

4. Zur Kenntnis der Hornblende der schwedischen Eulysite.

Von

John Palmgren.

Für meine Untersuchung der Eulysitgesteine¹ wurde einiges Material in den Gruben von Gillinge im Kirchspiel Swärta, Provinz Södermanland, gesammelt. Auf den Schutthalden bei diesen Gruben traf ich auf einige Haldenstücke, die hauptsächlich aus Kalkspat bestanden, überdies aber auch Hornblende und einzelne Feldspatkörner enthielten.² Ein Teil dieser Hornblende zeigte deutliche Kristallbegrenzung, und einige der Hornblendekristalle hatten gut entwickelte Endflächen. Diese Kristalle verdienen deshalb meines Erachtens eine nähere kristallographische Untersuchung, teils weil es von Interesse ist, eine so genaue Kenntnis wie möglich von den

¹ Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, Vol. XIV (1917).

² Der Feldspat, der in diesen Haldenstücken vorkam, hatte eine gelbliche Farbe. Es gelang mir zwei Individuen mit Kristallbegrenzung und am einen Ende ausgebildeten polaren Flächen anzutreffen. Diese Endflächen waren indessen so matt, dass sie ausser der Fläche 001 keine Reflexe auf dem Goniometer ergaben, ja nicht einmal zu Schimmermessungen geeignet waren. Ich konnte jedoch feststellen, dass der betreffende Feldspat ein Orthoklas ist und dass dieser einen sehr gut entwickelten Spaltfläche längs {001} hat. Die Flächen, die deutliche Reflexe gaben, gehörten zu den Formen:

{010} {110} und {001}.

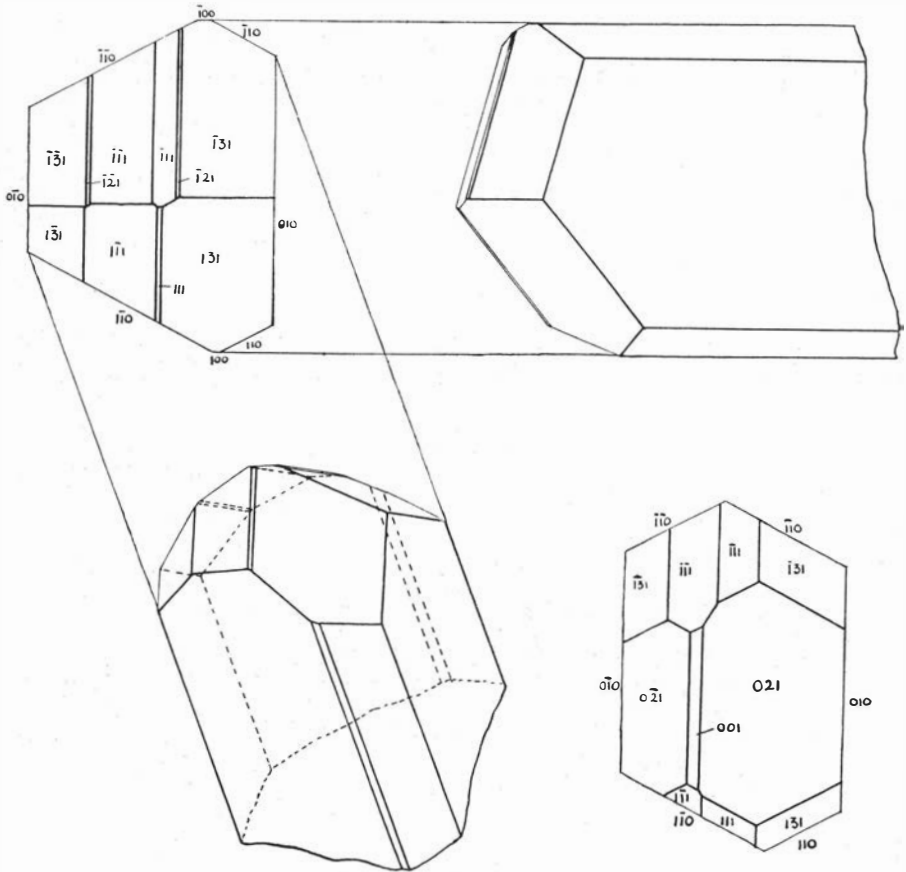
In der folgenden Tabelle führe ich die erhaltenen Winkel und zur Vergleichung die entsprechenden Winkel für Orthoklas nach GOLDSCHMIDT's Winkeltabelle an (vgl. V. GOLDSCHMIDT: Krystallographische Winkeltabellen, S. 143, Berlin 1897):

Buchstaben	Miller	Gemessen		Goldschmidt	
		φ	ρ	φ	ρ
M	010	0° 0'	90° 0'	0° 0'	90° 0'
P	001	89° 53'	26° 4'	90° 0'	26° 3'
T	110	58° 59'	89° 47'	59° 23'	90° 0'

Ich hoffe später Gelegenheit zu haben, diesen Orthoklas näher zu untersuchen.

Mineralen zu erhalten, die im Zusammenhang mit den Eulysiten auftreten, und teils weil Hornblendekristalle mit gut entwickelten polaren Flächen in Schweden ziemlich selten sind.¹

Diese Arbeit wurde im Frühjahr und Sommer 1919 in der mineralogischen Abteilung des Reichsmuseums ausgeführt mit Anwendung des dortigen Theodolitgoniometers. Im Anschluss an die gemachten Beob-



Kristall Nr. 1.

Kristall Nr. 3.

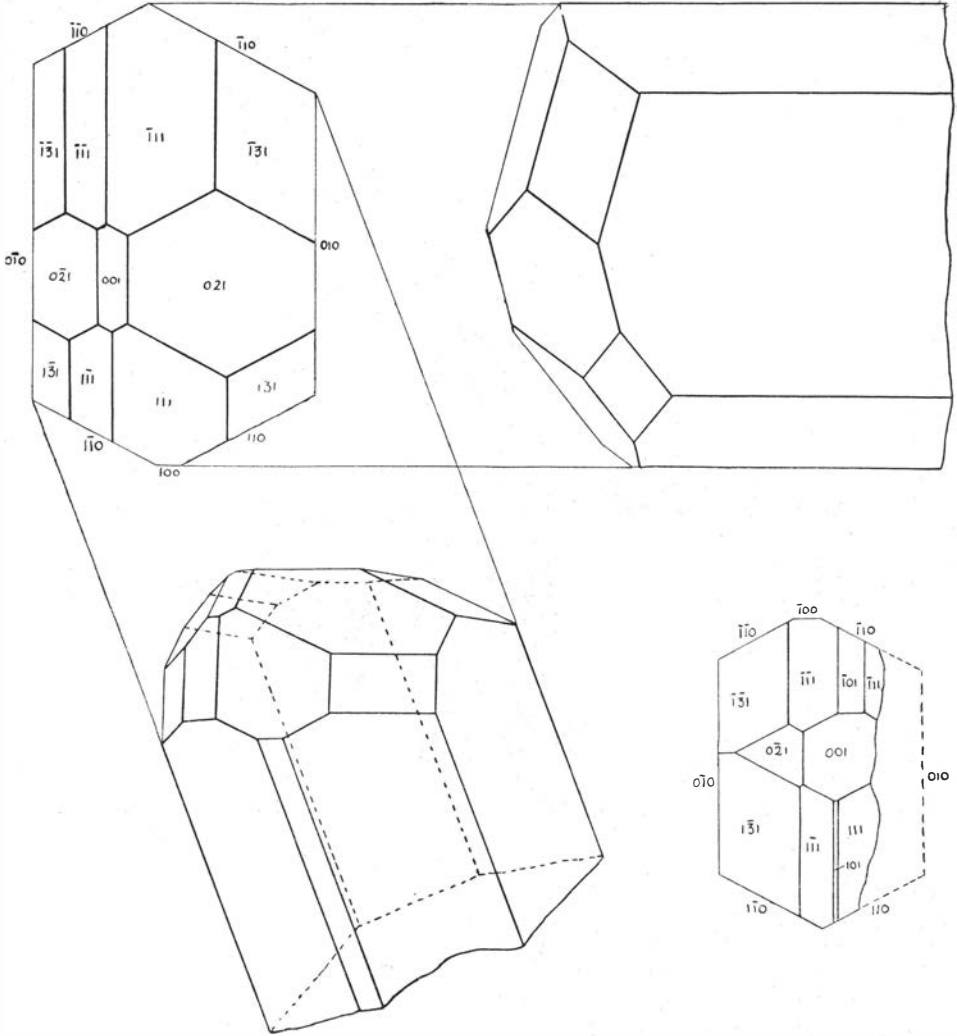
Fig. 1. Hornblende von Gillinge.

achtungen fertigte ich in dem Reichsmuseum die Zeichnungen an, die den Figuren zu Grunde liegen, welche die folgende Auseinandersetzung illustrieren. Es ist mir eine liebe Pflicht, dem Intendenten der genannten Abteilung, Herrn Prof. HJ. SJÖGREN meinen herzlichsten Dank für das grosse Interesse auszusprechen, das er meiner Untersuchung im Verlauf der Arbeit geschenkt hat.

¹ Vgl. G. FLINK: Bidrag till Sveriges Mineralogi, Arkiv för Kemi, Min. och Geol., Bd. 5, Nr. 10, S. 237, Stockholm 1914.

Auch meinen Lehrern, Prof. A. G. HÖGBOM und Dr. G. AMINOFF, bin ich zu grossem Dank verpflichtet.

* * *



Kristall Nr. 2.

Kristall Nr. 4.

Fig. 2. Hornblende von Gillinge.

Das ganze Untersuchungsmaterial von Hornblende bestand aus 7 Kristallindividuen. Bei diesen Kristallen gaben die meisten Flächen nur diffuse und ausgebreitete Reflexe, oft mit zwei oder drei Maxima, und die kleinsten Flächen eines Kristalles erlaubten in der Regel nur Schimmermessungen. Die gemachten Beobachtungen sind jedoch vollständig ge-

In der Prismazone sind die dominierenden Formen $\{010\}$ und $\{110\}$, und wie sich aus den Figuren ergibt, ist die Form $\{010\}$ gewöhnlich kräftig entwickelt, weshalb ein horizontaler Querschnitt eine längs der α -Achse länglich sechsseitige Figur zeigt. Von diesem Typus weicht einigermassen Kristall Nr. 1, abgebildet auf Fig. 1, ab und noch mehr Kristall Nr. 5 (Fig. 3), in dem die Streckung des sechsseitigen Querschnittes durch Vorwalten zweier parallelen Flächen des Spaltungsprismas erfolgt. In der Prismazone tritt weiter die Form $\{100\}$ auf. Ihre Flächen sind immer sehr schmal, und wie sich aus den Figuren ergibt, ist in der Regel nur eine der beiden Flächen zur Ausbildung gelangt.

Was die polaren Flächen betrifft, so kann der schönste der untersuchten Kristalle als typisch betrachtet werden (Krist. Nr. 2, Fig. 2). Er wird von den Formen $\{021\}$ $\{001\}$ $\{111\}$ $\{\bar{1}11\}$ $\{131\}$ und $\{\bar{1}31\}$ begrenzt. Die Mehrzahl der übrigen Kristalle zeigen eine ähnliche Kombination,

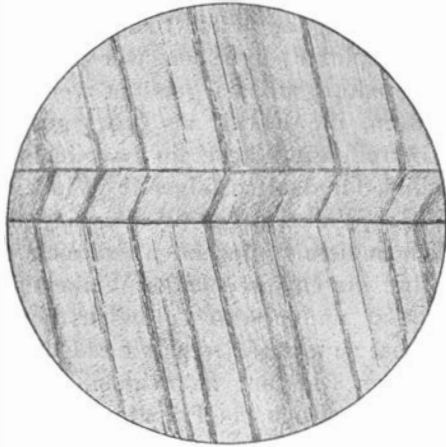


Fig. 5. Hornblende von Gillinge. Detailbild von demselben Präparat wie in Fig. 4. Zwillingslamell nach $\bar{1}01$. Vergr. 280 \times . Zeichnung mit Hilfe eines Abbe'schen Apparates. S. Rosén del.

wobei man besonders beobachtet, dass die Form $\{021\}$ oft die Hauptrolle übernimmt (Krist. Nr. 3 u. 5, Fig. 1 u. 3). Von den oben aufgezählten Formen fehlt indessen oft $\{001\}$. Weiter ist zu beachten, dass in sämtlichen Fällen eine ungleichmässige oder auch unvollzählige Flächenentwicklung auf beiden Seiten der Symmetrieebene eintritt, sodass die rechte und linke Seite des Kristallkopfes sich nicht symmetrisch zu einander verhalten. Eine solche ungleichmässige Flächenentwicklung betrifft nicht die eine oder andere Kristallform, sondern alle vorhandenen Endflächen.

Der grösste der Kristalle gehört zu dem obengenannten Typus, aber auf ihm treten überdies die Flächen von $\{101\}$ und $\{\bar{1}01\}$ auf, die zu den selteneren Formen des Amphibols gehören (Krist. Nr. 4, Fig. 2).

Einen abweichenden Typus vertritt Kristall Nr. 1, abgebildet auf Fig. 1. An diesem fehlen die Formen $\{021\}$ und $\{001\}$, weshalb seine

Endflächen ausschliesslich aus Pyramidenflächen bestehen. Diese Pyramidenflächen sind die vorher erwähnten, aber neben diesen treten ein paar schmale Flächen auf, die, soweit ich finden konnte, die Form $\{\bar{1}21\}$ repräsentieren müssen, die in GOLDSCHMIDT's Winkeltabelle nicht aufgenommen ist und also eine für Hornblende neue Flächenform sein dürfte. Ich halte indessen diese Form für unsicher.

Keiner der untersuchten Kristalle zeigte eine Zwillingsbildung nach 100. Solche Zwillingsbildungen werden indessen ziemlich häufig in hornblendeführendem Eulysit von Gillinge beobachtet, und die Hornblende, die in dem genannten Gesteine vorkommt, hat dieselben Achsenfarben und denselben Auslöschungswinkel wie die hier behandelte.

FLINK hat in »Bidrag till Sveriges Mineralogi« angegeben, dass die Sammlungen des Reichsmuseums eine Stufe von schwarzer Hornblende von Gillinge enthalten, das »eine ausserordentlich deutliche Absonderung nach der Form $w\{\bar{1}01\}$ habe, in deren Richtung es sich in regelmässige Platten teilen lasse». ¹ Um diese Angabe zu kontrollieren, habe ich die betreffende Stufe untersucht. Ein Splitter derselben war von den vier Flächen begrenzt, die von dem Spaltungsprisma gebildet werden, und war von der Spaltfläche abgeschnitten, die FLINK als $\{\bar{1}01\}$ gedeutet hat. Auf dem Goniometer gab die betreffende Fläche ein zwar lichtstarkes, aber ziemlich ausgebreitetes Reflexbild, für das ich folgende Winkel erhielt: $\varphi = 88^\circ 27'$ und $\rho = 16^\circ 22'$. Ob der Winkel φ positiv oder negativ gerechnet werden sollte, konnte natürlich in dem vorliegenden Fall nicht entschieden werden. Für die Fläche $\bar{1}01$ sind die entsprechenden Winkel nach GOLDSCHMIDT's Winkeltabellen: $\varphi = 90^\circ 0'$ und $\rho = 16^\circ 1'$, und es liegt deshalb nahe, die Fläche auf dieselbe Weise zu identifizieren, wie es FLINK getan hat, und den Winkel φ also in negativer Richtung zu rechnen. Um zu konstatieren, wie es sich damit verhalte, liess ich ein Präparat für mikroskopische Untersuchung anfertigen, das Präparator AXEL R. ANDERSSON in Upsala mit gewohnter Geschicklichkeit ausführte. Aus dem Präparat ergab sich, dass die Spaltbarkeit von dünnen Zwillingslamellen nach $\{\bar{1}01\}$ bedingt wird, was sich aus der Auslöschungsschiefe schliessen lässt. ² FLINK's Annahme, dass die betreffenden Absonderungsflächen nach der Form $\{\bar{1}01\}$ seien, wurde also bestätigt. Ein solcher Schnitt mit Zwillingslamellen ist in den Figuren 4 und 5 abgebildet. Solche Zwillingsbildung ist früher an einigen Hornblendenvarietäten beobachtet worden. ³ Sie ist wahrscheinlich durch Gebirgsdruck verursacht worden. Wenn man die TSCHERMAK'sche Aufstellung mit $\beta = 73^\circ 58'$ annimmt, wird die oben erwähnte Absonderungsfläche der Form $\{001\}$ entsprechen.

In der folgenden Tabelle wird das Resultat der ausgeführten Be-

¹ A. a. O., S. 267.

² Vergl. hierüber S. 45.

³ Vergl. ROSENBUSCH, Mikr. Physiographie, I: 2, S. 226 (Stuttgart 1905).

obachtungen angegeben, und zur Vergleichung werden die entsprechenden Winkel in GOLDSCHMIDT's Winkeltabelle angeführt¹:

Buch- staben	Miller	G e m e s s e n				Goldschmidt		An- zahl Flä- chen
		φ		ρ		φ	ρ	
		Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel			
c	001	86° 59'—89° 25'	88° 24'	14° 15'—15° 19'	14° 53'	90° 0'	14° 58'	4
b	010	0° 31'—0° 24'	0° 9'	89° 42'—90° 12'	90° 1'	0° 0'	90° 0'	10
a	100	90° 2'—90° 19'	90° 8'	89° 50'—90° 22'	90° 10'	90° 0'	90° 0'	4
m	110	61° 46'—62° 29'	62° 7'	89° 21'—90° 16'	90° 1'	62° 5'	90° 0'	22
z	021	23° 37'—25° 30'	24° 31'	32° 38'—33° 27'	33° 2'	24° 28'	32° 50'	6
l	101	—	90° 0'	—	39° 57'	90° 0'	39° 25'	1
w	$\bar{1}$ 01	—	83° 9'	—	13° 27'	90° 0'	16° 1'	1
k	111	69° 44'—71° 0'	70° 17'	40° 31'—41° 42'	41° 6'	70° 20'	41° 7'	7
r	$\bar{1}$ 11	43° 59'—45° 34'	44° 46'	21° 58'—23° 13'	22° 36'	44° 21'	22° 20'	8
v	131	42° 47'—44° 2'	43° 16'	49° 38'—50° 18'	49° 52'	45° 0'	50° 18'	4
	$\bar{1}$ 21	26° 22'—30° 43'	28° 33'	30° 37'—34° 5'	32° 21'	26° 3' ²	33° 10' ²	2
i	$\bar{1}$ 31	17° 24'—18° 38'	18° 0'	42° 27'—43° 15'	42° 54'	18° 3'	42° 49'	7

Wie oben hervorgehoben wurde, haben die untersuchten Kristalle nicht besonders gute Reflexbilder gegeben. Es geht auch aus obestehender Tabelle hervor, dass die Fehlergrenzen bei den ausgeführten Beobachtungen zu gross sind, um das Beobachtungsergebnis eine zuverlässigen Berechnung des Achsenverhältnisses bei dieser Hornblendenvarietät zugrunde zu legen. Die erhaltenen Durchschnittszahlen für die Winkel φ und ρ für die verschiedenen Flächenformen stimmen jedoch sehr nahe mit den entsprechenden von GOLDSCHMIDT angegebenen Winkeln überein, weshalb es höchst wahrscheinlich ist, dass das Achsenverhältnis bei der Hornblende von Gillinge sehr nahe mit dem in GOLDSCHMIDT's Winkeltabellen angegebenen Achsenverhältnis für Amphibol (a. a. O., S. 37) übereinstimmt, nämlich: $a : b : c = 0,5482 : 1 : 0,2937$.

* * *

Wenn man die hier oben mitgeteilten Resultate mit der von FLINK in seinem »Bidrag till Sveriges Mineralogi« gegebenen Übersicht der schwedischen Hornblenden (a. a. O., S. 242—273) vergleicht, so zeigt es sich, dass, wenn es polare Flächen gilt, nur eine einzige der bisher untersuchten schwedischen Hornblenden, nämlich die Hornblende von den

¹ A. a. O., S. 37.

² Mit Hilfe der in GOLDSCHMIDT's Tabellen S. 37 angegebenen Werte von ρ_0 , ρ_1 , e und h von mir berechnet.

Gruben von Kaweltorp im Kirchspiel Ljusnarsberg, hinsichtlich des Flächenreichtums sich mit der Hornblende von Gillinge vergleichen kann. Die Hornblende von Kaweltorp zeigt indessen einen ganz andern Habitus.

Unter den von FLINK erwähnten schwedischen Hornblenden scheint mir nur die Hornblende von der Grube Bredsjönäs im Kirchspiel Åker möglicherweise vom selben Typus zu sein wie die Hornblende von Gillinge.

Von Interesse wäre es zu untersuchen, ob nicht eine verwandte Hornblende sich an einem der übrigen Eulysitvorkommen in Schweden findet. Wie ich in meiner Arbeit über die Eulysitgesteine in Schweden erwähnt habe (a. a. O., S. 219), fand ich eine schwarze Hornblende auf den Schutthalden der eulysitführenden Nybergsgruben im Kirchspiel Knista in der Provinz Nerike. Für meinen Besuch bei den Nybergsgruben stand mir nur eine sehr begrenzte Zeit zur Verfügung, weswegen es mir unmöglich war nach Hornblendekristallen zu suchen. Herr Kandidat A. I. EKLUND, der im Sommer 1919 geologische Untersuchungen in der Provinz Nerike ausführte, hat indessen die Güte gehabt, auf meinen Wunsch die erwähnten Gruben zu besuchen, um nach Kristallen von schwarzer Hornblende zu suchen. Es gelang ihm dabei einige Haldenstücke anzutreffen, die aus Kalkspat und schwarzer Hornblende bestanden und einige Hornblendekristalle mit ausgebildeten Endflächen enthielten; er hatte die Freundlichkeit mir diese Kristalle zu überlassen.

Von diesen wurden 6 Kristallen als zum Messen geeignet ausgewählt. Bei der Untersuchung auf dem Goniometer stellte es sich heraus, dass die meisten Flächen und besonders die polaren Flächen schlechte Reflexe gaben. Flächen von folgenden Formen wurden aber mit Sicherheit festgestellt:

$$\{010\}, \{110\}, \{021\}, \{\bar{1}11\} \text{ und } \{\bar{1}31\}.$$

Wahrscheinlich gab es auch die Form $\{\bar{1}01\}$.

Der Habitus dieser Kristallen erinnerte an die Hornblende von Gillinge. In der Prismazone war also die Form $\{010\}$ kräftig entwickelt, und von den polaren Flächen dominierten die Formen $\{\bar{1}11\}$ und $\{021\}$.

In meiner Arbeit über die Eulysitgesteine habe ich erwähnt (a. a. O., S. 221), dass Eulysit in den Gruben von Wester Silfberg im Kirchspiel Norrbärke, Provinz Dalekarlien, vorkomme. Auch bei diesen Gruben findet sich eine schwarze Hornblende¹, und es ist also nicht ausgeschlossen, dass man auch bei Wester Silfberg Hornblendekristalle antreffen kann, die zu Beobachtungen auf dem Goniometer angewendet werden können.

Aus GOLDSCHMIDT's Atlas² ergibt sich, dass von den bisher untersuchten ausländischen Hornblenden eine Hornblende von Roda bei Predazzo im Tirol ihrem Habitus nach am besten mit der Hornblende von

¹ Vgl. M. WEIBULL, Mineralförekomsten vid Vestra Silfberg, Öfvers. av Kongl. Vet. Ak. Förh. 1884, Nr. 9, S. 13.

P. GEIJER, Falutraktens berggrund och malmfyndigheter, S. G. U., Ser. C, Nr. 275, S. 228.

² V. GOLDSCHMIDT, Atlas der Krystallformen, Bd. I. (Heidelberg 1913).

Gillinge übereinstimmt. Diese Beobachtung wird durch ein Studium von CATHREINS sehr genauen Beschreibungen über die Kristallformen des genannten Minerals bestätigt.¹ Leider können keine Vergleichen hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung gemacht werden, da CATHREIN keine chemische Analyse der genannten Hornblende mitteilt und eine solche wohl kaum zuverlässig ausgeführt werden konnte, da nach CATHREINS Beschreibung das Mineral stark mit mikroskopisch kleinen Partikeln von Magnetit imprägniert ist.

* * *

Eine chemische Analyse der schwarzen Hornblende, die in den Kristallen von Gillinge vorkommt, wurde von MAUZELIUS ausgeführt und ist in meiner Arbeit über die Eulysite veröffentlicht (a. a. O., S. 136). Im Anschluss an die Analyse wurde das spezifische Gewicht dieser Hornblende bestimmt und betrug 3,35.

Aus einem der Handstücke, die mir von EKLUND überreicht worden sind, wurde Analysenmaterial mit grösster Sorgfalt herausgelesen. Herr Doktor R. MAUZELIUS hat die Güte gehabt, eine Analyse von diesem Material auszuführen, weshalb ich hier meinen besten Dank ausspreche.

MAUZELIUS hat betreffs der Analyse folgendes mitgeteilt:

»Hornblende aus den Nyberggruben.

Spezifisches Gewicht 3,34.

SiO ₂	38,73
TiO ₂	0,05
Al ₂ O ₃	12,51
Fe ₂ O ₃	4,80
FeO	15,57
MnO	2,28
MgO	7,44
CaO	11,87
Na ₂ O	0,64
K ₂ O	3,87
H ₂ O	1,88
Fl ₂	1,12
	100,76
	0,51
	100,25

Davon abgerechnet O für Fl₂

Die Analyse ist an bei 105° getrocknetem Material berechnet». Durch diese Analyse stellt es sich heraus, dass diese Hornblende

¹ A. CATHREIN, Über einige Mineralvorkommen bei Predazzo, Zeitschr. für Krystallogr. und Mineral., Bd. 8, S. 221 ff. (1884).
 » » Neue Krystalformen tirolischer Mineralien, Zeitschr. für Krystallogr. und Mineral., Bd. 9, S. 357 ff. (1884).
 » » Über die Hornblende von Roda, Zeitschr. für Krystallogr. und Mineral., Bd. 13, S. 9 ff. (1888).

auch chemisch der Hornblende von Gillinge nahe steht. In beiden Fällen ist ein relativ geringer Gehalt von SiO_2 und ein relativ hoher Gehalt von FeO und Fe_2O_3 vorhanden.

Bemerkenswert ist weiter der Gehalt von Alkalien und besonders, dass der Gehalt von K_2O grösser ist als der Gehalt von Na_2O . Dies scheint mir von besonderem Interesse zu sein, weil die Eulysite in Tunaberg und bei Gillinge in Kaligneissen vorkommen und dies wahrscheinlich auch mit den Eulysiten bei Nyberg und bei Wester Silfberg der Fall ist.¹

* * *

Die beiden Analysen stimmen ziemlich nahe mit der von PENFIELD und STANLEY veröffentlichten Analyse des sog. Hudsonit überein, d. h. einer schwarzen Hornblende von Cornwall, Orange Co., New York.² Zur Vergleichung gebe ich hier die drei Analysen wieder, nämlich in Kolumne I MAUZELIUS' Analyse der Hornblende von Nyberg, in Kolumne II MAUZELIUS' Analyse der Hornblende von Gillinge und in Kolumne III die chemische Zusammensetzung des Hudsonit nach PENFIELD und STANLEY:

	I.	II.	III.
SiO_2	38,73	37,30	36,86
TiO_2^3	0,05	1,03	1,04
Al_2O_3	12,51	12,75	12,10
Fe_2O_3	4,80	6,15	7,41
FeO	15,57	19,66	23,35
MnO	2,28	1,42	0,77
MgO	7,44	4,94	1,90
CaO	11,87	11,46	10,59
Na_2O	0,64	0,96	1,20
K_2O	3,87	2,87	3,20
H_2O	1,88	1,22	1,30
F_2	1,12	0,17	0,27
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,76	99,93	99,99
Davon abgerechnet O für F_2	0,51	0,07	0,11
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,25	99,86	99,88
Auslöschungsschiefe	25°,8	17°,0	9°

Leider sind nach PENFIELD und STANLEY'S Mitteilung keine voll ausgebildeten Kristalle des Hudsonit gefunden worden, weshalb eine

¹ Vgl. HJ. SJÖGREN, H. E. JOHANSSON und NAIMA SAHLBOM, Chemical and petrographical studies on the ore-bearing rocks of Central Sweden, S. 481, Geol. Fören. Förh., 1914.

² S. L. PENFIELD und F. C. STANLEY, On the chemical composition of amphibole, Amer. Journ. of Science, Ser. 4, Vol. XXIII, S. 41 (1907).

³ Ob das Titan als TiO_2 oder Ti_2O_3 vorkommt kann nicht sicher festgestellt werden. Vgl. R. MAUZELIUS, On the determination of ferrous iron in rock analysis, S. 4., S. G. U., Ser. C., Nr. 206 (1907).

Vergleichung in kristallographischer Hinsicht zwischen dem Hudsonit und der Hornblende von Gillinge nicht angestellt werden kann.

Hinsichtlich der Konstitutionsformeln solcher Silicate von komplizierter Zusammensetzung nahm man früher in Analogie mit der TSCHERMAK'schen Theorie an, dass sie »isomorphe Mischungen« einiger mehr oder weniger hypothetischen Silicate seien. Was Hornblende betrifft, kommen nach TSCHERMAK zuerst vier Silicate von folgenden Typen in Betracht: $\text{Ca Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$, $\text{Ca Fe}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$, $\text{Ca Mg}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ und $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$, welche in variablen Proportionen gemengt die grosse Zahl Tonerde und Eisenoxyd enthaltender Hornblendel liefern.¹

In einer späteren Arbeit hat TSCHERMAK die Resultate einer chemischen Untersuchung der Kieselsäuren, die in einigen Mineralen vorhanden sind, mitgeteilt und dabei gefunden, dass sie in mehreren Fällen den früher auf theoretische Weise aufgestellten Formeln nicht zu entsprechen scheinen.² Diese Untersuchung gilt nicht den Amphibolen, aber aus derselben kann man schliessen, dass die Frage betreffs der Konstitution der Kieselsäure, die in den Amphibolen vorhanden ist, noch offen sein muss.³

TSCHERMAK selbst hat hervorgehoben, dass es ausserdem schwer sei, den Fluorgehalt in einigen von diesen Mineralen zu erklären, und dass die Weise, worauf das Aluminium in dem Silicatenmoleküle gebunden ist, dunkel sei.⁴

Diese Schwierigkeiten und die Ungelegenheit, dass man mit immer mehr hypothetischen Silicaten rechnen muss, haben dazu geführt, dass diese Mischungstheorie heutzutage von einigen Forschern bezweifelt wird, die statt dessen annehmen, dass solche Silikate Salze von ringförmigen Polykieselsäuren seien und dass z. B. alle Amphibole einen solchen gleichartigen grössern Kern enthielten, der eine gewisse Massenwirkung ausübe, sodass chemisch recht verschiedenartige Konstituenten, wie H_2O , Na_2O , CaO , MgO und Al_2O_3 , in das Molekül eingeführt werden könnten, ohne dass die Gleichheit in kristallographischer Hinsicht aufgehoben werde.⁵

¹ G. TSCHERMAK, Ueber Pyroxen und Amphibol, Mineral. Mitteil. 1871, S. 41 ff.

» » , Lehrbuch der Mineralogie, 1921, S. 566.

R. SCHARIZER, Die basaltische Hornblende von Jan Mayen nebst Bemerkungen über die Konstitution der thonerdehaltenden Amphibole, Neues Jahrb. für Mineral. 1884, Bd. 2, S. 143 ff.

² G. TSCHERMAK, Über die chemische Konstitution der Feldspate, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Bd. 112, S. 355 ff. (1903).

³ Neulich hat J. JAKOB von modern chemischem Standpunkt aus die in den oben erwähnten TSCHERMAK'schen Silicaten vorkommende Gruppe Si_4O_{12} zu erklären versucht als aus einer Gruppe SiO_6 mit den sechs Sauerstoffatomen in den relativen Ecken eines regulären Oktaeders gelagert und drei an diese Gruppe addierten SiO_2 -Molekülen bestehend. (J. JAKOB, Zur Theorie der magmatischen Mineralisatoren, Zeitschr. für anorg. und allg. Chemie, Bd. 106, S. 251, 1919.)

⁴ Vgl. G. TSCHERMAK, Über die chemische Konstitution der Feldspate, S. 355 und S. 372.

⁵ Vgl. S. L. PENFIELD und F. C. STANLEY, On the chemical composition of amphibole, Amer. Journ. of Science, Ser. 4, Vol. XXIII, S. 25 f. (1907); J. W. RETGERS, Beiträge

PENFIELD und STANLEY haben dabei für Amphibole zunächst an Salze von ringförmigen Kieselsäuren gedacht, die 4 oder 8 Si-Atome und positive Oxide von der Form $[\text{Al}_2\text{O}_4\text{RNa}_2]''\text{O}$, $[\text{Fe, Mn Mg}]''\text{O}$, CaO und $[\text{Al}_2\text{O}(\text{F}, \text{OH})_2]''\text{O}$ enthalten. Der Wasser- und Fluorgehalt erklären sie durch das Vorhandensein dieses Oxydes. Da die hier oben angeführten Analysen so nahe übereinstimmend sind, liegt kein Hindernis vor, für die Hornblenden von Gillinge und von Nyberg ähnliche Formeln zu berechnen wie die von PENFIELD und STANLEY für den Hudsonit berechnete.

Schon früher nahmen indessen einige Autoren an, dass das Aluminium in den Silikaten sauren Charakter besitze, und in jüngerer Zeit hat VERNADSKY geltend gemacht, dass die Alumosilikate wahrscheinlich als Anhydride, Hydrate, Salze (und ihre Abkömmlinge oder Additionsprodukte) von komplexen Alumokieselsäuren zu betrachten seien¹, und in ihrer Arbeit über die Silikate haben W. ASCH und D. ASCH sich gedacht, dass der Kern, der bei einer gewissen Gruppe von Alumosilikaten eine Gleichheit in kristallographischer Hinsicht bedinge, aus *Kombinationen* von teils 6-gliedrigen ringförmigen Bildungen von 6 Si- und 6 O-Atomen (Siliciumhexit) und ähnlichen ringförmigen Bildungen von 6 Al- und 6 O-Atomen (Aluminiumhexit) beständen und teils auch aus 5-gliedrigen derartigen Bildungen (Silicium- und Aluminiumpentit).² Ausgehend von der Annahme, dass sämtliche Alumosilikate so konstituiert sind, dass sie auf freie Säuren, bzw. Salze von solchen Säuren zurückgeführt werden können, deren Anhydride aus Aluminium- und Siliciumhexiten bzw. Hexiten und Pentiten dieser Stoffe nach bestimmten Regeln sich gebildet haben, haben die beiden Verfasser in ihrer ebengenannten Arbeit u. a. Formeln für einige Granate, Epidote, Feldspate und andere Mineralen aufgestellt. Amphibolanalysen haben diese Forscher indessen nicht bearbeitet. Ich habe, gestützt auf die Analyse der Hornblende von Gillinge, versucht, für diese Hornblende eine Formel nach ihren Schemata (a. a. O., S. 136) aufzustellen; dies scheint mir aber nur in der Annahme zu gelingen, dass der Kern in diesem Fall weit komplizierter wäre als die entsprechenden Formeln, die diese Autoren für Glimmer und Feldspate aufgestellt haben.

Da man also betreffs der chemischen Konstitution der Hornblenden in grosser Ungewissheit schwebt, habe ich es nicht als geeignet angesehen, hier einige Vorschläge zu Konstitutionsformeln für die von MAUZELIUS analysierten Hornblenden mitzuteilen. Die Schwierigkeit scheint mir vor allem darin zu liegen, dass man nicht näher die Weise kennt, worauf das

zur Kenntnis des Isomorphismus, IV Über Morphotropie, Zeitschr. für phys. Chemie, Bd. VI, S. 203—205 (1890); A. BYGDÉN, Silicium als Vertreter des Kohlenstoffs organischer Verbindungen, S. 17—19 (Uppsala 1916.)

¹ W. VERNADSKY: Zur Theorie der Silicate, Zeitschr. für Krystallogr. und Mineral. 1901, 34. S. 37 ff.

² W. ASCH und D. ASCH, Die Silicate (Berlin 1911).

Aluminium gebunden ist, obgleich es wahrscheinlich scheint, dass wenigstens einen Teil des Aluminiums einen sauren Charakter hat.¹

* * *

Die optischen Eigenschaften bei der Hornblende von Gillinge sind nach dem, was ich in meiner Arbeit über die Eulysite mitgeteilt habe, (a. a. O., S. 135 f.) folgende:

Pleochroismus: Sehr stark. Für einen Schnitt, dessen Dicke 0,02 mm war, fand ich: α gelb, β bläulichgrün, ϵ grünlich blau.

Absorption: $\epsilon = \beta > \alpha$.

Achsenwinkel: Verhältnismässig klein. Ein Versuch den Achsenwinkel zu messen, misslang wegen der kräftigen Achsenfarben und der starken Absorption.

Maximale Doppelbrechung: $(\gamma - \alpha)$ etwa 0,025.

Auslöschungsschiefe: $\epsilon : \epsilon_{\text{Na}} = 17^{\circ},0$ im spitzen Winkel β ($75^{\circ} 2'$). Von einem der am Goniometer untersuchten Kristalle habe ich einen Querschnitt längs 010 machen lassen und mich auf diese Weise überzeugt, dass die Auslöschungsschiefe in den spitzen Winkel β fällt, und in dem Präparat, das in Textfig. Nr. 4 abgebildet ist, liegt die Auslöschungsschiefe in dem von den Absonderungsrissen gebildeten stumpfen Winkel.

Die Hornblende von Nyberg hat dieselben Achsenfarben wie die Hornblende von Gillinge und ihre Auslöschungsschiefe ist $25^{\circ},8$ im spitzen Winkel β . Absonderungsrisse nach $\{101\}$ sind auch hier beobachtet.

FORD hat einige optische Untersuchungen der Amphibole ausgeführt, deren chemische Zusammensetzung von PENFIELD und STANLEY behandelt worden ist.² Für den Hudsonit fand FORD $\gamma = 1,71$ und den Winkel $\epsilon : \epsilon = 9^{\circ}$. Man hat also keine breitere Grundlage zu einer Vergleichung des Hudsonit mit der Hornblende von Gillinge in optischer Hinsicht, und es ist ausserdem unklar, wie grosse Übereinstimmung in optischer Hinsicht man von chemisch einander verwandten Körpern erwarten kann. So hat z. B. RETGERS hervorgehoben, dass die Achsenebene auch bei streng isomorphen Körpern wie K_2SO_4 und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ganz verschieden sei.³ FORD weist darauf hin, dass der Auslöschungswinkel bei Amphibolen nicht direkt nur von der prozentischen Zusammensetzung abhängig sei, sondern wahrscheinlich teils auf dieser und teils auf der Weise beruhe, in der die verschiedenen Stoffe im Molekül gruppiert seien, und er hebt

¹ LAITIKARI hat zum Beispiel neulich bei der Untersuchung über Pargasiten als wahrscheinlich gefunden, dass in den Pargasiten Si und Al sich gegenseitig ersetzen. [A. LAITIKARI, Über die Petrographie und Mineralogie der Kalksteinlagerstätten von Pargainen (Pargas), Helsingfors 1921.]

² W. E. FORD, A contribution to the optical study of the amphiboles, Amer. Journ. of Science, Ser. 4, Vol. XXXVII, S. 179 ff. (1914).

³ J. W. RETGERS, Beiträge zur Kenntnis des Isomorphismus, Zeitschr. für physik. Chemie. Bd. 6, S. 221 (1890).

hervor, dass diese Probleme zu verwickelt seien, als dass man sie mit unsern gegenwärtigen Kenntnissen lösen könnte.¹

Wie FORD bemerkt, so weiss man, dass zwei zur Amphibolgruppe gehörende Mineralen denselben Auslöschungswinkel haben können, aber eine grosse Abweichung in der chemischen Zusammensetzung zeigen. Eine Vergleichung zwischen der Hornblende von Gillinge und dem Hudsonit scheint zu ergeben, dass zwei zur Amphibolgruppe gehörende Mineralen einander auch in der prozentischen Zusammensetzung sehr nahe stehen können, aber dessen ungeachtet einen bedeutenden Unterscheid hinsichtlich des Auslöschungswinkels zeigen. Dies letztere deutet darauf, dass man, wie W. ASCH und D. ASCH in ihrer obengenannten Arbeit hervorgehoben haben, in solchen Silikatgruppen mit verschiedener Art von Isomerie zu rechnen hat.²

Was die obenerwähnte Hornblende von Roda bei Predazzo betrifft, hat CATHREIN über ihre optischen Eigenschaften nur mitgeteilt³, dass, hinsichtlich des Pleochroismus, c lebhaft braun und a blass gelbbraun sei, und dass hinsichtlich des Auslöschungswinkels, dieser im spitzen Winkel β 13° betrage. Weitere optischen Beobachtungen verhinderte die Fülle eingewachsenen Magneteisens. Auch in diesem Fall liegt also im Vergleich mit der Hornblende von Gillinge ein Unterschied mit Rücksicht auf den Auslöschungswinkel vor.

Anmerkung: Die untersuchten Kristalle sind im Reichsmuseum deponiert, wie das auch mit dem Originalmaterial zu meiner Arbeit über die Eulysite der Fall ist.

¹ A. a. O., S. 192.

² A. a. O., S. 65.

³ A. CATHREIN, Über die Hornblende von Roda, Zeitschr. für Kristallogr. und Mineral. Bd. 13, S. 11 (1888).