

# NORWEGISCHE MIKROLITHMINERALIEN EIN VORKOMMEN VON MIKROLITH IN IVELAND, SETESDAL, S. NORWEGEN

VON

HARALD BJØRLYKKE

(MIT 2 TEXTFIGUREN)

Vor einigen Jahren wurde durch Herrn Lektor C. T. Johne ein kleiner Kristall von einem gelbbraunen Mineral mit regulärer Kristallform zu dem Mineralogischen Museum der Universität in Oslo eingesandt. Das Mineral war von einem großblättrigen Albit (sog. Cleavelandit) umgeben. Von dem Direktor des Museums Herrn Prof. J. Schetelig wurde es mir zu röntgenspektrographischer Untersuchung überlassen, und es erwies sich dabei ein Mikrolithmineral zu sein. Da Mikrolith von norwegischen Pegmatitgängen zu dieser Zeit nicht ganz sicher bekannt war<sup>1</sup>, war es von großem Interesse den Fundort dieses Minerals näher zu studieren. Als Fundort wurde der Hof Ertveit in Iveland (Setesdal) aufgegeben, und ich besuchte im Sommer 1931 alle bekannten Pegmatitgänge auf diesem Hof, aber es gelang mir nicht einen Cleavelandit-führenden Pegmatitgang hier zu finden. Im nächsten Sommer besuchte ich aufs neue Iveland, und diesmal wurde mit der Hilfe Lektor Johnes der wirkliche Fundort des Mikroliths gefunden. Es war ein Pegmatitgang im Walde des Hofes Landås, der von Feldspatarbeitern auf Suchen nach Feldspat nur versuchsweise gearbeitet war. Als sie keinen erstklassigen Feldspat hier fanden, wurde der Bruch sogleich aufgegeben ohne daß etwas ausgenutzt wurde.

---

<sup>1</sup> W. C. Brøgger (3) hat ein Mineral von Dillingø, Moss SO-Norwegen beschrieben, das er für Mikrolith hielt. Es tritt aber in so kleinen Kristallen auf, daß eine ganz sichere Bestimmung nicht möglich war. Er hat daher das Vorkommen dieses Minerals mit Fragezeichen angeführt.

### Vorkommen.

Der Pegmatitgang hatte einen horizontalen Verlauf und bildete die höchste Partei einer kleinen Berghöhe. Der Pegmatit bestand im oberen Teil des Ganges von einem roten Mikroklinperthit, Quarz und Schriftgranit trat auch in großen Massen auf. Von dunklen Mineralien wurde in diesem Pegmatit nur Biotit und Magnetit beobachtet. Im unteren Teil des Ganges war dieser rötliche Pegmatit von einer scheinbaren Spaltenfüllung von weißem blättrigen Albit (Cleavelandit) und Quarz durchsetzt. Dieser Cleavelandit-führende Teil war in dieser Weise deutlich jünger als der umgebende rote Pegmatit.

Der Mineralbestand des Cleavelandit-führenden Pegmatits war:

Albit (Cleavelandit), Quarz, Mikroklin, ein grüngefärbter Kaliglimmer, kleine Schuppen von lilafarbigem Kaliglimmer, Granat (Spessartin), Topas, Beryll, Turmalin, Mikrolith, Tantalit, Zirkon.

Von diesen Mineralien wurden Mikrolith, Tantalit, Zirkon, Topas und Cleavelandit mit scharfer Kristallbegrenzung beobachtet. Beryll trat überwiegend in großen unregelmäßigen Massen auf, die von Quarz und Granatadern durchsetzt waren. Auch der Mikroklin kam in unregelmäßig begrenzten Klumpen vor und war von Cleavelandit und Quarz umgeben.

Der Cleavelandit bildete eine blättrige Masse, teils ganz fest und teils so spröde, daß er sich mit den Fingern zerpflücken ließ. Die blättrigen Albitkristalle waren gewöhnlich in Rosetten angeordnet, nur in der Mitte des Ganges traten große plattenförmige Massen mit etwa Parallelorientierung der Albitblätter auf. An der Grenze gegen Quarz reichten einzelne Albitblätter in den Quarz hinein. In dieser blättrigen Albitmasse kamen miaerolitische Hohlräume vor, die von sehr klein bis zu Faustgröße waren. Die inneren Wände dieser Hohlräume waren oft von wasserhellen, etwa millimetergroßen Kristallen von Albit besetzt, die gewöhnlich eine von dem umgebenden blättrigen Albit abweichende Orientierung zeigten.

Der Granat war ein brauner Spessartin. Er trat gewöhnlich in Bänder und unregelmäßig begrenzte Massen auf. Röntgenspektrogramme zeigten starke Linien von Fe und Mn, aber keinen Gehalt

an seltenen Erdmetallen, was sonst für die Spessartine der granitischen Pegmatitgänge in Iveland gewöhnlich ist.

Ein schwarzer Turmalin tritt sparsam auf und zeigte niemals eine deutliche Kristallbegrenzung.

Der Topas war schwach gelb gefärbt bis farblos und wurde in Kristallen bis 10 kg Gewicht gefunden.

Der lilagefärbte Glimmer tritt in ganz feine Schuppen auf, teils in Hohlräumen zwischen den Cleavelanditblättern und teils als Begrenzung zwischen diesen und den umgebenden Mineralien. Zirkon

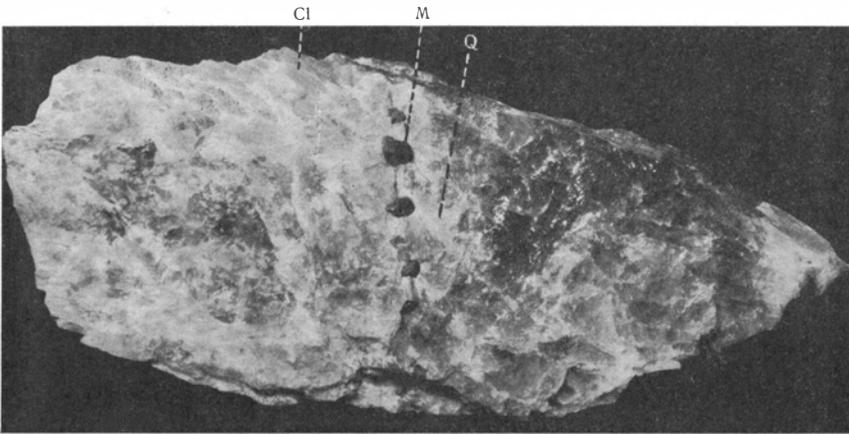


Fig. 1. Mikrolith im Quarz, Iveland. Etwa  $\frac{4}{5}$  natürlicher Größe.  
M Mikrolith, Cl Cleavelandit, Q Quarz.

tritt in strahlig angeordneten Kristallaggregaten auf. An der Oberfläche waren die Kristallindividuen oft mit Pyramideflächen begrenzt. Röntgenspektrogramm von diesem Zirkon zeigte keine Linien von Y oder U. Das Mineral erwies sich im Dünnschliff unter dem Mikroskop teils kristallinisch und teils metamikt umgewandelt.

Tantalit tritt als schwarze, nach 010 tafelige bis 2 cm lange Kristalle in Cleavelandit und Quarz auf. Die Kristalle waren immer gut entwickelt. Die chemische Zusammensetzung war nach Röntgenspektrogrammen Fe- und Mn-Tantalat mit einem kleinen Gehalt an Nb. Das spez. Gewicht war 6,136.

Der Mikrolith kam in Cleavelandit und in Quarz vor. Im Cleavelandit bildete der Mikrolith teils gut begrenzte Kristalle und teils linsenförmige kleine Massen zwischen den Albitblättern, diese hatten

doch immer schwach ausgebildete Kristallflächen. Die Mikrolithkristalle waren oft von den umgebenden Albitblättern durchspießt.

In chemischer Beziehung ist dieser Mikrolith-führende Gang als Einheit betrachtet reich an Na. Von seltenen Bestandteilen enthält er Ta, Zr, wenig Nb und Ti und sehr wenig seltene Erdmetalle. Der Cleavelandit-führende Gang bildet in dieser Weise nach dem Mineralbestand und der Struktur ein ganz anderes Bild als die gewöhnlichen granitischen Pegmatitgänge dieser Gegend. Es ist schwierig eine bestimmte Kristallisationsfolge festzustellen, und im Mineralbestand zeigt dieser Gang keinen direkten genetischen Zusammenhang mit den übrigen granitischen Pegmatitgängen in Iveland. Diese sind immer verhältnismäßig reich an seltenen Erdmetallen, und die Tantalminerale enthalten immer bedeutende Mengen von Nb und Ti. Ein natürlicher Übergang im Mineralbestand, der durch eine allmähliche Anreicherung von Ta und Abnehmen der seltenen Erdmetalle im Pegmatitmagma den Mineralbestand im Cleavelanditpegmatit erklären konnte, ist trotz genauer Untersuchung dieser Gänge nicht bekannt. Der Cleavelanditgang ist deutlich jünger als der umgebende Pegmatit und das Auftreten von Cleavelandit und Topas deutet in der Richtung, daß dieser Gang überwiegend durch pneumatolytische und hydrothermale Vorgänge gebildet ist. Ähnliche Topas- und Cleavelandit-führende Pegmatitgänge habe ich in Gjerstad bei Kragerø und bei Birkeland in Iveland besucht. In diesen wurden doch kein Mikrolith oder Tantalit gefunden. In den übrigen bis jetzt bekannten Vorkommen von Mikrolith, muß man auch nach ihrem Mineralbestand und der Struktur eine pneumatolytische und hydrothermale Bildung dieses Minerals voraussetzen. Es scheint also, als ob das Vorkommen des Mikroliths durch pneumatolytische und hydrothermale Prozesse bedingt sei, indem nur im letzten gasreichen Teil der gewöhnlichen Pegmatitmagma eine genügende Anreicherung an Ta im Verhältnis zu Nb und Ti und Ausschließen der seltenen Erdmetalle möglich ist. Es wäre dann natürlich diese Cleavelandit-führenden Pegmatitgänge als eine pneumatolytische und hydrothermale Nachwirkung der Pegmatitruptionen anzusehen, die der letzte gas- und wasserreiche Teil der Pegmatitmagma repräsentiert.

Cleavelandit- und Mikrolith-führende Pegmatitgänge sind von H. Hirschi (9) von New Mexico und von E. Reuning (13) von SW-Afrika beschrieben worden.

Das Vorkommen von Mikrolith von Embudo, New Mexico ist von dem norwegischen Vorkommen etwas verschieden, indem hier eine starke Li-Pneumatolyse stattgefunden hat. Diese hat eine Bildung von großen Spodumenkristallen veranlaßt.

Das Mikrolithvorkommen von Donkerhuk, SW-Afrika, ist dem norwegischen Vorkommen sehr ähnlich. Doch treten hier außer kristallinischem Mikrolith und Tantalit auch derbe metamikte Massen von diesen Mineralien auf.

### Der Mikrolith.

Der Mikrolith hatte eine etwas wechselnde Farbe von gelbbraun bis braunschwarz. Die Farbe des Mineralpulvers war hellbraun bis grauschwarz. Das grauschwarze Pulver nahm doch bei Glühen eine grauweiße Farbe an. Die Härte betrug 5—5½. Das spezifische Gewicht des gelbbraunen Mikroliths wurde an einem Einzelkristall zu 5,93 bestimmt. Die Analysesubstanz, die zu der chemischen Analyse verwendet wurde, war ein braunschwarzer Mikrolith und hatte das spez. Gewicht 5,82.

Die Kristalle hatten immer Oktaederhabitus. Die Oktaederkanten waren beinahe immer von Rhombendodekaederflächen abgeschnitten, und die Oktaederecken waren oft auch von Flächen der Ikositetraedern abgestumpft. Auf einigen Kristallen wurden auch Würfelflächen beobachtet.

Das Material, das zu dieser Untersuchung zur Verfügung stand, ist wesentlich von mir selbst bei Besuche an der Stelle eingesammelt worden, ein kleinerer Teil ist doch später von den Feldspatarbeitern zu dem Mineralogischen Museum eingekauft. Es bestand aus 15 größeren Einzelkristallen von Gewicht über 1 g und einer Reihe kleineren Kristallen, zusammen etwa 35 g. Außerdem sind viele schöne Stufen mit aufsitzenden Mikrolithkristallen eingesammelt worden.

Einige der größten und am besten entwickelten Kristalle sind auf der photographischen Aufnahme in Fig. 2 in natürlicher Größe wiedergegeben.

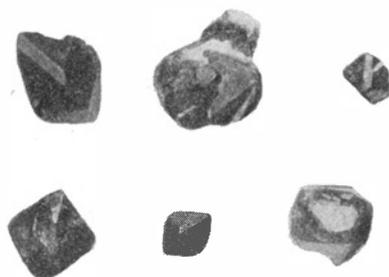


Fig. 2. Einige der Mikrolithkristalle von Iveland. Natürliche Größe.

### Die chemische Analyse.

Um die Einheitlichkeit des Mikrolithmaterials festzustellen wurden eine Reihe röntgenspektrographischer Aufnahmen gemacht, teils mit Luftspektrograph mit Kameradurchmesser 344 mm und teils mit Vakuumspektrograph, Kameradurchmesser 119 mm. In beiden Fällen wurde Steinsalzkristall benutzt und die Spektrogramme wurden nach den Winkeltabellen von L. Thomassen (14) ausgewertet. Außerdem wurden zwei Dünnschliffe für mikroskopische Untersuchung angefertigt. Die Untersuchungen gaben als Resultat, daß das Material sehr einheitlich war. Die Spektrogramme des braungelben und des braunschwarz gefärbten Mikroliths wiesen keinen nachweisbaren Unterschied auf. Die mikroskopische Untersuchung der Dünnschliffe zeigte eine isotrope Masse mit nur sehr kleinen Einsprenglingen von anisotroper Substanz. Der gelbe Mikrolith zeigte sich unter dem Mikroskop als eine helle durchscheinende Masse mit dunkleren Flecken.

Die Röntgenspektrogramme der Analysensubstanz mit Luftspektrograph aufgenommen erwies Linien folgender Elemente:

Nb	.....	schwach
Y	.....	kaum sichtbar
U	.....	stark
Th	.....	schwach
Bi	.....	schwach
Pb	.....	sehr schwach
Ta	.....	sehr stark
Fe	.....	stark
Sm	.....	sehr schwach

Die Aufnahme des Mineralpulvers mit Vakuumspektrograph zeigte außerdem Linien von Ce, Ti und Ca, die bei der Aufnahme mit Luftspektrograph zu stark in der Luft geschwächt waren.

Zu der chemischen Analyse wurde ein großer Kristall von etwa 5 g Gewicht verwendet. Dieser Kristall hatte ziemlich schlecht entwickelte Oktaeder-Flächen. Nach einer groben Zermahlung wurden die Stücke sorgfältig auf Verunreinigungen untersucht und das spezifische Gewicht bestimmt bevor sie in einem Achatmörser feingerieben wurden.

Die Analyse wurde nach den gewöhnlichen Methoden durch Aufschließen der Substanz mit Kaliumbisulfat ausgeführt. Das Titan

wurde in der Summe der Metallsäuren sowie im Niederschlag der Sesquioxyde kolorimetrisch bestimmt. Sämtliche Niederschläge der Analyse wurden durch Aufnahmen von Röntgenspektrogrammen mit Vakuumspektrograph kontrolliert. Bi und Th, die durch Röntgenspektrogramme von dem Mineralpulver nachgewiesen wurden, sind nicht bei der chemischen Analyse bestimmt worden. Diese Elemente kamen in sehr geringen Mengen vor und sind in der Analyse in der Summe der seltenen Erdmetalle mitgerechnet.

Röntgenspektrogramm mit Wakuumspektrograph von dem Niederschlag der seltenen Erdmetalle zeigte Linien folgender Elemente:

Y	.....	sehr schwach
Th	.....	stark
Bi	.....	stark
Yb	.....	sehr schwach
Dy	.....	schwach
Gd	.....	stark
Sm	.....	stark
Nd	.....	stark
Pr	.....	sehr schwach
Ce	.....	stark

Der Bestand an seltenen Erdmetallen hat also nach dem Spektrogramme eine ausgeprägte Certendenz (V. M. Goldschmidt und L. Thommassen (8). Dies Verhältnis stimmt sehr gut mit den Beobachtungen E. Reunings (l. c.) an Mikrolith von SW-Afrika, daß die hochnummerigen seltenen Erdmetalle frühzeitig abgegeben werden und daher in die ältere Kristallisation eingehen, weil die Elemente mit niedriger Atomnummer mehr in die jüngere eintreten.

Die chemische Analyse des Mikroliths von Iveland (Tab. 1) zeigt, daß dies Mineral hauptsächlich von einem Pyrotantalat von Calcium besteht.

Die Berechnung der Analyse nach der Methode Machatschkis (10) gab eine gute Übereinstimmung mit der Formel  $X_2Z_2(O, OH, F)_7$ , die von v. Gärtner (7) für Pyrochlor gefunden wurde. Diese Formel ist von Machatschki als Normalformel für die Mineralien, die strukturgemäß der Pyrochlorgruppe angehören, aufgestellt. Mit X werden die Elemente mit großen Atomradien, die als Kationen in die Verbindung eingehen, zusammengefaßt. Diese Kationen sind in diesem Mikrolith Ca, U, Fe, Ce, Mg, Na und K. Die Anionen Z sind Ta, Nb und Ti.

Tab. 1.

*Analyse des Mikroliths von Landås, Iveland (H. BJØRLYKKE).*

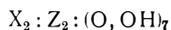
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	73,72 0/0
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	sehr wenig
TiO <sub>2</sub> .....	1,58 0/0
UO <sub>2</sub> .....	4,21 „
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (+ Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ThO <sub>2</sub> , BiO).	0,50 „
FeO.....	2,77 „
CaO.....	10,48 „
MgO.....	0,34 „
Na <sub>2</sub> O.....	3,26 „
K <sub>2</sub> O.....	0,64 „
H <sub>2</sub> O (÷110).....	2,33 „
H <sub>2</sub> O (+110).....	0,39 „
	Summe 100,22 0/0

Wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, gibt die Berechnung der Analyse eine kleine Unterbilanz an Anionen. Dies schreibt sich sicher daher, daß etwas Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in die Angabe für Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> eingeht. Der Gehalt an Nb war doch zu klein um mit den jetzt bekannten Methoden eine befriedigende Trennung in der Analyse zu ermöglichen.

Tab. 2.

*Berechnung der Analyse des Mikroliths von Iveland.*

Ta.....	332	} 352 = Z <sub>2</sub>
Ti.....	20	
Fe.....	39	} 374 = X <sub>2</sub>
U.....	16	
Ce.....	4	
Ca.....	187	
Mg.....	9	
Na.....	105	
K.....	14	
O.....	1203	} 1463
OH.....	260	



$$374 : 352 : 1463$$

Die Formel verlangt 1309 (O + OH).

Nach der Formel muß daher 154 OH entsprechend 1,39 % H<sub>2</sub>O als sekundäres Wasser angesehen werden.

### Das Mikrolithmineral von dem Fengebiet, Telemark S. Norwegen.

W. C. Brøgger (4) hat ein Mineral von dem Fengebiet, Telemark beschrieben, das der Analyse nach ein Mikrolithmineral ist. Dies Mineral kommt in den Ijolith-Melteigitgesteinen dieses Gebiets vor in ganz kleinen Kristallen, und macht nach der Angabe Brøggers etwa 1—2 % der Gesteine aus. In größeren Mengen fand sich dasselbe Mineral im kristallinen Kalkstein dieses Gebiets und wurde hier zuerst von V. M. Goldschmidt entdeckt.

In einer unvollständigen Analyse von diesem Mikrolithmineral (Anal. A. Rødland) sind die Werte für  $Ta_2O_5$  und  $Nb_2O_5$  nur mit ca. angegeben, die Summe dieser Oxyde ist aber genau bestimmt. Den Zahlengrößen, die für  $Ta_2O_5$  und  $Nb_2O_5$  angegeben sind, kann man daher keine große Genauigkeit zulegen. In 1931 wurden von Herrn Leopold Pedersen einige Stufen mit dem Mikrolithmineral von dem Fengebiet zum Mineralogischen Museum eingekauft. Mehrere Röntgenspektrogramme, die ich von diesem Mineral aufgenommen habe, zeigen ganz schwache Ta- und sehr starke Nb-Linien. In dem Material, das ich röntgenographisch untersucht habe, ist also der Gehalt an Ta im Vergleich mit dem Nb-Gehalt sehr klein. Bei Berechnung der Analyse Rødlands kommt, wie aus Tab. 3 hervorgeht, eine große Unterbilanz an Anionen hervor, die das Resultat der Röntgenspektrogramme beglaubigt, und sich schwierig in einer anderen Weise erklären läßt als daß der Nb-Gehalt in der Analyse zu niedrig geschätzt ist. Wenn die Verteilung der Metallsäuren in Übereinstimmung mit der Pyrochlorformel gebracht werden soll, muß die Summe der Metallsäuren von 60 %  $Nb_2O_5$  und 3 %  $Ta_2O_5$  bestehen. Dies Resultat stimmt sehr gut mit meinen Röntgenspektrogrammen überein. Ich glaube daher, daß eine solche Verteilung der Metallsäuren die wahrscheinliche ist. Unter diesen Voraussetzungen dürfte das Mineral zu den Koppiten gerechnet werden.

Ein Mineral, das in chemischer Beziehung eine nahe Verwandtschaft mit Mikrolith aufweist, ist der Ellsworthit. Dies Mineral ist doch hauptsächlich ein Niobat und ist reicher an U als die Mikrolithe. In Tab. 4 ist eine Analyse des Ellsworthits (Anal. E. W. Todd) berechnet worden. Die Berechnung zeigt eine sehr gute Übereinstimmung mit der Pyrochlorformel. Pulveraufnahme von diesem Mineral soll später besprochen werden.

Tab. 3.

*Mikrolith (Koppit?) von dem Fengebiet, Telemark, Norwegen.*

<i>Analyse (A. RØDLAND).</i>	<i>Berechnung der Analyse.</i>
SiO <sub>2</sub> ..... 1,51 0/0	Si..... 25
TiO <sub>2</sub> ..... 1,61 „	Ti..... 20
ZrO <sub>2</sub> ..... 0,12 „	Zr..... 1
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... ca. 37,00 „	Ta..... 167
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... „ 16,00 „	Nb..... 194
Ceritoksyde..... 2,06 „	Ce..... 13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO..... 8,25 „	Fe..... 103
MgO..... 1,14 „	Mg..... 28
CaO..... 13,84 „	Ca..... 247
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O <sup>1</sup> ..... 3,68 „	Na..... 119
H <sub>2</sub> O..... 5,02 „	OH..... 557
	O..... 1400

X<sub>2</sub> : Z<sub>2</sub> : (O, OH)<sub>7</sub>

510 : 407 : 1957.

Die Formel verlangt nur 1785 (O + OH).

Von der Anzahl OH muß 172 entspr. 1,54 0/0 H<sub>2</sub>O als sekundär angesehen werden.

Tab. 4.

*Ellsworthit (dunkel), Hybla, Ontario.*

<i>Analyse (E. W. TODD)<sup>2</sup>.</i>	<i>Berechnet.</i>
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... 34,27 0/0	Nb..... 181
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... 4,27 „	Ta..... 19
TiO <sub>2</sub> ..... 9,70 „	Ti..... 121
SnO <sub>2</sub> ..... 0,25 „	Sn..... 2
SiO <sub>2</sub> ..... 2,68 „	Si..... 45
UO <sub>2</sub> ..... 8,42 „	U <sup>4</sup> ..... 31
UO <sub>3</sub> ..... 10,68 „	U <sup>6</sup> ..... 27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... 3,80 „	Fe..... 48
MnO..... 0,22 „	Mn..... 3
PbO..... 0,41 „	Pb..... 1
CaO..... 13,62 „	Ca..... 243
H <sub>2</sub> O..... 11,42 „	OH..... 1269
F..... 0,49 „	F..... 26
	O..... 1193

X<sub>2</sub> : Z<sub>2</sub> : (O, OH, F)<sub>7</sub>

363 : 368 : 2488

Die Formel verlangt 1274 (O + OH + F).

Nach der Formel muß daher 1214 (OH) entspr. 10,93 0/0 H<sub>2</sub>O als sekundäres Wasser angesehen werden.

<sup>1</sup> Berechnet als Na<sub>2</sub>O.

<sup>2</sup> Univ. of Toronto St. Geol. Ser. 16, S. 14, 1923.

### Debye-Scherrer Aufnahmen.

Die Struktur der Mikrolithe von Amelia Court und Donkerhuk ist von E. Reuning (l. c.) in einer eben erschienenen Arbeit bestimmt worden. Die afrikanischen Mikrolithe waren zum Teil metamikt umgewandelt und diese mußten vor der Pulveraufnahme geglüht werden. Die Untersuchungen E. Reunings gaben als Resultat, daß diese Mikrolithe eine Pyrochlorstruktur besitzen und daher natürlich der Pyrochlorgruppe angehören. Die Gitterkonstante wechselte für die verschiedenen Varietäten von 10,326 bis 10,407 als Mittel  $10,381 \pm 0,004 \text{ \AA}$ .

Der Mikrolith von Iveland erwies sich bei den Pulveraufnahmen immer kristallin und die Aufnahmen zeigten scharfe Linien. Laueaufnahmen wurden an zwei Dünnschliffen versucht, sie gaben aber nicht scharfe Reflexe.

Die Pulveraufnahmen stimmten sehr gut mit den Aufnahmen Reunings über die afrikanischen Mikrolithe und mit den Pyrochloraufnahmen v. Gärtners (l. c.) überein. Die gefundenen Linien sind in Tab. 5 angegeben. Die Gitterkonstante wurde durch Zusatz von NaCl zu  $10,364 \pm 0,013 \text{ \AA}$  gefunden (Tab. 6).

Pulverdiagramme wurden auch von dem Mikrolithmineral (Koppit?) von dem Fengebiet aufgenommen. Diese Aufnahmen gaben auch eine gute Übereinstimmung mit der Pyrochlorstruktur (Tab. 7).

Die Gitterkonstante wurde durch Zusatz von NaCl zu  $10,415 \pm 0,018 \text{ \AA}$  gefunden (Tab. 8). Dieser Wert liegt etwas höher als E. Brandenberger (2) für den Koppit von Kaiserstuhl gefunden hat, nämlich  $10,37 \pm 0,01 \text{ \AA}$ .

Da Ellsworthit der Analyse nach der Pyrochlorgruppe gehören sollte, wurde auch ein Pulverdiagramm von diesem Mineral aufgenommen. Zu dieser Aufnahme wurde eine Stufe mit diesem Mineral, die das Mineralogische Museum von H. Sontag eingekauft hat, verwendet. Das Mineral hatte eine braunschwarze Farbe und war metamikt umgewandelt. Beim Glühen bei  $800^\circ$  eine Stunde zeigte das Diagramm gute Linien, die mit der Pyrochlorstruktur übereinstimmten (Tab. 9). Die Gitterkonstante wurde zu  $10,281 \pm 0,009 \text{ \AA}$  gefunden (Tab. 10).

Tab. 5.

*Mikrolith von Landås, Iveland.*

Pulverdiagramm. Cu-Strahlung. Kameradurchmesser 57,45 mm.

$2d \div s$ mm	$\varphi$ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2) \varphi \cdot 10^5$	Indices	Intensität
27,5	13,53	545	-	$\beta$ 222	s. s.
29,3	14,42	620	11 · 563	311	s. s.
30,5	15,02	671	12 · 559	222	s. st.
35,3	17,42	900	16 · 562	400	st.
46,2	22,86	1505	27 · 558	511, 333	s. s.
50,7	25,10	1789	32 · 559	440	s. st.
54,4	26,45	1989	-	$\beta$ 622	s.
60,2	29,85	2470	44 · 561	622	s. st.
63,1	31,29	2704	48 · 562	444 $\beta$ 731, 553	s.
65,0	32,24	2841	51 · 557	711, 551	s.
70,5	34,99	3295	59 · 558	731, 553	s.
74,0	36,73	3564	64 · 559	800	s. s.
82,1	40,78	4264	76 · 561	662	st.
84,6	42,02	4475	80 · 559	840	st.
94,6	47,36	5402	96 · 562	844	st.
102,5	50,96	6037	108 · 558	1022, 666	st.
124,4	61,89	7779	140 · 556	1062	st.
127,4	63,39	7992	144 · 555	1200	st.

Tab. 6.

*Mikrolith von Landås.*

Pulverdiagramm mit NaCl. Cu-Strahlung. Kameradurchmesser 57,45 mm.

$2d \div s$ mm	Int.	NaCl		Mikrolith			
		$\varphi$ teor.	Indices	$\varphi$ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2) \varphi \cdot 10^5$	Indices
32,9	st.	15,87	200	-	-	-	-
35,7	st.	-	-	17,25	882	16 · 551,4	400
46,9	st.	22,75	220	-	-	-	-
51,1	s. st.	-	-	24,82	1764	32 · 551,2	440
58,1	s. s.	28,27	222	-	-	-	-
60,7	s. st.	-	-	29,55	2430	44 · 552,2	622
63,3	s.	-	-	30,85	2632	(48 · 548,4)	444
65,7	s.	-	-	32,03	2809	51 · 550,8	711, 551
71,1	s.	-	-	34,70	3237	(59 · 547,5)	731, 553
77,2	s.	37,70	420	-	-	-	-
82,5	st.	-	-	40,37	4186	76 · 550,8	662
85,1	st.	-	-	41,67	4422	80 · 552,7	840
95,2	s. st.	-	-	46,73	5285	96 · 550,5	844
103,1	s. st.	-	-	50,75	5990	108 · 550,5	1022, 666
112,9	st.	55,12	600	-	-	-	-

Mittlere  $q = 0,005513 \pm 0,000014$  $a = 10,364 \pm 0,013 \text{ \AA}$

Tab. 7.

*Mikrolithmineral (Koppit?). Fengebiet, Telemark.*

Pulverdiagramm. Cu-Strahlung. Kameradurchmesser 57,45 mm.

$2d \div s$ mm	$q$ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2) q \cdot 10^5$	Indices	Intensität
27,5	13,53	545	-	$\beta$ 222	s. s.
29,0	14,27	610	11 · 563	311	s. s.
30,4	14,97	671	12 · 559	222	s. st.
35,3	17,42	900	16 · 562	400	st.
46,1	22,81	1505	27 · 558	511, 333	s.
50,5	25,01	1789	32 · 559	440	s. st.
53,4	26,45	1989	-	$\beta$ 622	s.
59,9	29,70	2450	44 · 557	622	s. st.
62,9	31,19	2683	48 · 558	444 $\beta$ 731, 553	s.
65,2	32,34	2862	51 · 561	711, 551	s. s.
70,5	34,99	3295	59 · 558	731, 553	s.
74,1	36,78	3564	64 · 559	800	s.
81,8	40,63	4238	76 · 558	662	st.
84,3	41,87	4448	80 · 556	840	st.
94,6	47,01	5344	96 · 557	844	st.
102,3	50,86	6006	108 · 556	1022, 666	st.
123,8	61,59	7744	140 · 553	1062	st.
127,3	63,34	7992	144 · 555	1200	st.

Tab. 8.

*Mikrolithmineral (Koppit?) Fengebiet, Telemark.*

Pulverdiagramm mit NaCl. Cu-Strahlung. Kameradurchmesser 57,45 mm.

$2d \div s$ mm	Int.	NaCl		Mikrolithmineral			
		$\varphi$ teor.	Indices	$\varphi$ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2) q \cdot 10^5$	Indices
32,1	s. st.	15,87	200	-	-	-	-
34,8	s.	-	-	17,20	870	(16 · 543,8)	400
46,1	s. st.	22,75	220	-	-	-	-
50,0	s. st.	-	-	24,70	1747	32 · 545,9	440
57,2	s.	28,27	222	-	-	-	-
59,4	s. st.	-	-	29,36	2401	44 · 545,8	622
62,2	s. s.	-	-	30,71	2611	48 · 544,0	444
64,6	s. s.	-	-	31,92	2787	51 · 546,4	711, 551
70,1	s. s.	-	-	34,64	3226	59 · 545,7	731, 553
76,3	st.	37,70	420	-	-	-	-
81,1	st.	-	-	40,09	4147	76 · 545,6	662
83,9	s.	-	-	41,47	4382	80 · 547,8	840
85,1	s.	42,06	422	-	-	-	-
94,3	st.	-	-	46,59	5270	(96 · 548,9)	844
102,1	st.	-	-	50,43	5929	(108 · 549,0)	1022, 666
111,6	st.	55,12	600	-	-	-	-

Mittlere  $q = 0,005459 \pm 0,000019$

$a = 10,415 \pm 0,018 \text{ \AA}$

Tab. 9.

*Ellsworthit, Hybla.*

Pulverdiagramm. Cu-Strahlung. Kameradurchmesser 57,45 mm.

$2d \div s$ mm	$\varphi$ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2) q \cdot 10^5$	Indices	Intensität
32,1	16,02	762	12 · 635	222	s. st.
36,9	18,42	998	16 · 624	400	s.
47,5	23,71	1616	27 · 600	511, 333	s. s.
52,5	26,20	1954	32 · 611	440	s. st.
55,6	27,75	2171	-	$\beta$ 622	s. s.
62,2	31,04	2662	44 · 605	622	s. st.
65,2	32,54	2894	48 · 605	444	s.
67,9	33,89	3113	51 · 610	711, 551	s. s.
76,6	38,23	3832	64 · 600	800	s.
84,6	42,22	4502	76 · 592	662	s. st.
87,4	43,62	4747	80 · 594	840	s. st.
92,0	45,92	5155	-	$\beta$ 1022, 666	s. s.
97,9	48,86	5676	96 · 591	844	st.
105,7	52,75	6336	108 · 587	1022, 666	st.
109,7	54,75	6674	-	$\beta$ 1062	s.
112,0	55,90	6855	-	$\beta$ 1200	s.
119,4	59,59	7447	128 · 582	880	s.
128,7	64,23	8100	140 · 580	1062	st.
131,9	65,83	8317	144 · 577	1200	st.

Tab. 10.

*Ellsworthit, Hybla.*

Pulverdiagramm mit NaCl. Cu-Strahlung. Kameradurchmesser 57,45 mm.

$2d \div s$ mm	Int.	NaCl		Ellsworthit			
		$q$ teor.	Indices	$q$ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2) q \cdot 10^5$	Indices
30,8	st.	-	-	15,07	676	(12 · 563,3)	-
32,6	st.	15,87	200	-	-	-	-
35,6	s.	-	-	17,43	900	16 · 562,5	400
46,5	s. st.	22,75	220	-	-	-	-
51,2	s. st.	-	-	25,07	1789	32 · 559,3	440
57,6	s.	28,27	222	-	-	-	-
60,8	s. st.	-	-	29,79	2470	44 · 561,3	622
63,6	st.	-	-	31,17	2683	48 · 559,0	444
76,9	st.	37,70	420	-	-	-	-
83,1	s. st.	-	-	40,75	4264	76 · 560,6	662
85,8	s. st.	-	-	42,05	4479	80 · 559,9	840
93,3	st.	-	-	47,23	5372	96 · 559,4	844
104,3	st.	-	-	51,17	6038	108 · 561,9	1022, 666
112,3	s.	55,12	600	-	-	-	-

Mittlere  $q = 0,005602 \pm 0,00001$  $a = 10,281 \pm 0,009 \text{ \AA}$

### Mikrolith und Betafit.

Wie oben gezeigt hat der Mikrolith von Iveland und wahrscheinlich auch das Mikrolithmineral (Koppit?) von dem Fengebiet eine Zusammensetzung, die ziemlich gut mit der Pyrochlorformel  $X_2Z_2(O, OH, F)_7$  übereinstimmt. Der Ellsworthit, der nach der Analyse von E. W. Todd dem Mikrolith in chemischer Beziehung nahesteht, stimmt auch bei Berechnung dieser Analyse sehr gut mit dieser Formel. Dies Mineral scheint auch nach Pulveraufnahmen von geglühtem Pulver eine Pyrochlorstruktur zu besitzen und mit einer Gitterkonstante, die etwas niedriger als für Pyrochlor ist.

Die Untersuchungen von E. Reuning (l. c.) über Mikrolithe von Donkerhuk, SW-Afrika, haben aber gezeigt, daß diese Mineralien Pyrochlorstruktur besitzen, trotzdem sie in chemischer Beziehung eine zum Teil sehr große Abweichung von der Formel, die für Pyrochlor und die norwegischen Mikrolithe gilt, aufweisen. Die Mikrolithmineralien von Donkerhuk haben nach der Berechnung E. Reunings ein Verhältnis  $X : Z$ , das von 9 : 10 bis 2 : 4 schwankt. Die Mikrolithe von Amelia Court Virginia und Wodgina Australia zeigen beide ein Verhältnis  $X : Z$  3 : 4 (E. Reuning).

Es muß wohl nach der Arbeit E. Reunings als sicher angesehen werden, daß eine Reihe Mineralien die Pyrochlorstruktur besitzen, erheblich von der Pyrochlorformel Machatschkis  $X_2Z_2(O, OH, F)_7$  abweichen. Der Betafit von Tangen (1), der von mir analysiert wurde, zeigt ein ähnliches Verhalten. Neue Pulveraufnahme dieses Minerals von E. Reuning (l. c.) hat meine Auffassung gestützt, daß dies Mineral wahrscheinlich der Pyrochlorgruppe angehört. Dasselbe gilt wahrscheinlich auch für ein Wiikitmineral (Nuolait?), das von E. Lokka (10) analysiert ist.

Diese Mineralien zeigen folgendes Verhältnis  $X : Z$ :

Betafit 1 Tangen.....	312 : 569
"    2    "    .....	321 : 548
"    3    "    .....	298 : 545
Wiikit (Nuolait?) I. Nuolaniemi	223 : 543

Für Betafite von Tangen und den Wiikit hat man ein Verhältnis  $X : Z$ , das mit einigen der Mikrolithe von Donkerhuk übereinstimmt. Um die stöchiometrische Verschiedenheit dieser Mikrolithe zu erklären, hat E. Reuning (l. c.) die Theorie aufgestellt, daß Meta- und Pyro-

Tantalate und Niobate des Ca die gleiche Struktur besitzen können. Diese Auffassung wird durch seine Diagramme von syntetischen Verbindungen zwischen CaO und Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gestützt. Wenn diese Auffassung sich richtig erweist, so gibt sie auch eine natürliche Erklärung der stöchiometrischen Verschiedenheit von der Pyrochlorformel für die Betafite und Wiikite.

Die Analysen der Mikrolithminerale, von Iveland und von dem Fengebiet, geben doch eine weitere Bestätigung der Regel, auf die E. Reuning (l. c.) aufmerksam macht, daß die kristallinen Pyrochlorminerale am meisten sehr gut mit der Pyrochlorformel Machatschik übereinstimmen, weil die metamikten gewöhnlich eine Unterbilanz der Kationen X aufweisen.

Ob dies Verhältnis die Ursache des metamikten Zustandes ist, oder umgekehrt der metamikte Zustand zu einer Auslaugung der Kationen geführt hat, läßt sich jetzt nicht sicher feststellen. Man kann wohl aber nicht von der Möglichkeit absehen, daß diese Unterbilanz der Kationen dieser umgewandelten metamikten Minerale, die metamikten Mikrolithe sowie Betafite und Wiikite, bei Entführung dieser Kationen durch Verwitterung herrühren kann.

Ich möchte hierdurch dem Direktor des Mineralogischen Museums, Herrn Professor J. Schetelig meinen besten Dank aussprechen für sein Interesse für diese Arbeit und für wertvolle Ratschläge.

Dem Nansenfond habe ich für Stipendien zu danken, die meine Reisen nach Iveland ermöglicht haben.

Mineralogisches Museum in Oslo, November 1933.

---

## Literaturverzeichnis.

1. H. BJØRLYKKE: Ein Betafitmineral von Tangen bei Kragerø. Norsk Geol. Tidsskr. B. XII, s. 73—88, 1931.
2. E. BRANDENBERGER: Die Kristallstruktur von Koppit. Zeitschr. f. Krist. 76, 322—334, 1931.
3. W. C. BRØGGER: Die Mineralien der Südnorwegischen Granitpegmatitgänge. I. Vidensk. selsk. skr. Mat. Nat. Kl. Oslo 1906.
4. W. C. BRØGGER: Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Telemark. Vidensk. selsk. skr. Mat. Nat. Kl. 1920. No. 9.
5. C. DOELTER: Handbuch der Mineralchemie III, 1918.
6. H. V. ELLSWORTH: Rare-element Minerals of Canada. Canada Dep. of Mines econ. geol. Ser. No. 11, 1932.
7. H. R. VON GAERTNER: Die Kristallstruktur von Loparit und Pyrochlor. N. Jb. Min. A. 1930, B. 61, 1—30.
8. V. M. GOLDSCHMIDT und L. THOMASSEN: Geochemische Verteilungsgesetze. III. Vidensk. selsk. skr. Mat. Nat. Kl. 1924. No. 5.
9. H. HIRSCHI: Mikrolith im Spodumenpegmatit bei Embudo in New Mexico. Schweiz. Min. Petr. Mitt. B. XI, H. 2, 1932.
10. L. LOKKA: Über Wiikit, Bull. commis. Geol. No. 82. Helsingfors 1928.
11. F. MACHATSCHKI: Die Pyrochlor-Romeitgruppe. Chemie der Erde, VII, 56—76, 1932.
12. E. REUNING: Pegmatite und Pegmatitminerale in Südwest-Afrika. Zeitschr. f. Krist. 58, 448—459, 1923.
13. E. REUNING: Mikrolithvarietäten von Donkerhuk Südwest-Afrika. Chemie der Erde, B. VIII, H. 1—2, 1933.
14. L. THOMASSEN: Kjemisk Røntgenspektrografi. Statens Råstoffkom. Publ. 21. Oslo 1926.