

### III. Ueber die krystallographischen und chemischen Verhältnisse des Humits (*Chondrodits*) und Olivins; von C. Rammelsberg.

Mit dem Namen *Humit* hat Graf Bournon im J. 1817 ein krystallisiertes Mineral vom Vesuv bezeichnet, welches von Phillips, später von G. Rose, von Marignac, und endlich mit besonderer Ausführlichkeit von Scacchi krystallographisch untersucht wurde.

Der Name *Chondrodit* wurde von d'Ohsson einem körnigen Mineral von Pargas gegeben, dessen nordamerikanische Varietät von Seybert als *Machurit*, von Cleveland als *Brucit* bezeichnet worden ist.

Monticelli und Covelli vermutheten die Identität beider Substanzen; G. Rose bewies das Vorkommen des Fluors im Humit, und Marignac schloß später aus einigen, wiewohl nicht vollständigen Versuchen, daß der Humit dieselbe Zusammensetzung habe, wie sie sich für den Chondrodit aus meinen Analysen ergeben hatte.

Scacchi, welcher durch lange fortgesetzte Sammlung und Beobachtung von Humitkrystallen zu einer genaueren Kenntniß derselben gelangte, hat die Resultate derselben vor einiger Zeit veröffentlicht<sup>1)</sup>. Es ist nicht bloß der überraschend große Reichthum an Flächen, welcher den Humit auszeichnet, sondern es sind ganz besonders gewisse krystallographische Eigenthümlichkeiten, welche bisher unbemerkt geblieben sind, so wie der Umstand, daß der *Olivin*, an dem gleichfalls neue Messungen gemacht wurden, dieselbe Form wie der Humit zeigt, d. h., daß beide *isomorph* sind.

Die Ausmittlung der chemischen Verhältnisse des Humits gewann hierdurch ein doppeltes Interesse, und ich ergriff daher mit Vergnügen die Gelegenheit dazu, als Hr. Scacchi in Neapel durch Hrn. G. Rose mir das Material zukommen liefs. Die gewonnenen Resultate veran-

1) Diese Annalen, Ergänzungsbd. 3, S. 161,

laften eine Wiederholung meiner früheren Analysen vom Chondroit so wie einige Versuche mit Olivin, und bilden den Inhalt des Nachfolgenden, dem ich mir erlaube, einige krystallographische Bemerkungen über diese Mineralien vorzugehen, und eine Untersuchung der Ursache ihrer Isomorphie folgen zu lassen.

Krystallform vom Humit, Chondroit und Olivin.

Die Krystalle des Humits gehören nach Scacchi dem zweigliedrigen (rhombischen) System an. Sie sind Combinationen zahlreicher Rhombenoktaëder, Prismen (zugehöriger Paare) und der drei Hexaëdflächen. Nach Scacchi's Beobachtungen muß man aber drei Gruppen oder Typen unterscheiden, indem die Mehrzahl der Flächen des einen Typus von denen der anderen verschieden ist. Dieser Umstand, an und für sich schon interessant, wird jedoch dadurch noch viel wichtiger, daß nur die Flächen eines und desselben Typus rationale und zugleich sehr einfache Axenverhältnisse zeigen. Versucht man aber, sämtliche Flächen auf eine gemeinsame Grundform zurückzuführen, so werden jene Axenverhältnisse ungleich weniger einfach.

Wegen des Vergleiches der Humitformen mit denen des Olivins wollen wir die Bezeichnung der Axen und Flächen bei jenen, wie sie Scacchi gegeben hat, in die für den Olivin nach G. Rose's Vorgang eingeführte<sup>1)</sup> umändern. Dann ist Fläche  $A = c : \infty a : \infty b$ ;  $B = b : \infty a : \infty c$ ;  $C = a : \infty b : \infty c$ . Die Flächen  $o$  sind alsdann erste Paare ( $a : nb : \infty c$ );  $e$  sind zweite Paare ( $b : nc : \infty a$ ) und  $i$  dritte Paare ( $a : nc : \infty b$ ). Ferner müssen wir den von Scacchi angenommenen Werth seines  $c$  oder unseres  $a = 2a$  setzen.

Dann ist das Axenverhältniß der Grundform oder  $a : b : c$

für den ersten Typus  $= 0,46287 : 1 : 4,0764$

„ „ zweiten „  $= 0,46315 : 1 : 2,9086$

„ „ dritten „  $= 0,46260 : 1 : 5,2430$ .

Während also für diese drei Grundformen das Verhältniß  $a : b$  dasselbe ist, variiert die Axe  $c$  in dem Ver-

1) S. Diese Ann. Bd. 4, S. 173.

hältnifs 7:5:9. Will man daher eine gemeinsame Grundform aufstellen, so wird deren Axenverhältnifs:

für den ersten Typus = 0,46287 : 1 : 0,58234

„ „ zweiten „ = 0,46315 : 1 : 0,58178

„ „ dritten „ = 0,46260 : 1 : 0,58256.

Eine solche Grundform, deren Mittelwerth für  $a : b : c = 0,46287 : 1 : 0,58223$  giebt, ist aber zugleich die des Olivins, da sich aus den Untersuchungen von G. Rose das Verhältnifs 0,46454 : 1 : 0,5868, aus den neueren von Scacchi 0,4613 : 1 : 0,57855 und (an einem andern Krystall) 0,46755 : 1 : 0,58663 ergibt.

Wie nahe die Beobachtungselemente dieser Grundformen übereinstimmen, lehrt folgende Uebersicht. Es ist nämlich die Neigung der Oktaederflächen in den:

	beim Humit			beim Olivin	
	I.	II.	III.	G. Rose	Scacchi (d. zweite Angabe.)
Seitenkanten	108° 24'	108° 18'	108° 26'	108° 38'	108° 20'
schärferen Endkanten	85 14	85 16	85 10	85 6	85 28
stumpferen Endkanten	140 10	140 6	140 12	140 0	139 50

Es ist hiernach wohl keinem Zweifel unterworfen, daß Humit und Olivin isomorph sind. Dennoch unterscheiden sich beide durch die Ausbildung gewisser Zonen und Flächen. Beim Olivin ist die Zone des ersten Paares oder die horizontale Zone stets durch Flächen repräsentirt, ja oft ist diese Zone die herrschende, die Krystalle sind in der Richtung der Axe  $c$  verlängert. Durch Verkürzung nach  $a$  und Ausdehnung der Hexaëdfläche  $a : \infty b : \infty c$  werden sie tafelförmig. In der Vertikalzone des zweiten Paares kennt man drei Flächen, in der des dritten nur eine; der Rhombenoktaeder sind vier beobachtet worden.

Wir fügen hier eine Uebersicht der Olivinformen und deren Bezeichnung nach G. Rose und Scacchi hinzu.

Oktaeder: R. Sc.

$a : b : c = e \quad r$

$a : \frac{1}{2} b : c = f \quad n$

$a : \frac{1}{3} b : c = l$

$a : 2 b : c = g$

Hexaëdflächen: R. Sc.

$$a : \infty b : \infty c = M \quad C$$

$$b : \infty a : \infty c = T \quad B$$

$$c : \infty a : \infty b = P \quad A$$

Dodekaëdflächen, und zwar

Erste Paare:

$$a : b : \infty c = n \quad o^3$$

$$a : \frac{1}{2} b : \infty c = s \quad o^2$$

$$a : \frac{1}{3} b : \infty c = r \quad o$$

Zweite Paare:

$$b : c : \infty a = h \quad e$$

$$\frac{1}{2} b : c : \infty a = k \quad e^2$$

$$\frac{1}{4} b : c : \infty a = i$$

Dritte Paare:

$$a : c : \infty b = d \quad i.$$

Anders ist es beim Humit. Die Hexaëdfläche  $a : \infty b : \infty c$  fehlt dem ersten Typus, der dafür ausschließlich zwei rhombische Prismen der Horizontalzone (erste Paare) aufzuweisen hat. Am meisten ist die Vertikalzone des zweiten Paares (Flächen  $e$ ) entwickelt, weniger die des dritten, die sich beim zweiten Typus auf eine Fläche ( $i$ ) beschränkt. Vor allem aber ist der Reichthum an Rhombenoktaëdern bemerkenswerth, der gröfser ist, als bei allen anderen zweigliedrigen Substanzen. Denn nicht allein, dafs, wie beim Olivin, drei Reihen erscheinen, mit  $b$ ,  $\frac{1}{2} b$  und  $\frac{1}{3} b$  (letztere fehlen dem ersten Typus), so finden sich stumpfere und schärfere in jeder Reihe, besonders in der des Hauptoktaëders. Das letztere selbst ist aber beim ersten Typus nicht beobachtet worden.

Zur Vergleichung mit dem Olivin möchte es nicht überflüssig seyn, die Humitformen nebst ihrer Bezeichnung nach Scacchi, bezogen auf eine und dieselbe Grundform, welche die oben angeführten geringen Differenzen in den drei Typen zeigt, hier zusammenzustellen:

## Rhombenoktaëder:

$$\begin{array}{ll}
 a : b : \frac{3}{5} c = r \text{ III.} & 2 a : b : \frac{9}{7} c = n \text{ III.} \\
 a : b : \frac{7}{10} c = r \text{ I.} & 2 a : b : \frac{5}{3} c = n \text{ II.} \\
 a : b : \frac{5}{7} c = r \text{ II.} & 2 a : b : \frac{9}{5} c = n^2 \text{ III.} \\
 a : b : \frac{9}{13} c = r^2 \text{ III.} & 2 a : b : \frac{7}{3} c = n \text{ I.} \\
 a : b : \frac{7}{8} c = r^2 \text{ I.} & 2 a : b : 3 c = n^3 \text{ III.} \\
 a : b : \frac{9}{11} c = r^3 \text{ III.} & 2 a : b : 5 c = n^2 \text{ II.} \\
 a : b : c = r^2 \text{ II.} & 2 a : b : 7 c = n^2 \text{ I.} \\
 & r^4 \text{ III.} \\
 a : b : \frac{7}{6} c = r^3 \text{ I.} & \\
 a : b : \frac{9}{7} c = r^5 \text{ III.} & 3 a : b : 3 c = m \text{ II.} \\
 a : b : \frac{5}{3} c = r^3 \text{ II.} & m \text{ III.} \\
 a : b : \frac{7}{4} c = r^4 \text{ I.} & 3 a : b : 15 c = m^2 \text{ II.} \\
 a : b : \frac{9}{5} c = r^6 \text{ III.} & 3 a : b : 27 c = m^2 \text{ III.} \\
 a : b : 3 c = r^7 \text{ III.} & \\
 a : b : \frac{7}{2} c = r^5 \text{ I.} & \\
 a : b : 5 c = r^4 \text{ II.} & \\
 a : b : 9 c = r^8 \text{ III.} &
 \end{array}$$

## Hexaidflächen:

$$\begin{array}{l}
 c : \infty a : \infty b = A \\
 b : \infty a : \infty c = B \\
 a : \infty a : \infty c = C
 \end{array}$$

## Erste Paare:

$$\begin{array}{l}
 a : b : \infty c = o^2 \text{ I.} \\
 3 a : b : \infty c = o \text{ I.}
 \end{array}$$

## Zweite Paare:

$$\begin{array}{l}
 b : \frac{9}{7} c : \infty a = e \text{ III.} \\
 b : \frac{7}{5} c : \infty a = e \text{ I.} \\
 b : \frac{5}{3} c : \infty a = e \text{ II.} \\
 b : \frac{7}{4} c : \infty a = e^2 \text{ I.} \\
 b : \frac{9}{5} c : \infty a = e^2 \text{ II.} \\
 b : \frac{7}{3} c : \infty a = e^3 \text{ I.} \\
 b : 3 c : \infty a = e^3 \text{ III.} \\
 b : \frac{7}{2} c : \infty a = e^4 \text{ I.} \\
 b : 5 c : \infty a = e^2 \text{ II.} \\
 b : 7 c : \infty a = e^5 \text{ I.} \\
 b : 9 c : \infty a = e^4 \text{ III.}
 \end{array}$$

## Dritte Paare:

$$\begin{array}{l}
 a : \frac{7}{10} c : \infty b = i \text{ I.} \\
 a : \frac{3}{4} c : \infty b = i \text{ III.} \\
 a : \frac{9}{3} c : \infty b = i^2 \text{ III.} \\
 a : \frac{7}{6} c : \infty b = i^2 \text{ I.} \\
 a : \frac{5}{4} c : \infty b = i \text{ II.} \\
 a : \frac{9}{4} c : \infty b = i^3 \text{ III.} \\
 a : \frac{7}{2} b : \infty b = i^3 \text{ I.}
 \end{array}$$

Die berechneten Winkel stimmen mit den von Scacchi selbst sowie von Marniac gemessenen so gut überein, daß sich der eigenthümlichen Progression nach den Zahlen 5:7:9 nichts entgegsetzen läßt. Ja selbst, wenn man, von der Isomorphie mit dem Olivin ganz absehend, irgend eines der anderen Oktaëder zur Grundform wählt, so werden die Zeichen nicht durchgängig so einfach, daß man die größeren Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung gelten lassen könnte.

Eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit des Humits liegt in den Partialformen der Oktaëder  $r$  beim zweiten und dritten Typus, die zwar nicht immer, jedoch in den meisten Fällen, sich zeigen. Es bleibt und verschwindet nämlich von den beiden den schärferen Endkanten anliegenden Flächenpaaren das eine, so daß sich rhombische Prismen bilden, wobei mit großer Regelmäßigkeit die einzelnen Glieder der Reihe abwechselnd rechts und links erscheinen. Dieses Verhalten trifft theilweise auch die Oktaëder  $m$  und  $n$ .

Zwillinge kommen bei allen drei Typen vor. Beide Individuen haben eine Fläche aus der Zone der zweiten Paare gemein, die übrigen umgekehrt liegen. Nach Scacchi wären  $b:c:\infty a$  (das zweite Paar des Hauptoktaëders, welches sich an den Krystallen noch nicht gefunden hat) und  $b:3c:\infty a$  die Zwillingebenen.

Vom *Chondroit*, welcher gewöhnlich nur in körnigen Massen vorkommt, hat Dana einen Krystall von Orange-County, N. York, beschrieben und abgebildet<sup>1)</sup>, wonach er zwei- und eingliedrig wäre. Die Messungen sind nur approximativ, und die angegebenen Werthe lassen sich auch wenn man das zwei- und eingliedrige Ansehen aus den Partialformen der Rhombenoktaëder erklären wollte, doch nicht gut auf den Humit zurückführen. Wäre das Prisma  $M$ , dessen Diagonalen = 0,6745:1 oder = 1:1,4826 sind, ein erstes Paar, so liefse es sich allenfalls als  $a:\frac{2}{3}b:\infty c$  oder als  $3a:b:\infty c$  beim Humit ansehen. Dann

1) *Syst. of Min. III Edit. p. 280.*

müßte das Prisma  $a$ , dessen Diagonalen  $= 1:1,0913$  sind, ein drittes Paar seyn,  $a : \frac{5}{6} c : \infty b$ ; allein dann wären die Oktaëder  $\check{e}$  und  $\bar{e}$ , welche auf  $M$  gerade aufgesetzt sind, unter denen des Humits nicht zu finden. Und ebenso wenig geht es an,  $a$  als  $2a : b : \infty c$ ,  $M$  als  $a : \frac{5}{6} c : \infty b$  anzusehen, weil dann beide Oktaëder ungleiche Werthe in  $a$  und  $b$  haben würden.

Es kann defshalb die Form des Chondrodits für jetzt noch nicht mit der des Olivins und Humits verglichen werden.

Chemische Zusammensetzung des Humits und Chondrodits.

A. Chondrodit.

Nächst d'Ohsson, Seybert und Thomson habe ich schon vor längerer Zeit den Chondrodit, und zwar den amerikanischen wie den finnländischen, ausführlich untersucht<sup>1)</sup>. Da später die Methode zur Bestimmung des Fluors durch H. Rose eine gröfsere Genauigkeit erhalten hat, so erschien es passend, die Versuche mit dem erstern zu wiederholen. Es wurden zwei Analysen mit kohlen-saurem Natron und eine dritte mit Schwefelsäure gemacht, bei welcher natürlich die Kieselsäure zum Theil verloren geht.

Das spec. Gew. des amerikanischen Chondrodits fand sich bei zwei verschiedenen Proben  $= 3,189$  und  $3,22$ .

Bei den nachfolgenden Angaben ist das Atg. der Talkerde  $= 250$  (Sauerstoff  $= 40$  Proc.) gesetzt.  $a$  und  $b$  sind zwei ältere,  $c$  und  $d$  neuere Versuche, von denen  $c$  mit dem Material von  $a$  und  $b$  angestellt wurde;  $e$  ist eine Analyse mittelst Schwefelsäure.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
Kieselsäure	33,06	33,97	34,06	32,98	30,77
Talkerde	55,46	56,79	54,94	56,90	57,47
Eisenoxydul	3,65	3,48	3,69	2,22	1,78
Fluor	7,60	7,44	7,98	7,43	
	<u>99,77</u>	<u>101,68</u>	<u>100,67</u>	<u>99,53.</u>	

1) Diese Ann. Bd. 53, S. 130.

Ein besonderer Versuch gab 6,97 Fluor, und es sind die späteren Bestimmungen folglich den früheren fast gleich.

Das Mittel aus diesen 5 Analysen (abgesehen von der Kieselsäure in e) ist:

Kieselsäure	33,52
Talkerde	56,30
Eisenoxydul	2,96
Fluor	7,46
	100,24.

Für diese Zahlen hat man bisher entweder die Formel  $\text{MgFl} + 2\text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}$  oder  $(\text{MgFl} + \text{Mg}) + 2\text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}$  angenommen. Beide passen jedoch nicht in dem Grade, wie man erwarten sollte.

Da 2,96 Eisenoxydul = 1,64 Talkerde, so ist die Gesamtmenge derselben = 57,94 Proc. Der Sauerstoff der Kieselsäure ist = 17,42, und der der Talkerde = 23,18. Zieht man nun, um MgFl zu bilden, 4,79 Magnesium = 7,98 Talkerde ab, die = 3,19 Sauerstoff sind, so bleiben für das Silikat 49,96 Talkerde = 19,98 Sauerstoff. Dann ist zwar der Sauerstoff, der dem Magnesium im Fluorür zukommt, und der der Talkerde im Silikat = 3,19 : 19,98 = 1 : 6,26, d. h. fast = 1 : 6, wie die Formel verlangt, allein das Silikat selbst hat für  $\text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}$  zu viel Basis, indem sich der Sauerstoff von Säure und Basis = 17,42 : 19,98 verhalten. Wählt man aber die zweite Formel, und legt dem Fluorür noch 1 At. Talkerde hinzu, d. h. 7,98 Proc., so bleiben für das Silikat 41,98 Talkerde, und das Sauerstoffverhältniß wird = 17,43 : 16,79, d. h. fast = 1 : 1, aber dann ist der Sauerstoff, der zum Metall im basischen Fluorür gehört, und der der Basis im Silikat = 6,38 : 16,8 = 1 : 2,63 anstatt 1 : 3, und man müßte die unwahrscheinliche Formel  $9(\text{MgFl} + \text{Mg}) + 16\text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}$  annehmen.

Dieser Umstand, so wie die beim Humit anzuführenden Erfahrungen scheinen zu beweisen, daß die Rolle, welche das Fluor in diesen Mineralien spielt, gleich wie im Topas,

Apophyllit, Glimmer, Turmalin und anderen Silikaten, in einer Vertretung des Sauerstoffs besteht.

Nun verhält sich der Sauerstoff der Kieselsäure und der Talkerde im Chondrodit = 17,42 : 23,18 = 3 : 3,99 d. h. = 3 : 4. Der Chondrodit ist daher  $Mg^4 Si$ , und mit dieser Verbindung ist das Fluorür  $4MgFl + SiFl^3$  vereinigt, welches mit ihr isomorph ist. Da 7,46 Fluor = 3,20 Sauerstoff sind, und die Gesamtmenge des letzteren 40,6 beträgt, so ist  $\frac{1}{17}$  desselben durch Fluor ersetzt, oder es ist 1 At. des Fluorürs mit 12 At. Silikat vereinigt, so daß die Formel  $(4MgFl + SiFl^3) + 12Mg^4 Si$  ist.

#### B. Humit.

Das spec. Gew. des Humits ist von Scacchi und von mir gefunden:

	Scacchi	R.
I. Typus	= 3,234	3,216
II. "	= 3,177	3,190
III. "	= 3,186	3,177
	3,199	3,200
		3,210.

Marignac hat dasselbe = 3,150 angegeben.

Alle Varietäten des Humits verhalten sich in chemischer Beziehung dem Chondrodit gleich, d. h. sie werden durch Chlorwasserstoffsäure oder Schwefelsäure unter Gallertbildung zersetzt

Marignac hat aus Mangel an Material nur eine Zerlegung des Humits mit Schwefelsäure vorgenommen, wobei sich also weder die Kieselsäure noch das Fluor bestimmen ließen. Er erhielt: Kieselsäure 30,88, Talkerde 56,72, Eisenoxydul 2,19 und schloß aus der Uebereinstimmung mit meinen früheren Versuchen am Chondrodit, daß beide Mineralien gleiche Zusammensetzung hätten.

Meine Analysen der drei Haupttypen habe ich so weit ausgedehnt, als es die Menge des von Hrn. Scacchi mir überlassenen Materials gestattete. Der Gang derselben war genau der beim Chondrodit befolgte, und kleine

Mengen von Thonerde und Kalkerde, welche dabei gefunden wurden, müssen auf Rechnung von Beimengungen gesetzt werden.

## I. Typus.

Die Krystalle waren graugelb gefärbt, ihre Menge genügte nur für eine Analyse, bei welcher das Mineral durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron zerlegt wurde.

Kieselsäure	34,80
Talkerde	60,08
Eisenoxydul	2,40
Fluor	3,47
	<hr/> 100,75.

## II. Typus.

Bräunlichgelbe Krystallfragmente. *a* ist eine Analyse mit kohlensaurem Natron, *b* mit Schwefelsäure.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>
Kieselsäure	33,26	(33,01)
Talkerde	58,02	57,82
Eisenoxydul	2,30	2,29
Kalkerde	0,74	
Thonerde	0,90	1,23
Fluor	5,04	
	<hr/> 100,26.	

## III. Typus.

Gelblichweiße Krystallbruchstücke. *a* und *b* sind Analysen mit kohlensaurem Natron, *c* ist mit Schwefelsäure gemacht.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>
Kieselsäure	37,23	36,11	
Talkerde	57,78	56,69	56,02
Eisenoxydul mit			
Spur Thonerde	1,57	1,49	1,95
Fluor	2,33	2,90	
	<hr/> 98,91	<hr/> 97,19.	

Eine Zusammenstellung dieser Resultate, wobei für II und III die Mittel genommen sind, ist folgende:

	III.	I.	II.
Kieselsäure	36,67	34,80	33,26
Talkerde	56,83	60,08	57,92
Eisenoxydul	1,67	2,40	2,30
Thonerde	—	—	1,06
Kalkerde	—	—	0,74
Fluor	2,61	3,47	5,04
	<u>97,78</u>	<u>100,75</u>	<u>100,32.</u>

Es folgt also hieraus, dafs die drei Humittypen sich im Fluorgehalt unterscheiden, und dafs mit steigender Menge desselben ein Sinken des Kieselsäuregehaltes eintritt, wodurch die von mir über die Stellung des Fluors in Silikaten aufgestellte Ansicht offenbar unterstützt wird.

Nun ist der Sauerstoffgehalt der Bestandtheile folgender:

	III.	I.	II.
Kieselsäure	19,05	18,08	17,28
Talkerde	22,73	24,03	23,17
Eisenoxydul	0,37	0,53	0,51
Fluor-Sauerstoff	1,12	1,49	2,16.
	<u>23,10</u>	<u>24,56</u>	<u>23,68</u>

Es verhält sich mithin der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Talkerde (und des Eisenoxyduls)

$$\text{in III} = 3 : 3,64$$

$$\text{in II} = 3 : 4,07$$

$$\text{in I} = 3 : 4,11.$$

Wenn im ersten Fall das Verhältniß nicht genau das von 3 : 4 ist, so dürfte dieß an einem Verlust an Talkerde liegen. Das Maximum der gefundenen Menge 57,78 Proc. (= 23,11 Sauerstoff) erhebt das Verhältniß schon auf das von 3 : 3,70. Rechnet man aber die fehlenden 2,22 Proc. als Talkerde hinzu, so erhält man 3 : 3,78.

Es scheint also wohl, als dürfe man annehmen, dafs in den verschiedenen Humittypen dieselbe Zusammensetzung wie im Chondroit, nämlich das Silikat  $Mg^{\dagger}Si$ , wiederkehrt. Der Unterschied zwischen ihnen und dem Chon-

drodit liegt nur in dem Fluorgehalt, d. h. in der Menge des isomorphen Fluorürs. Die Berechnung dieser letzteren ergibt sich aus dem Verhältniß des dem vorhandenen Fluor aequivalenten Sauerstoffs zu seiner Gesamtmenge in den Oxyden, minus jenem, insofern dieses Verhältniß ist:

beim Humit, Typus III	= 1,12 : 41,03 = 1 : 36,6
"    "    "    I	= 1,49 : 41,15 = 1 : 27,7
"    "    "    II	= 2,16 : 38,80 = 1 : 18,0
Chondrodit	= 3,20 : 37,40 = 1 : 11,7.

Dies will sagen, daß z. B. beim zweiten Typus des Humits von 19 At. Sauerstoff der Verbindung 1 Atom durch 1 Atom (Aeq.) Fluor vertreten, oder 1 At. des Fluorürs mit 18 At. des Sauerstoffsalzes vereinigt sey.

Es wird erlaubt seyn, die Zahlen 11,7 — 27,7 — 36,6 in 12 — 27 — 36 umzuändern, und demgemäß die detaillirten Formeln zu schreiben;

Chondrodit	= (4 MgFl + SiFl <sup>3</sup> ) + 12 Mg <sup>4</sup> Si
Humit, II. Typ.	= (4 MgFl + SiFl <sup>3</sup> ) + 18 Mg <sup>4</sup> Si
"    I.    "	= (4 MgFl + SiFl <sup>3</sup> ) + 27 Mg <sup>4</sup> Si
"    III.  "	= (4 MgFl + SiFl <sup>3</sup> ) + 36 Mg <sup>4</sup> Si

Der Fluorgehalt steht dann in diesen Verbindungen in einem einfachen Verhältniß, und ist beim

Chondrodit	= 3 = 9
Humit, II. Typ.	= 2 = 6
"    I.    "	= $\frac{2}{3}$ = 4
"    III.  "	= 1 = 3.

Wenn es nun hiernach feststeht, daß der Chondrodit vom Humit sich nicht mehr unterscheidet als die Humittypen unter sich, so ist wohl zu erwarten, daß seine Krystallform, im Fall sie dereinst deutlich gefunden wird, mit der Form des Humits übereinstimmt. Alsdann würde der Namen Chondrodit wegfallen, und die Substanz als ein vierter Humittypus betrachtet werden können.

Die Differenzen in der Krystallform des Humits in seinen drei Typen wiederholen sich in seiner chemischen

Mischung, wemgleich sie darin keine Erklärung finden, und sich nur im Allgemeinen annehmen läßt, daß eine größere oder geringere Menge Kieselfluormagnesium auf die relative Größe der Axen und das Auftreten gewisser Flächen einen Einfluss haben werde. Die Beobachtungen zeigen, daß mit steigendem Fluorürgehalt auch die Axe *a* sich vergrößert, Axe *c* dagegen abnimmt.

	Fluorgehalt.	Axe <i>c</i> .	Axe <i>a</i> .
III. Typus	2,61 Proc.	0,58256	0,46260
I. "	3,47 "	0,58234	0,46287
II. "	5,04 "	0,58178	0,46315

Nun ist der Humit isomorph mit dem Olivin, d. h.  $Mg^4\ddot{S}i$  hat die Form von  $Mg^3\ddot{S}i$ . Das Fluorür des Humits kann hier ganz außer Acht gelassen werden, da es die im Nachfolgenden erhaltenen Resultate nicht merklich ändert. Diese Formgleichheit bei nicht analoger Zusammensetzung erklärt sich wie die der Turmaline aus der Gleichheit der Atomvolumen.

Das Atomgewicht von  $Mg^4\ddot{S}i$  ist = 1577,3, das spec. Gew. des Humits im Mittel = 3,2, folglich das Atomvolumen = 493.

In dem Olivin, insbesondere dem krystallisirten, ist  $\frac{1}{6}$  der Talkerde durch Eisenoxydul vertreten. Das Atg. ist dann = 1427,6; das spec. Gew. nach Haidinger = 3,44 genommen, ist das Atomvolumen = 415.

Wenn man nun nach Dana die Atomvolumen durch die Atomenanzahl der Elemente dividirt, so erhält man als reducirtes Atomvolumen

$$\text{für Humit } \frac{493}{12} = 41,08$$

$$\text{für Olivin } \frac{415}{10} = 41,50.$$

Die Atomvolumen sind mithin gleich.

*Fluorgehalt des Olivins.* Die nahen Beziehungen zwischen Humit und Olivin treten noch mehr hervor, seit man auch in letzterem Fluor nachgewiesen hat, so daß das Fluorür  $3MgFl + SiFl^3$  in isomorpher Mischung mit  $Mg^3\ddot{S}i$  er-

erscheint. A. Erdmann fand nämlich im Olivin von Elfdalen und Tunaberg, welcher letztere mit Granat und Augit ein eigenthümliches Gemenge (Eulysit) lagerartig im Gneis bildet, deutliche Spuren von Fluor<sup>1)</sup>. In den sonstigen Olivinanalysen fehlt dasselbe allerdings, und ich selbst konnte in einem Olivin aus dem Basalt der Eifel es nicht auffinden. Vielleicht ist es nur in dem älteren Olivin zu suchen.

Es giebt noch zwei andere Substanzen, welche mit dem Humit und Olivin isomorph sind, nämlich *Chrysoberyll* und *Bittersalz* (natürlich auch Zink- und Nickelvitriol).

Für das als Grundform gewöhnlich angenommene Rhombenoktaëder des *Chrysoberylls* ist  $a : b : c$  (nach den Messungen von Mohs) = 0,4702 : 1 : 0,5801.

Beim *Bittersalz* ist das Axenverhältniß = 0,9901 : 1 : 0,5709, oder, wenn man das Oktaëder  $\frac{1}{2} a : b : c$  als Grundform wählt, = 0,4950 : 1 : 0,5709.

Die Differenzen in den Axeneinheiten fallen mithin in die zweite Decimalstelle, so daß Humit, Olivin, Chrysoberyll und Bittersalz eine im weiteren Sinne des Worts isomorphe Gruppe bilden.

Der Chrysoberyll ist entweder  $\text{BeÄl}$  oder wahrscheinlicher  $\text{BeÄl}^3$ . Im ersten Fall ist sein Atg. = 800,4, im letzten = 2417. Setzt man sein spec. Gew. mit G. Rose = 3,69, so ist sein Atomvol. entweder = 217 oder = 655.

Das Atg. des Bittersalzes ist = 1538,2, sein spec. Gew. = 1,67 (Kopp), sein Atomvol. also = 921.

Die reducirten Atomvolumen beider Körper sind daher  $\frac{655}{16} = 41$  und  $\frac{921}{20} = 46$ , nicht sehr abweichend von denen des Humits und Olivins.

1) *Försök till en geognostisk-mineralogisk beskrifning öfver Tunabergs socken i Södermanland.* In den *K. Vet. Acad. Handl.* f. 1849.