

ZEITSCHRIFT
FÜR
KRYSTALLOGRAPHIE
UND
MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG
ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

16
SECHZEHNTER BAND.

INHALT: W. C. BRÖGGER, DIE MINERALIEN DER
SYENITPEGMATITGÄNGE DER SÜDNORWEGISCHEN AUGIT- UND
NEPHELINSYENTE.

MIT 38 TEXTILLUSTRATIONEN, 27 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN
UND 2 GEOLOGISCHEN KARTEN.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1890.

Pegmatite (South West)

DIE MINERALIEN
DER
SYENITPEGMATITGÄNGE

DER
SÜDNORWEGISCHEN
AUGIT- UND NEPHELINSYENITE

VON
W. C. BRÖGGER.

MIT ZAHLREICHEN CHEMISCH-ANALYTISCHEN BEITRÄGEN

VON
P. T. CLEVE U. A.

MIT 38 TEXTILLUSTRATIONEN, 27 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN
UND 2 GEOLOGISCHEN KARTEN.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1890.

Silicate (Titanate etc.).

I. Orthosilicate.

Epidotgruppe.

19. Mosandrit, Erdmann, und 20. Johnstrupit, Brögger.

1844. J. Berzelius, Briefl. Mitth. im Neuen Jahrb. 1844, S. 684.

— A. Erdmann, Berz. Jahresber. 21, 478 (Berz. Årsberetn. S. 439—440).

1848. P. C. Weibye, Karsten u. v. Dechen's Arch. 22, 534.

1849. — Neues Jahrb. S. 774.

1853. N. J. Berlin, Pogg. Ann. 88, 456.

1854. J. Dana, Man. of min. 4. ed.

1862. A. Des Cloizeaux, Man. d. min. S. 532.

1878. W. C. Brögger, diese Zeitschr. 2, 275.

1887. — Geol. Fören. Förhandl. 9, 267.

Der Mosandrit wurde wahrscheinlich im Jahre 1840 von A. Erdmann entdeckt und vorläufig untersucht, obwohl die chemische Zusammensetzung nicht bestimmt angegeben werden konnte. Im Jahre 1849 beschrieb Weibye angebliche »Krystalle mit Endflächen« von Mosandrit (s. unten). 1853 lieferte N. J. Berlin eine vollständige chemische Untersuchung des Minerals; seine Analyse soll unten angeführt werden.

Der Johnstrupit wurde 1888 von mir entdeckt; derselbe sieht dem Mosandrit recht ähnlich aus und wurde auch anfänglich von mir mit diesem Mineral verwechselt. Die Farbe ist jedoch verschieden, indem der Mosandrit gewöhnlich braun, der Johnstrupit dagegen grünlich ist.

Beide Mineralien verhalten sich in krystallographischer und in optischer Beziehung so nahe gleich, dass sie der Bequemlichkeit wegen gemeinsam beschrieben werden sollen.

Was das Krystallsystem des Mosandrit betrifft, so hatte schon Weibye dasselbe als monosymmetrisch angegeben. J. Dana und später A. Des Cloizeaux dagegen fassten den Mosandrit als ein rhombisches Mineral auf und machten zugleich auf eine mögliche Isomorphie mit dem Zoisit aufmerksam.

1878 beschrieb ich als Mosandrit einige Krystalle von Låven, welche sich später als ein neues Mineral, Låvenit (s. unten) gezeigt haben; mein Vergleich der damals an dem Låvenit beobachteten Formen mit den früher von Weibye und Des Cloizeaux erwähnten Formen des Mosandrit ist deshalb natürlich irreleitend; die beiden Mineralien haben, obwohl sie bisweilen sehr leicht zu verwechseln sind, nichts mit einander zu schaffen.

Seitdem ich diesen Fehler bemerkt hatte, habe ich jahrelang vergeblich nach Krystallen von Mosandrit mit ausgebildeten Endflächen gesucht; erst im Jahre 1888 gelang es mir, an einem neuen Vorkommen eines sehr frischen dem Mosandrit ähnlichen Minerals, welches für diese Arbeit von Herrn H. Bäckström analysirt worden ist, ein Paar Krystalle mit messbaren Endflächen zu entdecken. Die nähere Untersuchung zeigte aber, dass dies Mineral nicht mit dem echten Mosandrit identisch ist, sondern als ein neues Mineral, welches ich hiermit nach meinem hochverehrten Freunde Professor Fr. Johnstrup in Kopenhagen: Johnstrupit nennen will, aufgefasst werden muss. Krystalle mit Endflächen sind mir deshalb von dem echten Mosandrit bisher unbekannt.

Die Krystalle des Johnstrupit zeigten ausser Flächen der Prismenzone am Ende zwei positive und zwei entsprechende negative Hemidomen, sowie eine Pyramidenfläche. Als die besten Messungen wurden folgende für die Berechnung des Axenverhältnisses benutzt, wobei die zur Grundlage genommenen Hemidomen als $\{201\} - 2P\infty$ und $\{\bar{2}01\} 2P\infty$, das zu Grunde gelegte Prisma als $\{210\} \infty P2$ aufgefasst werden sollen.

$$(201):(100) = 29^{\circ} 27\frac{1}{2}'$$

$$(\bar{2}01):(\bar{1}00) = 34 \quad 4$$

$$(210):(100) = 39 \quad 4$$

Daraus erhält man für die Grundform das Axenverhältniss des Johnstrupit

$$a : b : c = 1,6229 : 1 : 1,3594$$

$$\beta = 86^{\circ} 55\frac{1}{2}',$$

welches nach der Gleichheit der Prismenzone zu urtheilen auch wohl nicht allzu verschieden von dem Axenverhältnisse des Mosandrit sein kann.

Die von früheren Autoren wie von mir beobachteten Formen des Mosandrit und des Johnstrupit erhalten auf dies Axenverhältniss bezogen folgende Zeichen:

$$a = \{100\} \infty P\infty$$

$$b = \{010\} \infty P\infty$$

$$m = \{110\} \infty P$$

$$f = \{210\} \infty P2$$

$$l = \{520\} \infty P\frac{5}{2}$$

$$n = \{310\} \infty P3$$

$$k = \{410\} \infty P4$$

$$t = \{710\} \infty P7$$

$$z = \{120\} \infty P2$$

$$h = \{160\} \infty P6 (?)$$

$$d = \{101\} - P\infty$$

$$\delta = \{\bar{1}01\} P\infty (?)$$

$$x = \{201\} - 2P\infty$$

$$\xi = \{\bar{2}01\} 2P\infty$$

$$e = \{301\} - 3P\infty$$

$$\epsilon = \{\bar{3}01\} 3P\infty$$

$$o = \{103\} - \frac{1}{3}P\infty (?)$$

$$s = \{319\} - \frac{1}{3}P3 (?)$$

$$q = \{236\} - \frac{1}{2}P\frac{3}{2} (?)$$

Die Uebereinstimmung der gemessenen und der berechneten Werthe ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

	Johnstrupit.		Mosandrit.	
	Berechnet:	Gemessen v. Brögger:	Gemessen v. D. Cloiz.:	Gem. v. Weibye:
(100):(110) =	58° 19½'	58° 15½'	58° 37'	(55°)
(110):(110) =	416 39	416 34	—	—
(100):(210) =	*39 4	*39 4	39°—39° 20'	—
(210):(210) =	78 2	—	—	—
(100):(520) =	32 57	33 2	—	—
(100):(310) =	28 22½	28 43	—	—
(100):(410) =	22 3½	22 49	22° 50'	—
(100):(710) =	43 2	43 0 ca.	43°—43° 40'	—
(100):(120) =	72 54	73 0 ca.	—	—
(100):(160) =	84 7½	—	ca. 83° 0'	—
(100):(104) =	48 45	48 0 ca.	—	—
(100):(107) =	54 54½	—	—	—
(100):(204) =	*29 27½	*29 27½	—	—
(100):(207) =	*34 4	*34 4	—	—
(100):(304) =	24 45½	24 0 ca.	—	—
(100):(307) =	22 6	22 0 ca.	—	—
(100):(403) =	74 33	—	—	72
(100):(319) =	74 49½	72 42½	—	—
(319):(410) =	68 55½	70 26	—	—
(236):(236) =	75 30	—	—	(70)

Einen sicher bestimmbaren Unterschied der Winkel der Prismenzone konnte ich bei dem Mosandrit und dem Johnstrupit nicht beobachten.

Die von Weibye beschriebenen Krystalle (Taf. IV Fig. 2) waren nach seiner Beschreibung prismatisch mit den Flächen von {100}, {010}, {110}, {103} und ausserdem mit einem Prisma, welches mit dem Orthopinakoid den Winkel ca. 50° bilden sollte, was, wenn die bekannte Ungenauigkeit der Weibye'schen Messungen berücksichtigt wird, vielleicht auf ein Prisma {320} ∞ $P\frac{1}{2}$ bezogen werden kann, sowie endlich mit einer Pyramide, welche, von dem Doma {103} gerade abgestumpft, einen Polkantenwinkel von ca. 70° bilden sollte. Ich habe diese sehr zweifelhafte Pyramide aufgeführt als {236} $-\frac{1}{2}P\frac{1}{2}$, d. h. mit dem von Weibye beobachteten Orthodoma {103} $\frac{1}{2}P\infty$ und der von mir beobachteten Pyramide {319} $-\frac{1}{2}P3$ (?) in einer Zone gelegen; da Weibye's Messungen immer mit Misstrauen benutzt werden müssen, würde die geringe Uebereinstimmung des gemessenen und berechneten Winkels der genannten Pyramide kein Hinderniss für die Möglichkeit der angenommenen Lage sein*). — Dass jedoch die

*) Als Beispiel seiner Ungenauigkeit darf angeführt werden, dass er in derselben Abhandlung, in welcher auch die Mosandritkrystalle erwähnt sind, für den Zirkon folgende Messungen angiebt: $P : P = (111):(111) = 60^\circ$ (statt $56^\circ 40\frac{1}{2}'$), $P : \infty P = (111):(110)$

von Weibye beschriebenen Krystalle wirklich Mosandritkrystalle mit Endflächen gewesen sind, scheint seiner Beschreibung und seiner Erwähnung des Vorkommens nach doch nicht unwahrscheinlich; an Låvenit oder andere Mineralien ist der Prismenzone wegen nicht zu denken, wenn Weibye nicht vielleicht die Prismenzone der Mosandritkrystalle mit Endflächen von Låvenit ($P\infty$ und $0P$) combinirt haben sollte.

Die gewöhnlichen Krystalle des Mosandrit, wie auch des Johnstrupit, sind bekanntlich linealförmig ausgezogen parallel zum Orthopinakoid und zur Verticalaxe; alle Flächen der Prismenzone sind in der Regel stark längsgestreift, so dass die Messungen gewöhnlich nur schlechte Resultate geben; die angeführten Messungen der Prismenzone sind aus einer grossen Anzahl ausgesuchter Krystalle von Mosandrit (ohne Endflächen) ausgewählt. An derartigen Krystallen ohne Endflächen hatte Des Cloizeaux schon die Formen $\{100\}$, $\{040\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{310\}$, $\{410\}$, $\{710\}$ und $\{160\}$ angegeben; die Prismen $\{520\}$ und $\{120\}$ wurden von mir neu beobachtet (Taf. III Fig. 3 u. 4).

Unter den von mir beobachteten Endflächen des Johnstrupit (Taf. III Fig. 7 u. 8) wurden $\{201\}$, $\{20\bar{1}\}$, $\{301\}$ und $\{30\bar{1}\}$ an zwei ganz kleinen Kryställchen mittels des Reflexionsgoniometers gemessen, $\{101\}$ nur an einem Krystall mit den Anlegegoniometer; an demselben kam wahrscheinlich auch $\{101\}$, obwohl zu rauh um gemessen zu werden, vor. Endlich trat auch an einem grösseren Krystall eine Pyramidenfläche auf, wahrscheinlich $\{319\} - \frac{1}{3}P3$, an einer Ecke des sonst zerbrochenen Endes. Diese Fläche selbst war gut messbar, die angrenzenden Flächen von $\{100\} \infty P\infty$ und $\{410\} \infty P4$ dagegen weniger scharf, was die minder gute Uebereinstimmung der berechneten und gemessenen Werthe erklären dürfte.

In der Prismenzone der linealförmigen Mosandritkrystalle, welche auf Låven oft eine Länge von mehreren Decimeter erreichen, herrscht gewöhnlich ausser dem Orthopinakoid das Prisma $\infty P2$ vor; die übrigen Prismen bilden in der Regel eine Reihe von stark gestreiften Abstumpfungen; dieselben Prismen, welche am Mosandrit auftreten, kommen auch an den ebenfalls linealartigen und gestreiften Krystallen des Johnstrupit vor.

Die Spaltbarkeit ist bei beiden Mineralien nicht unvollkommen nach $\{100\} \infty P\infty$. Weibye giebt ausserdem auch eine Theilbarkeit nach seiner Fläche o ($-\frac{1}{3}P\infty$) und spurenweise nach seiner Fläche p an; ich habe diese Spaltbarkeitsrichtungen niemals beobachtet.

Was die optischen Verhältnisse des Mosandrit betrifft, so hatte Des Cloizeaux das Mineral als rhombisch angesehen und meinte damit über-

= 300° (statt $470^\circ 50'$, indem er $2P$ als P genommen hat; $2P : \infty P$ ist nämlich = $280^\circ 54'$) etc. Seine Messungen wurden immer in ganzen Graden angeführt und sind kaum auf 4 bis $50'$ genau.

einstimmend in drei senkrechten Schnitten nach ∞P_{∞} , ∞R_{∞} und senkrecht auf diese beiden Flächen parallele Auslöschung zu finden. Dies ist jedoch nicht richtig; in Dünnschliffen parallel zu $\{010\} \infty R_{\infty}$ sieht man sehr deutlich sowohl bei dem Mosandrit als bei dem Johnstrupit eine hervortretende Zwillingsstreifung nach dem Gesetz: Zwillingssebene das Orthopinakoid. In den Zwillingslamellen ist bei beiden Mineralien die Auslöschung nach jeder Seite ca. $2\frac{1}{4}^{\circ}$), zwischen zwei entgegengesetzt orientirten Lamellen also $4\frac{1}{2}^{\circ}$, was in Verbindung mit der parallelen Auslöschung in Schliffen nach ∞P_{∞} übereinstimmend mit den kristallographischen Beobachtungen das monosymmetrische Krystallsystem beweist.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel zur Symmetrieebene; die stumpfe Bisectrix bildet mit der Verticalaxe ca. $2\frac{1}{4}^{\circ}$, ob im spitzen oder stumpfen Winkel β austretend, konnte ich wegen Mangel an Material nicht entscheiden. Die spitze Bisectrix ist also nahezu senkrecht auf dem Orthopinakoid und nach meinen Präparaten optisch positiv (nicht wie Des Cloizeaux angiebt, optisch negativ). In Platten aus dem sehr frischen Johnstrupit von Barkevik gelang es, trotz der grossen Schwierigkeiten, zugleich hinreichend sprüngefreie Präparate aus der sehr spröden Substanz zu erhalten, die Axenwinkel in Oel zu messen:

	Li	Na	Tl
$2H_a$	$79^{\circ} 54'$	$77^{\circ} 42'$	$75^{\circ} 59\frac{1}{2}'$
$2H_o$	$125 40$	$127 40$	$131 11$
$2V_a$	$71 10\frac{1}{2}$	$69 54$	$68 20$
$2E$		$124^{\circ} 40'$	
β		$1,546$	

Die Dispersion für die optischen Axen ist also sehr bedeutend, $\varrho > v$; die Axenbilder zeigen deshalb im weissen Lichte nur gefärbte Hyperbeln mit breiten blauen Säumen an der Aussenseite der Hyperbel beider Axen. Das Interferenzbild sieht vollständig rhombisch aus; die geneigte Dispersion ist auch sehr unbedeutend, indem die Lage der Bisectrices für Roth und Grün nur um $0^{\circ} 13'$ verschieden gefunden wurde.

Was die oben angegebene Bestimmung von β betrifft, so kann dieselbe nicht genau sein, da die Beschaffenheit der Platten keine präzise Bestimmung des scheinbaren Axenwinkels in Luft erlaubte; die Lichtbrechung ist jedoch jedenfalls nicht sehr gross, und auch die Doppelbrechung ist nur von mittlerer Grösse, indem die Interferenzfarben in Dünnschliffen nicht sehr lebhaft sind. Der Pleochroismus ist äusserst schwach, in Dünnschliffen kaum bemerkbar, $c > b > a$, mit blassgelben Farben an dem frischen Mineral; die parallel c schwingenden Strahlen hell grünlichgelb, $\parallel b$ hell bräunlichgelb, $\parallel a$ sehr hellgelb.

*) Bisweilen etwas mehr, bis ca. 3° .

Die Körperfarbe des Mosandrit ist gewöhnlich, wenn derselbe frisch ist, tief röthlichbraun, die des angegriffenen Minerals gelblich oder bisweilen grünlichgelb. Strich blassgelb (Låven). Der Johnstrupit ist in frischem Zustande bräunlichgrün, mit gelblichgrünem Strich (Barkevik); wenn zersetzt, ist derselbe wie der Mosandrit gewöhnlich gelblich gefärbt. Auf ∞P_{∞} Glasglanz, auf Bruchflächen harz- oder fettartiger Glanz.

Der Mosandrit ist selten frisch und unzersetzt. In der Regel ist er einer mehr oder weniger tiefgreifenden Zersetzung unterworfen, welche das Mineral trübe gemacht und am Ende nichts von der ursprünglichen Substanz übrig gelassen hat. Während der vollkommen frische Mosandrit sich im Dünnschliff durch ganz helle blassgelbe Farbe auszeichnet, giebt sich die anfangende Umwandlung, wie es scheint, durch eine mehr und mehr um sich greifende, tiefer bräunliche Farbe kund, deren Auftreten mit geringerer Durchsichtigkeit der Substanz verbunden ist. Bei weiterer Zersetzung sind auf zahlreichen feinen Spalten flockige, tiefbraune Zersetzungsproducte (Oxydhydrate von Ceritoxiden?) ausgeschieden und haben die ganze Masse, welche wie mehlig opak aussieht, durchdrungen und getrübt.

In einem Dünnschliff ganz umgewandelten Materials ist von dem ursprünglichen Mosandrit nichts mehr übrig; die ganze Masse des Dünnschliffs zeigt sich von Flussspath erfüllt, theils auf Spalten, theils als grössere und kleinere Körner reichlich in der Masse selbst vertheilt, bald von tief viohlauer Farbe, bald vollkommen farblos. Diese Flussspathkörnerchen liegen zerstreut in der oben erwähnten braunen, von Oxydhydraten durchdrungenen, theils scheinbar amorphen, theils aus mehligten Körnchen oder filzigen, schwach doppeltbrechenden Fasern bestehenden Grundmasse; ausser Flussspath ist in geringer Menge auch Kalkspath ausgeschieden und ausserdem recht reichlich Aegirin gebildet, hier deutlich als ein secundäres Mineral, gleichzeitig mit dem Flussspath auskrystallisirt. Sowohl der Aegirin als auch der Flussspath und der Kalkspath sind häufig, namentlich an Spalten, nach der orthopinakoidalen Spaltbarkeit angeordnet.

Dieser ganze Umwandlungsprocess ist wahrscheinlich keine eigentliche Verwitterung, sondern gehört einer späteren Epoche der Gangbildung selbst an, bei welcher, wie die reichliche Flussspathbildung zeigt, sich vielleicht die Einwirkung von Fluorverbindungen als Gase oder Lösungen geltend gemacht hat. Wahrscheinlich hat bei der Flussspathbildung eben der reichliche Kalkgehalt und der Fluorgehalt des Mosandrit selbst auch an Ort und Stelle die Bestandtheile zur Bildung des Flussspath abgegeben.

Durch das eigenthümlich zellige Aussehen, welches die zahlreichen Flussspathkörner den Dünnschliffen verleihen, gewinnen dieselben grosse Aehnlichkeit mit Dünnschliffen von zersetztem Låvenit, welche auf ganz entsprechende Weise von Flussspath erfüllt sind und einer analogen Umwandlung unterworfen waren.

Chemische Zusammensetzung des Mosandrit und des Johnstrupit.

Schon Berlin hatte ziemlich genau die chemischen Eigenthümlichkeiten des Mosandrit untersucht; da seine Analysen aber in einer Zeit ausgeführt waren, als die Formel der Oxyde von *Ce*, *Y* etc. noch nicht festgestellt war, schien mir eine neue Untersuchung sehr wünschenswerth, um so mehr, weil ich vermuthen durfte, dass Berlin kaum hinreichend frisches Mosandrit-Material, welches sich nur schwierig beschaffen lässt, analysirt hatte. Durch jahrelange Bemühungen war es mir gelungen, ein hinreichendes Material von echtem Mosandrit aus Låven (spec. Gew. = 3,00) in vollkommen frischen, braun durchsichtigen Splintern zu schaffen; dasselbe wurde mittels der Thoulet'schen Lösung sorgfältig gereinigt und gütigst von Herrn H. Bäckström analysirt.

Im Kolben erhitzt giebt das Mineral reichlich Wasser ab. Vor dem Löthrohr schmilzt es ziemlich leicht und bläht sich dabei zu einer bräunlichgrünen oder weisslichen Perle auf. Mit Phosphorsalz die gewöhnliche Titansäurereaction etc.

Der Mosandrit löst sich unter Auscheidung von SiO_2 in Salzsäure zu einer dunkelrothen Lösung, welche beim Erhitzen Chlor abgiebt und gelblich wird.

Unter I. ist das Mittel der 3 (4) Analysen Berlin's, unter II. die Analyse Bäckström's angeführt.

	I.	II.	Quotientenzahlen:
SiO_2	29,93	30,71 *)	0,5012
TiO_2	9,90	5,33	0,0666
ZrO_2	—	7,43	0,0691
ThO_2	—	0,34	0,0011
CeO_2	26,56	6,34	0,0364
$\text{Ce}(\text{La}, \text{Di})_2\text{O}_3$		10,45	0,0315
Y_2O_3		3,52	0,0156
Fe_2O_3	1,83	0,56	0,0034
MnO		0,45	0,0065
CaO	19,07	22,53	0,4030
MgO	0,75	0,63	0,0158
Na_2O	2,87	2,44	0,0395
K_2O	0,52	0,38	0,0040
H_2O	8,90	7,70	0,4277
<i>F</i>	—	2,06	0,1078
	400,33	400,87	
		O —0,86	
		400,01	

*) Als Verlust der Analyse; eine weniger zuverlässige directe Bestimmung gab 29,64.

Der Unterschied der Analyse Bäckström's gegenüber der älteren Analyse von Berlin besteht, wie man sieht, wesentlich in der genaueren Bestimmung der Oxydationsgrade der Ceritoxyside, in der Entdeckung der ZrO_2 und des Fluors.

Die chemische Zusammensetzung des Johnstrupit wurde ebenfalls gütigst durch Herrn H. Bäckström untersucht; die vollkommen frische Substanz war mittels der Thoulet'schen Lösung, in welcher der schwerste reine Johnstrupit kaum mehr schwebt, und mittels Electromagneten sorgfältig gereinigt. Spec. Gew. des Analysenmaterials (in Benzol bestimmt) = 3,29. Die Analyse Bäckström's gab:

Quotientenzahlen:		
SiO_2	30,50	0,5018
TiO_2	7,57	0,0946
ZrO_2	2,84	0,0233
ThO_2	0,79	0,0029
CeO_2	0,80	0,0046
$Ce(La, Di)_2O_3$	12,71	0,0380
Y_2O_3	1,11	0,0049
Al_2O_3	1,52	0,0148
Fe_2O_3	0,50	0,0031
MnO	Spur	—
CaO	27,76	0,4966
MgO	1,63	0,0408
Na_2O	6,67	0,1076
K_2O	0,12	0,0013
H_2O	4,41	0,0783
Fl	5,98	0,3131
	101,91	
O	— 2,50	
	99,41	

Die beiden Mineralien zeigen, wie die Analysen ergeben, zwar viele Aehnlichkeit, andererseits aber auch erhebliche Unterschiede. Offenbar ersetzen einander (HO) und F theilweise; ferner ist es wahrscheinlich, dass in dem Johnstrupit die geringere Menge der Oxyde $R^{IV}O_2$ durch eine grössere Menge von $R^{III}_2O_3$ ersetzt sei. Diese beiden Schlussfolgerungen aus dem Vergleiche der Analysen scheinen in erster Linie der Berechnung zu Grunde gelegt werden zu müssen.

Die geometrische Aehnlichkeit mit den Mineralien der Epidotfamilie macht es höchst wahrscheinlich, dass die chemische Constitution beider Mineralien mit denen dieser Familie Analogien darbieten müsse. Der Epidot kann als ein Orthosilicat aufgefasst werden, in dessen Zusammensetzung eine

zweiwerthige Gruppe $(HO)\overset{III}{R}$ eingeht*), so dass die Formel geschrieben werden kann: $[(HO)\overset{III}{R}]\overset{III}{R}_2\overset{II}{R}_2[SiO_4]_3$ (oder ein Multiplum davon).

Die Analysen des Mosandrit und des Johnstrupit lassen sich nun auf eine Epidotformel berechnen unter der Annahme, dass in dem ersten eine achtwerthige Gruppe $\left[\begin{smallmatrix} F_2 \\ (HO)_6 \end{smallmatrix} \right] \overset{IV}{R}_4$, in dem zweiten eine damit gleichwerthige

Gruppe $\left[\begin{smallmatrix} F\overset{III}{R} \\ F_6\overset{IV}{R}_3 \end{smallmatrix} \right]$ vorhanden ist. Die erste dieser Gruppen besteht also aus

$3[(HO)_2\overset{IV}{R}] + [F_2\overset{IV}{R}]$, die zweite aus $3[F_2\overset{IV}{R}] + [F\overset{III}{R}]$. Jede Gruppe besteht somit aus zweiwerthigen Verbindungen, welche mit der erwähnten zweiwerthigen Verbindung $[(HO)\overset{III}{R}]$ der Epidotgruppe gleichwerthig sind.

In dem Mosandrit und dem Johnstrupit verhalten sich nun:

Mosandrit: $\overset{IV}{RO}_2 : \overset{III}{R}_2O_3 : \overset{II}{RO} : (\overset{I}{R}_2)O : H_2O : F : SiO_2$
4,19 : 4,20 : 40,48 : 4,04 : 40,25 : 2,57 : 42

$\overset{IV}{RO}_2 : \overset{III}{R}_2O_3 : \overset{II}{Ca}O : \overset{II}{Mg}O : \overset{I}{R}_2O : H_2O : F : SiO_2$
Johnstrupit: 3,00 : 4,45 : 44,87 : 0,98 : 2,64 : 4,87 : 7,48 : 42

Werden diese Proportionen aufgefasst als:

$RO_2 : R_2O_3 : RO : MgO : R_2O : H_2O : F : SiO_2$
Mosandrit: 4 : 4 : 40 : : 4 : 40 : 2 : 42
Johnstrupit: 3 : 4,50 : 42 : 4 : 3 : 4 : 7 : 42

so erhält man für die beiden Mineralien folgende Formeln:

Mosandrit $\left[\begin{smallmatrix} F_2 \\ (HO)_6 \end{smallmatrix} \right] \overset{IV}{R}_4 \overset{III}{R}_2 \overset{II}{R}_{10} (\overset{I}{R}_2)_7 [SiO_4]_{12}$,

wo $\overset{IV}{R} = \frac{2}{3}Ti, \frac{2}{3}Zr, \frac{1}{3}Ce$ mit ein wenig *Th*,

$\overset{III}{R} = \frac{2}{3}Ce, \frac{1}{3}Y$ und ein wenig *Fe*,

$\overset{II}{R} = 40Ca$ mit ein wenig *Mg* und *Mn*,

$\overset{I}{R}_2 = 6H_2, 4Na_2$ mit ein wenig *K*₂;

Johnstrupit: $\left[\begin{smallmatrix} F_6\overset{IV}{R}_3 \\ F\overset{III}{R} \end{smallmatrix} \right] \overset{III}{R}_2 \overset{II}{R}_{13} (\overset{I}{R}_2)_4 [SiO_4]_{12}$,

wo $\overset{IV}{R} = \frac{2}{3}Ti, \frac{1}{3}Zr$ mit ein wenig *Th* und *Ce*,

$\overset{III}{R} = Ce$,

$\overset{II}{R}_2 = 4(Ce \text{ und } Y) \text{ und } 4(Al \text{ und } Fe)$,

$\overset{II}{R} = 12Ca, 4Mg$,

$\overset{I}{R}_2 = 3Na_2, 4H_2$.

*) Oder ein Multiplum davon, vielleicht eine achtwerthige Gruppe $[(HO)\overset{III}{R}]_4$.

Nach diesen Formeln habe ich zum Vergleich mit den gefundenen Zahlen der Analysen folgende Procentzahlen berechnet:

	Mosandrit.		Johnstrupit.	
	Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:	Gefunden:
SiO_2	34,69	30,74	29,89	30,50
TiO_2	5,41	5,33	7,64	7,57
ZrO_2	8,64	{ 7,43	3,85	{ 2,84
ThO_2	—	{ 0,34	—	{ 0,79
CeO_2	6,19	6,34	—	{ 0,80
Ce_2O_3	9,72	10,45	11,11	{ 12,74
Y_2O_3	3,32	{ 3,52	—	{ 4,11
Fe_2O_3	—	{ 0,56	—	{ 0,50
Al_2O_3	—	—	2,15	{ 4,52
CaO	24,63	{ 22,53	28,50	27,76
MnO	—	{ 0,45	—	—
MgO	—	{ 0,63	4,69	4,63
Na_2O	2,42	{ 2,44	7,89	{ 6,67
K_2O	—	{ 0,33	—	{ 0,12
H_2O	7,03	7,70	0,97	1,44
F	4,67	2,06	5,68	5,98
	400,69		402,37	
O	— 0,69		2,37	
	400,00		100,00	

Die Uebereinstimmung der berechneten und beobachteten Zusammensetzung ist, wie man sieht, wenn die Schwierigkeiten der Analysen berücksichtigt werden, befriedigend.

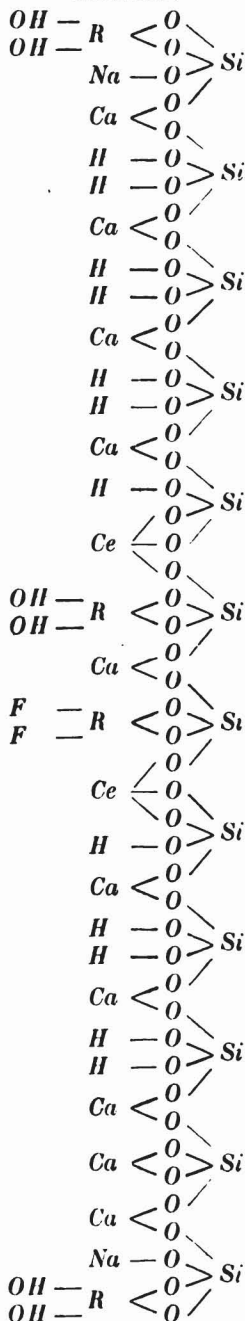
Ueber die nähere Constitution der beiden Mineralien Mosandrit und Johnstrupit eine sichere Vorstellung zu geben, ist bei unseren jetzigen Kenntnissen nicht thunlich; die folgenden Constitutionsformeln sollen deshalb nur zum Zweck des näheren Vergleichs der beiden Mineralien angeführt werden, selbstverständlich also ohne Anspruch darauf, die wirkliche Constitution anzugeben (s. S. 84).

Die Verschiedenheit der beiden Mineralien ist, wie man aus dieser Zusammenstellung sieht, hinreichend gross, um zur Trennung derselben als gesonderter Species zu berechtigen; der Johnstrupit ist auffallender Weise chemisch näher mit dem Rinkit als mit dem Mosandrit verwandt, von dem Rinkit aber durch die Lage der optischen Axenebene leicht zu unterscheiden.

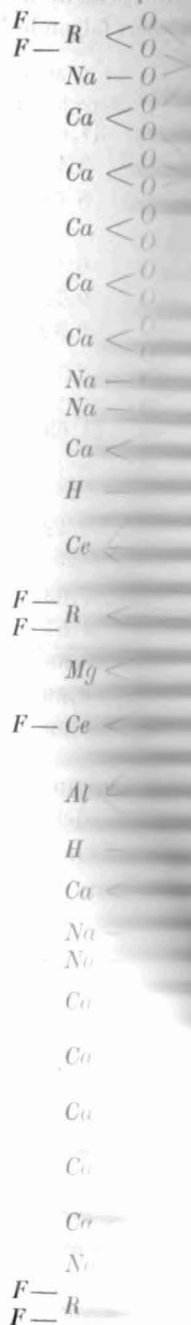
Ueber die Ausführung seiner Analysen hat Herr H. Bäckström folgende Bemerkungen mitgetheilt.

»Die Mineralien lösen sich äusserst leicht in verdünnter Salzsäure; um

Mosandrit:



Johnstrupit:



aber für die Bestimmung der Basen sowohl SiO_2 als F zu entfernen, wurde doch das Mineralpulver mit Schwefelsäure und Flusssäure aufgeschlossen. Das dadurch erhaltene Gemenge von Sulfaten wurde in Wasser und Salzsäure gelöst, wonach die Lösung halbwarm mit Ammoniak gefällt wurde (nach Zusatz von einigen Tropfen Wasserstoffsuperoxyd, um auch den kleinen Manganengehalt vollständig ausgefällt zu erhalten). Im Filtrate von dieser Fällung wurde Kalk, Magnesia und Alkalien nach gewöhnlichen analytischen Methoden bestimmt; die Fällung selbst wurde in einer möglichst kleinen Quantität verdünnter Salzsäure gelöst, worauf die Erden mit Oxalsäure gefällt wurden. Nach 24 Stunden wurde die Fällung abfiltrirt, sie wurde geglüht, gewogen und wieder gelöst; die so erhaltene Lösung wurde mit Natriumcarbonat neutralisirt und mit Natriumhyposulfit gekocht zur Ausfällung der Thorerde und der kleinen Quantitäten von Titansäure und Zirkonerde, welche zusammen mit den seltenen Erden gefällt waren. Der Niederschlag wurde gewogen und wieder gelöst; in der Lösung wurde zuerst Titansäure colorimetrisch bestimmt, wonach die Thorerde mit Oxalsäure gefällt wurde; der Rückstand wurde als Zirkonerde angesehen. Im Filtrate von der Natriumhyposulfitfällung wurden nach passender Concentration die Ceritoxyde und die Yttererden mit Kaliumsulfat getrennt. Im Filtrate von der Oxalsäurefällung wurde nach Zusatz von Weinsäure Fe und Mn mit Schwefelammonium gefällt, wonach im Filtrate, nach dem Wegtreiben der Weinsäure, die Thonerde mittels Natronlauge von Titansäure und Zirkonerde getrennt wurde. Um diese beiden Oxyde zu trennen, wurde folgende Methode gebraucht: Der ausschliesslich Titan und Zirkonium enthaltenden Lösung wurde Wasserstoffsuperoxyd im Ueberschuss zugesetzt, wonach ihre von TiO_2 herrührende Farbe mit einer in Concentration und Volumen ungefähr gleichen, eben mit Wasserstoffsuperoxyd versetzten Lösung von reiner TiO_2 , in einem Becherglase von gleicher Grösse und Form wie für die andere Lösung, verglichen wurde. Die eine Lösung wurde verdünnt, bis die Farbe in beiden Bechern gleich wurde, das Volumen der beiden Lösungen gemessen und beide, nach Neutralisation mit Ammoniak, durch Kochen mit Ammoniumacetat gefällt. Aus der Titansäurelösung erhielt man dann nach Reduction auf dasselbe Volumen, wie das der Analysenlösung, den Gehalt an TiO_2 , aus der Analysenlösung die Summe von TiO_2 und ZrO_2 .«

»Für die Bestimmung von Fluor und Kieselsäure wurde die gewöhnliche Berzelius-Rose'sche Methode angewandt; sie hat mir jedoch immer einen zu niedrigen SiO_2 -Gehalt ergeben.«

»Für die Bestimmung des Wassergehaltes wurde die Methode von Jannasch (Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1889) angewandt; dieselbe setzt jedoch eine Correction für den ganz bedeutenden, allerdings wahrscheinlich

ziemlich constanten Fehler, welcher durch die Anwendung des sehr stark hygroskopischen Bleichromates resultirt, voraus.«

»Um schliesslich die Oxydationsgrade des Cer zu bestimmen, wurde das Mineral in verdünnter Schwefelsäure in Gegenwart von Ammonium-eisensulfat, in einer Kohlensäureatmosphäre, gelöst, wonach die Menge von nicht oxydirtam Ammoniumeisensulfat durch Titiren mit Chamäleonlösung bestimmt wurde.«

Vorkommen des Mosandrit und des Johnstrupit.

Der Mosandrit wurde zuerst auf der kleinen Insel Låven, südlich von Stokö entdeckt und findet sich auch hier in stellenweise ganz reichlicher Menge in einzelnen Partien der grossen Gangmasse dieser Insel. Auch auf der gegenüberliegenden Spitze der grösseren Insel Stokö selbst, welche ursprünglich mit der Gangmasse von Låven zusammengehört haben muss, findet sich der Mosandrit, hier aber viel spärlicher. An den nahe-liegenden Inseln findet man ihn hier und da, ausserhalb Låvens jedoch überall nur als Seltenheit. Etwas häufiger findet man echten Mosandrit in geringer Menge auch auf mehreren Gängen der Scheeren bei Barkevik.

Das einzige bis jetzt bekannte Vorkommen des Johnstrupit fand sich ebenfalls auf einem der vielen Scheeren in der Nähe von Barkevik und wurde hier in ganz frischen Stücken gesammelt. Diese Stufen hatten eine gewisse Aehnlichkeit mit Cappelenitstufen und sind auch im Mineralienhandel als Cappelenit verkauft worden; Alles, was im Handel als Cappelenit verkauft ist, gehört aber nicht dem Cappelenit, sondern theils dem Johnstrupit, theils auch noch anderen Mineralien an. Das Vorkommen des Johnstrupit, wie so häufig ein ganz kleiner Gang, ist schon vollständig ausgebeutet, und das Mineral muss zu den seltensten Mineralien unserer Gänge gerechnet werden.

Sowohl der Mosandrit als der Johnstrupit haben deshalb eine ganz beschränkte Verbreitung; auf den Gängen bei Fredriksvärn oder Laurvik dürften dieselben kaum vorkommen, und nur an einer einzigen Localität, Låven, bildet der eine derselben, der Mosandrit, stellenweise einen wesentlichen Gangbestandtheil. Seine oft 2—5 dm langen, selten bis 4 cm dicken linealförmigen (s. Fig. 3 u. 4, Taf. III) Krystalle setzen hier stellenweise in grosser Menge kreuz und quer durch die Gangmasse, welche an diesen Stellen ausserdem hauptsächlich aus Feldspath, schwarzem Glimmer, Aegirin und rothem Eläolith besteht. Der Mosandrit hat augenscheinlich recht früh zu krystallisiren angefangen, aber seine Krystallisation hat sich auch während der Bildung der übrigen Hauptmineralien theilweise noch fortgesetzt, denn seine langen Lineale durchsetzen einerseits die übrigen genannten Mineralien, namentlich den Feldspath und den Eläolith, andererseits sind sie oft in ihrer Krystallisation von diesen Mineralien deutlich gehindert gewesen, indem z. B. die Endflächen fast regelmässig zu fehlen scheinen.

Die langen Mosandritlineale verjüngen sich nämlich in der Regel nach den Enden hin und sind hier oft ganz rauh, was auf die mit jenen Mineralien gleichzeitige Ausbildung der Krystallenden deutet. Die Krystallisation des Mosandrit, welche früher als die der genannten Hauptgangminerale anfangt, indem die langen Mosandritkrystalle als Radien von gemeinsamen Centren in der Gangmasse ausstrahlen, hat sich also noch fortgesetzt, nachdem schon die übrigen Gangminerale auszukrystallisiren anfangen. Dass bei seiner Bildung eine Umsetzung von Fluorverbindungen stattgefunden haben muss, scheint deshalb wahrscheinlich, weil er sehr häufig auch mit primär oder sehr früh gebildetem Flussspath verwachsen ist, welcher nicht mit dem bei seiner Zersetzung gebildeten verwechselt werden darf. Dieser primäre Flussspath findet sich auch mit dem Johnstrupit zusammen; er zeigt hier seinen ursprünglichen Charakter dadurch, dass er bisweilen gegen die übrigen Gangminerale gut krystallisirt ist; zwischen den Johnstrupitkrystallen bildet er feine lamellare Spaltenausfüllungen; gegen diesen Flussspath findet man dann auch bisweilen kleine Johnstrupit tafeln, an die grossen angewachsen, mit messbaren Endflächen.

Recht bemerkenswerth ist es, dass der Mosandrit, welcher doch auf Låven so reichlich auftritt, selbst hier nur auf einem ganz begrenzten Gebiete der Gangmasse vertreten ist, während die Hauptmasse des Ganges keinen oder nur wenig Mosandrit führt. Die langen Mosandritlineale sind sehr häufig gekrümmt, gebogen, geknickt und wieder durch andere primäre Gangminerale, namentlich Feldspath und Eläolith, verkittet, ein Beweis dafür, dass die Gangmasse während der Krystallisation in Bewegung gewesen ist.

Die Krystalle des Mosandrit von Låven sind gewöhnlich stark zersetzt; wenn frisch, sind sie braun. Die Stufen des Johnstrupit zeigen ausser diesem Mineral noch Wöhlerit, Rosenbuschit, Eukolith, Prismen von grünem Apatit etc., violblauen Flussspath, schwarzen Glimmer, Aegirin, Eläolith, Sodalith, Feldspathe und Zeolithe. Die linealförmigen Krystalle des Johnstrupit sind nach dem Rosenbuschit gebildet, denn die Nadeln des Rosenbuschit durchspiesen die Johnstrupit tafeln.

Ueber die Verwandtschaft des Johnstrupit, des Mosandrit und des Rinkit mit den Mineralien der Epidotgruppe.

Der Johnstrupit und der Mosandrit sind mit einander und mit dem Rinkit homöomorph.

In geometrischer Beziehung stimmen der Johnstrupit und der Rinkit recht nahe überein. Beide sind tafelförmig oder linealförmig nach dem Orthopinakoid und der Verticalaxe ausgezogen; die Hauptsplittbarkeit geht bei beiden nach dem Orthopinakoid, welches auch bei beiden als Zwillingss-

ebene fungirt. Die gestreifte Beschaffenheit der Flächen der Verticalzone ist bei beiden Mineralien dieselbe und auch die auftretenden Prismen sind zum Theil die gleichen und zeigen nahe übereinstimmende Winkel, z. B.

	Johnstrupit:	Rinkit:
(400):(410) =	58° 19½'	57° 29'
(400):(420) =	72 54	72 20

Die Endflächen des Rinkit stimmen ungefähr mit den Orthodomen $+\frac{1}{3}P\infty$ und $-\frac{1}{3}P\infty$ des Johnstrupit überein, bei dem jedoch derartige niedrige Orthodomen nicht gemessen werden konnten, obwohl sie gewiss nicht fehlen.

	Johnstrupit:	Rinkit:
(400):(405) =	77° 34'	—
(400):(404) =	—	78° 47'
(400):(405) =	83 29½	—
(400):(404) =	—	80 38

Wenn die Domen des Rinkit zum Vergleich mit dem Johnstrupit als $\pm\frac{1}{3}P\infty$ angesehen werden, erhalten wir folgende Axenverhältnisse:

$$\text{Johnstrupit } a:b:c = 4,6229:4:4,3594$$

$$\beta = 86^{\circ} 55\frac{1}{2}'.$$

$$\text{Rinkit } a:b:c = 4,5688:4:4,4609$$

$$\beta = 88^{\circ} 47\frac{1}{2}'.$$

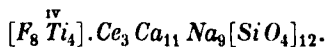
Es muss bemerkt werden, dass auch die Rinkitkrystalle keine genauen Messungen erlaubten.

In den optischen Eigenschaften stimmen die beiden Mineralien wieder in mancher Beziehung recht genau überein. Die spitze Bisectrix liegt auch bei dem Rinkit in der Symmetrieebene und fast senkrecht auf dem Orthopinakoid, so dass die Auslöschung in Dünnschliffen nach der Symmetrieebene nur ca. $7\frac{1}{2}^{\circ}$ ist. Auch zeigen solche Schliffe ganz wie beim Johnstrupit und beim Mosandrit eine feine Zwillingsstreifung nach dem Gesetz: Zwillingssebene das Orthopinakoid, ferner sind beide Mineralien optisch positiv, haben ungefähr gleiche Grösse der Axenwinkel (jedoch etwas kleiner beim Rinkit), sind im Dünnschliffe ähnlich gefärbt, von ähnlicher Stärke der Doppelbrechung und Lichtbrechung und beide äusserst schwach pleochroitisch. Dagegen bildet es zwischen den beiden Mineralien Johnstrupit und Mosandrit einerseits und dem Rinkit andererseits einen sehr charakteristischen Unterschied, dass die optische Axenebene beim Rinkit nicht wie beim Johnstrupit und beim Mosandrit parallel, sondern senkrecht zur Symmetrieebene ist. Die Körperfarbe des Rinkit ist charakteristisch gelbbraun bis gelb, bei der Zersetzung strohgelb.

Recht auffallend ist es, dass der Rinkit nach Steenstrup's Bestimmung

ein spec. Gew. von 3,46 haben soll, während der Mosandrit nur 3,00 (Br.), der Johnstrupit etwas mehr als 3,49 (Br.), bis 3,29 (Bäckström) erreicht. Ich fand die angegebenen Zahlen durch Bestimmung mittelst der Thoulet'schen Lösung, in welcher der Johnstrupit eben nur noch schwebt. Erdmann fand für den Mosandrit 2,93—2,98, Berlin 3,02—3,03. Die Härte ist bei allen ungefähr = 5.

In chemischer Beziehung ist der Rinkit gewiss nahe verwandt mit den beiden norwegischen Mineralien Mosandrit und Johnstrupit; da aber die Analyse Lorenzen's von dem Rinkit nicht hinreichend vollständig ist (der Oxydationsgrad der Ceritoxyside ist nicht sicher bestimmt etc.), lässt sich ein ganz genauer Vergleich in chemischer Beziehung nicht durchführen. Nach der Analyse Lorenzen's zu schliessen wäre der Rinkit am nächsten aufzufassen als



Der Rinkit, der Johnstrupit und der Mosandrit sind demnach homöomorphe Mineralien, welche einander sehr nahe stehen, ohne jedoch identisch zu sein. Ganz interessant ist es, dass ebenso wie es mit Eudialyt und dem Eukolit, dem Steenstrupin und dem Melanocerit der Fall ist, auch hier nahe verwandte, aber nicht identische Species vorliegen, von welchen in allen drei Fällen die einen nur bei Kangerdluarsuk in Grönland, die anderen nur am Langesundfjord in Norwegen bekannt sind.

Das genauere Studium des Johnstrupit, des Mosandrit und des nahe verwandten Rinkit zeigt, dass diese Mineralien alle unzweifelhaft der Epidotfamilie angehören; sowohl die chemische Zusammensetzung, als die geometrischen und physikalischen Verhältnisse beweisen die Richtigkeit dieser Auffassung. In geometrischer Beziehung lässt sich die Verwandtschaft zwischen den drei Haupttypen der Epidotfamilie: dem rhombischen Zoisit, dem monosymmetrischen Epidot (mit dem der Manganepidot und der Orthit homöomorph sind) und dem monosymmetrischen Johnstrupit (mit welchem der Mosandrit und der Rinkit homöomorph sind) in der auf S. 90 angegebenen Weise veranschaulichen.

Diese Zusammenstellung scheint von Interesse. Was erstens den Vergleich zwischen den beiden Mineralien, dem Zoisit $H_2Ca_4Al_6Si_6O_{26}$ und dem Epidot, wesentlich $H_2Ca_4(Al,Fe)_6Si_6O_{26}$ betrifft, so sind diese beiden schon längst als chemisch isomorph erkannt. In geometrischer Beziehung fassten Tschermak*) und Groth ihrer gewöhnlichen Deutung gemäss dieselben als isodimorph auf. Auf Grundlage des von Tschermak gegebenen Vergleiches beider Mineralien bemerkt Groth darüber (Tabell. Uebersicht 2. Ausg. S. 89) Folgendes: »Was die Krystallformen der beiden im Ver-

*) G. Tschermak und L. Sipöcz, Sitzber. d. Wien. Akad. 1880, 82, 46—49 (Sep.-Abdr.). Ref. diese Zeitschr. 6, 200.

Zoisit (Thulit)	Epidot (vom Sulzbachthal)				Johnstrupit	
		Diff.v.d.Zois.	Mittelwerth			Diff.v.d.Zois.
(024):(010) = 55° 44'	(110):(100) = 55° 0'			}	(104):(100) = 48° 45'	— 6° 59'
(044):(010) = 35 44	(210):(100) = 35 32			}	(104):(100) = 54 53	— 3 24
(064):(010) = 25 24	(310):(100) = 25 24			}	(204):(100) = 39 27½	— 6 46½
					(204):(100) = 34 4	— 3 43
					(304):(100) = 24 45½	— 4 24½
					(304):(100) = 22 6	— 3 34
(140):(010) = 22 4	(302)*:(100) = 22 57	+ 0° 56'	{ 21° 44'	— 0° 20'	(410):(100) = 22 3½	
	(502):(100) = 20 25	— 4 36				
(130):(010) = 28 20	(104):(100) = 29 54	+ 4 34	{ 27 55½	— 0 24½	(310):(100) = 28 22½	
	(207):(100) = 25 57	— 2 23				
(120):(010) = 38 58½	(102):(100) = 42 5	+ 3 6½	{ 38 36	— 0 22½	(210):(100) = 39 4	
	(302):(100) = 35 7	— 3 54½				
(110):(010) = 58 47	(004):(100) = 64 36	+ 6 49	{ 58 9	— 0 8	(110):(100) = 58 49½	
	(107):(100) = 54 42	— 6 35				
(210):(010) = 72 50	(104):(100) = 80 59	+ 8 9	{ 72 44½	— 0 5½	(120):(100) = 72 54	
	(307):(100) = 64 30	— 8 20				
(100):(010) = 90 0	(402):(100) = 84 3	— 8 57			(010):(100) = 90 0	
(110):(110) = 63 26	(004):(104) = 63 42				(110):(110) = 63 24	

*) Nicht als Krystallfläche beobachtet.

hältniss der Dimorphie zu einander stehenden Mineralien Zoisit und Epidot betrifft, so zeigen dieselben, wie gewöhnlich dimorphe Substanzen, eine grosse Aehnlichkeit ihrer wichtigsten Winkel: der Zoisit ist vorherrschend entwickelt nach einem Prisma von $63^{\circ}34'$, während die gewöhnlich herrschenden Querflächen $M\{001\}0P$ und $r\{\bar{1}01\}+P\infty$ des Epidot $63^{\circ}24'$ bilden; die aus $o\{111\}P$ und $u\{021\}2\bar{P}\infty$ zusammengesetzte sechsflächige Endigung der Zoisitprismen besitzt nur wenig abweichende Winkel von der Combination der sechs häufigsten Endflächen des Epidot $o\{011, 0\bar{1}1\}P\infty$, $n\{\bar{1}11, 11\bar{1}\}+P$, $z\{110, \bar{1}10\}\infty P$.

Aus dieser Zusammenstellung erhellt schon, dass am monosymmetrischen Epidot die Flächen von $\{001\}$ und $\{\bar{1}01\}$ dem Prisma des rhombischen Zoisit entsprechen, ebenso dass die Flächen $\{\bar{1}11\}$ und $\{11\bar{1}\}$ von der Grundpyramide und $\{011\}$ und $\{01\bar{1}\}$ des ersten Klinodomas des Epidot den vier oberen Pyramidenflächen $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}11\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ des Zoisit entsprechen, und endlich die Flächen $\{110\}$ und $\{\bar{1}10\}$ des Grundprismas des Epidot die Flächen $\{021\}$ und $\{0\bar{2}1\}$ des Zoisit repräsentiren. Dass diese schon von Groth gegebene Zusammenstellung richtig ist, scheint nach allen wesentlichen geometrischen und physikalischen Eigenthümlichkeiten der beiden Mineralien höchst wahrscheinlich.

Zum Unterschiede von Groth fasse ich aber diese Uebereinstimmung nicht als durch eine Dimorphie, sondern durch eine Morphotropie bewirkt auf. Es ist die morphotropische Wirkung des Eintretens von einem Eisenoxydsilicat anstatt des Thonerdesilicates des Zoisit, auf welche die geringere Symmetrie des Epidot zurückzuführen ist. Die nähere Betrachtung lehrt, dass wenn die oben angenommene Zusammenstellung berechtigt ist, das Orthopinakoid des Epidot dem Brachypinakoid des Zoisit entsprechen muss; dies wird ausserdem dadurch bestätigt, dass diese Fläche bei beiden Mineralien als die vorzüglichste Spaltungsfläche und als immer sehr hervortretend ausgebildete Krystallfläche eine herrschende Rolle spielt. Am Epidot liegen nun aber die dem Prisma des Zoisit entsprechenden Flächen $\{\bar{1}01\}$ und $\{001\}$ nicht mehr symmetrisch zum Orthopinakoid; dem entsprechend müssen auch für jedes andere Prisma des Zoisit am Epidot zwei zum Orthopinakoid jederseits gelegene Flächen der Orthodomenzone vorhanden sein. Dies wird in der That auch auf eine glänzende Weise durch den näheren Vergleich beider Mineralien bestätigt; so entsprechen dem Prisma

(120) des Zoisit die Orthodomen	(102) und (302)
(130) - - - -	(101) - (201)
(140) - - - -	(302) - (502)
(210) - - - -	(104) - (304) etc.

Essind, wie man sieht, eben die einfachsten Flächen der Orthodomenzone des Epidot, welche in der gleichwerthigen

Prismenzone des Zoisit durch entsprechende einfache Prismen repräsentirt werden.

Im Ganzen gestaltet sich das Resultat der morphotropischen Wirkung des Eisenoxysilicates im Epidot im Verhältniss zum Zoisit so, als ob die Zoisitkrystalle plastisch gewesen wären und durch eine Drehung des Brachypinakoides gegen das Makropinakoid um die Zonenaxe der gestreiften Prismen bis zur Entstehung eines schiefen Winkels zwischen den beiden genannten Flächen auf solche Weise deformirt worden wären, dass sämtliche Flächen in der Richtung der Bewegung bei der Deformation sich um einen bestimmten Betrag aus ihrer symmetrischen Lage zum Brachypinakoid verschoben hätten. Dieser Vorgang ist durch die Figg. 5 und 6 auf Tafel III, welche eine Projection des Zoisit auf die Basis und eine solche des Epidot auf die Symmetrieebene neben einander darstellen, veranschaulicht. Aus der Tabelle, welche die Differenzen der Winkelwerthe der entsprechenden Flächen der Prismenzone des Zoisit zum Brachypinakoid und der Orthodomenzone des Epidot zum Orthopinakoid darstellt, geht mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Verschiebung der beiden Pinakoide gegen einander durch den Winkel $8^{\circ} 57'$, die Differenz des Winkels $(10\bar{2}) : (100)$ von 90° , angegeben wird, dass, mit anderen Worten, die Fläche $i = \{10\bar{2}\} + \frac{1}{4}P\infty$ dem Makropinakoid des Zoisit entspricht.

Eine natürliche Vergleichung des Zoisit und des Epidot sollte demnach am besten die Zoisitkrystalle in liegender Stellung mit der c -Axe als b -Axe und mit der b -Axe als a -Axe aufstellen, ferner am Epidot anstatt der jetzt als Basis genommenen Fläche M die Fläche i als Basis nehmen, wodurch n eine negative, o die entsprechende positive Pyramide sein würde. Wenn also beim Zoisit das gewöhnliche Brachydoma $\{021\}2\bar{P}\infty$ als verticales Grundprisma, das frühere Grundprisma $\{110\}\infty P$ dagegen als liegendes Makrodoma genommen wird, und wenn beim Epidot die Flächen von z wie bisher als Grundprisma, die Fläche r ($P\infty$) dagegen als negatives primäres Hemidoma und i als Basis genommen wird, so erhalten die beiden Mineralien folgende genau vergleichbaren Axenverhältnisse:

$$\text{Zoisit}^*) a' : b' : c' = 1,4406 : 1 : 0,8903; \alpha, \beta \text{ und } \gamma = 90^{\circ};$$

$$\text{Epidot } a' : b' : c' = 1,4458 : 1 : 0,9023; \alpha' \text{ und } \gamma' = 90^{\circ}, \beta' = 81^{\circ} 3'.$$

Diese Axenverhältnisse entsprechen den wesentlichen Beziehungen der geometrischen und physikalischen Verhältnisse der beiden Mineralien; wenn oben die morphotropische Wirkung durch einen aus einem anderen Gebiete geholten Vergleich mit einem rein mechanischen Vorgange veranschaulicht wurde, ist dies natürlich nur figürlich zu fassen. Thatsächlich hat

*) Für den Zoisit sind hier wie oben meine Messungen am Thulit zu Grunde gelegt; dieselben weichen nur unbedeutend von den Tschermak'schen Messungen des echten Zoisit ab.

selbstverständlich keine derartige Deformation stattgefunden, sondern die beiden Formencomplexe mit den Axenverhältnissen, durch welche sie charakterisirt werden, sind das directe Resultat des verschiedenartigen Aufbaues der orientirten Zoisitmoleküle im Zoisit und der eisenreicheren Epidotmoleküle im Epidot. Gleichwie in der Diopsidreihe der Pyroxengruppe von G. Flink nachgewiesen, dürfen wir auch hier in der Epidotreihe gewiss annehmen, dass nicht alle Epidote genau dasselbe Axenverhältniss besitzen, sondern dass auch hier die sehr eisenreichen Mischungen etwas andere Winkel als die eisenärmeren zeigen, obwohl die Differenzen gewiss nur klein sind.

Gehen wir nun zum Vergleiche des Johnstrupit mit den beiden anderen Gliedern, dem Zoisit und dem Epidot, über, so zeigt sich die interessante Thatsache, dass der Johnstrupit zwar auch monosymmetrisch ist, aber nicht in derselben Weise, wie der Epidot.

Wie aus der Tabelle S. 90 ersichtlich, ist hier beim Johnstrupit die Verticalzone mit dem vorherrschenden Orthopinakoid, mit der Spaltbarkeit nach dem letzteren, und mit den stark gestreiften, zahlreichen Prismen fast genau übereinstimmend mit der Verticalzone des Zoisit, nach seiner gewöhnlichen Aufstellung; das Brachypinakoid des Zoisit entspricht dabei dem Orthopinakoid des Mosandrit. Beim letzteren entspricht also die einzige Symmetrieebene nicht wie beim Epidot der gewöhnlich als Basis angenommenen Fläche des Zoisit, sondern dem Makropinakoid. Während also bei der morphotropischen Umgestaltung des Axenverhältnisses des Zoisit in dasjenige des Epidot die basische Fläche ihre Lage unverändert behält und die Flächen der zoisitischen Verticalzone eine Drehung erleiden, ist es hier bei der Umgestaltung des Axenverhältnisses des Zoisit in dasjenige des Johnstrupit umgekehrt eben die Basis, welche um die a -Axe des Zoisit eine Drehung erlitten hat, indem gleichzeitig die Länge der c -Axe beträchtlich zugenommen hat. Wenn wir zum Vergleiche mit dem Johnstrupit das Brachypinakoid des Zoisit als vorderes Pinakoid nehmen und gleichzeitig die c -Axe verdoppeln, drücken die so erhaltenen Axenverhältnisse der beiden Mineralien ihre gegenseitigen Beziehungen correct aus:

Zoisit $a'' : b'' : c'' = 4,6484 : 4 : 4,4232$; $\alpha'', \beta'', \gamma'' = 90^\circ$;

Johnstrupit $a : b : c = 4,6229 : 4 : 4,3594$; α und $\gamma' = 90^\circ$, $\beta = 86^\circ 55'$.

Zum Vergleiche sowohl mit dem Zoisit als dem Epidot müsste der Johnstrupit (resp. der Mosandrit) so aufgestellt werden, dass seine c -Axe als b -Axe und umgekehrt genommen würde; alsdann erhält man, wenn α den Winkel $b : c$, β den Winkel $a : c$ und γ den Winkel $a : b$ bedeutet:

Epidot $a' : b' : c' = 4,4458 : 1 : 0,9023$; $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 84^\circ 3'$, $\gamma = 90^\circ 0'$,

Zoisit $a' : b' : c' = 4,4406 : 1 : 0,8903$; $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 90^\circ 0'$, $\gamma = 90^\circ 0'$,

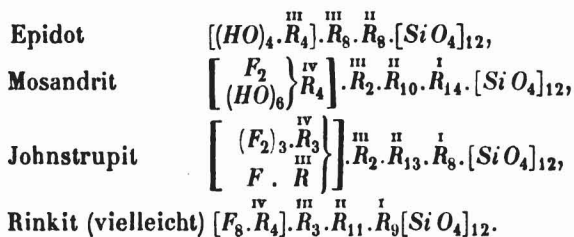
Johnstrupit $a' : b' : c' = 4,4936 : 1 : 0,7356$; $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 90^\circ 0'$, $\gamma = 86^\circ 55\frac{1}{2}'$.

Das Verhältniss der Axen $a' : c'$ ist demnach bei allen sehr nahe dasselbe, nämlich:

	$a' : c'$
Epidot	1,60
Zoisit	1,58
Johnstrupit	1,62.

In optischer Beziehung zeigen der Johnstrupit, der Mosandrit und der Rinkit nur geringe Uebereinstimmung mit dem Zoisit und dem Epidot.

Es dünkt mich höchst wahrscheinlich, dass die Beziehungen zwischen den genannten Mineralien, dem Zoisit (1), dem Epidot (2) (mit dem Orthit) und dem Johnstrupit (3) (mit dem Mosandrit und dem Rinkit) durch die Annahme, dass diese Mineralien eine morphotropische Reihe bilden, zu erklären sind. Von dem Zoisit ausgehend geht die Reihe einerseits nach dem Epidot hin, wobei die Basis des Zoisit als Symmetrieebene beibehalten wird, andererseits geht die Reihe nach dem Johnstrupit (Mosandrit und Rinkit) hin, wobei das Makropinakoid des Zoisit die Eigenschaft einer Symmetrieebene behält, während die anderen Symmetrieebenen diese Eigenschaft einbüßen. Im ersten Falle ist es das Eintreten der Eisenverbindung statt der Aluminiumverbindung, im anderen wahrscheinlich wesentlich der Austausch einer Gruppe $[(HO)_4 R_4]^{III}$ des Zoisit mit einer gleichwerthigen Gruppe $\left[\begin{smallmatrix} F_2 \\ (HO)_6 \end{smallmatrix} R_4 \right]^{IV}$ des Mosandrit oder $[(F_2)_3 R_3]^{IV} \cdot FR^{III}$ des Johnstrupit, welche die morphotropischen Aenderungen bewirken. Da diese Gruppen alle gleichwerthig sind, lassen sich die genannten Mineralien sämmtlich als Orthosilicate auffassen:



Die Johnstrupitformel zeigt, dass vielleicht wenigstens 42 Moleküle SiO_2 vorhanden sein müssen; sonst ist es bemerkenswerth, dass bei den Mineralien der Mosandrit-Johnstrupitgruppe ein-, zwei- und dreiwertige Metalle einander offenbar ersetzen, während in der Epidotgruppe das Verhältniss constant $R_8^{III} : R_8^{II}$ zu sein scheint.