

## IV. Ueber Diopsid.

Von C. Doelter.

Vorliegende Mittheilung schliesst sich an meine, in den *Min. Mitth.* 1877, 3. Heft veröffentlichte Abhandlung über die chemische Zusammensetzung des Augits an; ich habe nun die thonerdeärmeren Augite, die mit dem Varietätsnamen Diopsid belegt werden, untersucht. Bei der Auswahl des Materials wurden dieselben Vorsichtsmassregeln wie bei Augit angewandt. Allerdings geht die Sache hier leichter, da die Diopside viel weniger verunreinigt sind, als die Augite; es konnte daher ziemlich reines Material erhalten werden. Wenn ich sage reines Material, so ist das selbstverständlich ein relativer Begriff; ganz reine Materialien gelangen wohl nie zur Analyse; es genügt jedoch, wenn das Material so rein ist, dass dadurch die Resultate der Analyse nicht beeinträchtigt werden, da, wie ich an einigen Beispielen gezeigt habe, kleine Beimengungen wohl Differenzen zwischen berechneten und erhaltenen Analysenresultaten erklären, nicht aber auf letztere einen wesentlichen Einfluss haben.

Um möglichst reines Material zu erhalten untersuchte ich nicht nur einzelne Schriffe, sondern auch Spaltblättchen, wo dieselben zu erhalten sind und durchsichtige Splitter, da sich eben auf die Weise die verunreinigten Partien eines Minerals von den reineren unterscheiden lassen, was bei einem einzigen Schriffe nicht gelingt; da die Beimengungen meist nicht regelmässig in dem Mineral vertheilt sind, sondern nach Aussen hin in der Nähe grösserer Sprünge zunehmen, so ist es von grosser Wichtigkeit, alle Theile des zu untersuchenden Materials zu untersuchen. Die Splitter wurden zuerst mit einer Loupe untersucht, um die makroskopischen Verunreinigungen zu entfernen, dann bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskope; auf diese Weise lassen sich die Verunreinigungen mit Ausnahme einiger winzigen Einschlüsse gut entfernen.

Dort wo letztere sehr häufig sind, muss natürlich die Analyse unterlassen werden, aber meistens ist das nicht der Fall, namentlich bei dem Diopsid betragen jene Beimengungen selten 1%; ich habe

übrigens bei der Discussion der Analysen auf die beobachteten Einschlüsse Rücksicht genommen.

Was die Methode der Untersuchung anbelangt, so ist dies die allgemein übliche: Aufschliessen mit kohlensaurem Natronkali, Bestimmung des Kalkes als Aetzkalk oder als schwefelsaurer Kalk, der Magnesia als pyrophosphorsaure, Trennung der Thonerde vom Eisenoxyd mittels reinem Aetznatron; letztere Methode dürfte obgleich sie von Einigen angefochten wird, doch wenn sie in Platinfässen operirt wird, genaue Resultate liefern, in keinem Falle gibt sie, wenn man die nöthigen Vorsichtsmassregeln befolgt, zu viel Thonerde.

Sehr wichtig war hier die Trennung der beiden Oxydationsstufen des Eisens. Dasselbe wurde meist nach der von mir schon früher angegebenen Methode ausgeführt, welche ich durch zahlreiche Versuche erprobt habe.

Einige dieser Versuche wurden schon früher veröffentlicht.<sup>1)</sup> Die Zusammenstellung sämmtlicher Versuchsreihen habe ich an einem anderen Orte gegeben.

Da die Untersuchung der Diopside nur eine Fortsetzung der Studien über Thonerde-Augite ist, an die sich dann die der Akmite, Aegirine, Enstatite etc. reihen muss, so habe ich in der Abhandlung nur wenig theoretische Deductionen zugefügt; eine ausführliche Discussion aller Analysen, sowie der Theorien über die Zusammensetzung der Pyroxene soll erst am Schlusse dieser Untersuchungen gegeben werden.

Ich gehe direct über zur Untersuchung der einzelnen Vorkommen.

### 1. Diopsid von Achmatowsk.

Es lagen lichtgrüne über 1<sup>cm.</sup> lange Krystalle vor, an denen folgende Combinationen beobachtet wurden:



<sup>1)</sup> Mineralog. Mittheil. 1877, 1. und 3. Heft.

Die Krystalle sind ziemlich rein; sie sind auf derbem Quarz aufgewachsen.

Einige davon sind etwas trübe, aber es finden sich trotzdem mehrere, die nach Trennung der trüberen Partien, durchsichtiges, unzersetztes Material geben. Magnetit ist nirgends eingemengt.

Zur Aufschliessung mit kohlensaurem Natronkali wurden angewandt 1.110<sup>gr.</sup>, zur Bestimmung des Eisenoxyduls 0.621<sup>gr.</sup>.

Das specifische Gewicht beträgt: 3.169.

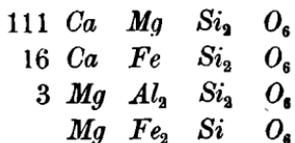
Die Analyse ergab folgende Daten:

Kieselsäure . . . . .	54.45
Kalkerde . . . . .	24.89
Magnesia . . . . .	15.65
Eisenoxydul . . . . .	3.81
Eisenoxyd . . . . .	0.55
Thonerde . . . . .	0.99
	100.34

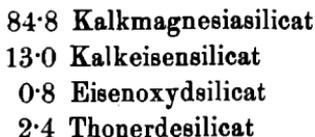
Daraus berechnet sich:

		Quotienten	Atomenverhältniss
<i>Si</i> . . . . .	25.40	0.9098	262
<i>Ca</i> . . . . .	17.78	0.4445	128
<i>Mg</i> . . . . .	9.392	0.3913	114
<i>Fe</i> (als Oxydul) . . . .	2.963	0.0529	16
<i>Fe</i> (als Oxyd) . . . . .	0.385	0.0069	2
<i>Al</i> . . . . .	0.527	0.0192	6
<i>O</i> . . . . .	43.453	2.722	786

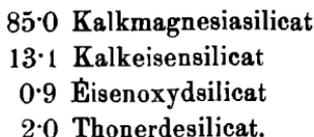
Hier ist der Kalkgehalt nahezu derselbe wie die Summe des Magnesia- und Eisengehaltes; offenbar gibt die Analyse aus irgend einer Ursache, es sei dass, was jedoch wenig wahrscheinlich ist, irgend etwas kalkhaltiges Mineral in kleinen Quantitäten beigemengt war, oder dass bei der Untersuchung der kohlensaure Kalk, der in grösseren Quantitäten anwesend war, da 1.2<sup>gr.</sup> Substanz in Anwendung gebracht wurden, nicht völlig im Aetzkalk umgewandelt war, etwas zu viel Kalk. Indess könnte derselbe auch wirklich dem Minerale eigen sein. Am nächsten wäre die Mischung, der circa 17.60 *Ca* entsprechen würden, nämlich:



was einer ungefähren percentualen Zusammensetzung von:



gleichkommt; direct aus der Analyse<sup>1)</sup> berechnet man:



## 2. Lichter Diopsid vom Zillerthal.

Wie früher am Diopsid von Ala, habe ich auch hier 2 Analysen vom lichten und dunklen Diopsid ausgeführt. Die beiden Varietäten kommen oft an einem und demselben Krystalle vor.

Die losen Krystalle, die zur Untersuchung angewendet wurden, waren sehr rein und unzersetzt, vollkommen durchsichtig.

Sie repräsentiren die Combination



Zur Aufschliessung mit kohlensaurem Natronkali wurden angewandt: 0.897<sup>gr.</sup>; zur Bestimmung des Eisenoxyduls mit Flusssäure, in der Kohlensäureatmosphäre 0.652<sup>gr.</sup>.

<sup>1)</sup> Wenn man nämlich, unter der Annahme, dass im Eisensilicat 61.5% Eisenoxyd, im Thonerdesilicat 50.5% Thonerde und im Kalkeisensilicat 29% Eisenoxydul vorhanden ist, die einzelnen Mengen der drei Silicate berechnet und das Kalkmagnesiumsilicat aus der Differenz bestimmt; man erhält jedenfalls ebenfalls nur eine sehr annähernde Zusammensetzung.

Die Analyse ergab folgende Resultate:

Kieselsäure . . . . .	54·85
Kalkerde . . . . .	24·99
Magnesia . . . . .	16·02
Eisenoxydul . . . . .	3·29
Eisenoxyd . . . . .	0·15
Thonerde . . . . .	0·25
	<hr/>
	99·55

Der Eisenoxydgehalt dürfte vielleicht hier nur der Methode der Bestimmung zuzuschreiben sein und scheint dieser Diopsid frei von Eisenoxyd zu sein, auch der Thonerdegehalt ist ein minimaler.

Berechnet man die einzelnen Mengen, so ergeben sich folgende Zahlen:

		Quotienten
<i>Si</i> . . . . .	25·59	0·9142
<i>Ca</i> . . . . .	17·85	0·4463
<i>Mg</i> . . . . .	9·61	0·4005
<i>Fe</i> . . . . .	2·637	0·0471

*Ca* : *Mg* : *Fe* ist hier

0·446 : 0·401 : 0·047, daher ziemlich genau

*Ca* = *Mg* + *Fe* ist.

Die Zahlen kommen dem Diopsid von Ala nahe und entsprechen einer Mischung von 90% Kalkmagnesiumsilicat und 10% Kalkeisensilicat.

Bei einer solchen hat man in der That die Zahlen

<i>Si O</i> <sub>2</sub> . . . . .	54·84
<i>Ca O</i> . . . . .	25·59
<i>Mg O</i> . . . . .	16·67
<i>Fe O</i> . . . . .	2·90
	<hr/>
	100·00

### 3. Dunkelgrüner Diopsid vom Zillerthal.

Dieser unterscheidet sich nur durch die Farbe von dem eben besprochenen lichtgrünen Diopsid.

Sein Volumengewicht wurde mit 3·192 bestimmt. Angewandt wurden zur Aufschliessung mit kohlensaurem Natronkali 0·897<sup>gr.</sup>, zur Bestimmung des Eisenoxyduls 0·497<sup>gr.</sup>.

Die Analyse ergab:

Kieselsäure . . . . .	54·23
Kalkerde . . . . .	24·69
Magnesia . . . . .	16·38
Eisenoxydul . . . . .	3·09
Eisenoxyd . . . . .	0·89
Thonerde . . . . .	1·22
	<hr/>
	100·50

Daraus berechnet sich:

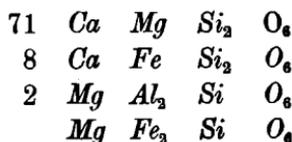
		Quotienten	Atomenverhältnisse
<i>Si</i> . . . . .	25·31	0·9038	162
<i>Ca</i> . . . . .	17·63	0·4409	79
<i>Mg</i> . . . . .	9·83	0·4095	74
<i>Fe</i> (als Oxydul) . . . . .	2·40	0·0429	8
<i>Fe</i> (als Oxyd) . . . . .	0·62	0·0111	2
<i>Al</i> . . . . .	0·65	0·0238	4
<i>O</i> . . . . .	43·56	2·722	245

Hier haben wir

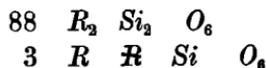
$$Ca : Mg : Fe \text{ wie} \\ 0·44 : 0·409 : 0·0429 \\ \text{also } Ca < Mg + Fe$$

obgleich entsprechend dem geringen Gehalt an Sesquioxiden die Differenz eine unbedeutende ist.

Aus der Formel lässt sich folgendes Verhältniss berechnen:



oder



also ist das Verhältniss annähernd 29 : 1.

Dies gibt in Procenten ausgedrückt die approximative Zusammensetzung:

86·6%	Kalkmagnesiumsilicat
9·8%	Kalkeisensilicat
2·4%	Thonerdesilicat
1·2%	Eisenoxysilicat

Direct aus der Analyse berechnet man:

85·7%	Kalkmagnesiumsilicat
10·5%	Eisenkalksilicat
2·4%	Thonerdesilicat
1·4%	Eisenoxysilicat.

#### 4. Diopsid aus dem Staate New-York.<sup>1)</sup>

Derselbe bildet körnig stängelige Individuen, die hie und da die beiden Pinakoide und die Prismen zeigen.

Dieses Mineral zeigt keinerlei fremde Beimengungen, von Magnetit namentlich ist keine Spur zu sehen, dagegen sind einzelne Partien etwas trübe. Die Spaltblättchen lassen sich sehr gut unter dem Mikroskop untersuchen und können daher die zersetzten Theile getrennt werden.

Angewandt wurden zur Eisenoxydulbestimmung 0·489<sup>gr.</sup>.

Zur Bestimmung der übrigen Bestandtheile 0·969<sup>gr.</sup>.

Das Volumgewicht beträgt: 3·201.

Die Analyse ergab:

<i>Si</i> O <sub>2</sub> . . .	52·79
<i>Ca</i> O . . .	24·91
<i>Mg</i> O . . .	16·09
<i>Fe</i> O . . .	5·02
<i>Fe</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	0·62
<i>Al</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	1·45
	100·88

<i>Si</i> . . . . .	24·649	0·8798	229
<i>Ca</i> . . . . .	17·790	0·4448	115
<i>Mg</i> . . . . .	9·654	0·4023	104

<sup>1)</sup> Der Fundort konnte leider nicht näher eruirt werden.

<i>Fe</i> (als Oxydul) . . . . .	3·904	0·0697	18
<i>Fe</i> (als Oxyd) . . . . .	0·434	0·0077	8
<i>Al</i> . . . . .	0·773	0·0282	2
<i>O</i> . . . . .	42·805	2·6743	696

Daraus ergibt sich ungefähr die Mischung:

98	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Si</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>6</sub>
18	<i>Ca</i>	<i>Fe</i>	<i>Si</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>6</sub>
4	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>O</i> <sub>6</sub>
1	<i>Mg</i>	<i>Fe</i>	<i>Si</i>	<i>O</i> <sub>6</sub>

oder nahezu das Verhältniss

23	<i>R</i> <sub>2</sub>	<i>Si</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>6</sub>
1	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>Si</i> <i>O</i> <sub>6</sub> .

Daraus berechnet sich in Procenten die Mischung:

0·9%	Eisenoxydsilicat
3·4%	Thonerdesilicat
16·0%	Eisenkalksilicat
79·7%	Kalkmagnesiumsilicat

Direct aus der Analyse ergibt sich, wenn man annimmt, dass im Eisenoxydsilicat 61% Eisenoxyd, im Thonerdesilicat 50·5% Thonerde und im Kalkeisensilicat 29% Eisenoxydul enthalten sind:

1·0%	Eisenoxydsilicat
2·9%	Thonerdesilicat
17·2%	Eisenkalksilicat
78·9%	Kalkmagnesiumsilicat

wobei letzteres durch die Differenz berechnet wurde.

## 5. Diopsid von Arendal.

Zur Untersuchung lagen vor grosse säulenförmige Krystalle, welche die Längs- und Querfläche, die Säule und die basische Erdfläche zeigten; dieselben sind aufgewachsen auf einem körnigen Gemenge von Malakolith und Magneteisen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass keinerlei Beimengungen vorkommen, nur an den Stellen, wo die Krystalle aufsitzen, war etwas Magnetit

vorhanden, es konnte jedoch dieses entfernt und so reines Material erhalten werden, auch waren die einzelnen Splitter durchsichtig und unzersetzt, nur wenige zeigten eine röthliche Färbung, diese konnten so ziemlich entfernt werden und beträgt jedenfalls die Menge des angegriffenen Materials nicht ein Percent.

Es kann daher die nachfolgende Zusammensetzung als die dem Mineral entsprechende gelten. Angewandt wurden zur Bestimmung des Eisenoxyduls 0·56<sup>gr.</sup>, zur Bestimmung aller übrigen Bestandtheile 0·882<sup>gr.</sup>.

Das Volumgewicht wurde zu 3·242 bestimmt.

Die Zahlen sind:

<i>Si</i> O <sub>2</sub> . . . . .	53·28
<i>Ca</i> O . . . . .	24·29
<i>Mg</i> O . . . . .	15·63
<i>Fe</i> O . . . . .	4·50
<i>Fe</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1·08
<i>Al</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1·37
	100·15

Der Gehalt von Eisenoxyd von 1·08 und der der Thonerde von 1·26 können unmöglich durch Beimengungen oder durch Zersetzung erklärt werden.

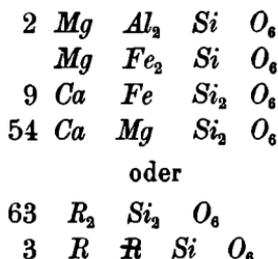
Berechnet man die Quotienten durch das Atomgewicht und das Atomverhältniss, so ergibt sich:

		Quotient	Atomenverhältniss
<i>Si</i> . . . . .	24·86	0·8880	131
<i>Ca</i> . . . . .	17·35	0·4397	64
<i>Mg</i> . . . . .	9·38	0·3910	57
<i>Fe</i> (als Oxydul) . . . . .	3·5	0·0625	9
<i>Fe</i> (als Oxyd) . . . . .	0·76	0·0135	2
<i>Al</i> . . . . .	0·73	0·0266	4
<i>O</i> . . . . .	43·42	2·714	401

Es ergeben sich:

131	<i>Si</i> O <sub>2</sub>
64	<i>Ca</i> O
57	<i>Mg</i> O
9	<i>Fe</i> O
2	<i>Al</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	<i>Fe</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

woraus sich unter Annahme der 4 Tschermak'schen Silicate das Verhältniss ergibt:



also nahezu das Verhältniss 21 : 1 für die beiden Silicate; diese Mischung gibt in percentualen Mengen ausgedrückt:

1·5%	Eisenoxydsilicat
3·0%	Thonerdesilicat
14·4%	Eisenkalksilicat
81·0%	Kalkmagnesiumsilicat

direct aus der Analyse berechnet sich jedoch

1·8%	Eisenoxydsilicat
2·8%	Thonerdesilicat
15·3%	Eisenkalksilicat
79·9%	Kalkmagnesiumsilicat.

Trotzdem die Analyse nicht ganz mit der angegebenen Mischung stimmt, da etwas zu wenig Kieselsäure vorhanden ist, so hat man doch auch hier wieder

$$\begin{array}{l}
 Ca < Mg + Fe \\
 0·434 < 0·391 + 0·062
 \end{array}$$

## 6. Baikalit vom Baikalsee.

Bildet säulenförmige stängelige Massen, die die beiden Pina-koide und die Prismen zeigen.

Unter dem Mikroskope erscheint das Mineral vollkommen rein; die einzelnen Splitter sind durchsichtig lichtgrün, sie sind ganz unzersetzt und rein.

Die Analyse wurde 2mal ausgeführt. Das erstemal wurden zur Aufschliessung angewandt 0·971<sup>gr.</sup>, zur Bestimmung des Eisen-

oxyduls mit Flusssäure 0·582<sup>gr.</sup>. Bei der zweiten Analyse, die mit ganz demselben Materiale ausgeführt wurde, wurden 0·76<sup>gr.</sup> angewandt. Das Volumgewicht beträgt: 3·242.

Die Resultate sind:

	I.	II.	Mittel.
<i>Si</i> $O_2$ . . . . .	54·01	53·89	53·95
<i>Ca</i> $O$ . . . . .	25·02	25·25	25·14
<i>Mg</i> $O$ . . . . .	16·27	16·52	16·40
<i>Fe</i> $O$ . . . . .	3·49	3·49	3·49
<i>Al</i> <sub>2</sub> $O_3$ . . . . .	0·99	0·94	0·97
<i>Fe</i> <sub>2</sub> $O_3$ . . . . .	0·84	0·73	0·78
	100·62	100·82	100·73

	Quotienten Atomenverhältniss		
<i>Si</i> . . . . .	25·173	0·8992	185
<i>Ca</i> . . . . .	17·960	0·449	92
<i>Mg</i> . . . . .	9·840	0·410	84
<i>Fe</i> (als Oxydul) . . . . .	2·715	0·0485	10
<i>Fe</i> (als Oxyd) . . . . .	0·546	0·0975	2
<i>Al</i> . . . . .	0·517	0·1887	4
<i>O</i> . . . . .	43·249	2·700	552

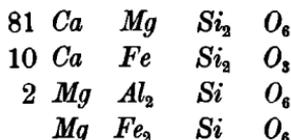
Wir haben hier

$$Ca : Mg : Fe$$

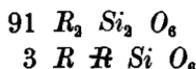
$$0·448 : 0·41 : 0·048 \text{ daher auch}$$

$$Ca < Mg + Fe$$

Wir erhalten unter Annahme obiger isomorpher Verbindungen:



oder



d. h. ungefähr das Verhältniss 30 : 1 oder in Procenten ausgedrückt:

85·7% Kalkmagnesiumsilicat

11·0% Kalkeisensilicat

2·2% Thonerdesilicat

1·1% Eisenoxysilicat.

Direct aus der Analyse berechnen wir:

1·3% Eisenoxysilicat

2·0% Thonerdesilicat

11·8% Eisenkalksilicat.

85·9% Kalkmagnesiumsilicat.

### 7. Diopsid von Nordmarken.

Es lagen grosse Krystalle vor; dieselben zeigen eine Combination, in der vorwiegend die Flächen



vertreten sind.

Bei der mikroskopischen Untersuchung ergab sich, dass die Krystalle sehr rein waren; dagegen sind einige zersetzt, was sich durch ein trübes Aussehen und bräunlichgraue Farbe kund gibt; die früheren Partien zeigen Seidenglanz und sind durchsichtig, die zersetzten nicht durchsichtig.

Die Trennung beider lässt sich mit ziemlicher Genauigkeit durchführen.

Der Diopsid ist mit Calcit in späthigen Massen vergesellschaftet.

Zur Analyse wurde bei der Aufschliessung mit kohlensaurem Natronkali 0·697<sup>gr.</sup>, bei der Bestimmung des Eisenoxyduls 0·421<sup>gr.</sup> angewandt.

Das Volumgewicht beträgt 3·311.

Die Zahlen, die die analytische Untersuchung ergibt, sind:

*Si* O<sub>2</sub> . . . . . 50·91

*Ca* O . . . . . 22·93

*Mg* O . . . . . 7·21

*Fe* O . . . . . 17·34

*Fe*<sub>2</sub> O<sub>3</sub> . . . . . 0·76

*Al*<sub>2</sub> O<sub>3</sub> . . . . . 0·17

*Mn* O . . . . . 0·21

---

99·53

Wir haben es also hier mit einem ganz thonerde- und eisenoxydfreien Diopsid zu thun, der in seinem Magnesia- und Eisenoxydulgehalt sich sehr den Hedenbergitähnlichen Mineralien nähert.

Berechnet man die einzelnen Mengen und die Atomgewichts-Quotienten, so hat man, wenn man *Al* und *Fe* zusammenzieht, sowie auch *Mn* und *Fe*

<i>Si</i> . . . . .	23·76	0·848	131
<i>Ca</i> . . . . .	16·38	0·4095	64
<i>Mg</i> . . . . .	4·32	0·1904	28
<i>Fe</i> (als Oxydul) . . .	13·50	0·2408	} 39
<i>Mn</i> . . . . .	0·21	0·00379	
<i>Al</i> . . . . .	0·09	0·003368	} 2
<i>Fe</i> (als Oxyd) . . .	0·53	0·0095	
<i>O</i> . . . . .	41·21	2·575	400

Daraus ergibt sich ungefähr:

1 <i>Mg</i>	<i>Fe</i> <sub>2</sub>	<i>Si</i>	<i>O</i> <sub>6</sub>
27 <i>Mg</i>	<i>Ca</i>	<i>Si</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>6</sub>
38 <i>Fe</i>	<i>Ca</i>	<i>Si</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>6</sub>

in Procenten:

1·54%	Eisensilicat
41·40%	Magnesiakalsilicat
57·06%	Eisenkalsilicat

oder

65 <i>R</i>	<i>Si</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>6</sub>
1 <i>R</i>	<i>Si</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>6</sub>

### 8. Hedenbergit von Tunaberg.

Der mir vorliegende Hedenbergit bildet abgerundete schwarzgraue Krystalle von tafelartigem Habitus. Sie sind mit Kobaltkies vergesellschaftet, der auch in makroskopischen Partien in den Hedenbergitkrystallen vorkommt. Hie und da beobachtet man auch Quarzadern, die auch den Hedenbergit verunreinigen. Die mikroskopische Betrachtung zeigt ausser einigen Quarzkörnchen noch grössere und kleinere Einschlüsse eines schwarzen undurchsichtigen, in rundlichen Körnern vorkommenden Mineral; die grösseren sind unzweifelhaft Kobaltglanz, wahrscheinlich gilt dies auch für die kleineren, doch wäre

die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dieselben Magnetit wären. Rosenbusch,<sup>1)</sup> der früher einen Schliff am Hedenbergit untersuchte, kommt zu dem Resultate, dass dieses Mineral stark durch Magnetit verunreinigt war; er mag wohl ein anderes Material vor sich gehabt haben, denn in diesem zeigt sich hauptsächlich Kobaltglanz. Selbst wenn ich annehme, was durchaus unwahrscheinlich, dass die winzigen Körnchen Magnetit sind, so erreicht die Menge nicht ein Percent des Gesamtminerals; die grösseren Körnchen sind leicht bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskope und mit der Loupe auszuklauben; auf diese Weise konnte ein annähernd reines Material erhalten werden; auch die Quarzkörnchen sind mit einigem Zeitaufwand zu entfernen.

Jedenfalls ist der Thonerdegehalt nicht durch Verunreinigungen zu erklären.

<i>Si</i> $O_3$	. . . . .	47·62
<i>Ca</i> $O$	. . . . .	21·53
<i>Mg</i> $O$	. . . . .	2·76
<i>Fe</i> $O$	. . . . .	26·29
<i>Fe</i> <sub>2</sub> $O_3$	. . . . .	0·10
<i>Al</i> <sub>2</sub> $O_3$	. . . . .	1·88
		100·18

Zur Aufschliessung mit kohlen saurem Natronkali wurden angewandt 0·771<sup>gr.</sup>, zur Bestimmung des Eisenoxyduls 0·511<sup>gr.</sup>. Das spezifische Gewicht wurde mit 3·492 bestimmt.

Die Berechnung ergibt:

<i>Si</i>	. . . . .	22·22	0·7936	43
<i>Ca</i>	. . . . .	15·37	0·3845	21
<i>Mg</i>	. . . . .	1·65	0·0690	3
<i>Fe</i>	. . . . .	20·45	0·3658	19
<i>Al</i>	. . . . .	1·00	0·0366	2
<i>O</i>	. . . . .	39·31	24·57	134

Es wäre indess immerhin wahrscheinlich, dass etwas Eisenoxyd vorhanden gewesen wäre, jedoch bei der verschiedenen Methode der Bestimmung der beiden Oxydationsstufen ist dies nicht anzunehmen.

<sup>1)</sup> Mikroskopische Physiographie der Mineralien. Stuttgart 1873.

Die Differenz zwischen den beiden Bestimmungen ergibt  
 0·10  $Fe_2 O_3$ .

Die Analyse ergibt:

	$Si_{43}$	$Ca_{21}$	$Mg_8$	$Fe_{19}$	$Al_2$	$O_{186}$
oder		2 <i>Ca</i>	2 <i>Mg</i>	$Si_2$	$O_6$	
		19 <i>Ca</i>	<i>Fe</i>	$Si_2$	$O_6$	
		1 <i>Mg</i>	$Al_2$	<i>Si</i>	$O_6$	
oder		21 <i>R</i>	$Si_2$	$O_6$		
		1 <i>R</i>	$R$	<i>Si</i>	$O_6$	

in Procenten ausgedrückt ist dies:

4·0%	Thonerdesilicat
9·0%	Magnesiakalksilicat
87·0%	Eisenoxydulsilicat

Diese Analyse ist ein schlagender Beweis für die Ansicht, dass die Thonerde und das Eisenoxyd an Magnesia gebunden ist, und nicht isomorph beigemischt sein kann; wäre letzteres der Fall, so dürfte, da die Menge des Calciums nahezu gleich ist der Menge des Eisens (als Oxydul), keine Magnesia vorhanden sein; hier aber ist nachgewiesen, dass auch dort, wo nur geringere Mengen von Eisenoxyd und Thonerde vorkommen, dennoch die von der Theorie verlangte Menge von Magnesia ebenfalls vorhanden ist.

### 9. Pyroxen von Arendal.

Es lagen circa 2<sup>cm</sup> lange dick-säulenförmige Krystalle vor, die auf körnigem Malakolith aufgewachsen waren, sie sind mit spathigem Calcit, durch den sie hin und wieder verunreinigt werden, vergesellschaftet. Die Krystalle sind abgerundet, sie sind Combinationen der Formen:



Unter dem Mikroskop erwiesen sie sich ziemlich rein und durch etwas eingesprengten Calcit verunreinigt, sehr selten sind einzelne Magnetitkörnchen, die namentlich dort sich zeigen, wo die Krystalle aufgewachsen sind. Die nicht mechanisch entfernbaren Stücke von Calcit werden durch Essigsäure gelöst, dagegen blieb etwa ein halbes bis 1 Percent Magnetit zurück.

Die Analyse ergab:

Kieselsäure . . . . .	45.50
Kalkerde . . . . .	22.25
Magnesia . . . . .	8.45
Eisenoxydul . . . . .	15.59
Eisenoxyd . . . . .	0.60
Thonerde . . . . .	7.17
	99.56

Das Volumgewicht beträgt 3.291.

Auf Grund der Analyse ergeben sich folgende Zahlen:

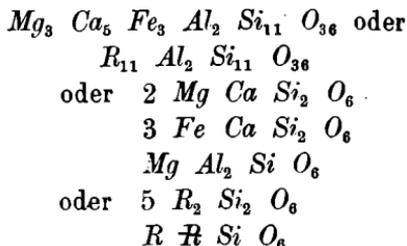
		Quotienten	Atomenverhältniss
<i>Si</i> . . . . .	21.23	0.7583	200
<i>Ca</i> . . . . .	15.89	0.3955	104
<i>Mg</i> . . . . .	5.07	0.2118	56
<i>Fe</i> . . . . .	12.13	0.2166	56
<i>Fe</i> . . . . .	0.42	0.0075	2
<i>Al</i> . . . . .	3.82	0.1395	36

Man sieht, dass auch hier  $Ca < Mg + Fe$ , jedoch lässt sich aus diesen Daten eine Mischungsformel nicht ganz zwanglos berechnen. Wenn man aber den Eisenoxydgehalt als nicht zur Formel gehörig betrachtet, was wohl erlaubt ist, da die mikroskopische Untersuchung einen, allerdings sehr geringen, nicht entfernbaren Magnetitgehalt ergibt, so sind  $0.60 Fe_2 O_3$  in Abzug zu bringen, aber auch die im Magnetit vorhandene Menge nämlich  $0.26$  als Eisenoxydul ist abzuziehen; wenn man jedoch erwägt, dass einige rothbraune Partien aus dem Mineral nicht ganz entfernt werden konnten, so wird man die richtige Zusammensetzung wohl dann treffen, wenn man dieses in Eisenoxyd umgewandelte Eisenoxydul berücksichtigend, keinerlei Abzug von dem Eisenoxydul macht.

Dann ergeben sich folgende Zahlen:

		Quotient	Atomenverhältniss
<i>Si</i> . . . . .	21.23	0.7598	11
<i>Ca</i> . . . . .	15.89	0.3973	5
<i>Mg</i> . . . . .	5.07	0.2118	3
<i>Fe</i> . . . . .	12.13	0.2166	3
<i>Al</i> . . . . .	3.82	0.1395	2
<i>O</i> . . . . .	41.86	2.6162	37

Man kömmt auf diese Weise zu der einfachen Formel:



welche einer percentualen Mischung von

16% Thonerdesilicat  
 51% Kalkeisensilicat  
 32% Kalkmagnesiumsilicat

entspricht.

Es mag wohl die Ausscheidung des Eisenoxyds in diesem Falle keine willkürliche sein, sondern durch das mikroskopische Ergebniss der Untersuchung vollkommen gerechtfertigt erscheinen, indessen ist auch bei diesen Analysen etwas mehr Kalkerde vorhanden, als es die Theorie verlangt.

### Resultate.<sup>1)</sup>

Dass die Mineralien der Pyroxengruppe keine einfachen Verbindungen, sondern Mischungen isomorpher Grundverbindungen sind, dürfte jedem Mineralogen klar sein.

Solche Mischungen sind Molekül-Verbindungen nach unbeständigen Verhältnissen und kommt ihnen daher kein bestimmtes Molekulargewicht bei. Die empirische Formel für solche Verbindungen wird für jede Analyse eine andere sein, da das Mengenverhältniss der einzelnen sich vertretenden Elemente ein stets variables sein wird.

---

<sup>1)</sup> Die hier analysirten Diopside wurden auch auf Alkalien geprüft, es ergab sich die vollständige Abwesenheit des Kali, jedoch die Anwesenheit von Natron, welches aber nicht in genügenden Mengen vorkömmt, um eine exacte quantitative Bestimmung zuzulassen. Der Diopsid von Nordmarken und der von Arendal wurden auch auf Fluor untersucht, welches jedoch nicht gefunden werden konnte.

Bei den Augiten tritt noch ein anderer Umstand dazu, der keine empirische Formel zulässt, das Variiren des Atomenverhältnisses bei geringen Aenderungen in den Analysenresultaten.

Wir müssen uns also darauf beschränken, die Formeln dieser Grundverbindungen, die Mischungsverhältnisse kennen zu lernen, eine Aufgabe, welche allerdings sehr schwierig, und deren Lösung nur eine hypothetische ist. Aus diesem lässt sich denn für jede Analyse das Mischungsverhältniss, aber stets nur ein aproximatives, berechnen, da ja diess Atomenverhältniss ebenfalls nur ein annäherndes ist.

Beim Diopsid stellen sich aus diesem Grunde oft recht complicirte Mischungsverhältnisse ein, die jedoch weit einfacher sein mögen, und vielleicht nur wegen der Unsicherheit der Berechnung so verwickelt ausfallen. Einfacher ergiebt sich das Verhältniss, wenn wir die gleichwerthigen Elemente *Ca*, *Fe*, *Mg* einerseits, *Al Fe* andererseits als *R* und *L* zusammenfassen. Dabei dürfen wir uns aber keineswegs vorstellen, als wären die einzelnen Elemente sogenannte vicarirende Bestandtheile, wir haben es ja hier mit isomorphen Mischungen von fester Zusammensetzung zu thun, bei denen kein Vicariren möglich ist, da ja nur die Moleküle jener Silikate von bestimmter Zusammensetzung sich mischen.

Solche Formeln können nur den Werth haben, eine Vereinfachung der Mischungsverhältnisse herbeizuführen.

Durch die hier gegebenen Analysen, welche mit einem Theile der von anderen Forschern gegebenen übereinstimmen, dürfte wohl nachgewiesen worden sein, dass die Ansicht keineswegs richtig sein kann, dass man in den Augiten Mineralien habe, die normale Silikate mit der Beimischung von Eisenoxyd und Thonerde vorstellen.

Die frühere Ansicht, dass letzterer Bestandtheil den fremden Einschlüssen der Mineralien zuzuschreiben sei, ist keineswegs haltbar; obgleich eigentlich dieselbe widerlegt ist, so scheinen dennoch nicht alle von der Unrichtigkeit desselben überzeugt zu sein, wesshalb ich noch einmal auf dieselbe zurückkomme.

Es fragt sich jedenfalls, in wie weit die Verunreinigungen einen Einfluss haben können auf die Daten, wie sie aus der analytischen Untersuchung sich ergeben.

Aus meinen früher publicirten Analysen geht hervor, dass bei geringeren Mengen von Verunreinigungen der Thonerde- und Eisenoxydgehalt wohl beträchtlich erhöht werden, aber keineswegs denselben zugeschrieben werden kann. Man bedenke nur, dass 5 Proc. Thonerde eine Beimengung von 27 Proc. Feldspath erfordern würden.

Auch steht der Eisenoxyd- und Thonerdegehalt keineswegs im directen Verhältnisse zu der Menge der Verunreinigungen, die sich unter dem Mikroskope sehr gut annähernd schätzen lässt; so enthalten die nur wenige Verunreinigungen enthaltenden Vesuv-Augite 6—12 Proc. Thonerde und Eisenoxyd, während derjenige Augit, der von dem von mir analysirten der unreinste war, nämlich der Augit von Bufaure, der circa 3 Proc. Verunreinigungen von Glaseinschlüssen, Mikrolithen und Magnetit enthält, verhältnissmässig wenig Eisenoxyd und Thonerde nachweist, auch der Augit von Cuglieri, der einige Mikrolithen aber unter 2 Proc. an Einschlüssen enthält, weist 14 Proc. Thonerde und Eisenoxyd nach.

Wenn also in der That kleine Modificationen in der Zusammensetzung durch Beimengungen entstehen, so kann jedoch bei sorgfältig ausgesuchtem Material ihr Einfluss nur ein geringer sein. Beim Diopsid ist diess noch viel mehr der Fall, da die Menge der Beimengungen noch eine viel geringere ist, oft beträgt sie nicht einmal 1 Proc. des Minerals; einige Diopside sind sogar von idealer Reinheit; dagegen ist hier wohl zu achten, dass kein unzersetzt Material untersucht werde, es war jedoch bei meinen Analysen dasselbe so ausgesucht, dass eben nur frische Stücke zur Untersuchung gelangten, und wenigstens die nicht entfernbaren zersetzten Partien annähernd geschätzt werden konnten, wie diess für den Pyroxen von Arendal geschah.

Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die Sesquioxyde bei der Berechnung zu berücksichtigen sind.

Man könnte vielleicht geneigt sein, den vorliegenden Berechnungen den Vorwurf zu machen, dass die Mengen von Eisenoxyd und Thonerde, die hier nachgewiesen wurden, zu geringe seien, um Berücksichtigung zu verdienen. Jedoch wurde nachgewiesen, dass dieselben weder einer Verunreinigung, noch einem analytischen Fehler zugeschrieben werden können, und dass daher jene Mengen zu berücksichtigen sind. Allerdings muss zugestanden werden, dass

die Trennung der beiden Oxydationsstufen des Eisens zu wenig zuverlässig ist, als dass jede Differenz sofort in der wirklichen Zusammensetzung des betreffenden Minerals gelegen wäre; kleine Differenzen werden auch bei derselben Menge von Eisen sich ergeben, je nachdem man mass-analytisch bestimmt oder dem Gewichte nach.

Jedoch können Mengen von circa 1 Proc. bei einem Gehalt 4—6 Proc. Eisen überhaupt keineswegs der Differenz der Bestimmungsmethode zugeschrieben werden, und müssen in der Berechnung einbezogen werden.

Rammelsberg hat die Ansicht aufgestellt, dass die Sesquioxide isomorphe Beimengungen des Silicats



seien, welches er als normales betrachtet; dagegen sprechen ausser gewichtigen theoretischen Bedenken, welche eine Dimorphie der Thonerde und Isomorphie der einen mit jenem Silicate nicht leicht denkbar erscheinen lassen, die Analysen.

Eine zweite Ansicht hat Tschermak aufgestellt.

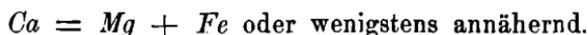
Er nimmt die früher erwähnten vier Silicate als Grundverbindungen an



und sind alle complicirten Verbindungen isomorphe Mischungen derselben. Wie ich früher<sup>1)</sup> gezeigt habe, beruht diese Ansicht durchwegs auf Thatsachen, namentlich sehen wir bei allen thonerdehaltigen Augiten



bei allen thonerdefreien

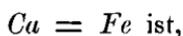


Sowohl eine grosse Anzahl früher ausgeführter Analysen als auch meine bestätigen dies; wenn kleine Abweichungen existiren, so kann dies wohl dadurch erklärt werden, dass die analytischen

<sup>1)</sup> Chemische Zusammensetzung des Augits. Mineralog. Mittheil. 1877. 3. Heft.

Mittel nicht ganz genaue sind und dass auch ganz reines Material niemals zur Verfügung stand; aus der obigen Zusammenstellung wird sehr klar nachgewiesen, und zeigt sich auch, dass die meisten Analysen die Bestimmung der relativen Anzahl der Moleküle jener Silicate in dem Gesamt-Molekül des Augits zulassen; so wie dies bei anderen Mineral-Gruppen, namentlich beim Granat, Feldspath, Epidot früher schon ausgeführt worden ist.

Für die Rammelsberg'sche Ansicht dürften die Analysen nicht gerade sprechen, insbesondere gilt diess für die des Hedenbergits von Tunaberg, nachdem hier fast

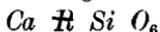


ist es äusserst merkwürdig, dass noch ein höherer Magnesiagehalt auftritt, der durch die Annahme einer isomorphen Beimengung von  $R_2 O_3$  ganz abnorm wäre, es hat also hauptsächlich aus solchen Gründen diese Annahme von Rammelsberg wenig Wahrscheinlichkeit.

Dagegen sprechen dieselben sehr für die von Tschermak aufgestellte Ansicht, ganz besonders die Analyse des Hedenbergits.

Bei fast allen anderen Analysen sehen wir, dass bei einer verhältnissmässig geringen Menge von  $Al$  und  $Fe$  die Menge des Calciums kleiner wird als die des Magniums und als Oxydul vorhandenen Eisens; je weniger  $Al$ ,  $Fe$  vorhanden, je mehr nähern sich diese Werthe.

Bei einigen Analysen scheint jedoch die Annahme eines Silicats von der Zusammensetzung

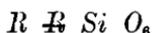


nothwendig zu sein, da oft Kalkerde im Ueberfluss erscheint, wie diess namentlich beim Pyroxen von Arendal der Fall ist.

Wenn wir die Silicate



als  $R_2 Si_2 O_6$  bezeichnen und analog die Silicate in deren Thonerde und Eisenoxyd auftreten als

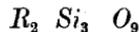
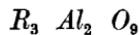
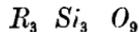


so ergeben sich für die meisten Analysen einfache Verhältnisse, wie diess oben gesagt wurde, hier füge ich auch noch die für die aus meinen früheren Arbeiten veröffentlichten Analysen bei:

	$R_2 Si_2 O_6$	$R R Si O_6$
1. Lichter Diopsid vom Alathal . . .	1:0	
2. Lichter Diopsid vom Zillerthal . . .	1:0	
3. Diopsid von Nordmarken . . .	64:1	
4. Dunkler Diopsid vom Alathal . . .	44:1	
5. Diopsid von Achmatovsk . . .	42:1	
6. Baikalit vom Baikalsee . . .	30:1	
7. Dunkler Diopsid vom Zillerthal . . .	29:1	
8. Diopsid von Nordamerika . . .	23:1	
9. Diopsid von Arendal . . .	21:1	
10. Hedenbergit von Tunaberg . . .	21:1	
11. Grüner Augit vom Vesuv . . .	6:1	
12. Augit von Arendal . . .	5:1	
13. Augit von Greenwood . . .	4:1	
14. Augit von Lipari . . .	4:1	
15. Schwarzer Augit vom Vesuv . . .	3:1	

Aus allem geht hervor, dass für das Vorhandensein von Thonerde und Eisenoxyd als Silicate viele Thatsachen sprechen, wengleich auch die vier oben angeführten Formeln noch nicht mit aller Sicherheit als die wirklichen zu betrachten sind.

Eine andere beachtenswerthe Hypothese hat Knop aufgestellt, nach dieser sind im Augit 3 Silicate von gleichen Werthsummen vorhanden.



Ich will nur bemerken, dass die meisten Analysen auch für diese Hypothese sprechen, die wohl nur eine andere Form der vorhin erwähnten ist, und können nur theoretische Betrachtungen die eine oder die andere wahrscheinlicher erscheinen lassen.

Ich werde diese Ansichten, sowie die von Haushofer u. A. aufgestellten erst zum Schlusse meiner Untersuchungen über Pyroxen besprechen, nachdem auch die hierher gehörigen Mineralien Enstatit, Akmit, Aegirin untersucht werden, und dann auch die theoretischen Betrachtungen, welche der einen oder der anderen Theorie den Vorzug zu geben scheinen, hier zusammenstellen.

Jedoch schien es zweckmässig, die Mineralien der Diopsidreihe zu besprechen und ohne jede weitere Deductionen die Untersuchungsergebnisse vorzulegen.