

*J. C. Borner*  
**ZEITSCHRIFT**

FÜR

**KRYSTALLOGRAPHIE**

UND

**MINERALOGIE**

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLEICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

**P. GROTH.**

---

**ACHTZEHNTER BAND.**

MIT 5 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 162 FIGUREN  
IM TEXT.

---

**LEIPZIG**

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1891.

# XVII. Ueber Pinakiolith und Trimerit, zwei neue Mineralien aus den Mangangruben Schwedens.

Von

**Gust. Flink** in Stockholm.

(Mit Tafel III.)

## 1. Pinakiolith, von Långbanshyttan in Wärrland.

Im Frühlinge dieses Jahres besuchte ich Långbanshyttan und fand daselbst ein Mineral, welches mir völlig fremd war. Ich habe dasselbe nachher eingehend untersucht und es erwies sich dabei als ein neues. Da es fast immer in kleinen Krystalltäfelchen vorkommt, scheint mir der Name Pinakiolith von *πινάκιον*, kleine Tafel, und *λίθος*, Stein, für dasselbe nicht unpassend.

Das Mineral kommt zu Långbanshyttan in körnigem Dolomit und mit Hausmannit, welcher als Erz abgebaut wird, zusammen vor. Der Dolomit ist häufig durch Mangancarbonat roth gefärbt. Das neue Mineral findet sich in besonderen Streifen und Bändern im Dolomit und zwar häufig von dem Hausmannit getrennt, und die Krystalllamellen oder Tafeln liegen oft deutlich zu einander einigermassen parallel orientirt. Die so entstandenen Pinakiolithzonen sind jedoch immer dünn und scheinen auch eine sehr beschränkte Verbreitung zu haben. Zusammen mit den Pinakiolith kommen noch körniger Tephroit, kleine Blättchen von Manganophyll, Berzeliit etc. vor.

Da das Mineral nur in sehr kleinen Individuen auftritt, war es schwierig, eine genügende Quantität reinen Analysenmaterials zu erhalten. Auch recht grosse Stufen von dem das Mineral enthaltenden Dolomit lassen beim Lösen in Salzsäure nur wenig von den kleinen und dünnen Mineraltafeln zurück. Obwohl das Mineral in concentrirter Salzsäure gelöst wird, wirkt doch verdünnte Säure nicht merkbar auf dasselbe ein. Dagegen werden die Tephroïtkörner zersetzt und kleine Reste der durch diese Zersetzung freigemachten Kieselsäure haften an den Krystalltafeln des Pinakiolith sehr

hartnäckig an und sind nicht völlig wegzuschaffen. Auch sind häufig mehrere sehr dünne Tafeln zusammengewachsen und es ist dann nicht möglich, sich vor dazwischen eingeschalteten Beimengungen zu hüten.

Das spezifische Gewicht des Minerals, durch Wägen in Benzol bestimmt, ist bei 20° C. = 3,884. Härte = 6. Sehr spröde.

Im Gebläsefeuer schmelzen dünne Lamellen sehr schwierig zu schwarzer, nicht magnetischer Schlacke. Mit Kaliumbisulfat und Flussspath färbt das Mineralpulver die Flamme intensiv grün. Mit anderen Flussmitteln giebt es starke Reaction auf Mangan.

Von warmer concentrirter Salzsäure wird das Mineralpulver und zwar unter starker Chlorentwicklung gelöst. In der Lösung halten sich jedoch immer einige Flocken von Kieselsäure suspendirt. Die qualitative Untersuchung zeigt übrigens die Anwesenheit von Mangan, Magnesia und Borsäure nebst kleinen Mengen von Kalk und Blei. Die quantitativen Bestimmungen wurden in vier verschiedenen Proben bewerkstelligt.

Nachdem die Borsäure durch wiederholte Abdampfungen mit Salzsäure völlig entfernt war, wurden Kieselsäure, Blei, Mangan, Eisen, Kalk und Magnesia in derselben Probe und mittels gewöhnlicher Methoden bestimmt. Die Borsäure wurde in einer besonderen Probe nach Gooch's Methode \*) isolirt und gewogen. Diese Methode ist gewiss sehr gut. Dass die Menge der Borsäure dennoch etwas zu gering gefunden wurde, beruht deshalb nicht auf der Methode, sondern darauf, dass die angewandte Substanz nicht völlig rein war und kein Mittel zur Bestimmung der Menge der Verunreinigungen sich finden liess. Die Quantität des durch Salzsäure aus dem Mineral freigemachten Sauerstoffes sowie auch einer geringen Menge möglicherweise anwesenden Wassers wurden ausserdem in besonderen Proben bestimmt. Die so durchgeführte Analyse lieferte folgendes Resultat:

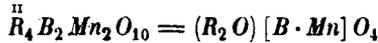
$B_2O_3$	15,65
$MgO$	28,58
$Mn_3O_4$	49,39
$Fe_3O_4$	2,07
$CaO$	1,09
$PbO$	0,76
$SiO_2$	1,21
$H_2O$	0,47
	99,22

Zieht man die Kieselsäure und das Wasser, welche gewiss nur Verunreinigungen sind, ab und berechnet man ferner den Rest auf 100, so erhält man:

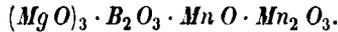
\*) Bull. of the Unit. States Geol. Survey, No. 42, pag. 64.

$B_2 O_3$	16,05
$Mg O$	29,30
$Mn_3 O_4$	50,63
$Fe_3 O_4$	2,12
$Ca O$	1,12
$Pb O$	0,78
	100,00

Dies entspricht recht genau der Formel



oder genauer präcisirt



Diese Formel erfordert:

$B_2 O_3$	16,71	
$Mg O$	28,64	
$Mn O$	16,94	}
$Mn_2 O_3$	37,71	
	100,00	= 54,65 $Mn_3 O_4$ .

Wie man sieht ist ein kleiner Theil des Manganoxyduls durch Kalk, Eisenoxydul, Bleioxyd und auch Magnesia ersetzt. Dies Alles stimmt mit der Formel. Nur ist der Borsäuregehalt aus schon angegebenem Grunde etwas zu niedrig gefunden.

Die directe Bestimmung des freigemachten Sauerstoffes ergab

$$4,34\%,$$

während die Formel nur

$$3,80\%$$

verlangt. Die gefundene Sauerstoffmenge giebt zwar eine etwas andere Relation zwischen vorhandenem Manganoxydul und Manganoxyd im Mineral, als oben berechnet ist, es muss aber daran erinnert werden, dass selbst eine ganz geringe Differenz in der Sauerstoffmenge die Relation zwischen Oxydul und Oxyd höchst beträchtlich ändert. Ich kann dieser Bestimmung daher kein allzu grosses Gewicht beilegen, besonders da auch etwas Eisen vorhanden ist, von dem man ja immer nicht weiss, ob es als Oxyd oder Oxydul im Mineral fungirt. Insofern die analytischen Methoden sichere Schlüsse über die Zusammensetzung des Minerals erlauben, scheint deshalb die oben angegebene Formel höchst wahrscheinlich und stimmt mit den gefundenen Zahlen vollkommen genügend überein. Es ist von Interesse, dass diese Formel derjenigen des Ludwigit völlig analog ist. Statt des Eisens in diesem letzteren findet sich im Pinakiolith Mangan und dieser ist demnach als ein Mangan-Ludwigit zu betrachten.

Der Pinakiolith kommt zwar nur idiomorph begrenzt vor, jedoch sind die Krystalle gewöhnlich gar nicht gut ausgebildet. Wie schon erwähnt, bilden dieselben am häufigsten kleine Tafeln (Fig. 4, Taf. III), welche einen etwas langgezogenen, rechteckigen Umriss zeigen. Sehr häufig sind diese Tafeln auch ganz unregelmässig begrenzt und wie ringsum zerbrochen. Die Grösse derselben ist höchstens  $6 \times 3 \times 4$  mm. Gewöhnlich sind sie aber viel kleiner, sehr dünn, gebogen und gebrochen.

Der Pinakiolith gehört wie der Ludwigit dem rhombischen Systeme an. Die Aufstellung der Krystalltafeln habe ich derartig gewählt, dass die grosse Tafelfläche als Brachypinakoid genommen ist. Ferner wurden sie aufrecht so gestellt, dass die krystallographische  $c$ -Axe in der Richtung liegt, welche in der Regel die Längsrichtung der Tafeln ist. Nach dieser Stellung kommen an besser ausgebildeten Krystallen an den vorderen (und hinteren) Kanten zwei Flächen vor, welche mit einander einen Winkel von  $34^{\circ} 4'$  bilden und — analog dem mit dem Pinakiolith homöomorphen Manganit (siehe weiter unten) — als  $\{310\} \infty \bar{P}3$  betrachtet werden. Nur diese zwei Krystallformen

$$\begin{aligned} \{010\} &\infty \bar{P}\infty \text{ und} \\ \{310\} &\infty \bar{P}3 \end{aligned}$$

sind am Pinakiolith beobachtet worden; es kommen aber sehr häufig Zwillinge vor, welche so ausgebildet sind, wie Fig. 2 zeigt. Die beiden in Zwillingstellung verwachsenen Individuen bilden mit einander einen Winkel von  $60^{\circ} 55'$ . Da die Halbirungsebene dieses Winkels eine krystallogomisch mögliche Fläche sein muss, kann man dieselbe als Brachydoma betrachten und hiermit sind Daten für die Berechnung des rhombischen Axenverhältnisses gegeben. Man hat nämlich

$$\begin{aligned} (310) : (\bar{3}\bar{1}0) &= 34^{\circ} 4' \text{ und } (044) : (0\bar{1}\bar{1}) = 60^{\circ} 55', \\ &\text{also} \\ a : b : c &= 0,83385 : 4 : 0,58807. \end{aligned}$$

Nicht alle Pinakiolithkrystalle sind nach dem Brachypinakoid dünn-tafelförmig ausgebildet. Es kommen nämlich auch nach der  $c$ -Axe stengelartig ausgezogene Individuen vor, welche nicht breiter als dick sind (Fig. 3). Die Brachypinakoidfläche ist immer glänzend und gut spiegelnd; die Prismenflächen sind dagegen in der Regel mehr oder weniger matt. Die Zwillinge sind bisweilen derartig zusammengewachsen, dass sie aus zwei einander durchkreuzenden Individuen bestehen (Fig. 4). Diese Durchkreuzungszwillinge sind gewöhnlich innen ganz geschlossen, doch kommen auch solche vor, welche innen hohl sind. Auch einfache Krystalle sind bisweilen so gebildet, dass sie aussen aus einer dünnen Rinde bestehen und innen hohl sind.

Spaltbarkeit nach dem Brachypinakoid ist, wie namentlich aus

Dünnschliffen ersichtlich, ziemlich vollkommen. In Schliffen nach dem Brachypinakoid selbst sieht man bisweilen unvollkommene Spaltrisse nach einem unbestimmbaren Makrodoma.

Die Farbe des Pinakolith ist rein schwarz; der Glanz auf den Krystallflächen sehr stark, metallisch. Das gepulverte Mineral ist bräunlich grau und wird durch heftiges Glühen schwarz. Sehr dünne Schriffe sind durchscheinend, stark pleochroitisch.

Die optische Orientirung des Minerals ist derartig, dass die Ebene der optischen Axen in der Basis liegt, und die spitze, negative Bisectrix mit der krystallographischen  $b$ -Axe zusammenfällt. Das Mineral ist allzuwenig durchsichtig, um die Messung der Winkel der optischen Axen zu gestatten. Der Winkel um die spitze Bisectrix ist jedoch ziemlich klein (der scheinbare Axenwinkel in Luft nach Schätzung ca.  $60^{\circ}$ ), so dass die Axen innerhalb des Gesichtsfeldes des Mikroskops mit Polarisation austreten. Die Dispersion des Axenbildes ist der starken Absorption wegen nicht deutlich, doch scheint die Farbendispersion  $v > \rho$  stattzufinden. Die Absorption des Lichtes und die Axenfarben sind wie folgt: parallel der  $c$ -Axe (= Richtung der mittleren optischen Elasticität) grösste Absorption, fast undurchsichtig; parallel der  $b$ -Axe (= Richtung der grössten optischen Elasticität) mittlere Absorption, tief rothbraun, und parallel der  $a$ -Axe (= Richtung der kleinsten optischen Elasticität) kleinste Absorption, rothgelb, also  $b > a > c$ .

Es ist schon angegeben, dass der Pinakolith mit dem Ludwigit der Zusammensetzung nach sehr nahe verwandt ist. Auch krystallographisch scheinen die beiden Mineralien, insofern man nach den mangelhaften Angaben über den Ludwigit schliessen kann, mit einander übereinstimmend zu sein.

## 2. Trimerit, von der Harstigsgrube in Wärmland.

Beim Suchen nach Krystallen des früher unter den Mineralien der Harstigsgrube gefundenen Friedelit wurde der Trimerit (von *τριμερής*, dreigetheilt, mit Rücksicht auf den unten beschriebenen mimetischen Bau der Krystalle) gegen das Ende des vorigen Jahres entdeckt. Die beiden Mineralien kommen unter ähnlichen Verhältnissen und wohl auch zusammen vor, doch ist der Trimerit bei weitem seltener, da ich davon ausser dem zur Untersuchung verwendeten Material nur drei Stücke erhalten habe. Betreffs des äusseren Aussehens des Minerals mag bemerkt werden, dass ich es anfänglich für grosse lichtgefärbte Krystalle von Friedelit hielt. Diese unrichtige Ansicht konnte sich aber nur so lange halten, bis die Krystalle von dem umgebenden Kalkspath völlig befreit waren, dann zeigte es sich gleich, dass hier etwas Anderes vorliege.

Der Trimerit kommt nur in aufgewachsenen, von später abgesetztem Kalkspath umgebenen Krystallen vor. Dieselben können zwar durch ver-

dünnte Salzsäure isolirt werden; dabei bleiben sie aber nicht ganz unangegriffen. Doch geben die durch Säure freigemachten Krystalle am Reflexionsgoniometer noch gute Reflexe. Es scheint die Trimeritsubstanz selbst von verdünnter Säure kaum angegriffen zu werden; die Krystalle sind aber häufig mit Sprüngen, Rissen und allerlei unregelmässigen Vertiefungen versehen, die mit Kalkspath erfüllt sind. Wenn diese mannichfaltigen Vertiefungen entleert werden, erhalten die Krystalle oft ein zerfressenes und schwammiges Aussehen. Andere Krystalle sind dagegen mit unverletzten Flächen versehen und hübsch ausgebildet.

Das Nebengestein, d. h. dasjenige Gestein, auf welchem die Krystalle aufgewachsen sind, ist ein feinkörniges Gemenge von Magnetit, graugrünem Pyroxen, Granat etc. Die Krystalle selbst sind von einem Gewebe von haarfeinen, grünlichgrauen bis farblosen Grammatitstengeln umgeben oder begleitet, bisweilen auch durchsetzt. Auch kommen ziemlich grosse dunkelbraune Granate mit dem Trimerit zusammen vor. Diese Granatkrystalle stellen die gewöhnliche Combination  $\{110\} \{211\}$  dar und sind ziemlich wohl ausgebildet. Auch habe ich zusammen mit dem Trimerit einzelne kleine Krystalle von Friedelit gefunden. Diese beiden Mineralien kommen also zusammen vor und sind auch wahrscheinlich von gleichem Alter.

Das specifische Gewicht des Trimerit, in Rohrbach's Baryumquecksilberjodidflüssigkeit bestimmt, ist = 3,474 (nach Bestimmung von Prof. W. C. Brögger), die Härte = 6—7.

Eine distincte Spaltbarkeit findet, wie Dünnschliffe zeigen, nach der Basis statt; sehr vollkommen kann sie jedoch nicht sein, da Bruchstücke in der Regel einen ausgeprägt muscheligen Bruch zeigen.

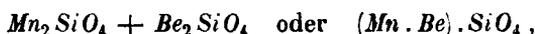
In der Platinzange schmelzen dünne Splitter nur vor heftigstem Löthrohrfeuer, wobei sich eine dunkle Schlacke bildet. Uebrigens ist die Anwesenheit von Kieselsäure, Eisen und Mangan vor dem Löthrohre leicht nachzuweisen. Pulverisirt wird das Mineral von heisser concentrirter Salzsäure leicht zersetzt, wobei flockige Kieselsäure sich abscheidet.

Die saure Flüssigkeit, aus welcher die Kieselsäure abgeschieden ist, giebt mit Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag, wohl aber die durch Ammoniak neutral gemachte mit Schwefelammonium. Dieser durch Schwefelammonium erzeugte Niederschlag enthält Mangan und Eisen nebst einer Thonerde-ähnlichen Substanz, die sich aber nicht wie gewöhnlich vom Mangan trennen lässt, sich in kohlsaurem Ammonium löst und durch Kochen wieder gefällt wird. Es ist dies also Beryllerde. Diese wurde bei der Analyse in folgender Art bestimmt. Bei der Trennung von Eisen und Mangan bleibt eine Portion der Beryllerde bei jedem der beiden. Von Eisen wurde die Beryllerde mit Kalilauge ausgezogen, und aus dem Gemenge von Beryllerde und Mangan wurde letzteres bei Gegenwart von Wein-

säure durch Schwefelammonium gefällt. Die Analyse lieferte folgendes Resultat :

		Quotienten:
<i>SiO<sub>2</sub></i>	39,77	0,6608
<i>BeO</i>	17,08	0,6751
<i>MnO</i>	26,86	0,3783
<i>FeO</i>	3,87	0,0537
<i>CaO</i>	12,44	0,2221
<i>MgO</i>	0,61	0,0152
400,63		} 0,6693

Dies entspricht recht genau der Formel



worin ein Theil des Mangan durch *Ca*, *Fe* und *Mg* ersetzt ist. Die nach dieser Formel berechneten Werthe sind folgende :

<i>SiO<sub>2</sub></i>	39,85	0,6642
<i>BeO</i>	16,80	0,6642
<i>MnO</i>	26,61	0,3754
<i>FeO</i>	3,83	0,0533
<i>CaO</i>	12,31	0,2204
<i>MgO</i>	0,60	0,0151
400,00		} 0,6642

Das Mineral besteht also aus einem Molekül Berylliumorthosilicat (Phenakitsubstanz) und einem Molekül Mangan- etc. -Orthosilicat. Letzteres Glied kann als Troostit, worin der ganze Zinkgehalt durch Mangan etc. vertreten ist, angesehen werden. Das Mineral ist also chemisch ein Glied der Willemitgruppe, aber, wie die geometrische und optische Untersuchung zeigen werden, durch mehrere Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet.

Der Trimerit ist nur in idiomorphen Krystallen gefunden worden. Unter den vorhandenen Krystallen ist der grösste 12 mm breit und 8 mm dick. Häufig sind die Individuen klein, zusammen- und durcheinander gewachsen. Die grösseren sind gewöhnlich von unebenen, gewölbten und, wie es scheint, unregelmässig gestreiften Flächen begrenzt. Doch kommen auch an solchen Krystallen gut ausgebildete Ecken vor, an denen genaue Messungen möglich sind. Die kleinen Individuen sind ebenflächiger und können vielseitiger gemessen werden, doch niemals ringsum, da sie immer eine unbrauchbare Anwachseite aufweisen; Krystalle mit beiden Basisflächen kommen jedoch häufig vor.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, ist das Mineral (scheinbar) hexagonal krystallisirend. Obwohl die optische Untersuchung darlegt, dass die Krystalle mimetisch aus asymmetrischen Individuen zusammengesetzt sind, kann dies

doch nicht durch Goniometermessungen entdeckt werden. Sie verhalten sich geometrisch also wie einfache hexagonale Individuen und sollen der Einfachheit wegen vorläufig hier als solche betrachtet und beschrieben werden. Sie sind dann nach der Basis dicktafelförmig und ausserdem gewöhnlich von zwei Prismen und drei Pyramiden begrenzt. Um mit dem Phenakit und überhaupt mit der Willemmitgruppe eine Analogie zu erlangen, muss das Prisma  $m$  als Prisma zweiter Ordnung und die darauf gerade aufgesetzte Pyramide  $p$  als Pyramide zweiter Ordnung betrachtet werden. Das untergeordnete Prisma  $n$  wird dann Grundprisma und die Pyramide  $o$  eine solche dritter Ordnung und zwar von dem Zeichen:

$$\{12.3.\bar{1}\bar{5}.8\} \frac{1}{8} P \frac{1}{4}.$$

Diese Pyramide  $o$  verleiht durch die Vertheilung ihrer Flächen den Krystallen eine scheinbare pyramidal-hemiëdrische Ausbildung.

Die Flächencombination ist also:

$$\begin{aligned} c &= \{0001\} 0P, \\ m &= \{11\bar{2}0\} \infty P2, \\ n &= \{10\bar{1}0\} \infty P, \\ p &= \{33\bar{6}4\} \frac{1}{4} P2, \\ s &= \{33\bar{6}8\} \frac{1}{4} P2, \\ o &= \{12.3.\bar{1}\bar{5}.8\} \frac{1}{8} P \frac{1}{4}. \end{aligned}$$

Die Pyramide  $s$  ist sehr untergeordnet und kommt nur selten vor, weshalb sie nicht in der Figur eingetragen wurde.

Aus mehreren genauen und völlig übereinstimmenden Messungen des Winkels

$$(33\bar{6}4):(0001) = 47^{\circ} 20'$$

berechnet sich das hexagonale Axenverhältniss

$$\begin{aligned} \text{des Trimerit} \quad a : c &= 1 : 0,7233. \\ \text{Der Phenakit hat} \quad a : c &= 1 : 0,6644, \\ - \text{Troostit} \quad - \quad a : c &= 1 : 0,6739, \\ - \text{Diopas} \quad - \quad a : c &= 1 : 0,5284. \end{aligned}$$

Von fünf verschiedenen Krystallen sind alle brauchbaren Messungsergebnisse entnommen. Wie schon erwähnt, ist es gewöhnlich nur an vorzüglich ausgebildeten Ecken möglich, zuverlässige Werthe zu erhalten. An einem sehr kleinen Krystalle (Nr. 2) war es aber möglich, fast rundherum zu messen. Deshalb theile ich hier gesondert die an demselben erhaltenen Winkelwerthe mit. Man wird dadurch in den Stand gesetzt zu beurtheilen, wie vollständig die (scheinbar) hexagonale Symmetrie des Minerals entwickelt ist.

	Gefunden :	Berechnet :
(2110):(1120)	= 59° 49'	60° 0'
(1120):(1210)	= 60 40	-
(1210):(2110)	= 59 39	-
(2110):(1120)	= 59 50	-
(1120):(1210)	= 60 11	-
(1210):(2110)	= 59 50	-
(2110):(1010)	= 29 52	30 0
(1010):(1120)	= 29 58	-
(1120):(0110)	= 29 56	-
(0110):(1210)	= 30 46	-
(2110):(1010)	= (28 57)	-
(0110):(1210)	= 30 16	-
(1210):(1100)	= 29 54	-
(1100):(2110)	= 29 57	-
(0001):(1120)	= 89 56	90 0
- : (1120)	= 90 21	-
- : (1210)	= 89 57	-
- : (2110)	= 90 0	-
- : (3364)	= 47 27	47 20
- : (3364)	= 47 19	-
- : (3634)	= 47 18	-
- : (3634)	= 47 32	-
- : (6334)	= 47 18	-
- : (6334)	= 47 16	-
- : (6338)	= 28 21	28 29
- : (12.3.15.8)	= 55 25	55 8
- : (12.3.15.8)	= 54 52	-
- : (3.15.12.8)	= 55 5	-
(3634):(6334)	= 43 9	43 40
(3364):(3634)	= 43 4	-
(6334):(3364)	= 43 19	-
(3634):(3.15.12.8)	= 16 44	16 45
(12.3.15.8):(3364)	= 46 45	-
(12.3.15.8):(3364)	= 46 31	-
(15.12.3.8):(6334)	= 46 52	-
(3.15.12.8):(1120)	= 54 35	54 40
(12.3.15.8):(2110)	= 54 33	-
(12.3.15.8):(2110)	= 54 35	-
(15.12.3.8):(1210)	= 54 39	-
(6334):(1120)	= 68 52	68 25

Der genannte Krystall ist nicht wie gewöhnlich nach der Basisfläche

tafelförmig, sondern mit etwas pyramidalem Habitus entwickelt. Die Basisfläche, nur einerseits zugegen, ist klein, glänzend und ohne alle regelmässige Zeichnung. Die Deuteropyramide  $p$  ist gross und wohlausgebildet, wogegen die Flächen der Tritopyramide  $o$  sehr klein sind. Die Deuteropyramide  $s$  ist hier auch zugegen, aber nur mit einer einzigen Fläche. Diese ist aber ziemlich breit und wohlausgebildet. Die Flächen der Verticalzone sind weniger gut entwickelt, klein, vertical gestreift oder mit regellosen Unebenheiten versehen, so dass sie nicht gut spiegeln.

Die vier anderen Krystalle, von welchen die in der folgenden Winkeltabelle angeführten Messungswerthe erhalten wurden, sind nur an beschränkten Theilen für Messungen geeignet. Krystall Nr. 1 ist ein  $1\frac{1}{4}$  mm grosses Individuum, mit der Basisfläche und den Pyramiden  $p$  und  $o$  sehr gut ausgebildet. Dagegen ist die Verticalzone wenig glänzend. Das Grundprisma ist hier nicht vorhanden. Die Krystalle Nr. 3 und 4 sind einige Millimeter gross und nicht besonders gut ausgebildet. Krystall Nr. 5 ist der grösste unter allen gefundenen Trimeritkrystallen. Die Dimensionen desselben sind schon angegeben. Die Flächen sind hier im Allgemeinen sehr uneben, doch kommen treffliche Ecken vor, wo sehr genaue Winkelwerthe erhalten wurden. Alle an anderen Trimeritkrystallen vorkommenden Flächen sind am Krystall Nr. 5 zugegen und ausserdem noch verschiedene andere, von welchen es mir nicht gelungen ist sie genügend zu bestimmen.

Winkeltabelle (Trimerit).

	Nr. 1.	3.	4.	5.	Berechnet:
$(2\bar{1}\bar{1}0):(11\bar{2}0) = 60^{\circ} 9'$	$59^{\circ} 54'$	$60^{\circ} 10'$	$59^{\circ} 36'$	$60^{\circ} 0'$	
$(10\bar{1}0):(11\bar{2}0) = \text{—}$	$\text{—}$	$\text{—}$	$30 14$	$30 0$	
$(10\bar{1}0):(2\bar{1}\bar{1}0) = \text{—}$	$\text{—}$	$\text{—}$	$29 26$	$30 0$	
$(11\bar{2}0):(0001) = 89 52$	$89 59$	$90 14$	$\text{—}$	$90 0$	
$(2\bar{1}\bar{1}0):(0001) = 90 15$	$\text{—}$	$\text{—}$	$\text{—}$	$90 0$	
$(33\bar{6}4):(0001) = 47 13$	$47 57$	$47 25$	$47 21$	$47 20$	
$(33\bar{6}4):(11\bar{2}0) = 42 39$	$42 2$	$42 49$	$\text{—}$	$42 40$	
$(12.3.\bar{7}\bar{5}.8):(0001) = 54 54$	$54 55$	$55 50$	$54 41$	$55 8$	
$(12.3.\bar{7}\bar{5}.8):(33\bar{6}4) = 16 57$	$\text{—}$	$16 56$	$16 38$	$16 45$	
$(12.3.\bar{7}\bar{5}.8):(11\bar{2}0) = 39 9$	$39 9$	$39 15$	$38 47$	$39 10 10''$	
$(12.3.\bar{7}\bar{5}.8):(2\bar{1}\bar{1}0) = 51 22$	$\text{—}$	$51 15$	$\text{—}$	$51 40 10$	
$(12.3.\bar{7}\bar{5}.8):(6\bar{3}\bar{3}4) = 32 31$	$32 24$	$32 30$	$32 31$	$32 29 30$	
$(33\bar{6}4):(6\bar{3}\bar{3}4) = 43 0$	$\text{—}$	$\text{—}$	$43 19$	$43 9 40$	

Da, wo an einem und demselben Krystalle homologe Winkel mehrmals zu messen möglich waren, ist nur das mit dem berechneten Werthe am besten übereinstimmende Resultat aufgenommen worden. Die Differenzen zwischen gefundenen und berechneten Werthen sind nur zufälligen Unregelmässigkeiten in dem Baue der Krystalle zuzuschreiben und

gegen die geometrischen Anforderungen des hexagonalen Systemes sprechend zu erklären. Dies geht besonders bei Betrachtung der am Krystall Nr. 2 gemessenen Werthe hervor. Hier kommen recht beträchtliche Differenzen vor. Sie sind aber nicht derartig geordnet, dass dadurch in geometrischer Beziehung ein anderes Krystallsystem als das hexagonale abgeleitet werden könnte. Die Basisfläche dieses Krystalles ist auch völlig eben und homogen. Keine Spur von Zeichnung, aus welcher eine mimetische Zusammensetzung geahnt werden könnte, ist wahrnehmbar, ebensowenig wie an den übrigen Flächen des Krystalles. An anderen Krystallen kommen zwar Streifung und mannigfache Zeichnung vor, es ist mir aber nicht gelungen, eine Gesetzmässigkeit betreffs der physischen Beschaffenheit der verschiedenen Flächen zu constatiren. Es sind häufig homologe Flächen ganz verschieden beschaffen. Die Streifung der Flächen scheint deshalb jedenfalls zum Theil durch äussere zufällige Umstände bedingt zu sein.

Wie schon erwähnt, ist die Wahl der Grundform des Trimerit, um Uebereinstimmung mit den anderen Gliedern der Willemittgruppe zu erlangen, getroffen worden. Hierdurch werden aber die Flächensymbole etwas complicirt. Dies ist besonders mit der Fläche  $o$  der Fall. Wird dagegen die Pyramide  $p$  als Grundpyramide  $\{10\bar{1}1\}$  angenommen, so wird das Axenverhältniss

$$a : c = 4 : 0,94235.$$

Die verschiedenen Formen werden dann folgende Symbole erhalten :

$$\begin{aligned} c &= \{0004\} 0P, \\ m &= \{10\bar{1}0\} \infty P, \\ n &= \{11\bar{2}0\} \infty P2, \\ p &= \{10\bar{1}1\} P, \\ s &= \{10\bar{1}2\} \frac{1}{2}P, \\ o &= \{21\bar{3}2\} \frac{1}{3}P\frac{2}{3}. \end{aligned}$$

Wie aus den optischen Eigenschaften des Minerals hervorgeht, kann der Trimerit aber nicht als hexagonal, sondern muss als aus asymmetrischen Individuen mimetisch zusammengesetzt betrachtet werden.

Da ich selbst einer Reise wegen die Untersuchung der optischen Verhältnisse des Trimerit nicht ausführen konnte, war Prof. W. C. Brögger so freundlich, diese Untersuchung gütigst zu übernehmen; seine Resultate sollen hier mit seinen eigenen Worten mitgetheilt werden :

»In reflectirtem Lichte ist das Mineral lachsfarbig, blassgelblichroth; kleine Krystalle sind öfters fast farblos. Die Krystalle sind gewöhnlich nicht gut durchsichtig, doch werden auch ganz durchsichtige Individuen oder Theile solcher angetroffen. Schliffe sind immer, selbst wenn sie noch dick sind, farblos und vollkommen durchsichtig. Der Glanz ist ein lebhafter Glasglanz, sowohl an Krystallflächen als an Bruchflächen.«

»Dünnschliffe parallel der basischen Fläche wurden fünf angefertigt; sie zeigen sich alle nicht einheitlich, sondern aus Zwillingslamellen, in drei Richtungen, die einander unter  $120^\circ$  kreuzen, aufgebaut; die Lamellenrichtungen sind den Tracen des herrschenden Prismas  $m$  parallel. Diese Lamellen sind oft sehr dicht angehäuft, besonders in der Mitte der Dünnschliffe; hier und da sind jedoch grössere, homogene Felder vorhanden, besonders an den Ecken. Sämmtliche Lamellensysteme zeigen sich nicht, wie man aus der geometrischen Ausbildung des Trimerit erwarten sollte, isotrop, sondern kräftig doppeltbrechend, zwischen gekreuzten Nicols mit lebhaften Interferenzfarben in etwas dickeren Schliffen, in einem ganz dünnen Schliffe mit grauen Interferenzfarben erster Ordnung.«

»Die Auslöschungsrichtungen der einzelnen Lamellensysteme bilden mit den Tracen des Prismas  $m$  Winkel von  $20^\circ$ ; diese Auslöschungsrichtungen repräsentiren, wie die Untersuchung der Dünnschliffe in convergentem Lichte lehrt, die Tracen der Axenebene, welche beinahe senkrecht zur basischen Fläche orientirt ist. Zwei Dünnschliffe parallel zu einer Fläche von  $n$  ( $\{11\bar{2}0\}$  der hexagonalen Stellung) zeigen aber, dass die Axenebene nicht genau senkrecht zur Basis orientirt sein kann. Die Lamellensysteme der basischen Schliffe zeigen sich hier als Streifensysteme, welche zur Verticalaxe parallel orientirt sind; ihre Auslöschungswinkel sind resp. ca.  $2\frac{1}{2}^\circ$  und  $1^\circ$  links, ca.  $4^\circ$  rechts; die grösste Auslöschungsdifferenz ist also ca.  $6\frac{1}{2}^\circ$ .«

»In convergentem Lichte untersucht zeigen die Lamellen der basischen Dünnschliffe das Austreten einer Bisectrix und eines Interferenzbildes, deren zwei Axen zur Bisectrix scheinbar symmetrisch liegen mit einem sehr grossen Axenwinkel; diese beinahe aber nicht genau mit der Verticalaxe zusammenfallende Bisectrix ist die Axe der grössten Elasticität; die nähere Untersuchung zeigte, dass sie die spitze (also negative) Bisectrix ist. In den Schliffen nach  $n$  zeigte die Untersuchung in convergentem Lichte in zwei der Lamellensysteme schief seitlich gelegene Axenbilder um die stumpfe Bisectrix.«

»Die nähere Bestimmung der optischen Constanten bot theils wegen der innigen Lamellenbildung, theils wegen der ganz geringen Quantität des Materials nicht gewöhnliche Schwierigkeiten dar. Für die ganze Untersuchung konnte nur ein einziger ungefähr 4 mm breiter, ungefähr  $3\frac{1}{2}$  mm dicker Krystall aufgeopfert werden. Dieser wurde zuerst parallel zur Basis durchgesägt und aus der abgeschnittenen Lamelle eine Platte für die Messung des spitzen Axenwinkels angefertigt; die restirende dickere Basistafel wurde an der Schnittfläche polirt und dadurch bei der Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte eine lamellenfreie, ungefähr  $4\frac{1}{2}$  mm breite Partie, welche für die Herstellung der Prismen verwendet werden konnte, entdeckt. Diese Partie wurde nun mit einem möglichst dünnen Sägeblatt ungefähr senkrecht zur Basis und senkrecht zur Axenebene durchgeschnit-

ten und daraus zwei Prismen zur Bestimmung der Brechungsexponenten geschliffen; schliesslich wurde das eine dieser Prismen zur Verfertigung einer Platte für die Bestimmung des stumpfen Axenwinkels aufgeopfert. «

»Es wurde erhalten:

	<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>Tl</i>	
$\alpha =$	1,7119	1,7148	1,7196	}
$\beta =$	1,7173	1,7202	1,7254	
$\gamma =$	1,7220	1,7253	1,7290	}
		$\gamma - \alpha = 0,0105,$		
		$\gamma - \beta = 0,0051$		
		$2H_a = 104^{\circ} 12'$		
		$2H_o = 120 \quad 1$		
		$2V = 83 \quad 29$		

»Die Bestimmungen können aus den oben erwähnten Ursachen nicht sehr genau sein; die beiden Bestimmungen von  $\beta$  zeigen jedoch, dass die Ungenauigkeit nicht allzugross sein kann. Wenn für die Axenwinkel  $2H_a$ ,  $2H_o$ , resp.  $2V$  nur die Zahlen für *Na* angegeben sind, rührt dies davon her, dass die Dispersion der optischen Axen so äussert gering ist, dass für *Li*- und *Tl*-Licht fast genau dieselben Zahlen wie für *Na* erhalten wurden, so dass die Messungen für die einzelnen Farben innerhalb der Fehlergrenzen gleich waren. In weissem Lichte zeigten deshalb die Axenbilder auch keine Spur von gefärbten Säumen der Hyperbeln. «

»Auf Grund dieser optischen Verhältnisse ist also der Trimerit nicht hexagonal, sondern unzweifelhaft asymmetrisch. Die nur scheinbar hexagonalen Krystalle sind aus drei asymmetrischen Individuen zusammengesetzt, mit Prismenwinkeln von genau  $= 120^{\circ}$  ( $60^{\circ}$ ) und deren Axenneigungen  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  der drei kristallographischen Axen genau  $= 90^{\circ}$  sind. Fig. 6 zeigt die schematische Ordnung der einzelnen Individuen, Fig. 8 giebt eine treue Darstellung der Weise, auf welche die einzelnen Individuen in einem der basischen Dünnschliffe an einander grenzen und fingerförmig in einander greifen, ohne doch jemals einander zu durchkreuzen. «

»Kein einziger der fünf Dünnschliffe nach der Basis zeigt mehr als drei Individuen, welche also, in so weit aus den Messungen geschlossen werden kann, eine gemeinsame, oder doch innerhalb der Fehlergrenzen der Messungen parallele, Basisebene besitzen müssen. Diese Zwillinge können nicht wie gewöhnliche hemitrope Zwillinge nach einer Prismenfläche betrachtet werden; um als solche aufgefasst zu werden, müssten sie ausserdem noch drei andere Lamellensysteme (je eines zu einem der drei beobachteten Systeme symmetrisch in Bezug auf eine Prismenfläche gelegen) zeigen.

Von solchen ist aber auch keine Spur beobachtet worden. Es lassen sich dieselben auch auf keine andere Weise, also überhaupt gar nicht als hemitrope Zwillinge erklären; die einzelnen Zwillingeindividuen liegen nämlich nicht symmetrisch zu einander oder zu irgend welcher gemeinsamen Zwillingsebene, sondern die drei Einzelindividuen zeigen unter sich eine wirtelförmige Ordnung, sie sind in Bezug aufeinander  $120^\circ$  um die gemeinsame Verticalaxe (Basisnormale) gedreht. «

»Die Beobachtungen sämmtlicher Dünnschliffe beweisen demnach, dass die Krystalle des Trimerit ein ausgezeichnetes Beispiel der von mir\*) aufgestellten Klasse der pseudohemitropen Zwillinge darstellen; sie sind analog mit den nach dem »fünften Gesetz« verwachsenen Hydrargillitzwillingen zu erklären, und der Trimerit bildet neben dem Hydrargillit eben das erste sichere Beispiel dieser Klasse von Zwillingungsverwachsungen, ein Umstand, welcher demselben in krystallographischer Beziehung ein ungewöhnliches Interesse verleiht\*\*). «

»Der Zwillingebau der Trimeritkrystalle, welcher sich aus der optischen Untersuchung erkennen lässt, ist gewiss nicht durch secundäre Molekularlagerung zu erklären; bei sorgfältiger Besichtigung erkennt man auch auf den Flächen die aus- und einspringenden Winkel der einzelnen Zwillingeindividuen, namentlich bei den Pyramidenflächen sehr deutlich. Auch weichen die optischen Verhältnisse des Trimerit so viel wie nur möglich von denjenigen einer einaxigen Substanz ab, indem der Unterschied der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiden ungefähr in der Basis schwingenden Strahlen sehr bedeutend ist ( $\gamma - \beta = 0,005$ ) und der Axenwinkel um die der Verticalaxe ungefähr parallelen Bisectrix nicht weit von  $90^\circ$  ist. Endlich ändern sich die optischen Verhältnisse des Trimerit beim Erhitzen nicht bemerkbar; auch beim Glühen eines Dünnschliffes nach der Basis konnte keine Aenderung weder der Doppelbrechung, noch der Grösse des Axenwinkels, noch der Vertheilung der Lamellen etc. beobachtet werden. «

»Da es mir von Interesse schien, zum Vergleiche mit dem Trimerit auch bei den verwandten Mineralien Phenakit und Willemit zu untersuchen, ob sie sich vielleicht, wie der Trimerit, im Widerspruche mit ihrer äusseren Krystallbegrenzung optisch zweiaxig verhalten, liess ich auch von diesen Mineralien Dünnschliffe parallel zur Basis verfertigen. «

»Ein Dünnschliff von Phenakit (von White Mountain, Colorado) zeigte sich fast durch und durch absolut isotrop, optisch einaxig; auch mit einem sensibeln Gypsblättchen geprüft zeigte der grösste Theil des Dünnschliffes keine Doppelbrechung; doch fanden sich am Rande des von Tracen des Pris-

\*) Diese Zeitschr. 16, 24.

\*\*\*) Vergl. auch den vorhergehenden Aufsatz des Herrn Baumbauer, S. 355.

mas {1120} umgrenzten Präparates schwache Andeutungen einer Feldertheilung, conform mit der Umgrenzung; die Aenderung der Farbe des Gypsblättchen (Roth erster Ordnung) war aber äusserst gering; ein zweiter Schliff zeigte sich etwas stärker doppelbrechend, eine bemerkbare Aenderung der Doppelbrechung trat beim Erhitzen bis zum Glühen nicht ein.«

»Deutlichere Feldertheilung zeigte ein Dünnschliff eines hübsch durchsichtigen Kryställchens von Willemit (von Altenberg). Auch hier zeigte sich jedoch zwischen gekreuzten Nicols nur mit Schwierigkeit eine Doppelbrechung; mittelst des Gypsblättchens konnte die Feldertheilung, welche in Fig. 9 dargestellt ist, erkannt werden; die Figur ist nicht schematisch, sondern giebt eine Darstellung der beobachteten Platte, so wie sie ist. Das grosse Mittelfeld zeigte sich isotrop, d. h. einaxig; die Randfelder aber waren schwach doppelbrechend, in convergentem Lichte zweiaxig mit kleinem Axenwinkel. Die Bisectrix schien in allen Feldern einigermaßen senkrecht zur Schnittfläche auszutreten, die Lage der Axenebene in den verschiedenen Feldern ist aus der Figur zu sehen. Die Felder Ia, IIa und IIIa der äussersten Randzone sind noch schwächer doppelbrechend und zeigen kleinere Axenwinkel, als die Felder I, II und III der inneren Randzone. Die Felder Ia, IIa und IIIa scheinen parallel zur Umgrenzung (nach {1120}), die Felder I, II und III dagegen schief unter ca. 25° auszulöschen; die Felder I und Ia, II und IIa, resp. III und IIIa, welche beim ersten Anblicke gleich orientirt scheinen, dürften demnach dieses dennoch nicht sein. Die Felder der inneren Randzone verhalten sich, wie man sieht, wie asymmetrische Individuen, mit einer wirtelförmigen Anordnung, welche an diejenige der Zwillingindividuen des Trimerit erinnert.«

»Die schwache, bisweilen kaum erkennbare Doppelbrechung, das Auftreten isotroper einaxiger Partien in den basischen Schliffen, die Abhängigkeit der Feldertheilung von der Umgrenzung der Präparate scheint sowohl beim Phenakit als beim Willemit am besten mit der Auffassung im Einklange zu stehen, dass die beobachtete Doppelbrechung bei diesen beiden Mineralien secundären Ursprunges ist und vielleicht mit der Einwirkung der Zonarstructur in Verbindung steht. Es muss aber ausdrücklich bemerkt werden, dass diese Annahme deshalb keineswegs die Möglichkeit ausschliesst, dass die Krystalle des Phenakit und des Willemit dennoch im Mallard'schen Sinne pseudo-symmetrisch aufgebaut sein können.«

»Ganz anders verhält sich der Trimerit; seine basischen Dünnschliffe zeigen keine isotropen Partien, eine ansehnlich starke Doppelbrechung, sehr constante Verhältnisse durch die ganze Ausdehnung der Schliffe, keine Abhängigkeit der ungleich orientirten Zwillinglamellen von der äusseren Umgrenzung etc. Durch die Grösse seiner Doppelbrechung, durch den grossen Axenwinkel, die auffallend geringe Dispersion und durch die Lage der Axenebene ungefähr senkrecht zur Basis (bei der Olivingruppe parallel der

Basis der gewöhnlichen Aufstellung, also parallel dem Makropinakoid, wenn man zum Vergleiche mit dem Trimerit den Olivin  $90^\circ$  um die  $b$ -Axe dreht) erinnert der Trimerit viel eher an die Mineralien der Olivin-Gruppe, als an den Phenakit oder den Willemit. Der Zwillingsbau des Trimerit scheint demnach, ebensogut wie bei dem analog zusammengesetzten Chrysoberyll, vollkommen primär zu sein. « . . .

Nach den oben angeführten Untersuchungen von Prof. W. C. Brögger über die optischen Verhältnisse des Trimerit muss derselbe also als ein asymmetrisches Mineral angesehen werden, obwohl die Krystalle sich nach den Messungen als dem hexagonalen Systeme angehörig verhalten. Die asymmetrischen Einzelindividuen verhalten sich geometrisch also wie rhombische Krystalle; Fig. 7 stellt ein solches Einzelindividuum dar. Wird  $m$  als Grundprisma und  $p$  als Grundpyramide betrachtet, so lautet das asymmetrische Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,57735 : 1 : 0,54248; \quad \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ.$$

Die verschiedenen Formen werden dann:

$$\begin{array}{ll} c = \{004\} 0P & p' = \{1\bar{1}1\}'P \\ n = \{100\} \infty \bar{P} \infty & \underline{p} = \{11\bar{1}\}P, \\ m = \{110\} \infty P' & \underline{p}' = \{1\bar{1}\bar{1}\}, P \\ m' = \{1\bar{1}0\} \infty' P & o = \{312\} \frac{3}{2} \bar{P}' 3 \\ p = \{111\} P' & \underline{o} = \{31\bar{2}\} \frac{3}{2} \bar{P}, 3. \end{array}$$

Ueber die näheren Beziehungen der oben beschriebenen beiden neuen Mineralien zu anderen verwandten Mineralien hat Prof. W. C. Brögger, welchem ich die Resultate meiner am mineralogischen Institute der Hochschule zu Stockholm ausgeführten Untersuchung vorgelegt hatte, die zunächst folgende übersichtliche Zusammenstellung ausgearbeitet.