Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

V. Zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Augits.

Von C. Doelter.

Nach der Anzahl der vorhandenen Analysen zu schliessen, würde man kaum glauben, dass über so manche Mineralien der Silicatgruppe noch so grosse Unsicherheit herrscht in Betreff ihrer chemischen Constitution.

So hat sich denn in Bezug auf eine Reihe von Silicaten die Nothwendigkeit erwiesen, neue Analysen zur Richtigstellung ihrer Formeln auszuführen, und ich brauche hier nur auf die Arbeiten von Ludwig, Tschermak, Rammelsberg u. A., die in den letzten Jahren veröffentlicht wurden, hinzuweisen.

Was die Glieder der Pyroxengruppe anbelangt, so ist die Zahl der bezüglichen Analysen überhaupt eine sehr beträchtliche, die der, zur Berechnung brauchbaren, eine geringe. Ich setze die Gründe hier näher auseinander, denen die Unbrauchbarkeit so vieler Analysen zuzuschreiben ist.

1. Bei den meisten älteren und auch bei vielen neueren Untersuchungen fehlt die Trennung der beiden Oxydationsstufen des Eisens; bei manchen dürfte auch letztere nicht ganz richtig ausgeführt sein, da die Bestimmung des Eisenoxyduls in manchen Fällen vermittelst mangelhafter Methoden durchgeführt wurde; ich komme darauf später zurück.

2. Manche ältere Analysen sind überhaupt nach mangelhaften Methoden ausgeführt; aber es dürften die wenigsten Untersuchungen aus diesem Grunde oder wegen eines anderen analytischen Fehlers unbrauchbar sein.

3. Sehr viele Analysen sind mit unreinem Material ausgeführt, es sei nun, dass die betreffenden Mineralien zersetzt waren, oder dass sie Einschlüsse enthielten; letzteres ist bekanntlich bei den vulkanischen Mineralien, also bei sehr vielen analysirten Augiten der Fall.

Namentlich ist dies bei solchen Analysen häufig, bei welchen das Material nicht von einem Mineralogen stammt; in früherer Zeit wurden

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Krystalle oder krystallinischen Aggregate einfach zerschlagen und verarbeitet, ohne einer genaueren Untersuchung unterworfen zu werden.

In neuester Zeit wird allerdings in vielen Fällen eine mikroskopische Besichtigung des zu verarbeitenden Minerals vorgenommen, und nur solches Material zur Analyse benützt, welches unzersetzt und frei von Einschlüssen ist; jedoch geschieht dies noch nicht immer, manche Forscher analysiren nach wie vor zersetztes und unreines Material. Die Analyse von solchem ist dann wohl nicht ohne Nutzen, wenn man über die Art der Zersetzung und der Natur der Einschlüsse orientirt ist; ist dies nicht der Fall, so ist die Analyse nicht nur unnöthig, sondern sie schadet, indem sie über die chemische Constitution des betreffenden Minerals nur unrichtige Begriffe verbreitet. Wie leicht wäre oft die chemische Formel eines Minerales festzusetzen, wenn man wüsste, welche unter den vielen Analysen mit reinem Material ausgeführt wurden.

Denn man kennt allerdings die Zersetzung in einigen Fällen an den Resultaten der Analyse wohl selten aber die Verunreinigung durch andere Mineralien; andererseits konnte man ganz reine Mineralien als verunreinigt darstellen, wenn die analytischen Resultate mit unseren üblichen Anschauungen nicht stimmen wollten; manche Controversen über die chemische Natur eines oder des anderen Minerals sind nur desshalb möglich gewesen, weil neben guten Analysen auch so viel schlechte vorlagen und jede Ansicht dadurch scheinbar auf eine Reihe von Analysen sich stützen konnte; daher kömmt es nun auch, dass eine grosse Anzahl von Mineralien neu analysirt werden muss; es scheint aber geboten, dass in Zukunft jeder Analytiker ausser der analytischen Methode auch angebe:

a) ob das betreffende Mineral bei der mikroskopischen Untersuchung sich als frei von Einschlüssen erwiesen hat oder nicht;

b) ob dasselbe unzersetzt war, und wenn nicht, welches der Grad der Zersetzung;

c) ferner zur näheren Bestimmung des betreffenden Materials die Krystallform und womöglich das Vorkommen.

Auf diese Weise wird sich dann leicht das gute Material zu erkennen geben.

In Betreff der unrichtigen Analysen scheinen die meisten Fehler durch mangelhafte Trennung der beiden Oxydationsstufen des Eisens, so wie auch wegen des unreinen Materials hervorgerufen zu werden; dies dürfte speciell für den Augit gelten.

Von diesem Mineral, speciell von dem Thonerdeaugit, sehen wir in Rammelsberg's Handbuch [1]) eine Reihe von Analysen, von denen aber nur etwa die Hälfte in Betracht kommt, da die anderen keine Bestimmung des Eisenoxyduls enthalten; leider haben wir aber nur für die wenigsten der analytisch brauchbaren die Gewissheit, dass sie an reinem Material ausgeführt worden sind, so dass bei der Wichtigkeit des Gegenstandes es sehr wünschenswerth erschien, eine Reihe von

[1]) Berlin 1875.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Analysen zu erneuern, worauf sowohl Tschermak [1]) als auch Rammelsberg [2]) aufmerksam machten.

Von den vorliegenden Analysen sind nur einige ganz neu, andere wurden an früher schon untersuchtem Material ausgeführt. Da aber die nähere Bestimmung, welche unter 3. *c* vorhin angedeutet wurde, nicht immer vorlag, so war die Identität manchmal zweifelhaft.

Ausser 7 Analysen von Thonerde-Augiten habe ich noch zwei Diopsidanalysen ausgeführt, um den Unterschied zwischen farblosem und grünem Diopsid kennen zu lernen, ferner noch eine Fassaitanalyse als Ergänzung meiner schon früher gegebenen.

Vor Allem gebe ich hier den Gang der Analyse; es ist dies der fast allgemein übliche; Aufschliessung mit kohlensaurem Natron-Kali, Trennung von Thonerde und Eisenoxyd mit reinem Aetznatron, etc.

Nur in Betreff des Eisenoxyduls mache ich einige Bemerkungen:

Es hat sich ergeben, dass die vielfach früher angewandten Methoden, namentlich die des Zusammenschmelzens mit Borax, unrichtig seien [3]), daher auch in letzterer Zeit von sehr vielen Analytikern das Mineral mit Flusssäure aufgeschlossen ward; dies geschieht meist unter Zusatz von Schwefelsäure durch Behandlung des Materials in einer zugeschmolzenen Röhre bei mehrstündiger Erhitzung. Dazu muss jedoch die Flusssäure vollkommen rein sein, da sich sonst nicht unbedeutende Differenzen ergeben; es kann dies nur durch Flusssäure geschehen, die bei Zusatz von übermangansaurem Kali in einer Platinretorte destillirt wurde. Setzt man einfach der gewöhnlichen Säure vor dem Gebrauche übermangansaures Kali hinzu, so erhält man keine ganz genauen Resultate, wovon ich mich überzeugt habe. Da mir jedoch eine solche Platinretorte nicht zu Gebote stand, habe ich mich einer von mir schon früher angedeuteten Methode bedient, deren Princip von Prof. v. Pebal mir mitgetheilt wurde.

Dieselbe besteht darin, das Mineral mit Flusssäure in Schwefelsäure zu behandeln und mit übermangansaurem Kali zu titriren, vorher aber die Flusssäure zu verjagen; dazu bedarf es nur einer geringen Temperaturerhöhung und muss selbstverständlich die Operation bei Luftabschluss vollzogen werden.

Das Mineral wird in einem Platintiegel mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen; es handelt sich nur darum dasselbe bei Luftausschluss zu behandeln, dazu wird eine Kohlensäure-Atmosphäre verwendet. Das Mineral wird im Platintiegel auf einen eisernen Teller gebracht, der von unten schwach erhitzt wird, am besten auf einem Wasserbade. Auf diesem Teller wird ein grosses Becherglas mit dem offenen Theil gegen den Teller zu gesetzt. Der Boden des Becherglases ist durchbohrt. Die Kohlensäure wird durch ein Glasrohr in den unteren Theil des Gefässes geleitet, so dass die Röhre über dem

---

[1]) Mineral. Mittheil. 1871. 1. Heft.
[2]) Loc. cit. p. 409.
[3]) Siehe Mineral. Mittheil. 1876, 4. Heft.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Platintiegel endigt; der eiserne Teller trägt an seinem Rande eine Rinne und in diese wird der Rand des Becherglases gesetzt; es wird nun entweder durch Sand, Quecksilber oder ein anderes Mittel das Gefäss von unten so verschlossen, dass keine Luft in dasselbe eindringen kann; am besten dient dazu Quecksilber, welches in die Rinne des eisernen Tellers gebracht wird und somit hermetisch die Luft von dem Inneren des Glasgefässes abschliesst; da die Temperatur zur Vertreibung der Flusssäure keine sehr bedeutende ist, so ist auch der Gebrauch von Quecksilber ohne Schaden.

Nach circa zweistündiger Erhitzung ist die Substanz vollkommen aufgeschlossen und die Flusssäure verjagt, ohne dass während des Versuches Nachgiessen von Flusssäure nothwendig wäre; ebenso ist es auch überflüssig, wenn man einen grossen Platintiegel gebraucht Schwefelsäure nachzugiessen.

Ich gebe nun diejenigen Versuche, welche ich angestellt habe, um mich zu überzeugen, dass weder eine Reduction noch eine Oxydation während der Operation stattfindet.

1. 0·8343$^{gr.}$ schwefelsaures Eisenoxydul-Ammoniak wurden in Schwefelsäure und Wasser gelöst. Dieselben erfordern 119^{cc} 5 der sehr verdünnten Chamaeleonlösung; diese Operation wird noch zweimal wiederholt, und es ergibt sich als Titer der Flüssigkeit

$$^{cc}\,1 = 0{\cdot}000985\ Fe.$$

2. 0·705 $^{gr.}$ schwefelsaures Eisenoxydul-Ammoniak werden in einer Platinschale mit Schwefelsäure in Wasser 2 Stunden lang in dem eben beschriebenen Apparat bei Erhitzung über dem Wasserbad digerirt; die Titration ergiebt:

$$100^{cc},\ 4.$$

Dieser Versuch wird mit 0·431$^{gr.}$ wiederholt; es ergibt sich 62^{cc}, 1.

3. 0·235$^{gr.}$ schwefelsaures Eisenoxydul-Ammoniak werden auf dieselbe Weise behandelt, vorher aber etwas Flusssäure zugesetzt. Es ergibt sich 34·3^{cc}.

Man sieht, dass die Resultate gut stimmen, indem man bei den verschiedenen Versuchen folgende Abweichungen von den theoretisch-nothwendigen Mengen hat.

2. a . . . . . — 0·5^{cc}
2. b . . . . . + 0·4^{cc}
3. . . . . + 0·7^{cc}

Dass geringe Abweichungen bei einer so verdünnten Lösung vorkommen, kann wohl hier nicht in Betracht kommen.

Ich glaube, dass diese Versuche in Verbindung mit den früheren[1]) genügen, um die Zuverlässigkeit der Methode nachzuweisen.

Ich gehe nun über zu den Resultaten der einzelnen Analysen.

---

[1]) Diese Mittheilungen 1877, 1. Heft.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

1. Schwarzer Augit vom Vesuv.

In einer Bombe aus Sanidin finden sich Krystalle von Augit 4—12 mm lang frei aus den Hohlräumen herausragend. Die Form ist die gewöhnliche Augitform

$$\infty P \cdot \infty P\infty \quad \infty P\infty P.$$

Die Krystalle erwiesen sich als ganz rein und nur an den Stellen, wo sie aufgewachsen sind, von dem Gestein der Bombe begleitet; mit der Zange durch Entfernung letzterer Bruchstücke ergibt sich ganz reines Material. Ungefähr 1·5 gr., wovon 0·9 gr. zur Bestimmung von $Si\ O_2$, $Al_2\ O_3$ $Fe_2\ O_3$ $Ca\ O$, $Mg\ O$ verwendet werden, während 0·6 gr. zur Bestimmung des Eisenoxyduls verbraucht werden; letztere wird in der Kohlensäureatmosphäre im Platintiegel durchgeführt.

$$s = 3{\cdot}275.$$

Die Analyse ergibt:

SiO_2	46·95
CaO	19·02
MgO	16·04
FeO	4·09
Fe_2O_3	4·47
Al_2O_3	9·75
	100·32

Der Kieselsäuregehalt ist hier etwas niedriger als bei den Vesuvaugiten, und Eisenoxyd und Eisenoxydul in gleichen percentualen Mengen vertreten.

2. Dunkelgrüner Augit vom Vesuv.

Ebenfalls in einer Sommabombe aus Nephelin, Sanidin bestehend. Es war dies ein einziger 25 mm langer und 15 mm dicker Krystall von dunkelgrüner Farbe.

Krystallform wieder die gewöhnliche

$$\infty P\infty \quad \infty P\infty \quad \infty P\ P$$

$$s = 3{\cdot}203$$

Beim Zerbrechen des Krystalls ergaben sich makroskopische Einschlüsse von Nephelin, von denen vor dem Zerbrechen keine Spur sichtbar war; dieselben sind jedoch leicht von der dunkelgrünen Augitsubstanz zu trennen, daher auch hier reines Material erhalten wird, was auch durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt wird.

Zur Aufschliessung mit kohlensaurem Natron-Kali werden 0·9 gr. verwendet und zur Bestimmung von Eisenoxydul in zugeschmolzenem Glasrohre 0·7 gr. zur Bestimmung vermittelst Flusssäure in der Kohlensäureatmosphäre 0·65 gr. Es ergibt sich aus der Bestimmung

I., 3·06 perc. FeO;

nach der zweiten Methode erhält man

3·34 FeO;

Mittel aus beiden Bestimmungen

3·16.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Resultate der Analyse sind:

SiO_2	51·01
CaO	20·80
MgO	16·58
FeO	3·16
Fe_2O_3	3·51
Al_2O_3	4·84
	99·90

Wie in dem erstgenannten schwarzen Augit ist auch hier die Menge des Eisenoxyds in Percenten fast gleich oder nur um weniges höher als die des Eisenoxyduls.

Von dem Augit vom Vesuv, der dem unserem nahe zu kommen scheint, erwähne ich die von Wedding, welche jedoch an Material ausgeführt wurde, das aus der Lava selbst stammt; der Eisenoxydul-Gehalt ist darin beträchtlich grösser als bei uns, ebenso auch der Kalkgehalt.

Ich gebe hier anhangsweise diese Analyse:

SiO_2	48·86
Al_2O_3	8.63
Fe_2O_3	2·73
FeO	4·55
CaO	20·62
MgO	14·00
	99·39

Siehe die Berechnung dieser Analyse bei Tschermak (Pyroxen und Amphibol) Mineralogische Mittheilungen 1871.

3. Gelber Augit vom Vesuv.

Stammt ebenfalls aus einer Sommabombe, wo sich in Hohlräumen kleinere Krystalle 2—8 mm lang befinden. Die Bombe besteht aus Nephelin, Sanidin, Biotit, Spinell und schwarzem Augit.

Die gelben Augitkrystalle zeigen die Form

$$\infty P \cdot \infty P\infty \quad \infty P\infty \quad P\ 2\ P.$$

Sie sind rein im Innern, müssen jedoch von der anhängenden Substanz der Bombe getrennt werden, was namentlich für Spinell und Glimmer ziemlich viel Zeit erfordert.

Angewandt wurden zur Aufschliessung mit kohlensaurem Kali-Natron 0·85 zur Bestimmung des Eisenoxyduls vermittelst Flusssäure in der Kohlensäureatmosphäre 0·58.

$$s = 3{\cdot}298.$$

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Resultate der Analyse sind folgende:

SiO_2	50·41
CaO	22·75
MgO	12·92
FeO	6·78
Fe_2O_3	1·09
Al_2O_3	6·07
	100·02

Wir haben hier, wie man sieht, sehr wenig Eisenoxyd im Verhältniss zu den früher ergebenen Daten.

Anhangsweise erwähne ich noch, dass auch G. v. Rath eine Analyse eines gelben Augites ausgeführt hat; derselbe ist jedoch nicht ident mit dem unseren, wie schon aus der Krystallform hervorgeht, welche bei unserem eine einfache ist, während G. v. Rath Krystalle der Combination

$$P,\ 2P,\ 2P\infty,\ P\infty,\ \infty P,\ \infty P3,\ \infty P\infty,\ OP$$

untersuchte; auch finden sich letztere zusammen mit röthlichem Augit, Glimmer und Humit, also in einem anderen Aggregate [1]).

4. Augit von Lipari.

Es waren zwei Krystalle der gewöhnlichen Form;

$$\infty P \cdot \infty P\infty \cdot \infty P\infty \cdot P.$$

ungefähr 1^{cc} gross, der eine davon war ein Zwilling nach dem bekannten Gesetze:

Zwillingsebene $\infty\ P\ \infty$

Die Krystalle erwiesen sich unter dem Mikroskope als rein; der Fundort derselben ist die Insel Lipari, wo sie als Auswürflinge vorkommen sollen.

Es stand mir im Ganzen $1·4^{gr}$ Substanz zu Gebote. Die Bestimmung des Eisenoxyduls wurde im Platintiegel mit Flusssäure vorgenommen.

Die Resultate der Analyse sind:

SiO_2	48·45
CaO	20·30
MgO	14·35
FeO	6·94
Fe_2O_3	3·57
Al_2O_3	6·68
	100·29

Spec. Gewicht = 3·225.

[1]) Die Analyse ergab (Pogg. Annalen Bd. 158, p. 413.)

Kieselsäure	53·2
Thonerde	1·5
Eisenoxydul	2·3
Kalk	23·4
Magnesia	19·3
Glühverlust	0·2
	99·9

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

5. Augit von Cuglieri.

Diese Augite stammen aus einer basaltischen Lava, die sich bei Cuglieri auf der Insel Sardinien findet; die Krystalle haben eine Grösse von 1—2^{cm}, sind von dick säulenförmigem Habitus und repräsentiren die öfter genannte gewöhnliche Combination, und sind zum Theil einfache Krystalle, zum Theil Zwillinge; sie kommen mit Biotit und Hornblende-Krystallen zusammen vor.

Dieselben sind rein ohne bemerkenswerthe Einschlüsse, wie unter dem Mikroskope sich ergab.

Die Eisenoxydulbestimmung wurde zweimal ausgeführt, beidemal im Platintiegel mit Flusssäure.

Die beiden Resultate waren:

1. 5·09 perc. *Fe O*
2. 5·02 perc.

stimmen also sehr gut überein.

Die Resultate der Analyse sind:

SiO_2	45·65
CaO	21·09
MgO	13·60
FeO	5·05
Fe_2O_3	6·32
Al_2O_3	8·61
	100·32

Spec. Gewicht = 3·299.

Der Thonerdegehalt ist hier ein sehr beträchtlicher, desgleichen der Eisenoxydgehalt, sowie der Eisengehalt überhaupt.

6. Augit von Greenwood Fournace.

Zur Analyse lagen vor säulenförmige längliche Krystalle, welche das Prisma und die beiden Pinakoide ohne Endflächen repräsentiren und 6—12^{mm} lang waren. Dieselben waren zwar etwas auf der Oberfläche braun, was auf eine Zersetzung schliessen lässt, im Innern jedoch ganz frisch und von lichtgrüner Farbe, so dass auch hier reines Mineral erzielt werden konnte; zur Analyse lagen vor 1·8^{gr}. Der Eisenoxydulgehalt wurde im Platintiegel mit Flusssäure bestimmt.

Die Analyse ergab:

SiO_2	49·18
CaO	20·62
MgO	16·83
FeO	2·55
Fe_2O_3	5·05
Al_2O_3	5·09
	99·32

Spec. Gewicht = 3·295.

Bei dieser Analyse ist der etwas hohe Gehalt an Eisenoxyd zu constatiren gegenüber einem viel geringeren Gehalte an Oxydul, was

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

jedoch bei mehreren der von uns ausgeführten Analysen der Fall ist, und auch bei einigen älteren Analysen vorkommt, so namentlich bei den Analysen in Rammelsberg's Verzeichnisse.

Bei den meisten älteren Analysen dagegen ist der Gehalt an Eisenoxydul sonst grösser als der an Oxyd, was jedoch bei manchen vielleicht an einem analytischen Fehler liegen könnte. [1])

7. Augit vom Bufaure.

Vorliegende Analyse wurde an Krystallen ausgeführt, die aus dem Melaphyr vom Bufaureberge in Südtirol stammen und schon öfters beschrieben wurden. Sie kommen porphyrartig eingesprengt vor in einem dichten Augit-Plagioklas-Melaphyr und erreichen oft beträchtliche Grösse. Die mir vorliegenden Krystalle zeigen die Combination

$$\infty P \,.\, \infty P\infty \,.\, \infty P\infty \,.\, P.\, o\, P\, \tfrac{1}{2}\, P\infty$$

und sind 8—14^{mm} gross von dicksäulenförmigem Habitus. Einige im Innern vorkommende Einschlüsse von Feldspath können mit einigem Aufwand von Mühe entfernt werden.

Die Bestimmung des Eisenoxyduls wurde ausgeführt I. im zugeschmolzenen Glasrohre mit reiner Flusssäure, II. und III. im Platintiegel mit Flusssäure.

Die Versuche ergaben:

I.	angewandt wurden	0·512	Gramm	7·71 perc. *Fe O*
II.	„	0·634	„	7·63 „
III.	„	0·701	„	7·87 „

Als Mittel ergibt sich 7·74 perc.

Die Analyse ergab:

SiO_2	49·01
CaO	20·01
MgO	14·55
FeO	7·74
Fe_2O_3	3·77
Al_2O_3	5·09
	100·17

Spec. Gewicht = 3·299.

Bei diesem Augit ist also die Menge des Eisenoxyduls bedeutend grösser als die des Eisenoxyds. Wahrscheinlich von demselben Material wurde die Analyse ausgeführt, welche von Kudernatsch am Augit vom Zigolonberge gegeben wurde. Es stimmen die Resultate beider nicht gar schlecht. Jedoch fehlt der Analyse Kudernatsch's die Eisenoxydulbestimmung [2]).

[1]) Für den Fundort dieses Augits siehe Dana's Mineralogy p. 600.

[2]) Die Resultate dieser Analyse sind nach Rammelsberg's Handbuch p. 409.

SiO_2	50·12
CaO	20·05
MgO	13·76
FeO	11·60
Fe_2O_3	—·—
Al_2O_3	4·20
	99·67

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

8. Fassait.

In meinen Beiträgen zur Mineralogie des Fassa- und Fleimserthales habe ich drei Analysen von Fassait gegeben, hier gebe ich nun eine weitere, welche ich an sehr frischem Material ausgeführt habe, es lagen mir Krystalle der früher unter II angeführten Varietät vor, die sich in körnigem Fassait in Hohlräumen desselben vorfanden.

Die Analyse ergab:

SiO_2	44·76
CaO	24·90
MgO	13·65
FeO	2·09
Fe_2O_3	5·01
Al_2O_3	10·10
	100·51

Specifisches Gewicht = 2·979.

Man sieht, dass diese Analyse gut stimmt mit der früher an der Varietät II angeführten.

Diopsid von Ala.

Die folgenden Analysen wurden unternommen, um den Unterschied zwischen farblosem und gefärbtem Diopsid kennen zu lernen, und um zu constatiren, ob der kleine, bei den Diopsiden oft constatirte Thonerdegehalt blos einer Verunreinigung zuzuschreiben ist oder nicht; dazu war vor Allem ganz reines Material nothwendig. Ich hatte mehrere grüne und farblose durchsichtige Diopside von Ala von säulenförmigem Habitus zur Verfügung, die 2—3 Cm. lang waren und die Combination

$$\infty P\infty \cdot \infty P\infty \cdot \infty P \cdot 2P \cdot 0P \cdot P\infty \cdot 2P\infty$$

zeigten.

Am besten geeignet zur Analyse schien ein grosser Krystall, der am oberen Ende farblos, am unteren Ende dunkelgrün war; es wurden zur ersten Analyse Stücke des dunkelgrünen Diopsids gewählt, zur zweiten solche des farblosen, beide waren ganz rein.

9. Dunkelgrüner Diopsid.

Zur Analyse wurden gebraucht 0·9 Gr. für die Aufschliessung mit Natron-Kali, 0·5—0·7 Gr. für die Bestimmung des Eisenoxyduls; letztere wurde einmal im Platintiegel in der Kohlensäure, das zweite Mal in der zugeschmolzenen Röhre ausgeführt, die Versuche ergaben:

I	1·96
II	1·88

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Resultate der Analyse sind:

SiO_2	54·28
CaO	25·04
MgO	17·30
FeO	1·91
Fe_2O_3	0·98
Al_2O_3	0·51
	100·02

10. Farbloser Diopsid.

Es wurden zwei Analysen ausgeführt, das Eisenoxydul in einem Falle im Platintiegel bestimmt, im anderen als Eisenoxyd gewogen.

Die Analysen ergaben:

	I.	II.	Mittel
SiO_2	54·99	54·48	54·74
CaO	25·88	26·16	26·03
MgO	16·95	17·10	17·02
FeO	2·99	2·82	2·91
	100·81	100·56	100·70

Berechnung der Analysen.

Ich werde nun zeigen, welche Folgerungen aus dem früher erhaltenen Resultate sich ergeben.

Bekanntlich herrschen über die Constitution der Augite, speciell der Thonerde-Augite zwei Ansichten, wovon die eine von Tschermak, die andere von Rammelsberg vertreten wird.

Gestützt auf die Wahrnehmung, dass bei den Thonerde-Augiten

$$Ca < Mg + Fe$$

ist, während bei thonerdefreien Augiten

$$Ca = Mg + Fe$$

und dass die Menge der Kalkerde und Thonerde gleich der der Magnesia sei, hat Tschermak die Ansicht aufgestellt, dass Thonerde und Eisenoxyd als Silicate gebunden an Mg vorkommen und zwar glaubt er, dass diesen Silicaten möglicherweise die Formeln

$$Mg\ Al\ Al\ SiO_6 \text{ und } Mg\ Fe\ Fe\ SiO_6$$

zukämen.

Rammelsberg dagegen hält alle Augite, seien sie thonerdefrei oder nicht, für normale Silicate $RSiO_3$, denen Thonerde und Eisenoxyd nur isomorph beigemengt seien; nach Rammelsberg spricht hauptsächlich gegen die Tschermak'sche Ansicht die Thatsache, dass bei manchen Thonerde-Augiten

$$Ca = Mg + Fe$$

und dass bei thonerdefreien Augiten

Ca nicht immer gleich $Mg + Fe$ sei.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Aus meinen Analysen ergibt sich, dass bei reinen unzersetzten Augiten, die Thonerde und Eisenoxyd enthalten

$$Ca < Mg + Fe$$

während allerdings $Si = Ca + Mg + Fe$ in den meisten Fällen ist, sonach scheinbar Al und Fe nur beigemengt erscheinen können.

Die Thatsache aber, dass bei den meisten aus reinem Material bestehenden Augiten, die der Analyse unterworfen wurden

$$Ca < Mg + Fe$$

lässt auf eine gewisse Gesetzmässigkeit schliessen, und die Ansicht berechtigt erscheinen, dass Thonerde und Eisenoxyd als Silicate vorhanden sind, wenn auch vielleicht die endgiltige Formel letzterer noch nicht festgestellt werden kann.

Ich gebe nun hier die einzelnen Analysen und habe unter I. die aus der Analyse berechneten Mengen, unter II. die Quotienten jener Mengen durch die Atomgewichte, unter III. das approximative Atomenverhältniss gesetzt.

1. Schwarzer Augit vom Vesuv.

	I.	II.	III.	Sauerstoff
Silicium	21.91	0.783	28	56
Calcium	13.57	0.339	12	12
Magnium	9.60	0.400	14	14
Eisen (als Oxydul)	3.17	0.056	2	2
Eisen (als Oxyd)	3.13	0.056	2	3
Aluminium	5.19	0.189	6	9
Sauerstoff	43.43	2.714	97	96

Es ergibt sich die Formel:

$Si_{28}\ Ca_{12}\ Mg_{14}\ Fe_2\ \overline{Fe}\ Al_3\ O_{96}$, wenn wir die 2 Fe als Oxyd mit $\overline{Fe}$ bezeichnen.

Zwischen dem Sauerstoff der aus der Differenz berechneten und dem für die Mengen von Si, Ca, Mg nothwendigen ergibt sich eine Differenz von 1.

Die Analyse führt also zu dem Resultate:

$$28\ SiO_2,\ 12\ CaO,\ 14\ MgO,\ 2\ FeO,\ Fe_2O_3,\ 3\ Al_2O_3.$$

Man bemerkt, dass hier

$$Ca : Mg : Fe$$
$$0.339 \quad 0.400 \quad 0.056$$
$$\text{also } Ca < Mg + Fe$$

Wenden wir die von Tschermak gegebene Deutung an, indem wir uns Al als

$$MgO,\ Al_2O_3\ SiO_2$$

denken, ferner Fe_2O_3 als

$$MgO,\ Fe_2O_3\ SiO_2$$

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

das übrige als Diopsid, so haben wir

$$\begin{array}{llll} 10\,(CaO & MgO & 2\,SiO_2) \\ 2\,(CaO & FeO & 2\,SiO_2) \\ 3\,(MgO & Al_2O_3 & SiO_2) \\ 1\,(MgO & Fe_2O_3 & SiO_2) \end{array}$$

2. Dunkelgrüner Augit vom Vesuv.

	I.	II.	III.
Silicium	23·81	0·850	39
Calcium	14·85	0·371	18
Magnium	9·95	0·414	19
Eisen (als Oxydul)	2·46	0·045	2
Eisen (als Oxyd)	2·43	0·043	2
Aluminium	2·58	0·094	4
Sauerstoff	43·93	2·746	125

Die Menge der aus den gefundenen Zahlen berechneten Sauerstoffmenge ergibt sich

für Si	78
Ca	18
Mg	19
Fe	2
$\not{Fe}$	3
$\not{Al}$	6
	126

Bezeichnet man das als Oxyd, Eisen als $\not{Fe}$, so erhält man die Formel:

$$\begin{array}{llllllll} Si_{39} & Ca_{18} & Mg_{19} & Fe_2 & \not{Fe} & \not{Al}_2 & O_{126} & \text{oder auch} \\ 39\,SiO_2 & 18\,CaO & 19\,MgO & 2\,FeO & Fe_2O_3 & 2\,Al_2O_3 & & \end{array}$$

welche, wenn man annimmt, dass $\not{Fe}$ und $\not{Al}$ als Magnesiasilicate vorhanden sind, geschrieben wird

$$\begin{array}{llll} 16\,(CaO & MgO & {}_2SiO_2) \\ 2\,(CaO & FeO & {}_2SiO_2) \\ MgO & Fe_2O_3 & SiO_2 \\ 2\,(MgO & Al_2O_3 & SiO_3) \end{array}$$

Man sieht, dass auch hier

$$\begin{array}{lllll} Ca & : & Mg & : & Fe \quad \text{wie} \\ 0.371 & : & 0.414 & : & 0.045 \quad \text{oder} \\ 9 & : & 9.5 & : & 1 \quad \text{dass also} \\ Ca & < & Mg & + & Fe \end{array}$$

und ferner dass hier:

$$Si > Mg + Ca + Fe \quad \text{da}$$
$$0.851 > 0.371 + 0.414 + 0.045.$$

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

3. Gelber Augit vom Vesuv.

	I.	II.	III.
Silicium	23.52	0.840	120
Calcium	16.25	0.406	58
Magnium	7.76	0.324	46
Eisen (als Oxydul)	5.28	0.095	14
Eisen (als Oxyd)	0.76	0.014	2
Aluminium	3.22	0.118	16
Sauerstoff	43.19	2.700	386

Die Differenz zwischen dem aus dem Verluste berechneten Sauerstoffe und dem, welcher sich aus den verschiedenen analytisch gewonnenen Mengen berechnet, ist gleich 1, da für die oben erhaltenen Atomverhältnisse die nothwendige Zahl von Sauerstoff 385 ist. Auch hier hat man $Ca < Mg + Fe$, jedoch ist der Unterschied ein auffallend geringer, eine einfache Formel auf Grund der früher angewendeten Hypothese isomorpher Silicate lässt sich nun aus den erhaltenen Zahlen nicht ganz zwangslos berechnen, da die Mengen von *Ca* und *Mg* zu sehr von einander verschieden sind.

4. Augit von Lipari.

	I.	II.	III.
Silicium	22.61	0.808	36
Calcium	14.50	0.362	16
Magnium	8.61	0.359	16
Eisen (als Oxydul)	5.39	0.096	4
Eisen (als Oxyd)	2.51	0.045	2
Aluminium	3.56	0.127	6
Sauerstoff	42.80	2.676	119

Die aus der Berechnung sich ergebende Menge von Sauerstoff ist also etwas geringer als die für die durch die Analyse enthaltenen Mengen nothwendige.

Wir haben hier wiederum:

$$Ca : Mg : Fe$$
$$0.362 : 0.359 : 0.096$$
$$8 : 8 : 2$$

also auch hier

$$Ca < Mg + Fe$$

Wenn wir wiederum Fe_2 als Oxyd mit $\not{F}\not{e}$ bezeichnen, erhalten wir die Formel:

$$Si_{36}\ Ca_{16}\ Mg_{16}\ Fe_4\ \not{F}\not{e}\ \not{A}l_3\ O_{120} \text{ oder auch}$$
$$36\ SiO_2\ 16\ CaO\ 16\ MgO\ 4FeO_2\ Fe_2O_3\ 3\not{A}l_2O_3$$

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

was wir auf folgende Weise schreiben können

12 ($MgO\ CaO\ 2SiO_2$)
4 ($FeO\ CaO\ 2SiO_2$)
1 ($MgO\ Fe_2O_3\ SiO_2$)
3 ($MgO\ Al_2O_3\ SiO_2$)

5. Augit von Cuglieri.

	I	II	III
Silicium	21·30	0·768	44
Calcium	15·06	0·376	21
Magnium	8·16	0·340	19
Eisen (als Oxydul)	3·93	0·070	4
Eisen (als Oxyd)	4·41	0·078	4
Aluminium	4·60	0·168	10
Sauerstoff	42·55	2·659	152

Es kann also das Resultat der Analyse ausgedrückt werden durch die Formel:

$$Si_{44}\ Ca_{21}\ Mg_{19}\ Fe_4\ Fe_2\ Al_5\ O_{152}$$

oder auch

44 SiO_2
21 CaO
19 MgO
4 FeO
2 Fe_2O_3
5 Al_2O_3

Wir haben hier

Ca	:	Mg	:	Fe
0·376	:	0·340	:	0·070
5·3	:	4·8	:	1

Also auch hier $Ca < Mg + Fe$, wenngleich die Differenz in diesem Falle keine sehr grosse ist; bemerkenswerth ist, dass hier sehr wenig Magnesia vorhanden ist gegenüber dem höheren Kalkgehalt; desshalb führt auch die Analyse zu keiner einfachen Formel unter Annahme der früher gebrauchten Formeln für die isomorphen Silicate.

6. Augit von Greenwood.

	I	II	III
Silicium	22·95	0·820	47
Calcium	14·72	0·368	21
Magnium	10.09	0.420	24
Eisen (als Oxydul)	1·98	0·035	2
Eisen (als Oxyd)	3·54	0·063	4
Aluminium	2·72	0·100	6
Sauerstoff	44·00	2·751	156

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Daraus ergibt sich das Verhältniss

$$Si_{47}\ Ca_{21}\ Mg_{24}\ Al_3\ Fe_2\ Fe_2\ O_{156}$$

wobei die aus dem Verluste berechnete Sauerstoffmenge 157 ist, also von den für die einzelnen Mengen von *Si*, *Ca*, *Mg* etc. um 1 Atom differirt; die Formel lässt sich auch schreiben

$$\begin{array}{r} 47\ SiO_2 \\ 21\ CaO \\ 24\ MgO \\ 2\ FeO \\ 2\ Fe_2O_3 \\ 3\ Al_2O_3 \end{array}$$

Wir können diese Verbindung betrachten als

$$\begin{array}{r} 19\ (MgO,\ CaO\ 2\ SiO_2) \\ 2\ (CaO,\ FeO,\ 2\ SiO_2) \\ 2\ (Fe_2O_3,\ MgO,\ SiO_2) \\ 3\ (Al_2O_3,\ MgO,\ SiO_2) \end{array}$$

Wir bemerken, dass hier

Ca	: *Mg*	: *Fe*	sich verhält wie
0·368	: 0·420	: 0·035	oder wie
11·5	: 12	: 1	

Dass also auch hier

$$Ca < Mg + Fe.$$

7. Augit von Bufaure.

	I	II	III
Silicium	22·87	0·817	71
Calcium	14·29	0·357	30
Magnium	8·73	0·363	32
Eisen (als Oxydul)	6·02	0·106	9
Eisen (als Oxyd)	2·64	0·046	4
Aluminium	2·71	0·099	8
Sauerstoff	42·74	2·671	232

Die aus der Differenz berechnete Menge weicht von der aus den erhaltenen Mengen für die einzelnen Elemente um 1 Atom ab.

Es ergibt sich die Formel:

$$71\ SiO_2\quad 30\ CaO\quad 32\ MgO\quad 9\ FeO\quad 2\ Fe_2O_3\quad 4\ Al_2O_3$$

Bemerkenswerth ist, dass hier *Ca* um ein sehr Beträchtliches geringer ist, als *Mg* + *Fe*, was hier mehr als bei allen anderen Augiten stattfindet.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Darstellung, wie sie für die übrigen Analysen gegeben wurde unter Annahme isomorpher Silicate, ist hier nicht so einfach, da zu wenig Kalkerde vorhanden ist.

8. Grüner Diopsid von Ala.

	I	II	III
Silicium	25·33	0·904	180
Calcium	17·89	0·447	89
Magnium	10·39	0·431	86
Eisen (als Oxydul)	1·48	0·026	5
Eisen (als Oxyd)	0·69	0·012	2
Aluminium	0·28	0·010	2
Sauerstoff	43·94	2·74	549

Man sieht also, dass selbst bei dem kleinen Thonerde-Gehalt von 0·51

Ca	:	*Mg*	:	*Fe*
0·447	:	0·431	:	0·026
17·4	:	17·2	:	1

Also auch in diesem Falle ist die Menge von $Ca < Fe + Mg$; ich glaube also, dass hier keine blosse Verunreinigung vorliegt, und dass auch in diesem Falle die Thonerde als Silicat vorhanden sein könnte.

Die Berechnung ergibt unter Annahme der Tschermak'schen Daten:

84 (MgO, CaO, 2 SiO_2)
5 (FeO, CaO, 2 SiO_2)
(MgO, Al_2O_3, SiO_2)
(MgO, Fe_2O_3, SiO_2

9. Farbloser Diopsid.

Diese Analyse stimmt so ziemlich mit den Mengenverhältnissen überein, welche Tschermak berechnet hat, für eine 10proc. Beimengung von Hedenbergit zu dem normalen Diopsid MgO, CaO, 2 SiO_2, nur ist bei unserer Analyse eher etwas zu viel Kalk vorhanden.

Aus diesen Berechnungen ergibt sich, dass bei allen Analysen die Menge der Kalkerde geringer ist, als die der Magnesia und des Eisenoxyduls zusammen; ferner dass die obige Differenz in manchen Fällen eine sehr bedeutende ist, und nur selten, wie bei dem gelben Vesuv-Augit, eine geringe: die meisten unserer Thonerde-Augite lassen sich bei Annahme isomorpher Silicate auf einfache Formeln zurückführen, und nur bei zweien (III u. V) lässt sich diess auf zwangslose Weise nicht leicht durchführen, da eben bei letzteren die Differenz zwischen Kalkerde und Magnesia-Eisenoxydul eine geringere war.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ferner ergibt sich, dass auch bei jenen Diopsiden, die wenig Thonerde beigemischt enthalten, deren Thonerde-Gehalt nicht immer als einfache Verunreinigung betrachtet werden kann, sondern dass mit dem Erscheinen der Thonerde auch eine Verminderung des Kalkgehaltes gegenüber der Summe von Eisenoxydul und Magnesia eintritt; alles dieses lässt die Annahme von Thonerde- und Eisenoxyd-Silicaten im Augit nicht unberechtigt erscheinen, wenngleich die definitive Zusammensetzung letzterer noch nicht ganz sicher ermittelt ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mineralogische Mittheilungen

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 1877

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

Artikel/Article: V. Zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Augits. 279-296