2. Ueber die Silikate als Gemengtheile krystallinischer Gesteine, insbesondere über Augit und Hornblende als Glieder einer grossen Mineralgruppe.

Von Herrn C. Rammelsberg in Berlin.

So lange die Kenntniss der einzelnen Mineralien, die Grundlage der Geognosie, eine sehr beschränkte war, verband man mit den Namen Feldspath, Glimmer, Augit, Turmalin den Begriff eines bestimmten Minerals. Damals genügte die Angabe, dass der Granit ein krystallinisches Gemenge von drei Mineralien: von Quarz, Feldspath und Glimmer sei. Heute ist dies nicht mehr statthaft. Denn wir fragen jetzt: welcher Feldspath oder welcher Glimmer ist vorhanden? weil es mehrere Feldspathe, mehrere Glimmer giebt. So ist die bemerkenswerthe Erscheinung eingetreten, dass die Namen gerade der weitverbreitetsten wichtigsten Gemengtheile krystallinischer Gesteine nicht mehr einzelne Mineralien, sondern Mineralgruppen bezeichnen.

Alle Mineralien als chemisch selbstständige Körper sind, abgesehen von der kleinen Zahl isolirt vorkommender Grundstoffe, chemische Verbindungen, und müssen als solche nach allen ihren Eigenschaften und in ihrem Zusammenhange erforscht werden. Unter den ersteren spielen die geometrischen und chemischen Eigenschaften bei weitem die wichtigste Rolle, daher deren Kenntniss vor Allem noththut. Krystallform und Zusammensetzung, diese beiden Hauptfaktoren der Mineralogie gleichwie der gesammten Chemie, wurden aber lange Zeit getrennt studirt; die Untersucher der einen sagten uns nichts von der anderen und umgekehrt; es war dies die Jugendperiode der Wissenschaft, in welcher die Namen von Hauy und Klaproth glänzen. Wäre Jener im Stande gewesen, neben der Form, deren mathematische Gesetzmässigkeit er zeigte, auch die Zusammensetzung des krystallographisch erkannten Stoffs zu bestimmen, oder hätte Klaproth bei seinen bewundernswerthen Analysen

auch die Krystallform des chemisch geprüften Stoffs genau bestimmt, so hätte die Mineralogie allerdings viel schnellere Fortschritte gemacht, und nimmermehr wäre ein Irrthum, wie der von MOHS, möglich gewesen, welcher in gänzlicher Verkennung des Wesens der Mineralien glauben konnte, er kenne ein Mineral, weil er genau wisse, wie es aussieht, nicht aber zu wissen brauche, was es sei.

Dass derartige Irrthümer nicht wiederkehren können, hat seinen Grund in der wichtigen Erfahrung: die Form ist nichts Zufälliges; sie ist durch die chemische Natur der Materie bedingt; Form und Zusammensetzung stehen in Beziehung zu einander. Das Studium der einen bedingt die Kenntniss der anderen. Freilich ist es jetzt leicht, diese Sätze auszusprechen, welche im Vergleich zu dem früheren beschränkten Standpunkte der Ausdruck eines weit umfassenden Gesichtskreises für den Mineralogen der Neuzeit sind; wir dürfen aber nicht vergessen, dass sie eine Consequenz sind von MITSCHERLICH's grosser Entdeckung der Isomorphie, an welche sich zahllose Entdeckungen in der Chemie und Mineralogie knüpfen, gleich wie deren noch viele folgen werden, wenn es gelingt, den Faden festzuhalten, welcher von der Krystallform zur chemischen Constitution leitet. Freilich sind wir noch weit entfernt, die Gesetze der Isomorphie in ihrer Gesammtheit zu kennen; nur einzelne sind bis jetzt erkannt worden.

Die Isomorphie zweier oder mehrerer Körper kann sich nicht auf eine und dieselbe Form beschränken; denn jeder Körper lässt in der Gesammtheit seiner Combinationen eine grössere oder geringere Anzahl einfacher Formen zu, die unter sich in gewissen einfachen krystallonomischen Beziehungen stehen. Welche dieser einfachen Formen gerade an der Combination theilnehmen, ist unwesentlich. Das Spaltungsrhomboeder des Kalkspaths, sein Hauptrhomboeder, steht in nächster Beziehung zu seinem ersten stumpferen und ersten schärferen. Finden wir nun eines dieser letzteren oder beide an einem anderen Mineral, d. h. an einem Körper, der in chemischer Hinsicht nicht Kalkspath ist, so gilt das Hauptrhomboeder für beide Mineralien; sie sind isomorph, wenn auch nicht dieselben Formen ihre äusseren Begrenzungselemente bilden. Eine solche Beziehung waltet zwischen Augit und Hornblende ob; das Prisma der Hornblende ist das zweifach stumpfere des Augits, ist bei letzterem krystallonomisch möglich,

ebensowohl wie das Augitprisma bei der Hornblende vorkommen könnte, und dann das zweifach schärfere wäre.

Wie die Erfahrung zeigt, finden wir Isomorphie (ausser bei Grundstoffen) sowohl bei Verbindungen, die stöchiometrisch gleich, als auch bei solchen, die stöchiometrisch ungleich sind. Wenn der erste Fall eintritt, betrachten wir sie als Verbindungen von gleicher Constitution; im zweiten Fall dagegen haben wir es entweder mit Körpern von ähnlicher oder von durchaus verschiedener Constitution zu thun, wobei wir freilich nicht vergessen dürfen, dass alle Ansichten über die chemische Constitution der Ausdruck von Hypothesen sind.

Isomorphe Körper von stöchiometrischer Gleichheit (gleicher Constitution) lassen dieselbe so zu sagen in der äusseren Form durchschimmern, insofern sie fast immer in denselben einfachen Formen, in denselben Combinationen, mit derselben Eigenthümlichkeit in der Ausbildung gewisser Zonen auftreten, während auch im Innern ihrer Masse die Richtungen der Cohäsionsminima dieselben sind (gleiche Spaltbarkeit). Diese Klasse isomorpher Körper hat Mitscherlich kennen gelehrt; für sie liegen die zahlreichsten Beweise an natürlichen und künstlichen Verbindungen vor; sie bilden die sichere Basis für alle übrigen Isomorphieen, denen wir gerade in den wichtigsten Silikatgruppen begegnen.

Gruppe des Feldspaths. — Durch die wichtigen Arbeiten G. Rose's, durch Klaproth's Analyse des schillernden Feldspaths von Labrador und durch Berzelius's Arbeit über den Natronspodumen sind die Glieder dieser Gruppe: Orthoklas, Albit, Oligoklas, Labrador und Anorthit festgestellt worden. Die Uebereinstimmung ihrer krystallographischen Verhältnisse ist der Art, wie wir sie bei isomorphen Körpern finden. Ihre wohlbekannte chemische Zusammensetzung lehrt jedoch, dass hier zwei Arten von Isomorphie neben einander auftreten. Es ist nämlich in allen Feldspathen gegen 1 At. Monoxyd (Alkali oder Kalk) 1 At. Thonerde vorhanden; allein die Menge der Kieselsäure ist verschieden, so dass ihre allgemeine Formel

$$\dot{R}\,\ddot{Al} + n\,\ddot{Si}$$

ist; und zwar haben wir zu setzen

$$\begin{aligned}
\text{Anorthit} &= 3\dot{R}\,\dddot{Al} + 4\dddot{Si}\\
\text{Labrador} &= \dot{R}\,\dddot{Al} + 2\dddot{Si}\\
\text{Oligoklas} &= \dot{R}\,\dddot{Al} + 3\dddot{Si}\\
\left.\begin{matrix}\text{Albit}\\ \text{Orthoklas}\end{matrix}\right\} &= \dot{R}\,\dddot{Al} + 4\dddot{Si}
\end{aligned}$$

Die Glieder der Feldspathgruppe sind folglich isomorph, aber stöchiometrisch ungleich, d. h. von verschiedener Constitution, welche Ansicht man auch in Betreff dieser haben mag. Denn wenn wir sie uns als Doppelsilikate denken, so sind wir gezwungen, Singulo-, Bi- und Trisilikate in ihnen anzunehmen, wie es die gewöhnlichen Formeln ausdrücken:

Anorthit $= \dot{R}^3\,\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\,\dddot{Si} =$ 1 At. Singulosilikat und 3 At. Singulosilikat.

Labrador $= \dot{R}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si} =$ 1 At. Trisilikat und 1 At. Singulosilikat.

Oligoklas $= \dot{R}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 =$ 1 At. Trisilikat und 1 At. Bisilikat.

Albit und Orthoklas $= \dot{R}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 =$ 1 At. Trisilikat und 1 At. Trisilikat.

Sind nun auch die Feldspathe stöchiometrisch verschieden, so haben sie doch jedenfalls eine ähnliche Constitution.

Dieser Art von Isomorphie ist nun bei den einzelnen Gliedern die Isomorphie stöchiometrisch gleicher Verbindungen untergeordnet, was wir durch das Symbol $\dot{R}$ ausdrücken.

Isomorphe Körper von stöchiometrisch gleicher Zusammensetzung (und, wie wir sehen werden, auch solche von stöchiometrisch ähnlicher Zusammensetzung) können zusammenkrystallisiren, natürlich nur nach bestimmten, wenngleich möglicherweise sehr variablen Atomverhältnissen. Solche Vereinigungen bezeichnet man, wie ich glaube, nicht unpassend als isomorphe Mischungen. Künstlich bei löslichen Salzen leicht und in unendlicher Mannigfaltigkeit darstellbar, spielen sie im Mineralreich, besonders unter den Silikaten, eine so überwiegende Rolle, dass die Grundverbindungen, aus denen sie bestehen, selten, häufig noch gar nicht, gefunden sind. Die langsame Bildung der Mineralien aus Flüssigkeiten, welche vielerlei Stoffe enthielten und deren Gehalt im Laufe langer Zeiträume qualitativen und quantitativen Aenderungen unterlag, scheint die Ursache dieser Erscheinung zu sein, welche vor der Entdeckung der Isomorphie

fast jede Berechnung einer Mineralanalyse, streng genommen, unmöglich machte.

So ist denn in der That auch kein einziges Glied der Feldspathgruppe eine reine Verbindung. Besteht der Anorthit auch fast nur aus dem Kalk-Thonsilikat $\dot{Ca}^3\ \ddot{Si} + 3\,\ddot{Al}\ \ddot{Si}$, so findet sich doch in allen untersuchten Abänderungen ein wenig $\dot{Na}^3\ \ddot{Si} + 3\,\ddot{Al}\ \ddot{Si}$, so wie $\dot{K}^3\ \ddot{Si} + 3\,\ddot{Al}\ \ddot{Si}$, selbst $\dot{Mg}^3\ \ddot{Si} + 3\,\ddot{Al}\ \ddot{Si}$.

Der Labrador ist stets eine isomorphe Mischung

$$(\dot{Na}\ \ddot{Si} + \ddot{Al}\ \ddot{Si}) + n\ (\dot{Ca}\ \ddot{Si} + \ddot{Al}\ \ddot{Si}),$$

d. h. von Natron- und Kalk-Labrador, die man für sich nicht kennt*); die Zahl n ist theils = 2, theils = 3.

Der Oligoklas ist eine isomorphe Mischung

$$m\ (\dot{Na}\ \ddot{Si} + \ddot{Al}\ \ddot{Si}^2) + n\ (\dot{Ca}\ \ddot{Si} + \ddot{Al}\ \ddot{Si}^2),$$

d. h. von Natron- und Kalk-Oligoklas, wobei m und n sehr variiren. Allein ausserdem fehlte auch die entsprechende Kali- und die Talkerde-Verbindung fast niemals.

Der Albit ist zwar fast gänzlich

$$\dot{Na}\ \ddot{Si} + \ddot{Al}\ \ddot{Si}^3,$$

doch fehlt eine kleine Menge der isomorphen Kali-Verbindung vielleicht nie.

Der Orthoklas stellt sich umgekehrt als letztere

$$\dot{K}\ \ddot{Si} + \ddot{Al}\ \ddot{Si}^3$$

dar, wiewohl selbst in den reinsten Abänderungen etwas von der Natron-Verbindung isomorph beigemischt ist, deren Menge in manchen Orthoklasen, besonders dem sogenannten glasigen Feldspath, ganz beträchtlich ist.

Ausserdem aber sind Albit und Orthoklas zwei isomorphe und zugleich stöchiometrisch gleiche Glieder der Gruppe.

Gruppe des Turmalins. — Durch meine Analysen von 30 Turmalinen ist die Thatsache festgestellt, dass man es auch hier mit einer grossen Zahl isomorpher Mineralien zu thun hat, denen dieselben Arten von Isomorphie wie beim Feldspath zum Grunde liegen. Die fünf Abtheilungen bezeichnen Glieder von

*) Nach Nordenskiöld d. J. ist der Ersbyit von Pargas (sogenannter wasserfreier Skolecit) krystallographisch und chemisch der reine Kalk-Labrador.

stöchiometrischer Ungleichheit, welche Idee man auch von ihrer Constitution haben möge, da

Abth. I. (Magnesia-Turmalin) $= 3\,(\dot{R} + \ddot{\ddot{R}}) + 5\,(\dddot{Si}, \ddot{B})$
„ II. (Magnesia-Eisen-T.) $= 3\,\dot{R} + 4\,\ddot{\ddot{R}} + 6$ „
„ III. (Eisen-T.) $= 3\,(\dot{R} + 2\,\ddot{\ddot{R}}) + 8$ „
„ IV. (Eisen-Mangan-T.) $= \dot{R} + 3\,\ddot{\ddot{R}} + 4$ „
„ V. (Mangan-T.) $= \dot{R} + 4\,\ddot{\ddot{R}} + 5$ „

während die Symbole $\dot{R}$ und $\ddot{\ddot{R}}$ andeuten, dass jeder einzelne Turmalin wiederum eine isomorphe Mischung von gewissen stöchiometrisch gleichen Grundverbindungen ist.

Gruppe des Glimmers. — Die Kenntniss dieser wichtigen Gruppe ist zur Zeit noch sehr mangelhaft in krystallographischer, gleichwie in chemischer Hinsicht. Dürfte man annehmen, dass alle Glimmer isomorph wären, so bieten sie in ihrer Zusammensetzung dieselben Erscheinungen einer allgemeineren und einer specielleren Isomorphie dar, wie Feldspath und Turmalin. Wir haben nämlich

I. Kaliglimmer $= \dot{R}\ \ddot{\dddot{Si}} + n\ \ddot{\ddot{R}}\ \ddot{\dddot{Si}}$,
II. Magnesiaglimmer $= \dot{R}^3\ \ddot{\dddot{Si}} + n\ \ddot{\ddot{R}}\ \ddot{\dddot{Si}}$ (?).

Also auch hier zunächst stöchiometrische Verschiedenheit, und zwar in doppeltem Sinn: einmal durch die Veränderlichkeit der Zahl n oder der Anzahl der Atome beider Silikate in dem Doppelsilikat; andererseits durch die Verschiedenheit des ersten Gliedes, welches bei den Kaliglimmern ein Trisilikat, bei den Magnesiaglimmern ein Singulosilikat ist. Aber dieser allgemeineren Isomorphie ordnet sich die specielle Isomorphie unter, welche die Symbole $\dot{R}$ und $\ddot{\ddot{R}}$ ausdrücken, so dass jeder einzelne Glimmer wieder eine isomorphe Mischung gleich constituirter Grundverbindungen ist.

Auch an weiteren Analogien, namentlich mit dem Turmalin, fehlt es hier nicht. Die Kaliglimmer, bei denen $n = 3$ und 4 ist, haben dieselbe allgemeine Formel, wie die Turmaline der Abtheilungen IV. und V., in denen eine Lithionverbindung auftritt, gleichwie eine solche auch in gewissen Kaliglimmern sich zeigt (Lithionglimmer).

Gruppe des Augits. — Die Verbreitung von Augit und Hornblende in älteren und jüngeren Gesteinen ist so gross, dass sie der des Feldspaths gleichkommt. Die krystallographischen Beziehungen des eigentlichen Augits und der eigentlichen Horn-

blende sind so klar, dass beide als isomorph gelten müssen. Dass ihre Formen und ihre Cohäsionsverhältnisse aber nicht die nämlichen sind, dass jene namentlich ihre besondere Entwickelung bei dem einen und dem anderen Mineral zeigen, obwohl sie sich vollständig auseinander ableiten lassen, ist, wie wir weiterhin sehen werden, eine Folge ihrer eigenthümlichen Isomorphie, welche an stöchiometrisch ungleichen, aber ähnlichen Verbindungen auftritt.

Ausser dem eigentlichen Augit kennt man eine Anzahl Mineralien, welche im engeren Sinne mit ihm isomorph sind: Akmit, Aegirin, Babingtonit, Rhodonit (Kieselmangan), Hypersthen, Broncit u. s. w., gleichwie es andere giebt, welche in derselben Beziehung zur Hornblende stehen: Anthophyllit, Arfvedsonit.

Der chemische Unterschied von Augit und Hornblende ist bisher ganz unrichtig aufgefasst worden. Eine grössere, so eben vollendete Arbeit hat mir gezeigt, dass fast alle bisherigen Analysen von Hornblenden, so wie viele derer von Augit nur zu falschen Schlüssen auf die Constitution dieser wichtigen Mineralien verleitet haben.

Die hellgefärbten Augite (Diopsid, Salit, Malakolith u. s. w.) sind es allein, deren wahre Natur durch die wichtigen Untersuchungen H. Rose's feststeht. Es sind Bisilikate von Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul. Die hellgefärbten Hornblenden (Tremolit, Strahlstein) hatte Bonsdorff für Verbindungen von Bi- und Trisilikat erklärt, in denen der Sauerstoff von Basis und Säure, der bei dem Augit $= 1 : 2$ ist, $= 1 : 2\frac{1}{4} = 4 : 9$ wäre, und auch die späteren Untersucher wollten gefunden haben, dass die Hornblende mehr Säure enthält als der Augit. Und doch hatten Mitscherlich und Berthier längst gezeigt, dass der Tremolit beim Schmelzen die Form und Struktur des Augits annimmt. Man sah sich also zu der Annahme gezwungen, dass ein Trisilikat isomorph sei mit einem Bisilikat, was allerdings nach dem früher Gesagten nicht befremden könnte.

Eine viel grössere Schwierigkeit bot sich aber bis jetzt in den meist schwarzen Thonerde-haltigen Augiten und Hornblenden dar, wenn man ihre Constitution mit der der Thonerdefreien, welche nur Monoxyde enthalten, in Einklang bringen wollte. Bonsdorff hat das Verdienst, hier den richtigen Weg gezeigt zu haben, indem er die Thonerde als elektronegativen

Bestandtheil, mit einem Theil der Monoxyde zu einem Aluminat verbunden, annahm, wie dies in der Spinellgruppe der Fall ist; und sonach waren die Thonerde-haltigen Augite und Hornblenden isomorphe Mischungen von Silikaten und Aluminaten.

Meine Untersuchungen beweisen, dass die bisherige Hornblendeformel unrichtig war, dass dies Mineral gleich dem Augit nur aus Bisilikaten besteht; sie beweisen ferner, dass in allen Thonerde-haltigen Augiten und Hornblenden neben dem Eisenoxydul auch Eisenoxyd enthalten ist, und dass die Hornblenden dieser Art überdies wesentlich Kali und Natron enthalten. Sie erstrecken sich ferner auf die Zusammensetzung von Akmit, Aegirin, Babingtonit und Arfvedsonit, welche bis jetzt durchweg irrig aufgefasst wurde. Endlich geben sie die Vergleichung der Krystallform dieser letzteren so wie des Wollastonits mit der Form des Augits und der Hornblende. Ich begnüge mich hier, die Resultate dieser Arbeit übersichtlich zusammenzustellen, und verweise auf die ausführliche Abhandlung in POGGENDORFF's Ann. d. Phys. u. Chemie Bd. 103. S. 233 und 435.

Augit und Hornblende sind die wichtigsten Glieder einer grossen Gruppe, der Augitgruppe, in welcher vollkommene Isomorphie herrscht, und deren Glieder in chemischer Hinsicht darin übereinstimmen, dass sie Bisilikate sind, d. h. dass der Sauerstoff von Basis und Säure = 1 : 2 ist.

Je nach dem Vorhandensein, der Natur und dem elektrochemischen Charakter der beiden Sesquioxyde, Thonerde und Eisenoxyd, zerfällt sie in vier Abtheilungen, und jede von dieser (mit Ausnahme der vierten, in der überhaupt nur ein Glied bekannt ist) wieder in zwei Unterabtheilungen, je nachdem die Glieder den Typus des Augits oder den der Hornblende (äussere Form, Struktur) an sich tragen.

I. Abtheilung.

Kein Sesquioxyd. Reine Bisilikate von Monoxyden. Allgemeine Formel

$$\dot{R}^3 \ddot{S}i^2.$$

A. Augittypus.

1) Wollastonit (Tafelspath), eine der wenigen Grundverbindungen, die isolirt bekannt sind. Kalkbisilikat $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2$. BROOKE's Messungen haben mich dazu geführt, die Isomorphie

der Krystalle mit denen des Augits nachzuweisen. Der Wollastonit ist zwei- und eingliedrig; wird beim Augit und bei ihm die Axe b (Makrodiagonale) = 1 gesetzt, so sind die Axen a (Klinodiagonale) bei beiden gleich gross, die Axen c (Hauptaxe) = 1 : $1\frac{1}{2}$. Der Wollastonit ist charakterisirt durch vorherrschende Spaltbarkeit nach den Hexaidflächen a und c (d. h. nach den dem makrodiagonalen und dem basischen Hauptschnitt parallelen Flächen).

2) Kalk-Talk-Augit (Diopsid und Malakolith zum Theil). Es sind dies die weissen und grünen Augite, isomorphe Mischungen aus je 1 At. Kalk- und Talk-Bisilikat, $\dot{Ca}^3 \ddot{Si}^2 + \dot{Mg}^3 \ddot{Si}^2$. Ihre Natur steht durch ältere Versuche fest. Ich selbst habe den weissen Augit von Retzbanya mit gleichem Resultat analysirt.

3) Kalk-Eisen-Augit. Ein schwarzer Augit von Arendal, nach Wolff = $\dot{Ca}^3 \ddot{Si}^2 + \dot{Fe}^3 \ddot{Si}^2$.

4) Kalk-Talk-Eisen-Augit. Vieler Diopsid, Malakolith, Salit u. s. w. Isomorphe Mischungen von Bisilikaten der drei Basen.

5) Hypersthen,

6) Broncit (Diallag), durch ihre Spaltbarkeit von den vorigen verschieden, sind, soweit sie keine Thonerde enthalten, isomorphe Mischungen, in denen $\dot{Mg}^3 \ddot{Si}^2$ und $\dot{Fe}^3 \ddot{Si}^2$ zuweilen fast allein vorkommen (Talk-Eisen-Augit), während aber häufig auch $\dot{Ca}^3 \ddot{Si}^2$ in grösserer oder geringerer Menge eintritt.

7) Rhodonit (Kieselmanganerz, Pajsbergit, Bustamit), zwar eingliedrig, dennoch aber isomorph mit dem Augit, die Axen a gleich, Axe c dreimal so gross als bei diesem. Gleich vollkommen spaltbar nach den Hexaidflächen a und b, unvollkommen nach dem Augitprisma. Es sind isomorphe Mischungen von Mangan- und Kalkbisilikat, $\dot{Ca}^3 \ddot{Si}^2 + n \dot{Mn}^3 \ddot{Si}^2$, zuweilen auch von etwas Eisenbisilikat.

8) Fowlerit. Form und Struktur des vorigen. Eine isomorphe Mischung der Bisilikate von Manganoxydul, Eisenoxydul, Kalk, Talkerde und Zinkoxyd.

B. Hornblendetypus.

1) Tremolit (weisse Hornblende). Meine Analysen betreffen Tremolit vom St. Gotthardt, aus Schweden, Grönland, Nordamerika, und beweisen, dass er eine isomorphe Mischung von 1 At. Kalkbisilikat und 3 At. Talkerdebisilikat, $\dot{Ca}^3 \ddot{Si}^2 +$

$3\,\dot{Mg}^3\,\ddot{Si}^2$ ist (Kalk-Talk-Hornblende). Die im Verhältniss zum Diopsid dreimal grössere Menge des Talkerdesilikats bezeichnet den Unterschied beider Mineralien. Durch Schmelzen und rasches Abkühlen erzeugt sich der Augittypus.

Der angebliche Ueberschuss an Säure, den die bisherigen Analysen anzeigen, war eine Folge der nicht hinreichend genauen Trennung von Kieselsäure und Talkerde.

2) Strahlstein. Für die krystallisirten Strahlsteine vom Zillerthal und von Arendal erhielt ich das Resultat, dass sie isomorphe Mischungen der Bisilikate von Kalk, Talkerde und Eisenoxydul sind,

$$\dot{Ca}^3\,\ddot{Si}^2 + 3\left\{\begin{matrix}\dot{Mg}\\ \dot{Fe}\end{matrix}\right\}^3\ddot{Si}^2,$$

wo 1 At. Eisenoxydul gegen 6 bis 7 At. Talkerde vorhanden ist.

3) Anthophyllit (Eisen-Talk-Hornblende) ist ohne Zweifel eine isomorphe Mischung von 1 At. Eisenoxydulbisilikat und 3 At. Talkerdebisilikat,

$$\dot{Fe}^3\,\ddot{Si}^2 + 3\,\dot{Mg}^3\,\ddot{Si}^2,$$

wie die Analyse von Vopelius darthut. Interessant ist es, dass seine Analogie mit vielen Hypersthenen in chemischer Hinsicht sich auch in der Struktur wiederholt, insofern bei ihm die Spaltbarkeit nach der Hexaidfläche b deutlich hervortritt.

II. Abtheilung.

Von Sesquioxyden nur Eisenoxyd. Bisilikate von Monoxyden und von Eisenoxyd nach der allgemeinen Formel

$$m\,\dot{R}^3\,\ddot{Si}^2 + n\,\ddot{Fe}\,\ddot{Si}^2$$

Diese Abtheilung, in theoretischer Hinsicht sehr wichtig, weil sie für die Constitution der nächstfolgenden gleichsam den Commentar liefert, enthält nur seltnere Glieder, deren chemische Beschaffenheit bis jetzt ganz unrichtig gedeutet wurde.

A. Glieder vom Augittypus.

1) Akmit, ein längst bekanntes norwegisches Mineral, genau von der Form und Spaltbarkeit des Augits, enthält als Basen $28\frac{1}{4}$ pCt. Eisenoxyd, $5\frac{1}{4}$ pCt. Eisenoxydul und über 12 pCt. Natron. Nach meinen Analysen ist der Sauerstoff der Kieselsäure genau das Doppelte von dem sämmtlicher Basen, während die Monoxyde halb soviel als das Eisenoxyd enthalten, Eisen-

oxydul und Natron aber in dem Atomverhältniss 1 : 3 stehen. Seine Formel ist mithin

$$\left.\begin{matrix}\frac{3}{4}\,\dot{\mathrm{Na}}\\ \frac{1}{4}\,\dot{\mathrm{Fe}}\end{matrix}\right\}^{3}\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + 2\,\ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}.$$

Er muss als eine isomorphe Mischung betrachtet werden:

$$\dot{\mathrm{Fe}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + 3\,\dot{\mathrm{Na}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + 8\,\ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2},$$

oder, wenn man will

$$(\dot{\mathrm{Fe}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + 2\,\ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}) + 3\,(\dot{\mathrm{Na}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + 2\,\ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}).$$

2) Aegirin. Dies ist ein schwarzes, noch neuerlich von Breithaupt gemessenes Mineral aus der Gegend von Brevig in Norwegen, welches nach dem Augitprisma, aber auch nach den beiden Abstumpfungsflächen der Kanten desselben spaltet. Es enthält als Basen 22 pCt. Eisenoxyd, 9 pCt. Eisenoxydul, 9 pCt. Natron und 6 pCt. Kalkerde. Der Sauerstoff dieser Monoxyde, des Eisenoxyds und der Säure ist = 1 : 1 : 4, so dass der Aegirin gleichfalls aus Bisilikaten besteht,

$$\dot{\mathrm{R}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + \ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2},$$

und, da die Monoxyde zu gleichen Atomen vorhanden sind, eine isomorphe Mischung

$$\begin{aligned}&\dot{\mathrm{Fe}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + \ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}\\ &+ \dot{\mathrm{Ca}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + \ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}\\ &+ \dot{\mathrm{Na}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + \ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}\end{aligned}$$

oder

$$\dot{\mathrm{Fe}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + \dot{\mathrm{Ca}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + \dot{\mathrm{Na}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + 3\,\ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}$$

darstellt.

3) Babingtonit, ein sehr seltenes schwarzes Mineral, welches man nur zu Arendal auf Hornblende gefunden hat. Seine Krystalle haben genau die Form derer des Rhodonits und Fowlerits; es ist also mit dem Augit isomorph. Seine Struktur ist die des Hypersthens, d. h. die Spaltbarkeit nach den Hexaidflächen a und b ist die herrschende. Die zwei vorhandenen Analysen von Arppe und Thomson weichen sehr bedeutend ab, und sind überhaupt nicht richtig, denn der Babingtonit enthält fast gleichviel Eisenoxyd und Oxydul (10 bis 11 pCt.), ausserdem 8 pCt. Manganoxydul und über 19 pCt. Kalk, jedoch kein Alkali. Ich finde den Sauerstoff der Monoxyde, des Eisenoxyds und der Säure = 3 : 1 : 8. Auch hier hat man folglich Bisilikate, und zwar

$$3\,\dot{\mathrm{R}}^{3}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2} + \ddot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^{2}.$$

Das Mineral ist überdies eine isomorphe Mischung, insofern das erste Glied der Formel die Bisilikate von Kalk, Eisen- und Manganoxydul umfasst.

B. Vom Hornblendetypus.

Arfvedsonit. Eine sogenannte schwarze Hornblende, Begleiterin des grönländischen Eudialyts, von BROOKE längst unterschieden, auch von v. KOBELL bereits analysirt, der ihre leichte Schmelzbarkeit und einen ansehnlichen Natrongehalt nachwies und nur die relative Menge der Oxyde des Eisens nicht bestimmte. Meine Versuche mit diesem Mineral, welches im Ganzen 24 pCt. Eisenoxyd, 8 pCt. Eisenoxydul, $10\frac{1}{2}$ pCt. Natron u. s. w. enthält, beweisen, dass es gleichfalls aus Bisilikaten besteht und, da der Sauerstoff der Monoxyde und des Eisenoxyds = 2 : 3 ist, durch die Formel

$$2\,\dot{R}^3\,\ddot{S}i^2 + 3\,\ddot{\dot{F}}e\,\ddot{S}i^2$$

bezeichnet wird. Da aber Eisenoxydul und Natron nahe zu gleichen Atomen vorhanden sind, so ist der Arfvedsonit eine isomorphe Mischung

$$\dot{F}e^3\,\ddot{S}i^2 + \dot{N}a^3\,\ddot{S}i^2 + 3\,\ddot{\dot{F}}e\,\ddot{S}i^2,$$

oder

$$(2\,\dot{F}e^3\,\ddot{S}i^2 + 3\,\ddot{\dot{F}}e\,\ddot{S}i^2) + (2\,\dot{N}a^3\,\ddot{S}i^2 + 3\,\ddot{\dot{F}}e\,\ddot{S}i^2).$$

Wie man sieht, lassen sich alle Glieder dieser Abtheilung durch

$$m\,\dot{R}^3\,\ddot{S}i^2 + n\,\ddot{\dot{F}}e\,\ddot{S}i^2$$

bezeichnen. Sie sind nicht blos isomorph unter sich, sondern auch mit den Gliedern der ersten Abtheilung, $\dot{R}^3\,\ddot{S}i^2$, und dies beweist, dass das Bisilikat von einem Monoxyd isomorph ist mit dem Bisilikat von Eisenoxyd, wie es auch die folgende weit grössere Abtheilung darthut. Wenn aber $\dot{R}^3\,\ddot{S}i^2$ und $\ddot{\dot{F}}e\,\ddot{S}i^2$ isomorph sind, so darf man daraus auf die Isomorphie von $\dot{R}$ und $\ddot{\dot{F}}e$, überhaupt von $\dot{R}$ und $\ddot{\dot{R}}$, wenn letztere elektropositiv sind, schliessen. Unter den Erklärungen für diese Erscheinung möchte ich der Annahme einer Heteromorphie den Vorzug geben, die ja bei den Oxyden überhaupt vorkommt, und darauf aufmerksam machen, dass, obwohl Monoxyde (Mg, Ni, Cd u. s. w.) regulär, Sesquioxyde ($\ddot{A}l$, $\ddot{C}r$, $\ddot{\dot{F}}e$) sechsgliedrig krystallisiren, das Zinkoxyd, obwohl ein Monoxyd, mit letzteren doch isomorph ist.

III. Abtheilung.

Als Sesquioxyde sind Eisenoxyd und Thonerde vorhanden.

Diese grosse Abtheilung wird von den Thonerde-haltigen Augiten (Augittypus) und den Thonerde-haltigen Hornblenden (Hornblendetypus) gebildet, von denen wir eine Unzahl von Analysen besitzen, obwohl kaum eine richtigen Aufschluss über die Natur dieser gerade für die Gesteinskunde so wichtigen Mineralien giebt, weil man versäumt hat, die Oxyde des Eisens, bei den Hornblenden fast immer auch die Alkalien zu bestimmen.

Die Thonerde-haltigen Augite zeichnen sich durch einen hohen Kalkgehalt (18 bis 24 pCt.), so wie durch die geringere Menge Thonerde (4 bis 6 pCt.) aus. Ich habe geglaubt, dass die Analyse von vier Varietäten zur Feststellung ihrer Natur genügend sei. Es sind dies Krystalle aus Basalttuff von Härtlingen im Westerwald, welche von Hornblende begleitet werden, zum Theil mit ihnen verwachsen sind; solche aus gleichem Gestein von Schima im böhmischen Mittelgebirge; ferner die losen Krystalle vom Ufer des Laacher Sees, und endlich die mit Lava ausgeworfenen der Monti rossi am Aetna.

Die Thonerde-haltigen Hornblenden waren der Ausgangspunkt meiner Arbeit. Ihr Gehalt an Kalk ist stets viel geringer als bei Augiten (meist 10 bis 12 pCt.); dafür sind sie reicher an Eisen, und auch an Thonerde, deren Menge bis auf 15 pCt. steigt, in welchem Fall die Kieselsäure unter 40 pCt. herabgeht. Ausserdem enthalten sie bis 6 pCt. beider Alkalien, die den Augiten fehlen. Die fast eisenfreien oder eisenarmen sind weiss oder grün; die meisten aber so intentiv dunkelgrün, dass man sie gewöhnlich als schwarz bezeichnet. Ich habe folgende 15 Abänderungen aus verschiedenen älteren und jüngeren Gesteinen untersucht:

Aus Diorit: schwarze Hornblende von Konschekowskoi Kamen bei Bogoslowsk (Ural).

Aus Glimmerschiefer: durchsichtige Hornblende von der Saualpe (Carinthin).

Von Kalk- und Eisensteinslagern in älteren Gesteinen: weisse krystallirte von Edenville, New-York; blaugraue von Monroe; blaugrüne (Pargasit) von Pargas; schwarze von Pargas; von Filipstad in Wermland; von Arendal.

Aus dem Zirkonsyenit: von Fredriksvärn; von Brevig (diese auch öfter Aegirin genannt).

Aus Basalt: von Härtlingen; von Honnef im Siebengebirge; von Cernosin in Böhmen.

Aus Trachyt: vom Stenzelberg im Siebengebirge.

Aus vulkanischen Gesteinen: vom Vesuv.

Die Berechnung der Thonerde-haltigen Augite und Hornblenden kann unter einem dreifach verschiedenen Gesichtspunkte geschehen:

1) Eisenoxyd und Thonerde sind Basen; oder

2) sie sind Säuren; oder

3) jenes ist Basis, diese ist eine Säure.

Die erste und zweite Annahme führen zu keiner übereinstimmenden Zusammensetzung für diese Mineralien, einzig und allein thut dies die dritte, wonach das Eisenoxyd dieselbe Funktion hat, wie in der zweiten Abtheilung. In diesem Fall zeigt die Berechnung der Analysen von 19 Augiten und Hornblenden, dass der Sauerstoff der Monoxyde und des Eisenoxyds halb so gross ist als der der Kieselsäure und der Thonerde*), d. h. dass die Glieder dieser Abtheilung isomorphe Mischungen von Bisilikaten und Bialuminaten sind,

$$(\dot{R}^3, \ddot{F}e)\ (\ddot{S}i, \ddot{A}l)^2.$$

Der chemische Unterschied eines Augits und einer Hornblende dieser Abtheilung spricht sich in den relativen Mengen der constituirenden Bisilikate und Aluminate, so wie in dem Fehlen oder Vorhandensein einer Alkaliverbindung aus.

IV. Abtheilung.

Von Sesquioxyden nur Thonerde.

Hier kennen wir nur ein Glied, und zwar vom Augittypus, den mit Augit isomorphen Spodumen, von dem ich bereits früher gezeigt habe, dass er aus 1 At. Lithion- (Natron) Bisilikat und 4 At. Thonerdebisilikat besteht, die Thonerde also als elektropositives Oxyd enthält.

Hiernach scheint das Dunkel, welches Augit und Hornblende bisher noch umgab, sich zu lichten. Beide sind die typischen Glieder einer grossen Gruppe: der Gruppe der Bisilikate.

*) Nur der Carinthin enthält mehr Thonerde; vielleicht kann sie, als amphoteres Oxyd, ihren zweifachen elektrochemischen Charakter in solchen Verbindungen beibehalten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1857-1858

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Rammelsberg Karl [Carl] Friedrich

Artikel/Article: Ueber die Silikate als Gemengtheile krystallinischer Gesteine, insbesondere uÌˆber Augit und Hornblende als Glieder einer grossen Mineralgruppe. 17-30