

Zur Synthese des Pyroxens.

Von

C. Doelter in Graz.

Über die Zusammensetzung der Pyroxene herrschen bekanntlich zweierlei Ansichten; nach der einen ist die Thonerde und das Eisenoxyd isomorph den normalen Silicaten beigemischt, nach der anderen tritt zu letzteren ein Silicat von der Form $\overset{\text{II}}{\text{R}}\text{O} \overset{\text{III}}{\text{R}}_2\text{O}_3$, SiO_2 hinzu. TSCHERMAK, welcher zuerst die letztere Hypothese aufstellte, nahm an, dass in diesem Silicate $\overset{\text{II}}{\text{R}}$ nur Mg oder Fe sein könne, weil er die Beobachtung machte, dass bei thonerde- oder eisenoxyd-haltigen Augiten stets $\text{Ca} < \text{Mg} + \text{Fe}$ sei, was indessen durch RAMMELSBURG bestritten wird. Spätere Analysen zeigten, dass allerdings in vielen Pyroxenen die Calciummenge kleiner sei, als die Summe der Eisen- und Magnesium-Menge, dass aber dies doch nicht immer der Fall sei; so ergab mir schon die Untersuchung des Fassaits* das Resultat, dass Kalksilicat im Überschuss vorhanden sein muss, und andere Analysen** bestätigten dies; ich wurde daher zu der Annahme geführt, dass ausser den hier von TSCHERMAK eingeführten Silicaten noch die Existenz von $\text{Ca} \overset{\text{III}}{\text{Fe}}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{12}$ und $\text{Ca} \overset{\text{III}}{\text{R}}_2 \text{SiO}_6$ *** anzunehmen sei. Ferner

* C. DOELTER. Beiträge zur Mineralogie des Fassa- und Fleimsertales. — Mineral. Mitth. 1877. I. p. 79.

** Zur Kenntniss der chem. Zus. des Augits. — ibid. 1877. III. p. 279.

*** Über die Constitution der Pyroxene. — Mineral.-petrogr. Mitth. 1879.

ist in manchen Natron-Augiten ausser dem Akmit-Silicat auch das Silicat $\text{Na}_2 \overset{\text{III}}{\text{Fe}}_2 \text{SiO}_6$ anzunehmen. Die Annahme der Silicate von der Form $\overset{\text{II}}{\text{R}} \overset{\text{III}}{\text{R}}_2 \text{SiO}_6$ erklärt recht gut die complicirte Zusammensetzung der Pyroxene und ist daher auch von vielen Forschern angenommen worden. Indessen ist nicht zu verkennen, dass ein exacter Beweis dafür noch nicht existirt, da die von TSCHERMAK aufgestellte Regel, dass in Thonerde- und Eisenoxydhaltigen Pyroxenen $\text{Ca} < \text{Mg} + \overset{\text{II}}{\text{Fe}}$ sei, doch in manchen Fällen, und zwar bei zuverlässigen Analysen nicht immer zutrifft, daher die Ansicht RAMMELSBERG's nicht ganz widerlegt erscheint. Wenn sich gegen letztere allerdings sehr viele Bedenken erheben lassen, und es namentlich äusserst wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass die Oxyde Fe_2O_3 und Al_2O_3 in allen Krystallsystemen krystallisirbar seien, so erschien es mir doch von Interesse, experimentell erstens die Frage zu untersuchen, ob durch Zusammenschmelzen von Diopsid mit Thonerde oder Eisenoxyd Pyroxene zu erhalten sind, deren Zusammensetzung nicht durch die Annahme der Silicate $\overset{\text{II}}{\text{R}}\text{O} \overset{\text{III}}{\text{R}}_2 \text{O}_3 \text{SiO}_2$ erklärbar ist, zweitens aber zu erfahren, ob diese Silicate krystallisirbar sind und ob sie mit Pyroxen übereinstimmen.

Wenn auch die Versuche nicht immer wohl ausgebildete Krystalle ergaben, so ist doch die Analogie mit den in den Gesteinen vorkommenden Augiten eine so grosse, dass die Frage auf Grund der Versuche bejaht werden kann.

Die hier zu erwähnenden Versuche zerfallen in solche, welche unter I fallen, bei denen also Diopside mit Al_2O_3 und FeO_3 zusammenschmolzen wurden und solche, welche die zweite Frage betreffen, bei welchen also aus den Bestandtheilen $\overset{\text{II}}{\text{R}}\text{O} \overset{\text{III}}{\text{R}}_2 \text{O}_3$ und SiO_2 in entsprechenden Verhältnissen krystallisirte Pyroxene zu erhalten versucht wurde.

Sämmtliche Versuche wurden im Leclerq-Forquignon-Ofen in Platintiegeln mit 4—6 gr. Substanz ausgeführt.

Was die Synthese der Augite im Allgemeinen anbelangt, so sei noch erwähnt, dass bisher nur die den Diopsiden entsprechenden Verbindungen von der Formel $\overset{\text{II}}{\text{R}} \text{SiO}_3$ und zwar durch Zusammenschmelzen ihrer Elemente in Chlorcalcium von LECHAR-

TIER erhalten* wurden. Ebenso wurden tricline und rhombische Pyroxene von BOURGEOIS, DAUBRÉE, FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY erzeugt.

Alle diese Versuche beziehen sich jedoch nur auf Thonerde- und eisenoxydfreie Pyroxene, wengleich die Ausführung jener Versuche es mitbringen dürfte, dass in manchen der Producte geringe Mengen von Eisenoxyd vorhanden sein könnten.

I. Versuchsreihe.

Zusammenschmelzen von Diopsid mit amorphem Eisenoxyd und mit Thonerde.

1) Diopsid von Arendal** wird mit Eisenoxyd und Thonerde in folgenden Verhältnissen gemengt: 80 proc. Diopsid, 17 proc. Eisenoxyd, 3 proc. Thonerde. Die Zusammensetzung der Mischung ist:

SiO ₂	42.6
Al ₂ O ₃	4.0
Fe ₂ O ₃	18.1
FeO	3.6
CaO	19.4
MgO	12.3
	100.0

Die Masse wird zu homogenem Glas geschmolzen und dann während längerer Zeit langsam abgekühlt. Dauer des Versuchs: 14 Stunden.

* Vorher waren schon von BERTHIER, H. ST. CLAIRE-DEVILLE, DAUBRÉE, EBELMEN, HAUTEFEUILLE, ST. MEUNIER, später auch von FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY Augite erhalten worden. Die Literatur darüber siehe in dem sehr vollständigen Werke der beiden letzteren (Paris 1882).

** Derselbe zeigt die gewöhnliche Krystallform und nach meiner Analyse* folgende Zusammensetzung:

SiO ₂	53.28
CaO	24.27
MgO	15.63
FeO	4.50
Fe ₂ O ₃	1.08
Al ₂ O ₃	1.37
MnO	0.21
	100.34

* s. Mineral. u. petr. Mitth. 1878. p. 60

Die Mischung schmilzt leicht, es sondern sich jedoch während des Versuches die schweren eisenreichen Theile von den eisenärmeren, so dass die am Boden des Tiegels anhaftenden Krystalle weit eisenreicher sind, als die oberen. Untersucht man Schliffe des unteren schwereren Theiles, so sieht man ziemlich grosse, die Krystallform des Augites zeigende, im durchfallenden Lichte hellgrün erscheinende Krystalle, welche scharf begrenzt sind; zwischen den einzelnen Augit-Krystallen findet sich jedoch eine dunkle, sehr eisenreiche Basis. Die optischen Verhältnisse sind die der basischen Pyroxene. Auslöschungs-Schiefe bis 40° . In manchen Schnitten deutliches Interferenzbild, Austritt einer Axe; schwacher Pleochroismus. Die Krystalle enthalten Einschlüsse von Magnetit und dunkelbrauner Basis. Ferner treten ähnliche gelbbraun gefärbte Augite auf, welche jedoch keine Spaltbarkeit zeigen. Die oberen Partien enthalten weit weniger Eisen; hier ist sehr wenig Glasbasis vorhanden. Die Durchschnitte der Augite sind sehr licht gefärbt und darin ähnlich denen des reinen Diopsid von demselben Fundorte, nur selten sieht man intensiv grün gefärbte, eisenreichere Augite, oder auch gelbliche. In optischer Hinsicht gilt das für die eisenreichen bemerkte. An manchen Stellen sieht man grössere Blättchen von Eisenoxyd, dann grössere Partien gelber Glasbasis. Die Augite enthalten Fetzen der letzteren, dann auch Hämatit und Magnetit. Man hat also auch hier neben den beiden Augiten grössere Ausscheidungen von Eisenoxyd, sowie eisenoxydhaltiger Basis. Jedenfalls haben sich in den eisenärmeren Theilen der Schmelze nur wenige eisenoxydreiche Augite ausgeschieden, neben solchen, welche kein Oxyd enthalten und neben Glasbasis und Magnetit. Der Eisenoxydgehalt dieses Theiles beträgt 10 proc., der Oxydgehalt circa 4 proc.

In den eisenreicheren Theilen scheinen sich verschiedene Verbindungen gebildet zu haben, einerseits schied sich Eisenoxyd als Hämatit oder mit Eisenoxydul als Magnetit aus, andererseits verbinden sich die Bestandtheile der Schmelze zu verschiedenen Verbindungen und werden theils Diopsid, theils braune Augite gebildet, die Oxyd enthalten, wobei es aber wahrscheinlicher ist, dass dasselbe als Silicat vorhanden sei. Dieser eisenreiche schwerere Theil der Schmelze lässt sich durch HCl in einen löslichen

und einen unlöslichen zerlegen, und zwar beträgt der erstere 0.88, der zweite 0.56 gr.

Beide Theile wurden quantitativ untersucht, jedoch sind die mit so geringen Mengen angestellten Untersuchungen zu wenig genau, um Werth zu besitzen, auch konnte eine Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul nicht durchgeführt werden. Die Zahlen für den unlöslichen Theil sind:

SiO ₂	52.0
Fe O u. Fe ₂ O ₃	19.9
CaO	18.0
MgO	6.9
Al ₂ O ₃	2.0
	<hr/>
	98.8

Der lösliche Theil enthält weit mehr Kalk und Eisenoxyd, der Gehalt an letzterem (wobei das oxydirte Oxydul einbegriffen ist) betrug circa 36 proc., der Gehalt an Kalkerde circa 22 proc.

2) 80 proc. Diopsid von Nordmarken wurden mit 17 proc. Thonerde und 3 proc. Eisenoxyd zusammengeschmolzen. Die Zusammensetzung der Mischung ist (nach meiner Analyse, vergl. TSCHERMAK's Miner. Mitth. 1878. p. 60):

Kieselsäure	40.9
Thonerde	17.1
Eisenoxyd	3.7
Eisenoxydul	13.8
Kalkerde	18.5
Magnesia	5.9
Manganoxydul	0.1
	<hr/>
	100.0

Auch hier erhält man zwei Theile, einen oberen, eisenärmeren, fast farblosen, oder lichtgrün gefärbten und einen unteren, dunkelgrünen eisenreicheren. Die oberen Partien bestehen ganz aus Diopsidkrystallen, deren A.-Schiefe bis 36° beträgt, im Schriff erscheinen sie farblos; Spaltbarkeit sehr deutlich, manchmal sieht man gut ausgebildete, länglich hexagonale Durchschnitte, häufiger längliche Körner. Glasbasis ist nur sehr wenig vorhanden, doch enthalten die Augite etwas Glasbasis, seltener Magnetit. Manche Augite zeigen einen Aufbau aus Mikrolithen. Einige Durchschnitte zeigen Austritt einer Axe.

Die von den dunkleren Partien gesonderten Krystalle wurden chemisch untersucht, es zeigte sich dabei, dass sie nach längerer Behandlung mit kochender concentrirter Salzsäure zum grössten Theil löslich sind. Sie bestehen aus Kieselsäure, Eisenoxydul, Kalk und Magnesia und einer ganz geringen Spur von Thonerde, die bei einer Quantität von 0.120 nur 0.002 betrug. Da nun die Krystalle auch Glasbasis enthalten, so ist es wahrscheinlich, dass erstere vielleicht ganz thonerdefrei sind. Der lösliche Theil wurde (soweit dies bei der geringen zu Gebote stehenden Menge möglich war) quantitativ untersucht. Es ergab sich: $\text{SiO}_2 =$ circa 48 proc., $\text{FeO} = 10$ proc., $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2$ proc., $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1$ proc., $\text{CaO} = 30$ proc., $\text{MgO} = 9$ proc.; es sind dies also ungefähr die Zahlen des Diopsids; der unlösliche Theil war zu gering, um quantitativ untersucht zu werden.

Daraus geht hervor, dass diese gut ausgebildeten Krystalle fast thonerdefrei sind. Der untere dunklere Theil zeigt grasgrüne Krystalle, die an Einschlüssen von Magnetit, Glasbasis und Spinell-ähnlichen Körnchen reich sind. Zwischen den deutlich und scharf begrenzten Durchschnitten findet sich viel lichtbraunes Glas, welches oft gegenüber den Augiten vorherrscht. Ob auch die letzten thonerdefrei sind, ist nicht zu entscheiden, doch hat die dunkelgefärbte Basis nicht dieselbe Zusammensetzung wie die grünen Augite.

3) Diopsid von Achmatowsk* wurde mit Eisenoxyd und Thonerde zusammengeschmolzen und zwar war das Verhältniss folgendes: 68 proc. Diopsid, 7 proc. Thonerde und 25 proc. Eisenoxyd. Die Schmelze zeigt eine dunkelbraune Glasbasis, in welcher fast farblose Augite liegen. Ihre Auslöschungsschiefe geht bis 39° , sie zeigen deutliche Spaltbarkeit, enthalten Magnetit und Glasbasis.

* Die von mir seiner Zeit ausgeführte Analyse ergab (Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. Heft I):

SiO_2	. . . . .	54.45
Al_2O_3	. . . . .	0.99
Fe_2O_3	. . . . .	0.55
FeO}	. . . . .	3.81
CaO}	. . . . .	24.89
MgO}	. . . . .	15.65
		<u>100.34</u>

Es scheinen verschiedene Augitvarietäten zu sein, denn neben den häufigeren ganz wasserhellen, eisenfreien Krystallen finden sich auch im Durchschnitt lichtgelb gefärbte (im auffallenden Lichte sind die Krystalle dunkelgrün), welche eisenhaltig sind. Indessen enthält die Schmelze, wie eine im Kohlensäure-Apparat durchgeführte Bestimmung ergab, circa 4 proc. FeO, so dass die Menge des Eisenoxyds auch in diesen eine sehr geringe sein dürfte.

Interessant ist die Beobachtung von kleinen Plagioklas-(Anorthit)-Leisten, welche an mehreren Stellen der Schliffe auftreten; und welche an ihrer Auslöschungsschiefe (26—32°) und der polysynthetischen Zwillingsbildung erkennbar sind, sie liegen stets in den grösseren Partien des braunen eisenreichen Glases, und hat sich demnach hier die Thonerde mit Kieselsäure und Kalk, welche dem Diopsid entzogen wurden, zu triklinem Feldspath verbunden.

Sowie auf solche Art Anorthit entstehen konnte, so mögen sich auch andererseits Eisenoxyd und Magnesia mit Kieselsäure zu Augit verbunden haben. Jedenfalls aber findet sich der grösste Theil des Eisens in der glasigen Masse.

Fassen wir die Resultate aus diesen Versuchen zusammen, so sehen wir schon bei dem ersten, dass zum Theil ganz eisenoxydfreie Augite sich bilden, zum Theil solche, welche Oxyde enthalten, bei denen aber die Annahme als Eisenoxyd-Silicat $RO Fe_2 O_3 Si O_2$ leicht erklärlich ist. Bei dem zweiten Versuche sehen wir ebenfalls, dass ein Theil des Augits ganz thonerdefrei ist, und ebenso zeigt der dritte Versuch, dass die glasige Basis eine andere Zusammensetzung hat, als die Augite, indem sie weit mehr Eisen enthält, ferner dass die Thonerde theilweise zur Plagioklasbildung verwendet wird. In keinem Falle tritt ein einfaches Zusammenkrystallisiren der Oxyde mit dem Diopsid ein, zudem bilden sich offenbar neue Verbindungen, aus denen die Augit-Krystalle zur Ausscheidung gelangen, aus welchen aber auch Eisenglanz, Magnetit, Spinell, eisenreiche Glasbasis und Anorthit entstehen.

II. Versuchsreihe.

Erzeugung von Thonerde und Eisenoxyd-Pyroxenen aus Mischungen, welche die Zusammensetzung $\text{R}^{\text{II}}\text{O R}^{\text{III}}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$ besitzen.

Es ergab sich bei allen Versuchen, welche derartig veranstaltet wurden, dass die Abkühlung sehr langsam vor sich ging, so dass nirgends unvollkommene Krystallbildung und halbglasige Erstarrung eintreten konnte, eine Tendenz zur Körnerbildung und die erhaltenen Schmelzen erinnern an den Kokkolith. Dasselbe tritt ein, wenn man gewöhnlichen Augit oder Diopsid unter Vermeidung derjenigen Bedingungen abkühlen lässt, die ihre glasige Erstarrung hervorbringen würden. Die Ähnlichkeit beider Producte ist eine überraschende. Will man gut ausgebildete Krystalle erzielen, so muss man rascher abkühlen, dann erhält man scharf begrenzte Individuen von der Augitform in einer akrySTALLINEN Grundmasse, dies musste aber in den meisten Fällen vermieden werden, da man sonst nicht sicher den Schluss ziehen konnte, dass jene Krystalle wirklich die Zusammensetzung der Mischung besitzen.

1. Mischung: $\left\{ \begin{array}{l} 4 (\text{FeO Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2) \\ \text{MgO Fe}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2 \end{array} \right\}$, welche folgende procentuale Zusammensetzung hat:

Kieselsäure	25.0
Thonerde	34.3
Eisenoxyd	13.3
Eisenoxydul	24.0
Magnesia	3.4
	<hr/>
	100.0

Dieser erste Versuch gelang nicht ganz vollständig, indem sich etwas Eisenoxydul, das als Carbonat angewandt worden war, oxydirte und daher namentlich an der Oberfläche der Schmelze Magnetit ausgeschieden wurde, doch besteht die Hauptmasse immer aus Augitkörnern. In den inneren Theilen findet man sogar nur Augit von lichtbrauner Farbe, welcher manchmal die augitische Spaltbarkeit zeigt. Die Augite polarisiren sehr lebhaft und erinnern ganz an die Umschmelzungsproducte dieses Minerals. An manchen Stellen tritt etwas braune Basis auf, in der dann Augitleisten liegen.

2. Mischung:	}	$\text{MgO Fe}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$ CaO MgO 2SiO_2	}
Zusammensetzung:		SiO_2 39.33 Fe_2O_3 30.77 MgO 16.94 CaO 12.96	
		100.00	

Der Versuch gelingt sehr gut, die dunkelbraune Masse ist vollkommen krystallinisch und besteht aus unzweifelhaften, im Schliff gleichmässig gelbbraun gefärbten Augitkörnern, oft mit deutlicher Augitpaltbarkeit. Um zu constatiren, ob eine Reduction des Eisenoxyds stattfindet, wurde eine Aufschliessung im Kohlen-säurestrom durchgeführt und ergab sich dabei, dass die Menge des gebildeten Eisenoxyduls nur 1.05 proc. betrug. Das spec. Gew. wurde vermitteltst K.Q.-Jod.-Lösung ungefähr zu 3 bestimmt*.

3. Mischung:	}	$\text{MgO Fe}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$ $\text{MgO Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$	}
Zusammensetzung:		Kieselsäure 26.34 Thonerde 25.39 Eisenoxyd 30.77 Magnesia 17.50	
		100.00	

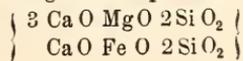
Neben deutlichen lichtbraun gefärbten Augiten sieht man auch etwas glasige Masse von derselben Farbe, doch besteht die Schmelze fast ganz aus körnigem Augit, nur sind die Individuen hier sehr kleine. Auch hier ist nur sehr wenig Eisenoxydul nachweisbar. Das spec. Gewicht dieser Augite, im Pyknometer bestimmt, beträgt 3.16.

3 a. Es wurde eine Mischung von nachfolgender Zusammensetzung geschmolzen:

12 MgO Al ₂ O ₃ SiO ₂
10 MgO Fe ₂ O ₃ SiO ₂
3 Fe O Al ₂ O ₃ SiO ₂
Ca O Fe ₂ O ₃ SiO ₂
3 Diopsid**

* Wegen der häufig auftretenden Gasporen ist aber die Bestimmung durch die Lösung immer ungenau, das spec. Gewicht zu gering.

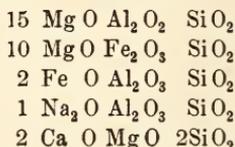
** Seine Zusammensetzung wird repräsentirt durch die Formel:



Man erhält eine grünlich-schwarze körnige Masse, in deren Hohlräumen oft winzige dünne Augitnadeln sichtbar sind.

Dort, wo die Schmelze im Schliff durchsichtig ist, zeigt sie sich aus lichtgrün gefärbten Augitkörnern zusammengesetzt und ist ganz krystallinisch, an weniger dünnen Schliffen sieht man auch dunkelgrüne und schwarzgrüne Augite unter den letzteren; es ist möglich, dass Augite von verschiedenem Eisengehalt sich ausschieden. Es wurde constatirt, dass sich nur sehr wenig Eisenoxydul durch Reduction des Oxydes gebildet hatte.

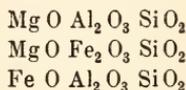
4. Es wurde eine Mischung angewandt, welche der eben erwähnten nahe steht und in welcher $MgO R_2O_3 SiO_2$ vorherrscht; ihre Zusammensetzung lässt sich folgendermassen ausdrücken:



also ist das Verhältniss der $\overset{H}{R}O \overset{III}{R}_2O_3 SiO_2$ -Verbindung zur Diopsid-Mischung wie 14 : 1.

Hier zeigen sich gelb gefärbte, lebhaft polarisirende Augitkörner, ähnlich wie sie bei dem Kokkolith auftreten; die ganze Masse ist krystallinisch, nur an wenigen Stellen finden sich Spuren von bräunlichem Glase, in welchem sich scharf begrenzte, länglich hexagonale Augitleisten finden, deren Auslöschungsschiefe zwischen 26 bis circa 30° schwankt. Hin und wieder sieht man ein grün gefärbtes, in Körnern vorkommendes Mineral, das anfangs für Spinell gehalten wurde, aber anisotrop ist, daher auch Augit sein dürfte.

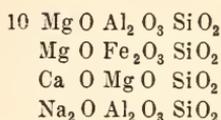
4a. Es wird eine Mischung von



und Diopsid von Nordmarken geschmolzen. Die Schmelze ist am Boden, wo sie mit dem Platintiegel in directer Berührung gestanden, halbkrySTALLINISCH, oben, vollkommen krystallinisch körnig und besteht aus im Schliff grün oder gelblich gefärbten Augitkörnern. Dort, wo sich, wie am Boden, Glasbasis von dunkelbrauner Färbung zeigt, zeigen sich schöne Krystalle, ge-

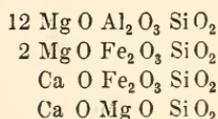
wöhnlich hexagonale Leisten mit Augitspaltbarkeit, oft lassen sich in dickeren Schlifften auch förmliche Augitkryställchen beobachten. Die Auslöschungsschiefe beträgt meistens über 30° . Wo Glasbasis fehlt, zeigt sich die Masse nur körnig. Im Übrigen sind die Körner den Krystallen sehr ähnlich, selbstverständlich findet man Übergänge der rein krystallinischen Partien zu den glasführenden und findet sich Glas überhaupt nur an den rasch abgekühlten unteren Stellen. Die Schmelze präsentirt sich makroskopisch als schwärzliche krystallinische Masse.

5. Mischung von:



Letztere Verbindung wurde angewandt, um die Masse leichter schmelzbar zu machen. Im Inneren besteht die lichtbräunliche krystallinische Schmelze aus Augitkörnern, welche im Schlitze lebhaft polarisiren und hin und wieder Spaltbarkeit zeigen. Es ist keine dazwischen geklemmte Glasmasse sichtbar. Auf der Oberfläche der Schmelze, welche hier nicht vollkommen krystallinisch erstarrt ist, zeigen sich lange Augitleisten, die alle gerade auslöschten. Der rhombische Charakter derselben lässt sich allerdings nicht genau bestimmen, doch ist es möglich, dass das Silicat $\text{Mg O Al}_2 \text{ O}_3 \text{ Si O}_2$ eine Tendenz hat, im rhombischen System zu krystallisiren, wie das thonerdefreie Magnesia-Silicat. Auch mehr in den inneren Theilen zeigen sich diese Leisten in sehr grosser Anzahl, oft parallel angeordnet, in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen; alle löschen gerade aus.

5a. Es wurde eine Mischung von folgender Zusammensetzung geschmolzen:



Die Masse erstarrt krystallinisch körnig und zeigt dunkelgrüne Färbung.

* Letzteres Silicat wurde nicht durch Mischung erhalten, sondern als Diopsid (von Achmatowsk) zugesetzt.

Ihr spec. Gewicht, im Pyknometer bestimmt, beträgt: 3.05.

Hier sieht man wieder vorwiegend längliche Leisten, die alle gerade auslöschten, die Wahrscheinlichkeit, dass rhombische Augite vorliegen, ist daher ziemlich gross. Die Untersuchung der Leisten im convergenten Lichte war jedoch wegen ihrer geringen Breite nicht vollkommen überzeugend, um dies mit Gewissheit behaupten zu können. Die lichtgelb oder bräunlichgelb gefärbten Schnitte zeigen keinen Pleochroismus und lebhaft Interferenzfarben.

Ausser den in allen Schlifften verbreiteten Leisten findet man dazwischen Augitkörner, die die ganze Masse ausfüllen. Glas ist nur in äusserst geringer Menge an manchen Stellen sichtbar.

6. Bei Untersuchung der capverd'schen Augite kam ich zu dem Resultate, dass auch in manchen Pyroxenen die Silicate $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$, sowie $\text{CaO Fe}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$ vorhanden sein müssten.

Um nun diese Hypothese experimentell zu prüfen, wurden Versuche mit den zwei folgenden Mischungen angestellt.

- a) 1 Mg O Al_2O_3 SiO_2
 2 Ca O Fe_2O_3 SiO_2
 1 $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$

Die procentuale Zusammensetzung derselben ist:

SiO_2	24.94
Al_2O_3	24.11
Fe_2O_3	28.98
MgO	4.93
CaO	10.15
Na_2O	6.89
	100.00

b) Dieselbe Mischung wird mit MgO $\text{Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$ im Verhältnisse 2 : 5 gemengt; Zusammensetzung in Procenten:

SiO_2	28.26
Al_2O_3	43.09
Fe_2O_3	8.29
MgO	15.49
CaO	2.90
Na_2O	1.97
	100.00

Die erste Mischung ergab nur halbglasige Producte, an der Oberfläche und an den Wänden des Tiegels ist die Schmelze

sogar vollkommen glasig, mehr im Innern dagegen zeigen sich zahlreiche Krystallausscheidungen in der grünlichen Basis, und an vielen Stellen ist die Schmelze ganz krystallinisch. In der Nähe der Wände scheiden sich Augitmikrolithe und an der Oberfläche auch Spinell und Magneteisen aus. Mehr gegen das Innere zu sieht man Augitmikrolithe in dem glasigen Magma, während an vielen Stellen im Innern die Schmelze nur aus Augitkörnern besteht. Da man hier deutlich den Übergang der krystallinisch-körnigen Partien in halbglasige und reines Glas beobachten kann, so ist wohl anzunehmen, dass die Krystalle im Innern obige Zusammensetzung besitzen und dass die halbglasige Beschaffenheit an den Rändern der Schmelze der rascheren Abkühlung zuzuschreiben ist*. Die zweite Mischung gibt ebenfalls keine rein krystallinische Schmelze, doch finden sich allenthalben grössere Partien von körnigen Augit-Individuen, dazwischen halbglasige Partien, in denen Augitleisten oft parallel angeordnet liegen, diese erinnern an die früher beschriebenen und löschen unter Winkeln von 20° bis 40° aus. Auch die ganz körnigen Partien sind analog jenen der Mischungen bei den Versuchen 1, 2, 3, 4.

7. Akmitartige Pyroxene. Den reinen Akmit herzustellen gelang nicht, weil die natronreiche Mischung $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ wenig Tendenz zur Krystallisation besitzt und es trotz sehr langsamer Abkühlung ungemein schwer ist, etwas anderes als reines Glas zu erhalten. Auch der direct umgeschmolzene Akmit von Eger erstarrte vollkommen glasig.

Nur bei einem Versuche schieden sich aus der Glasmasse lange augitähnliche Säulen aus, deren Auslöschungsschiefe ziemlich gering war (etwas über 11°), und die wahrscheinlich dem Akmit angehören dürften, doch wird eine Wiederholung dieses Versuches unter ganz besonderen Vorsichtsmassregeln nothwendig sein, um darüber entscheiden zu können. Es wurde ferner versucht, die Mischung $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ zur Krystallisation zu bringen, aber ebenfalls ohne Erfolg, man erhielt nur Glas. Dagegen erstarren folgende Mischungen in der Augitform:

* Im Allgemeinen lässt sich von allen Schmelzen behaupten, dass die Schwierigkeit einer rein krystallinischen Erstarrung mit dem Natrongehalte wächst.

a) 2 Theile Glaukophanmischung, in der etwas Thonerde durch Eisenoxyd vertreten war: $9[\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 4\text{SiO}_2]$ mit $\text{Na}_2\text{O Fe}_2\text{O}_3 4\text{SiO}_2$ und 1 Theil Diopsid*.

Die procentuale Zusammensetzung wird durch folgende Zahlen repräsentirt.

SiO_2	. . . . .	57.64
Al_2O_3	. . . . .	16.12
Fe_2O_3	. . . . .	1.20
CaO}	. . . . .	8.37
MgO}	. . . . .	5.37
FeO}	. . . . .	1.10
Na_2O}	. . . . .	10.20
		<hr/>
		100.00

b) 3 Theile obiger Natron-Silicat-Mischung mit 2 Theilen Diopsid; die Zusammensetzung des Gemenges ist:

SiO_2	. . . . .	57.00
Al_2O_3	. . . . .	12.15
Fe_2O_3	. . . . .	0.94
FeO}	. . . . .	1.65
CaO}	. . . . .	12.56
MgO}	. . . . .	8.05
Na_2O}	. . . . .	7.65
		<hr/>
		100.00

Die erstgenannte Mischung, in der das Natrium-Silicat mehr vorherrscht, erstarrt nicht ganz krystallinisch und finden sich in lichtem Glase zahlreiche strahlige Augit-Ausscheidungen; an manchen Stellen ist die Schmelze sogar ganz krystallinisch aber nicht körnig, sondern radial-faserig, sphärolithisch erstarrt.

Die zweite Mischung, in der also das Diopsid-Silicat und das Akmit-Silicat zu gleichen Theilen vertreten sind, ist fast ganz krystallinisch in langen Augitleisten, zum Theil mehr körnig, erstarrt, doch scheint nicht ein krystallographisch dem Akmit nahestehender Pyroxen, sondern ein gewöhnlicher Augit sich gebildet zu haben, denn die Auslöschungsschiefe ist oft sehr bedeutend, über 40° , auch die Interferenzerscheinungen im parallelen und convergenten Lichte sind die der von früheren Versuchen erwähnten Augite; ebenso zeigt sich die prismatische Spaltbarkeit; doch

* Diopsid vom Zillerthale, analysirt siehe DOELTER. TSCHEM. Mineral. u. petrogr. Mitth. 1878.

sind manche Individuen etwas faserig ausgebildet, oder aus parallel angeordneten Mikrolithen zusammengesetzt.

Wir sehen also, dass trotz des hohen Natrongehaltes, welchen die Zusammensetzung zeigt und der eher auf Bildung von akmit-ähnlichem Pyroxen schliessen lassen könnte, kein solcher, sondern gewöhnlicher Augit erhalten wird.

Löslichkeit der künstlichen Pyroxene.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass geglähte Mineralien leichter löslich werden, ungeschmolzene Mineralien als Gläser erstarrt, sind ebenfalls leicht löslich und beruht bei Manchen auf dieser Eigenschaft eine einfache Methode der Aufschliessung behufs Analyse. Bekannt ist, dass auch in jenen Fällen, wo durch Schmelzung und Auskühlung eine Umsetzung in andere Mineralien stattfindet, wie bei Granat, Vesuvian, Epidot, Turmalin, die leichtere Löslichkeit in Säuren constatirt werden kann.

Aber auch durch einfache Umschmelzung ohne Umsetzung wird die Löslichkeit in Säuren, wie ich durch einige Versuche constatirte, wenigstens erhöht, obgleich sich dabei bei demselben Mineral grosse Verschiedenheiten ergeben.

Thonerde-Augit von Cugliari (an und für sich nach längerem Kochen in concentrirter Salzsäure fast unlöslich) gibt nach Umschmelzung eine körnig-krystallinische aus Augit bestehende Schmelze, die unter denselben Bedingungen weit leichter löslich ist, indem nach circa 6stündigem Kochen circa 15—20 proc. gelöst wurden. Diopsid von Nordmarken, sehr wenig löslich, wird durch Umschmelzung und Erstarrung als körniges Aggregat ziemlich leicht löslich, indem unter obigen Bedingungen nahezu die Hälfte gelöst wird. Augite, welche aus einem umgeschmolzenen basaltischen Gestein erstarrt waren, lösten sich dagegen nur in geringer Menge.

Die unter der ersten Versuchsreihe angeführten Augite, erhalten durch Zusammenschmelzen von Eisenoxyd und Thonerde mit Diopsid, waren ziemlich leicht löslich. Bei Versuch 1 lösen sich nach 12stündigem Kochen circa 40 proc. Beim zweiten Versuche war der eisenärmere Theil nahezu ganz, unter Ausscheidung von Kieselsäure, löslich.

Sehr leicht löslich war ein künstlicher Augit, der als Hoch-

ofenproduct bei Brixlegg vorgefunden wurde, in wenigen Stunden war nahezu das Ganze gelöst.

Die aus Mischungen auf synthetischem Wege erzeugten Augite sind zum Theil ziemlich löslich, so z. B. einige Augite aus Versuchsreihe II; wenig löslich waren diejenigen, in welchen Mg O Al₂ O₃ Si O₂ vorherrscht, während die eisenoxydreichen leichter löslich sind. Fast vollkommen löslich war der Augit des Versuchs Nr. 1, theilweise löslich der von Nr. 2.

Dagegen war der aus der Mischung 5 erhaltene Augit, welcher ebenfalls magnesia- und thonerdereich ist, sehr wenig löslich, ebenso war der bei Versuch Nr. 3 erzeugte Augit schwer löslich. Die Ursache dieser Unterschiede in der Löslichkeit ist vorläufig schwer zu bestimmen, daher hier nur die Thatsache hervorgehoben wird, dass im Allgemeinen die künstlichen Augite doch etwas löslicher sind, als die natürlichen.

Aus den oben erwähnten Versuchen ist der Schluss zu ziehen, dass die bisher als rein hypothetische Verbindungen geltenden Silicate $\overset{II}{R}O \overset{III}{R}_2O_3 Si O_2$ krystallisirbar sind, und in ihren Eigenschaften ganz denjenigen Augiten gleichen, welche durch Umschmelzung natürlicher Augite erzeugt werden. Mit Ausnahme der Löslichkeit, die meistens eine leichtere ist als bei den Augiten, welche in der Natur erzeugt werden, stimmen diese künstlichen Producte vollkommen mit jenen überein, und dürfte daher die Theorie, nach welcher solche Silicate wirklich in diesen natürlichen Augiten vorhanden sind, dadurch eine neue Stütze erhalten.

Graz, Mineralogisches Universitäts-Institut, 12. Februar 1884.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [1884_2](#)

Autor(en)/Author(s): Doelter Cornelius

Artikel/Article: [Zur Synthese des Pyroxens 51-66](#)