Verbindung der in Rede stehenden Komponenten noch zu erwähnende Granat $3(\text{Ca}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{SiO}_2$ zerfällt beim Glühen vor dem Schmelzen und kommt somit für die Ausscheidung aus den einschlägigen trocknen Schmelzen wohl nicht in Frage, ebenso wenig wie der Quarz an Stelle von Tridymit.

Zusammenfassend kann man somit schon aussagen, daß das Teiltetraeder $\text{Fo} - \text{Di} - \text{An} - \text{SiO}_2$ nur sechs Kristallisationsräume sicher enthält, und zwar für Cristobalit, Tridymit, Pyroxen (Klinoenstatit—Diopsid, wahrscheinlich mit Al_2O_3 in fester Lösung, vergl. oben), Forsterit, Anorthit und Spinell. Hierzu könnte noch ein Gehlenitraum hinzukommen.

Von den genannten Kristallisationsräumen erstrecken sich diejenigen für Cristobalit, Tridymit, Forsterit und Pyroxen durch das ganze Teiltetraeder. Insbesondere wäre mithin die Begrenzung des Anorthit- und des Spinellraumes noch unbekannt.

Die Schnittpunkte von je vier Kristallisationsräumen im Tetraeder (invariante Punkte bei konstantem Druck) werden sich durch Abschreckversuche ohne Zweifel ebensogut nach Zusammensetzung und Temperatur festlegen lassen, wie es für die invarianten Punkte in Dreistoffsystemen bei den Untersuchungen des Geophysikalischen Instituts zu Washington der Fall war. Die Lage der invarianten Punkte entscheidet darüber, ob Kongruenz oder Inkongruenz der entsprechenden Schmelzen vorliegt. Hierdurch wird wiederum der Kristallisationsvorgang der sämtlichen Schmelzen hauptsächlich bedingt.

¹ Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1884. I. p. 197.

² J. MOROZEWICZ, TSCHERM. Min. Mitt. 1899. 18. p. 68.

³ C. DOELTER, Handbuch der Mineralchemie. II. 1915. p. 626.

Durch die Kenntnis der invarianten Punkte im Tetraeder sind zwar die Grenzflächen und -kurven der Kristallisationsräume noch nicht bekannt, es würde aber für die allermeisten Anwendungen auf den magmatischen Mineralbildungsvorgang wohl mit der Genauigkeit des petrographischen Tatsachenmaterials übereinstimmen, wenn man die gefundenen Raumpunkte durch gerade Linien und Ebenen verbindet. Von besonderem Interesse wäre der Nachweis, welche Kristallisationsräume zusammentreffen und welche voneinander getrennt sind, weil sich dadurch die im Gleichgewichtsfall möglichen Paragenesen ergeben.

Für die graphische Darstellung der Verhältnisse in Vierstoffsystemen (insbesondere auch für die Kristallisationsbahnen) möge auf die einschlägigen Arbeiten von SCHREINEMAKERS, BELL, PARAVANO¹ u. a. verwiesen werden, weiterhin dürften sich auch die vom Verf. angegebenen Projektionsmethoden² als nützlich erweisen. Die Darstellung beim Hinzuziehen weiterer Komponenten würde mehrdimensionale Räume erfordern, was ebenfalls nach den Ausführungen des Verf.'s (im Druck im Neuen Jahrb. f. Min. etc.) keine besonderen Schwierigkeiten bietet. Namentlich würde sich auch dort aus der Feststellung der invarianten Punkte ergeben, ob Kongruenz oder Inkongruenz der Schmelzen vorliegt und welche Paragenesen im Falle des Gleichgewichts möglich sind.

Frankfurt a. M., Min.-petr. Institut der Universität.

Die Plattenkalke im Mitteldevon von Bergisch-Gladbach — ein Beitrag zur Stratigraphie des rheinischen Mitteldevons.

Von G. Fliegel, Berlin.

Die Sonderstellung, die der altberühmte mitteldevonische Kalkzug von Bergisch-Gladbach (Paffrath) gegenüber den Eifelkalkmulden des linksrheinischen Schiefergebirges einnimmt, ist in der reichen Entwicklung der jüngeren Schichten des Mitteldevonprofils, für die BEYRICH bekanntlich hier den Namen „Strygocephalenkalk“ geprägt hat, begründet. Andererseits nimmt der Gladbacher Kalkzug auch gegenüber dem Massenkalk des nördlichen Sauerlandes, mit dem er die gleichförmige Auflagerung auf sandig-tonig entwickeltem Mitteldevon, auf „Lenneschiefer“, teilt, insofern eine Ausnahmestellung ein, als hier eine weitgehende Gliederung des jüngeren, kalkig entwickelten Mitteldevons durchgeführt worden ist.

¹ Literatur bei H. E. BOEKE, Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. 1915. p. 141.

² H. E. BOEKE, dies, Centralbl. 1915. p. 425. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. I. p. 98, 118.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [1916](#)

Autor(en)/Author(s): Boeke Hendrik Enno

Artikel/Article: [Bemerkungen zu einer Arbeit von O. Andersen „Das System Anorthit—Forsterit— Kieseldioxyd“. 313-317](#)