

## I. **Thalénit,**

ein neues Mineral aus Österby in Dalekarlien,

von

**Carl Benedicks.**

(Hierzu Tafel I.)

---

*Vorkommen und Aussehen des Minerals.* Vor mehreren Jahren bekam ich durch Herrn Ingenieur C. THOLANDER, Långshyttan, einige Stücken Fluocerit aus der Quarzgrube in Österby, im Kirchspiel Stora Skedvi, Dalekarlien, welcher Fundort durch Prof. Freih. von NORDENSKIÖLD<sup>1</sup> 1884 bekannt gemacht wurde, und dessen Fluocerit von Herrn M. WEIBULL<sup>2</sup> näher untersucht worden ist. An einer der erhaltenen Stücken gewährte ich die Fläche eines Krystalles, welcher sonst im Quarz eingebettet lag. Nachdem der Quarz mit Meißel und Zange vorsichtig entfernt worden, wobei der rissige Zustand diese, allerdings doch sehr zeitraubende, Arbeit erleichterte, gelangte ich zum Blosslegen hauptsächlich zweier gut individualisierten Krystalle (siehe Photogr. Tafel I), deren Form keineswegs mit der von Weibull dem Fluocerit zugeschriebenen übereinstimmte. Einige andere Abweichungen, wie besonders die Härte und das spezifische Gewicht, veranlassten die nachher durch die chemische Analyse bestätigte Vermutung, dass die Krystalle einem neuen, von dem Fluocerit und anderen ganz verschiedenen Mineral angehörten, welches sich als ein Yttriumsiliicat erwies. Diesem neuen Minerale gebe ich den Namen *Thalénit*, nach dem Herrn Professor T. R. THALÉN, dessen spektrographische Leistungen in der Chemie der seltenen Erden von so grosser Bedeutung sind.

Das Mineral kommt in kompakten, oft mehrere Centimeter ausgedehnten Stücken vor, welche von Gadolinit- und Allanit-Krystallen durchsetzt sind und nur gegen den Quarz durch selbständige Flächen begrenzt werden.

---

<sup>1</sup> Geol. Fören. Förh. 7: 302.

<sup>2</sup> Ibidem 8: 496, 12: 535, 20: 54.

Das Mineral ist von hell fleischrother Farbe, halbdurchsichtig, und zeigt Fettglanz. Es hat keine deutlichen Durchgänge. Freilich ist das Mineral von ziemlich regelmässigen Rissen durchzogen, da aber der umgebende Quarz dasselbe Verhalten zeigt, und die ganze Vorkommnis augenscheinlich einem starken Drucke ausgesetzt gewesen, wage ich es nicht, diese als wirkliche Durchgänge zu betrachten.

Das Mineral ritzt Glas und schwierig Orthoklas, wird aber von Quarz geritzt, also *Härte* 6.5<sup>1</sup>. Der *Bruch* ist uneben bis splittrig. Es ist spröde und lässt sich folglich ziemlich leicht pulverisieren.

Das spezifische Gewicht wurde (durch Wägung in Benzol) an zwei verschiedenen Proben bestimmt. Die eine ergab 4.23 bei 18°, die andere 4.227<sup>2</sup>.

Die *Krystalle* gehören dem monoklinen Systeme an.

N:o I (Fig. 1, Tafel I) ist ein nach dem Orthopinakoid dick tafelförmiger Krystall, welcher von der Grundpyramide und dem Grundprisma nebst dem Klinopinakoid gut begrenzt ist. Dieser ist mit 9 deutlichen Flächen der vollständigste der Krystalle; seine grösste Ausdehnung beträgt 2 cm.; er wird aber streng genommen durch zwei Individuen gebildet. Sein Gewicht ist 6.6 g.

N:o II (Fig. 3) ist nach der *c*-Axe prismatisch gestreckt, 4.5 cm. lang, aber bei näherer Betrachtung ebenfalls durch mehrere nicht streng parallel verwachsene Individuen gebildet. Bei dieser Stufe kommen die Pyramiden  $3\bar{1}1$  und  $\bar{1}31$  und das Klinodoma  $0\bar{2}1$  hinzu. Das Gewicht (mit etwas Allanit) ist 87 g.

N:o III zeigt nur das Orthopinakoid und eine Grundpyramidenfläche aber von ziemlich guter Schärfe.

N:o IV (Fig. 2) zeigt das Orthopinakoid 100, Prisma  $1\bar{1}0$  und eine Grundpyramidenfläche  $1\bar{1}\bar{1}$ .

N:o V zeigt 100, 110 u.  $\bar{1}10$  und wurde zu Präparaten verwendet.

Die Flächen sind sämtlich matt. Ich versuchte sie durch Firnis und angeklebte Deckgläser spiegelnd zu machen, um das Reflexions-Goniometer anwenden zu können, erzielte aber damit keine besseren Ergebnisse, als mit dem Kontakt-Goniometer. Demnach führte ich die Messungen mit diesem einfacheren Instrumente aus. Im allgemeinen wurden 10 Ablesungen gemacht, so dass die Mittelzahl, trotz der sich auf einige Grade belaufenden Schwankungen der verschiedenen Werte, ziemlich genau sein dürfte.

Die beobachteten Flächen sind

$$a = 100, b = 110, c = 010, d = 11\bar{1}, e = 111, f = 021, \\ g = \bar{1}31, h = 311.$$

<sup>1</sup> Es sollte vielleicht 6—6.5 gesetzt werden, aber nach der Meinung des Herrn Präparator A. R. ANDERSSON, welcher die Präparate angefertigt hat, ist das Mineral *entschieden* härter als Orthoklas.

<sup>2</sup> Nach der Glühung ergab sich sp. G = 4.29.

*Winkeltabelle.*

*g* = gut zum Messen.  
*m* = mässig »  
*s* = schlecht »

	G e m e s s e n					Berechnet
	I	II	III	IV	V	
<i>ab</i> 100 : 1 $\bar{1}0$ . . . . .	48° 8 <i>g</i>	48° 6 <i>g</i>	—	50° 5 <i>m</i>	50° 9 <i>s</i>	48° 7*
100 : 110 . . . . .	48° 1 <i>s</i>	—	—	—	48° 9 <i>m</i>	»
<i>ac</i> 100 : 010 . . . . .	91° <i>s</i>	92° <i>s</i>	—	—	—	90° 0
100 : 010 . . . . .	—	91° <i>s</i>	—	—	—	»
<i>ad</i> 100 : 1 $\bar{1}\bar{1}$ . . . . .	73° 1 <i>g</i>	72° 7 <i>s</i>	72° 9 <i>g</i>	(70° 4 <i>s</i> )	—	73° 0*
<i>bd</i> 1 $\bar{1}0$ : 1 $\bar{1}\bar{1}$ . . . . .	55° 7 <i>g</i>	55° 0 <i>s</i>	—	54° 5 <i>s</i>	—	55° 7*
<i>ae</i> 100 : 111 . . . . .	59° 6 <i>m</i>	60° <i>s</i>	—	—	—	59° 0
100 : 1 $\bar{1}\bar{1}$ . . . . .	59° 7 <i>m</i>	—	—	—	—	»
1 $\bar{1}00$ : 1 $\bar{1}\bar{1}$ . . . . .	59° 4 <i>g</i>	—	—	—	—	»
<i>be</i> 1 $\bar{1}0$ : 1 $\bar{1}\bar{1}$ . . . . .	52° 5 <i>m</i>	—	—	—	—	51° 9
<i>ak</i> 100 : 3 $\bar{1}\bar{1}$ . . . . .	—	35° 0 <i>m</i>	—	—	—	36° 7
<i>bk</i> 1 $\bar{1}0$ : 3 $\bar{1}\bar{1}$ . . . . .	—	40° 5	—	—	—	40° 4
<i>ef</i> 1 $\bar{1}\bar{1}$ : 0 $\bar{2}\bar{1}$ . . . . .	—	29° 5	—	—	—	30° 0
<i>eg</i> 111 : 1 $\bar{3}\bar{1}$ . . . . .	—	47° 5 <i>s</i>	—	—	—	49° 0

Hieraus ergibt sich das Axenverhältnis  $a : b : c = 1.154 : 1 : 0.602$  und der Axenwinkel  $\beta = 80^\circ 2$ .

Dieses Axenverhältnis steht denen des Laumontits und des Augits ziemlich nahe:

Laumontit 1.1451 : 1 : 0.5906  $\beta = 68^\circ 46'$   
 Augit 1.0955 : 1 : 0.5904  $\beta = 74^\circ 14'$

Wie später dargethan werden wird, zeigen der Thalénit und der Laumontit auch in chemischer Hinsicht eine gewisse Analogie.

*Optische Eigenschaften.* Behufs Feststellens der optischen Orientirung wurde ein Schnitt senkrecht zur Prismenzone aus Krystall V angefertigt. Derselbe zeigt gar keine Spur von Axenaustritt und muss also der Axenebene ziemlich parallel sein. Ein gegen diese senkrechter, mit der Fläche *a* (100), paralleler Schnitt zeigt eine zweiachsig, optisch negative Interferenzfigur, welche in den meisten Theilen des Präparats genau symmetrisch gelegen erscheint und zur *c*-Axe senkrecht liegt. Ein Stück dieses Präparats wurde herausgenommen, und der scheinbare Axenwinkel daran in Mohnöl ( $n_r = 1.4754$   $n_g = 1.4789$   $n_{gr} = 1.4824$ ) gemessen:

Licht: Li Na Tl  
 2H: 82° 9' 81° 36' 81° 4'

Ein Schnitt, parallel  $c$  (010) zeigt auch ein symmetrisches Axenbild, dessen Winkel aber weder in Mohnöl, noch in Schwefelkohlenstoff gemessen werden konnte, also der stumpfe Axenwinkel war.

Dieser Schnitt gestattete keine Messung des Auslöschungswinkels zur  $c$ -Axe, da aber im Schnitte //  $a$  das symmetrische Axenbild nur eine Schiefe von höchstens  $3^\circ$  erlaubt, wird durch das Gesagte die optische Orientierung klargelegt: Axenebene senkrecht zur  $c$ -Axe, spitze Bissectrix senkrecht zu  $a$  (100). Einige andere Schnitte der Krystalle I, II u. IV haben dies bestätigt, da ich aber eine Substanz mit sehr kleinem Axenwinkel, aber sonst ganz gleichem Aussehen, sowie ein deutlich verschiedenes, einaxiges Mineral mit hoher Lichtbrechung, und ausserdem ein drittes zwei-axiges, schwach doppelbrechendes, wahrgenommen habe, betrachte ich die optische Untersuchung noch nicht als endgültig abgeschlossen. Dazu müssen erst diese anderen Substanzen studiert werden.

Ich teile aber mit, was ich bisher noch gefunden habe.

Der Brechungsexponent wurde im Mikroskope nach der Methode des DUC DE CHAULNES bestimmt und ergab:  $n = 1.7$ .

Zum genaueren Feststellen der Brechungsexponenten wurden zwei geeignet orientierte Prismen angefertigt. Diese ergaben das Resultat:

<i>Natriumlicht.</i>			
Prisma	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
I	—	1.7389	1.7436
II	1.7312	1.7360	—
	Mittel- 1.7375		

Die Prismen gaben ziemlich scharfe Bilder, die aber zu lichtschwach waren, um in roter und grüner Beleuchtung gemessen werden zu können. Aus dem Mittelwerte  $\beta = 1.7375$  berechnet sich der wirkliche Axenwinkel:  $2V_{Na} = 67^\circ 35'$ . Eine Dispersion der Axen scheint kaum vorzukommen.

Die Stärke der Doppelbrechung wurde auch im Mikroskope bestimmt, und zwar dadurch, dass in 3 geeigneten Schnitten die Dicke des Präparats gemessen, und damit die Höhe der Interferenzfarbe, welche sich an der gemessenen Stelle zeigte, verglichen wurde, wobei das in LÉVY & LACROIX, Les Minéraux des roches, vorkommende Doppelbrechungstableau benutzt wurde. So wurde erhalten:

	Aus Prismen- Beobachtung.
$\beta - \alpha$	0.003      0.0048
$\gamma - \beta$	0.006      0.0047
$\gamma - \alpha$	0.017      0.0124

Die in der zweiten Kolumne vorkommenden Werte sind durch Subtraktion der mit den beiden Prismen erhaltenen Brechungsexponenten gewonnen. Sehr gut ist die Übereinstimmung ja nicht, aber viel besser

konnte man sie nicht erwarten. Eine gewisse Kontrolle wird sich ja doch wohl daraus ergeben.

Die Stärke der Doppelbrechung liegt also etwa zwischen denen des Augits und des Laumontits, die Lichtbrechung ein wenig über der des Augits ( $\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3} = 1.715$ ).

*Chemische Zusammensetzung.* Sämtliche Analysen sind an sorgfältig für den Zweck gewähltem Material ausgeführt, wobei besonders darauf Acht gegeben wurde, dass nur ganz frische durchsichtige Substanz genommen wurde. Die 7.5 Gramm reines Material, welche ich zu den Analysen verwendete, repräsentierten die Arbeit mehrerer Wochen. — Ein mikroskopisches Präparat dieser für die Analyse verwendete Substanz zeigte nur sehr wenig trübe Partien. Ich hatte die Gelegenheit, mich von der Homogenität des Materials zu überzeugen durch die Anwendung des Penfield'schen Apparats mit Thalliumsilbernitrat<sup>1</sup>, welchen mir Herr Lic. MAUZELIUS gütigst zur Disposition stellte. Das Thalliumsilbernitrat ist bei + 75° C. eine Flüssigkeit mit dem sp. G. 4.5, also genügend hoch um den Thalénit schwebend zu erhalten; irgend eine Zerlegung des Materials konnte aber in dieser Weise nicht bewerkstelligt werden. Einige Quarzkörner wurden mit Bromoform (sp. G. 2.9) entfernt.

Das Mineral wird schon durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure, unter Bildung gelatinöser Kieselsäure leicht zersetzt. Die Analysen führte ich in dem Laboratorium der hiesigen chemischen Institution aus. Ihrem Präfekte, dem Herrn Prof. P. T. CLEVE, spreche ich hiermit meinen besten Dank aus für das rege Interesse und die gute Ratgebung, welche meiner Arbeit zu Teil wurden.

Analysen von *Thalénit*, Sp. G. = 4.227. Getrocknet in Exsiccator.

	1	2	3	4	5	Mittel.	Mol. Quot.	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	29.49	[28.76]	30.00	29.80	30.21	29.88	0.4947	2.000
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 245.3)	63.60	63.27	63.09	63.40	63.37	63.35	0.2583	1.044
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	} 0.77	0.79	0.27	0.19	0.44	0.30	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + BeO . . . .		—	—	—	0.38	0.45	—	—
CaO . . . . .	0.49	0.58	0.44	0.45	—	0.49	—	—
MgO . . . . .	0.27	—	—	0.16	0.20	0.21	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	[0.59	0.63]	0.31	0.22	0.25	0.26	—	—
SnO . . . . .	—	—	—	0.20	0.27	0.23	—	—
H <sub>2</sub> O . . . . .	2.70	1.76	1.95	1.92	—	2.08	0.1154	0.467
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	1.05	1.02	—	1.04	0.0236	—
Stickstoff, Helium u. s. w.	1.30	1.49	—	—	—	1.40	—	—

99.69

<sup>1</sup> Americ. Journal of science III: 50: 446, 1895.

Die Analysen ergeben also die empirische Formel:



Zu den Analysen habe ich folgendes zu bemerken.

Die Kieselsäurebestimmung 2 wird ausgeschlossen, da ich bei einer Überführung Verlust erhielt, ebenso werden die Natriumbestimmungen 1 und 2 nicht mitgerechnet, da sie beide sehr lange Zeit stehen blieben und unterdessen offenbar aus dem Glase Natron aufgenommen hatten.

Die Beryllerde war nicht gänzlich in Amoniumcarbonat löslich und zeigte, mit Cobaltnitrat befeuchtet und zum Glühen gebracht, eine schöne blaue Farbe; weshalb ein Gemenge von Thonerde mit Beryllerde vorkommen muss.

Magnesia wurde von Natron getrennt durch mehrmaliges Abdunsten mit reiner Oxalsäure und schwaches Glühen, wodurch Magnesia als im Wasser unlöslich von Natron filtrirt werden kann.

Die Zinnoxidulbestimmung 4 wurde an anderem Material vorgenommen. Der Zinngehalt war mir im Anfang entgangen, da Schwefelwasserstoffwasser keine Fällung bewirkt und das Zinnsulfid erst nach längerer Zeit durch Einleiten von Schwefelwasserstoff niederschlägt. Um zu wissen, ob das Zinn als Stanni- oder Stannoverbindung einginge, machte ich an einer besonderen Probe von 0.55 g., welche in einer Kohlensäureatmosphäre gelöst wurde, eine Titrierung mit Permanganat. Dabei zeigte sich eine Reduktion des Permanganats entsprechend 0.28 % SnO, und ich glaube daher, dass das Zinn als Oxydul vorkommt. Freilich würde der Eisengehalt, wenn dieses als Oxydul einginge, dieselbe Reduktion hervorrufen, aber es scheint mir, als spreche die sehr helle Farbe des Minerals entschieden dagegen, ganz besonders, da die längs den Rissen vorkommende etwas dunklere Farbe das Aussehen hat, als sei sie durch sekundäre Infiltration eisenoxydhaltiger Lösung entstanden. Ceroverbindungen kommen im Minerale nicht vor, wie die fehlende Reaktion mit Wasserstoff-superoxyd anzeigt. — Der Zinngehalt scheint in den Niobaten und Tantalaten ein konstanter accessorischer Bestandteil zu sein, dürfte aber in Silicaten ziemlich selten vorkommen.

Das Wasser wurde durch direkte Wägung bestimmt, unter Anwendung der Penfield'schen<sup>1</sup> Röhre; diese waren in 1 u. 2 nicht vorher zum Glühen gebracht. Bei 100° entweicht kein Wasser; erst bei schwacher Rotglut geht es vollständig ab.

Kohlensäure wurde direkt bestimmt durch Lösung des Minerals in Chlorwasserstoffsäure und Überleiten der Kohlensäure über wasserfreies Kupfersulfat und Chlorcalcium, die Chlorwasserstoff und Wasser zurückhalten, nebst Absorption der Kohlensäure in einem Kaliapparat<sup>2</sup>.

Man dürfte kaum den Kohlensäuregehalt einer beginnenden Zersetzung zuschreiben können. Ich mache darauf besonders aufmerksam, obgleich die

<sup>1</sup> Amer. J. of. sc. III: 48, 30.

<sup>2</sup> MAUZELIUS & WESTERBERG. Svensk Kem. Tidskr. 7: 149.

Kohlensäure in der Formel nicht zum Ausdruck gelangt (sie würde in der Formel, wie sie oben geschrieben worden,  $\frac{1}{5}$  CO<sub>2</sub> sein), weil, wie später erwähnt wird, ein anderes Mineral, der Kainosit, dessen chemische Zusammensetzung der des Thalénits nahe kommt, in bemerkenswerthem Grade Kohlensäure enthält, was also eine besondere Verwandtschaft hervorhebt.

Das Atomgewicht der Yttererde wurde durch Sulfatüberführung von resp. 0.6, 0.7 und 0.4 Gramm bestimmt. Dabei wurde erhalten:

$$\begin{array}{r}
 R^{III} = 98.85 \\
 \phantom{R^{III}} = 98.50 \\
 \phantom{R^{III}} = 98.55 \\
 \hline
 \text{Mittel- } R^{III} = 98.63 \quad \text{Dieses giebt} \\
 R_2^{III}O_3 = 245.3
 \end{array}$$

Die Yttererde ist nur ein wenig hellgelb gefärbt. Das Absorptionsspektrum wurde in einer Normallösung (1.23 g Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in 10 cm. Lösung) mit einer Schichtlänge von 5 cm. bestimmt.

*Absorptionsspektrum* von der Yttererde aus dem Thalénit.  
*Neutrale Nitratlösung.*

Intensität der Absorption	$\lambda$	Nach Thalén
Schwach, breit . . . .	650	{ 651.5—654.5 Er. 647.5—651.5
Sehr schwach . . . .	640	640.4 Ho.
Band von . . . . .	} 580	580.8 Di <sup>1</sup> .
» zu . . . . .		
Äusserst schwach . .	540	540.0—541.6 Er.
» » . . . . .	535	536.3 Ho.
Stark . . . . .	523.8	522.5—523.5 Er.
Schwach . . . . .	488	486.5—487.7 Er.
Stark, breit . . . . .	452	453—449 Ho.

Da die ganze Absorption ziemlich schwach war, konnten die Einstellungen nicht besonders scharf ausfallen.

Es geht also hervor, dass neben der Yttererde Holminerde (= Sorets X), Erbinerde und (sehr untergeordnet) Didymerde vorkommen. Durch Behandlung mit Kaliumsulfat auch in sehr kleiner Lösung wird nur spurenweise eine Fällung erhalten; die Menge des Didyms ist also sehr unbedeutend.

Wie oben erwähnt, ist das Atomgewicht dieser Yttererde 98.63. Da dasjenige der reinen Yttererde 89 beträgt, das der Erbinerde 166, und da die Holminerde wahrscheinlich diesem Werte nahe kommt, würden die Beimengungen der anderen Erden nicht 6 % ausmachen; es muss

<sup>1</sup> Nach FORSLING, Bihang t. K. V. A. Handl. 18, I, 4 (1892).

demnach hier eine *ungewöhnlich reine Yttererde* vorliegen. — Wäre Scandium mit dem Atomgewicht 44 in nennenswerter Menge anwesend, wäre freilich die Möglichkeit eines grösseren Gehaltes an Erbin etc. als 6 % gegeben.

Dazu kommt noch, dass die Menge der Yttererde, 63,35 %, grösser ist, als in irgend einem andern Mineral, einige Xenotime möglicherweise ausgenommen. Es ist also der Thalénit ein eminentes Yttriummineral.

Probe der Yttererde wurde durch den Herrn Prof. CLEVE dem Herrn Prof. CROOKES übersandt, aber er hat noch nichts darüber mitgeteilt.

Wie oben gesagt, nahm ich zuerst an, das Mineral sei Fluocerit. Als ich eine Fluorbestimmung nach der OETTEL'schen Methode ausführte, wobei die Volumsvergrösserung durch das aus Fluorid, Quarz und Schwefelsäure gebildete Fluorkieselgas direkt gemessen wird, zeigte sich merkwürdigerweise eine Volumsvergrösserung, obgleich thatsächlich kein Fluor anwesend war, und zwar eine grössere, als die vorhandene Kohlensäure sie hätte verursachen können. Es war somit deutlich, dass der Thalénit bei der Behandlung mit Säuren *ein Gas* abgibt. Um dieses näher zu untersuchen, behandelte ich das Mineralpulver mit Chlorwasserstoff oder Schwefelsäure in Kohlensäureatmosphäre und erhielt dabei über konzentrierte Kalilauge eine wechselnde Menge eines Gases, das in eine GEISSLER'sche Röhre hinübergeführt ein schönes Stickstoffspektrum zeigte, aber keine besonderen Linien. Da aber bei zwei späteren Versuchen das Gas mit Sauerstoff gemengt in Eudiometerröhren gefunktelt wurde, und der Stickstoff also weggenommen war, traten die Heliumlinien 667.7, 587.6 und 504.8 (nach THALÉN) sehr deutlich hervor. Ich hatte die Gelegenheit, die Koincidenz mit einer von Herrn Doc. LANGLET dargestellten Röhre mit Helium aus dem Cleveit wahrzunehmen. Nachdem der Sauerstoff mit Pyrogallol absorbiert war, blieb indessen zu wenig Gas übrig, um dieses in eine Geissler'sche Röhre behufs näherer Beobachtung des Spektrums überführen zu können. Die Entdeckung von Helium im Thalénit ist ja seit den Untersuchungen RAMSAY's und Anderer gar nicht überraschend, da dieses Gas in einer grossen Menge von Mineralien, welche seltene Erden enthalten, vorkommt, wie zum Beispiel in Monazit, Xenotim, Thorit, Fergusonit, Samarskit, Hjelmit, Tantalit u. a.

Der in den Analysen als »Stickstoff, Helium« etc. aufgeführte Betrag ist durch Subtraktion des Wassers und der Kohlensäure vom Glühungsverlust erhalten. Der Glühungsverlust wurde zweimal bestimmt: eine Probe von etwa 1 g. gab Glühungsverlust 4.42 %; eine zweite Probe von 0.4 g. gab 4.61 %, dieses bei etwas stärkerem Gebläsefeuer. Über einem gewöhnlichen Gasbrenner war der Verlust 3.63 %. — Unter der Luftpumpe geht wahrscheinlich ein Teil des Gases ab.

Eine Analyse, welche an stark geglühter Substanz vorgenommen wurde, zeigte, dass davon 13.5 % durch Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzt wurde.

Dem *Lötrohrfeuer* ausgesetzt wird der Thalénit weiss und undurchsichtig, schmilzt aber nicht. Er wird in der Boraxperle gelöst, in der

Phosphorsalzperle aber nicht, und teilt diesen keine Farbe mit. Im Kolben geht Wasser ab.

*Verwitterung.* In den Teilen der Stoffen, welche augenscheinlich den Atmosphäriken ausgesetzt gewesen sind, ist das Mineral in hohem Grade verwittert, wobei die Farbe heller wird. Um zu ermitteln, welche Richtung die Zersetzung einschlägt, führte ich eine Analyse an verwittertem Materiale aus, welches grösstenteils so weich war, dass es mit Leichtigkeit von dem Nagel geritzt wurde und teilweise erdartig erschien. 2.6 g. ergaben in Benzol bei 15° das spezifische Gewicht 3.945.

Analyse 6. an *verwittertem Thalénit.*

SiO <sub>2</sub> . . . . .	27.69
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	58.58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + BeO . . . . .	0.35
CaO . . . . .	2.19
MgO . . . . .	0.40
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1.07
SnO . . . . .	0.22
H <sub>2</sub> O . . . . .	2.70
CO <sub>2</sub> . . . . .	3.32
Glühungsv. — (H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub> ) . . . . .	2.50
	100.53

Es geht somit hervor, das der Thalénit bei der Verwitterung Eisenoxyd, Kalk und Natron aufgenommen hat, aber verhältnismässig wenig Kohlensäure und Wasser. Dazu kommt noch organische Substanz, deren Anwesenheit sich verriet durch einen starken, bituminösen Geruch nebst einer schwachen alkalischen Reaktion des Wassers, welches bei der Wasserbestimmung aus dem Minerale ausgetrieben wurde.

Ich wage es nicht zu beurteilen, ob dieser Gehalt an organischer Substanz ausschliesslich sekundärer Natur ist, oder ob er auch im frischen Minerale vorkommt. Für die letztere Annahme spricht, dass bei einer Mischung einer aus frischem Minerale dargestellten Gasquantität mit dem gleichen Volumen Sauerstoff eine heftige Explosion auf den ersten durchgeleiteten Funken erfolgte, was die Anwesenheit von Kohlenwasserstoff (oder vielleicht Wasserstoff) andeutet.

Der Gehalt an Stickstoff kann ja mit der Annahme organischer Substanz übereinstimmen, sowie auch das Verschwinden der roten Farbe bei der Glühung<sup>1</sup>.

*Verwandte Mineralien und chemische Konstitution.* Sieht man von

<sup>1</sup> Das rothe Pigment des Minerals löst sich in HCl nicht, sondern bleibt bei der abgeschiedenen Kieselsäure, diese schwach rosa färbend. Nach völliger Trocknung behält die Kieselsäure gern eine braune Farbe, welche bei der Glühung vollständig verschwindet; die Kieselsäure verflüchtigt sich nachher mit HF1 gänzlich.

denjenigen Silikaten ab, welche Eisenoxydul in bedeutender Menge oder Yttererde nur in beschränktem Masse enthalten, kommen die übrigen bekannten Yttriumsilikate einander sehr nahe. Die in der Litteratur angegebenen sind: DAMOUR's Yttriumsilikat, Kainosit, Yttrialit und Rowlandit.

Das erstgenannte, von DAMOUR 1853 im Diamantsande von Bahia gefunden, ist nicht näher untersucht oder analysiert worden, aber die Beschreibung<sup>1</sup> stimmt mit den Eigenschaften übriger Yttriumsilikate so gut überein, dass die Unsicherheit, ob es wirklich ein solches war, ganz wegfallen kann.

Der *Kainosit* wurde von NORDENSKIÖLD<sup>2</sup> 1886 unter Mineralien von Hitterö entdeckt und die empirische Formel  $4\text{SiO}_2 + \text{CO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO} + 2\text{H}_2\text{O}$  gefunden, eine nach der Bemerkung Nordenskiölds sehr eigentümliche Zusammensetzung.

Später wurde von HJ. SJÖGREN<sup>3</sup> ein Mineral aus Nordmarken beschrieben, dessen Zusammensetzung nach einer von MAUZELIUS an 6.66 Centigramm ausgeführten Analyse mit der des Kainosits übereinstimmt. Dieser Kainosit von Nordmarken ist rhombisch mit dem Axenverhältnis  $a : b : c = 0.9517 : 1 : 0.8832$ , aber dessen Identität mit dem Hitterö-Kainosit dürfte doch als noch nicht ganz sicher festgestellt zu betrachten sein, und ich halte es für unentschieden, ob dieses Mineral von Hitterö rhombisch oder, wie der Thalénit, monosymmetrisch ist; dass es zweiaxig ist, wurde von NORDENSKIÖLD gefunden.

Dem *Yttrialit*, 1889 von HIDDEN & MACKINTOSH beschrieben<sup>4</sup>, sollte die Formel  $\text{R}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  zukommen, worin R hauptsächlich Ytter- und Thorerde ist. Dabei wird aber ca. 4 % Eisenoxydul in der Analyse vernachlässigt. Wird dies nebst etwas Kalk und Bleioxyd mitgerechnet, so bekommt man die Formel  $\text{Fe}^{\text{II}}\text{O} \cdot 2\text{R}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ , analog mit der des Thalénits, welche besser die Zusammensetzung des Yttrialits wiedergibt, obgleich die Übereinstimmung gar nicht gut ist. Nach GROTH, Tabellari-sche Übersicht. 4:e Aufl., 1898 ist seine Homogenität zweifelhaft. Nur eine Analyse ist ausgeführt.

Näher untersucht ist der *Rowlandit*, 1891 von HIDDEN entdeckt und 1893 von HILLEBRAND analysiert<sup>5</sup>, mit der Zusammensetzung  $\text{Si}_4\text{Y}_4\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fl}_2\text{O}_{14}$ , worin ausser Yttererde noch Ceritoxyside, ausser  $\text{Fe}^{\text{II}}$  noch Mg, Mn, Ca eingehen.

Die empirischen Formeln können demnach in folgender Weise geschrieben werden:

Thalénit	$\text{H}_2\text{Y}_4\text{Si}_4\text{O}_{15}$	Zweiaxig, hellrot	Sp. G. 4.227
Yttrialit	$\text{FeY}_4\text{Si}_4\text{O}_{15}$	Isotrop, dunkelgrün	4.575
Rowlandit	$\text{FeY}_4\text{Si}_4\text{O}_{14}\text{Fl}_2$	»	» 4.513
Kainosit	$\text{H}_4\text{Ca}_2\text{Y}_2\text{Si}_4\text{O}_{14}\text{CO}_3$	Zweiaxig, gelb	3.413

<sup>1</sup> L'institut 21: 78, 1853.

<sup>2</sup> Geol. Fören. Förh. 8: 143, 1886.

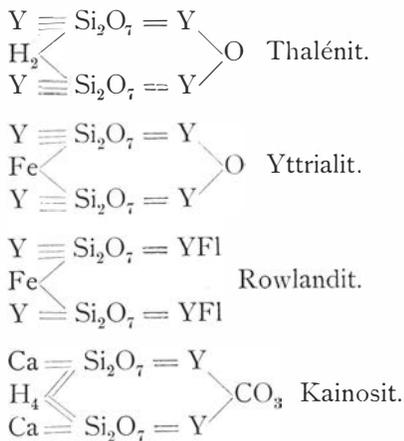
<sup>3</sup> Ibidem 19: 54, 1897.

<sup>4</sup> Amer. J. of sc. 38: 477, 1889.

<sup>5</sup> Ibidem 46: 208, 1893.

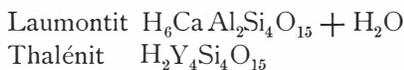
Es geht also eine bemerkenswerthe Übereinstimmung hervor: dieselbe Summe von 14 Valenzen der Metalle, 4 Silicium, 15 Sauerstoffatome, von denen in den beiden letzten Mineralien je einer ersetzt worden ist, im Rowlandit durch  $\text{Fl}_2$ , im Kainosit durch  $\text{CO}_3$ .

Für diese ganze Gruppe ist die Konstitutionsformel, welche schon von HILLEBRAND als die wahrscheinlichste für den Rowlandit aufgestellt wurde, anzunehmen, wobei diese selbstverständlich an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Man wird also die Strukturformeln als Derivat der Orthokieselsäure  $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$  schreiben können:

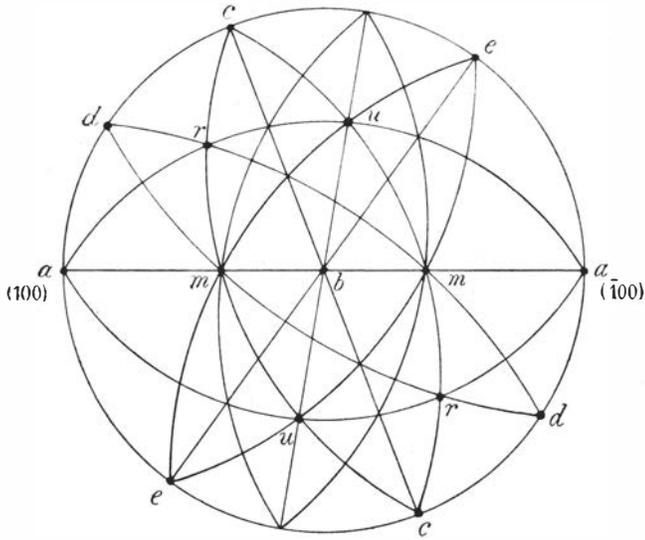


Demgemäss muss man annehmen, dass durch O,  $\text{Fl}_2$ ,  $\text{CO}_3$  die Valenz zweier Yttriumatome heruntergedrückt wird. — Dass auch die Kohlensäure diese Funktion haben kann, geht bereits aus der Formel des *Cancrinits* hervor, da dieser nur mit jener Auffassung eine rationelle Formel erhält, und dann in völlige Übereinstimmung mit den verwandten Orthosilikaten der Nephelingsgruppe kommt.

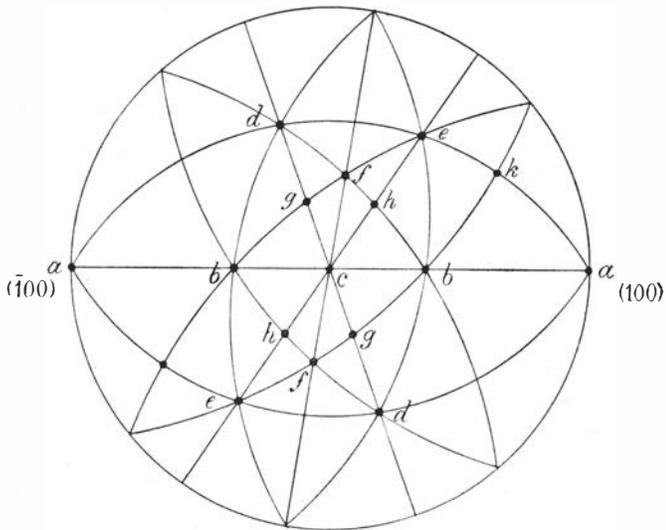
Wie oben erwähnt, giebt das Axenverhältnis des Thalénits dasjenige des Laumontits genau wieder. Es wäre deshalb nicht ohne Interesse, eine etwaige Analogie in der Zusammensetzung zu finden. Die Formel des Laumontits wird gewöhnlich geschrieben  $\text{H}_4\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{14} + 2\text{H}_2\text{O}$ . Dabei ist zu bemerken, dass die zwei sogenannten Krystallwassermoleküle verschiedener Natur sind, so dass das eine viel stärker gebunden ist; nimmt man daraus Anlass, ein  $\text{H}_2\text{O}$  in die Formel hineinzuschreiben, erhält man



Diese gute chemische Übereinstimmung veranlasste mich nachzusehen, ob man nicht durch geeignete Wahl der Axen eine bessere krystallographische Beziehung finden könnte. In der That, wenn man die sphärische Projektion auf 010 mit umgekehrter Stellung des einen Minerals entwirft (siehe Fig. auf der folgenden Seite), zeigt sich die genau gleiche Lage der Zonen *bc*, *be*, *bu* und *au* des Laumontits, obgleich keine Flächen, mit Ausnahme deren der Prismazone, gemeinsam sind.



Laumontit, Projektion auf 010.



Thalénit, Projektion auf 010.

Rechnet man den Krystall des Laumontits um, mit der Annahme  $r = (\bar{2}11)$  statt  $r = (111)$  wie gewöhnlich gesetzt wird, so gelangt man zu den Konstanten:

$$\text{Laumontit } a : b : c = 1.0790 : 1 : 0.5906. \quad \beta = 80^\circ 26'.6$$

$$\text{Thalénit (wie oben) } 1.154 : 1 : 0.602 \quad \beta = 80^\circ.2$$

Es besteht also zwischen Laumontit und Thalénit eine gewisse Isomorphie oder, wenn man diese Benennung vorzieht, Isogonie<sup>1</sup>. Eine nicht unbedeutende Ähnlichkeit zeigt sich in der Farbe der beiden Mineralien und in der Neigung zur Verwitterung, obgleich diese bei dem Laumontit viel stärker auftritt. Das Wasser des Laumontits geht freilich viel eher ab, aber die letzte Hälfte erst beim Rothglühen, wo das Wasser des Thalénits auch entweicht.

Zuletzt einige Worte über die Beziehungen der Mineralien dieser Thalénitgruppe zu einander. Der Thalénit und der Kainosit haben eine grosse Ähnlichkeit mit einander: helle Farbe, welche an die des Fluocerits erinnert — auch der Kainosit wurde anfangs für Fluocerit gehalten —; beide sind optisch zweiachsig. Der Yttrialit und der Rowlandit sind beide dunkelgrün und optisch isotrop, und haben beinahe dasselbe spezifische Gewicht — dasjenige des thorhaltigen Yttrialits ist etwas höher.

Es ist deutlich — oder wenigstens sehr wahrscheinlich — dass die dunklere Farbe der beiden letzteren Mineralien durch den Eisenoxydulgehalt verursacht wird — vielleicht trägt auch ein kleiner Urangehalt dazu bei. Man kann sich fragen, ob dies nicht auch den optischen Charakter beeinflusst. Thatsächlich sind eisenoxydulhaltige Silikate mit dunkler Farbe *sehr oft* isotrop oder neigen dazu, vom doppelbrechenden zum isotropen Zustand überzugehen, wie zum Beispiel der Gadolinit und der Allanit, wo beide Formen coexistieren. Was diese betrifft, hat schon A. SJÖGREN<sup>2</sup> 1877 wahrgenommen, dass die doppelbrechende Substanz im allgemeinen heller gefärbt ist, als die isotrope, eine Beobachtung, welche mit der Angabe WALFR. PETERSSON'S<sup>3</sup> im Einklang steht, dass der isotrope Gadolinit durch Glühung zu doppelbrechender Substanz *von entschieden hellerer Farbe* übergeht. Es scheint also, als ständen Färbung und innere Optik in naher Beziehung zu einander. Beispielsweise habe ich sämtliche Titanosilikate durchgesehen; von diesen enthalten 5 kein Eisenoxydul, sind heller Farbe und doppelbrechend, von den übrigen, eisenoxydulhaltigen, sind die drei von gelber Farbe *doppelbrechend*, die zwei von schwarzer Farbe *isotrop*. Dieses Verhalten scheint mir eine gewisse Aufmerksamkeit zu verdienen, weshalb ich es nicht habe gänzlich übergehen wollen.

Upsala, im Nowember 1898.

<sup>1</sup> Prof. P. GROTH hat mir später gütigst privat mitgeteilt, dass nach seiner Meinung die auffallende Übereinstimmung im Axenverhältnis des Thalénits mit Laumontit zwar sehr merkwürdig, aber gewiss nicht als Isomorphie zu bezeichnen ist.

<sup>2</sup> Geol. Fören. Förh. 3: 262.

<sup>3</sup> Ibidem 12: 343, 1890.

### Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Aussehen von Krystall I.  
Fig. 2. Aussehen von Krystall IV.  
Fig. 3. Stück von Krystall II, in der Richtung der  $c$ -Axe gesehen.  
Fig. 4. Detail eines anderen Stückes, so winzig, dass die Winkel kaum zu messen sind. Hier scheinen jedoch mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die Flächen  $h$  (131) und  $i$  (221) vorzukommen.  
Fig. 5. Die idealisierte Form von Krystall I.  
Fig. 6. Die idealisierte Form des Thalénit-Krystalls in vollständiger Ausbildung.  
Fig. 7. Photographie der ganzen Stufe mit den Krystallen I, II, III, ehe sie ausgesägt wurden.

---

### Nachtrag.

#### *Gelber Thalénit.*

Bei den ersten Bestimmungen des spezifischen Gewichts des Thalénits ergaben sich Schwankungen zwischen 4.11 und 4.205, weshalb ich das Material näher examinierte. Dabei zeigte es sich, dass dieses in zwei verschiedene Substanzen zerlegt werden konnte, deren die eine mit dem höheren spezifischen Gewicht 4.23 das Material der im vorigen genannten Analysen darstellt. Die andere, etwas leichtere Substanz hat das spezifische Gewicht 4.11—4.16 und unterscheidet sich von der vorigen durch gelbe Farbe und viel grössere Durchsichtigkeit (gewisse Fragmente sind dem Topase sehr ähnlich), stärkeren Glanz, schwächere Doppelbrechung und muscheligen Bruch. Die Grenze der beiden Substanzen ist oft sehr deutlich durch einen dunkleren, rothen Rand markiert. Der gelbe Thalénit kommt in dem rothen sehr spärlich, drusenförmig eingeschlossen, vor. Bei der Behandlung des nicht ohne Schwierigkeit erhaltenen Analysenmaterials mit der Penfeldschen Lösung (siehe im vorigen) zeigte sich dieses von etwas variirendem spezifischem Gewicht, die kleine Menge erlaubte es aber nicht, nur Material mit ganz gleichem Gewicht herauszunehmen.

Folgende Analysen wurden von mir ausgeführt.

Analysen an *gelbem Thalénit*.

	1	2	Mittel
SiO <sub>2</sub> . . . . .	30.72	31.05	30.89
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	63.91	63.91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ? . . .	—	0.25	0.25
CaO . . . . .	0.34	0.40	0.37
MgO . . . . .	—	0.10	0.10
Na <sub>2</sub> O . . . . .	—	0.36	0.36
SnO <sub>2</sub> ? . . . . .	0.14	0.23	0.19
H <sub>2</sub> O . . . . .	—	1.54	1.54
Glühungsv. — H <sub>2</sub> O . .	—	1.96	1.96
			99.57

Das Mineral enthielt keine Kohlensäure.

Die Yttererde hat nach einer Bestimmung an 0.1307 g. Oxyd das Atomgewicht  $R^{III} = 99.1$  ( $R_2O_3 = 246.2$ ).

Das durch Schwefelwasserstoff gefällte Sulfid ist nicht, wie in den vorigen Analysen, hellgelb, sondern rothbraun gefärbt und wird nach der Glühung dunkel, während im vorigen Falle die Farbe völlig weiss wurde. Es scheint also unsicher, ob das Metall auch hier Zinn ist (vielleicht durch etwas Blei verunreinigt).

Aus den Analysen geht hervor, dass diese gelbe Substanz ein besonders reiner Thalénit zu sein scheint.

Der Brechungsexponent wurde mit einem Prisma zu  $n = 1.713$  bestimmt.



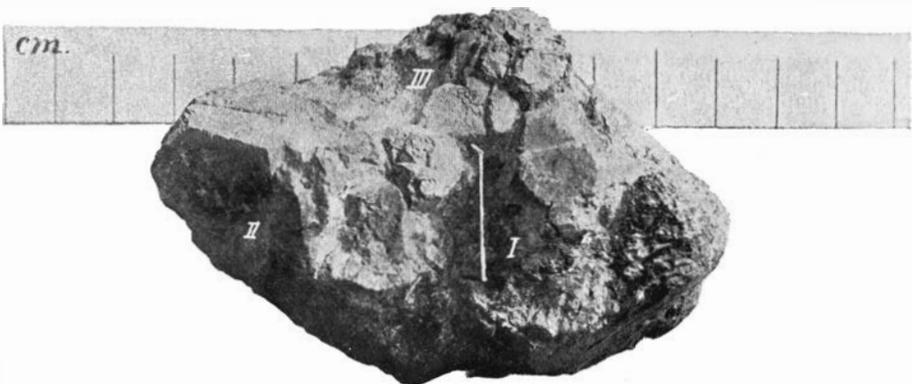
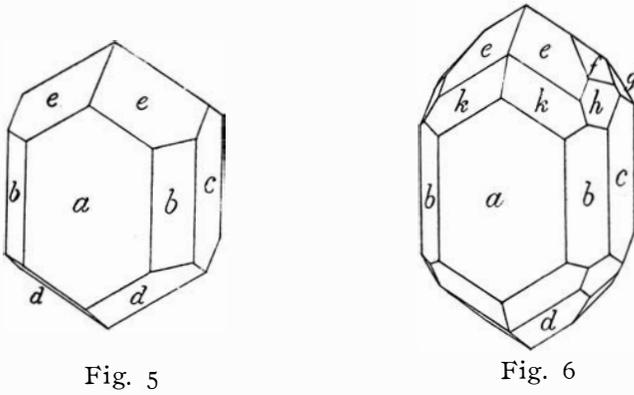
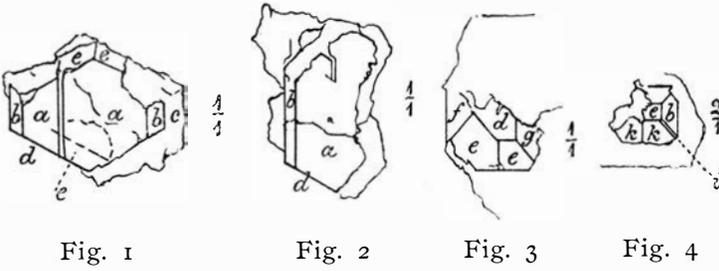


Fig 7