

Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes

I. Die Gesteine der Grorudit-Tinguait-Serie

Von

W. C. Brögger

Ord. Professor der Min. u. Geol. an der Universität Kristiania

Mit 4 Karten und Tafeln und 17 Figuren im Text

Videnskabselskabets Skrifter. I. Mathematisk-naturv. Klasse. 1894. No. 4



Kristiania

In Commission bei Jacob Dybwad

A. W. Bröggers Buchdruckerei

1894

G^o

V^o

bildet, sind häufig auch Absätze von *Manganoxyden*, welche in dendritischen Massen von Spalten aus das Gestein erfüllen, verbunden (z. B. im Gestein von Lisæter im Kirchspiel Svarstad, Lougenthal). Wenn diese Zersetzung durch die ganze Gesteinsmasse verbreitet ist, erhält das Gestein ein bräunlich geflecktes Aussehen oder kann sogar gleichmässig tiefbraun gefärbt werden, was jedoch sehr selten der Fall, indem die Grorudite in der Regel sehr frische Gesteine darbieten.

Ganz ausnahmsweise kommt Aegirin auch selbst als pseudomorphe Bildung nach natronreicher Hornblende vor; dies ist z. B. der Fall mit pseudomorphisirten Einsprenglingen von Hornblende im Grorudit von der Grafenstrasse (Greveveien). Über die muthmaassliche chemische Zusammensetzung des Aegirins siehe weiter unten.

Die Hornblendemineralien der Grorudite.

In dem Grorudit von Grussletten bis Grorud finden sich kleine Einsprenglinge eines Hornblendeminerals mit folgenden Eigenschaften. Eine Anzahl sehr langer Längsschnitte zeigte ungewöhnlich grosse Auslöschungswinkel (nämlich 38° bis 42° ; da mehrere dieser Schnitte Zwillingen nach $\infty P \infty \{100\}$ angehörig waren, und in einigen derartigen Schnitten einerseits die Auslöschung in beiden Individuen gleich gross, ferner auch die Zwillingsgrenze der Umgrenzung und den Spaltbarkeitsrissen parallel war, müssen diese Schnitte der Vertikalachse parallel sein und wahrscheinlich der Fläche $\infty P \infty \{010\}$ ziemlich nahe liegen. In zwei derartigen, sehr lang ausgezogenen Zwillingsskristallen wurde der Auslöschungswinkel zu 41° bestimmt. Diese Schwingungsrichtung zeigte sich beim Prüfen mit einem Gypsblättchen (Roth 1ster Ordnung) als die Richtung der kleinsten Elasticität. c . Der Winkel $c:c$ also = ca. 41° , ein für Hornblende recht ungewöhnlicher Winkel.

Die Absorbtiionsverhältnisse wurden in einer grösseren Anzahl Schnitte (unter stetiger Controlle mit dem Gypsblättchen) bestimmt zu $b > c > a$ mit geringem Unterschied der Absorbtiionsgrösse der Strahlen c und a . Die Absorbtiionsfarben waren:

- b braunroth oder tief weinroth, oft ungefähr an die Farbe dicker Schichten von Rauchtupas erinnernd;
- c hell graugelb, röthlich gelb bisweilen mit Stich ins Grüne;
- a hell grünlich gelb bis grünlich blau.

In einigen Schnitten herrschten hell bläulich grüne Farben.

Die Axenebene wie gewöhnlich die Symmetrieebene.

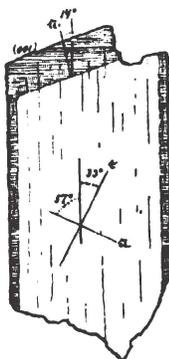
Eine ganz nahe verwandte Hornblende fand sich in einem Hornblende-Sölvbergit eines grossen Gerölles vom Lougenthal, unzweifelhaft aus einem Gang in der Nähe stammend; hier waren aber die Absorbtionsfarben noch stärker röthlich mit folgenden Farben:

b braunroth, > c heller gelbroth bis röthlich-gelb, > a ganz hell gelbröthlich mit Stich ins Grüne.

Der Auslöschungswinkel in Schnitten ungefähr parallel zur Symmetrieebene (auf ähnliche Weise wie oben in Schnitten von Zwillingen) war hier geringer, nämlich nur ca. 31° .

Eine sehr nahe übereinstimmende Hornblende fand ich auch in einem hornblendeführenden Sölvbergit, eingesammelt von Herrn Amanensis *C. Damm* an der Eisenbahnlinie zwischen Tjose und Åklungen am See Farrisvand (169,8 Kilometer von Kristiania) aus einem Gang in

Fig. 8.



Hornblende (Katoforit) mit orientirter Randzone von Arfvedsonit, aus Sölvbergit von der Bahnstrecke Tjose-Åklungen am Farris-See, 169,8 Kilometer von Kristiania.

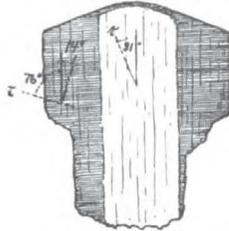
Augitsyenit. In dieser Hornblende wurde der Auslöschungswinkel $c:c$ bestimmt zu ca. 33° , mit Pleochroismus.

b tief braunroth, > c hell bräunlich grün bis gelbgrün, > a hell röthlich gelb bis grünlich gelb.

An den beiden letzterwähnten Vorkommen war die genannte Hornblende mit Arfvedsonit (im Gestein von Tjose auch mit Riebeckit) verwachsen; der Arfvedsonit bildet in beiden Gesteinen regelmässig eine dünnere oder dickere Randzone um dieselbe; namentlich an den Endflächen aufgelagert; diese Umwachsung scheint jedenfalls in diesen beiden Gesteinen primär zu sein, obwohl eine sekundäre Bildung des Arfvedsonits nicht ausgeschlossen scheint. Es zeigte sich nun, dass in dieser orientirten Verwachsung der Arfvedsonit (mit Auslöschungswinkel $a:c = 14^{\circ}$ und Absorbtionsfarben: a grünblau, > b lavendelblau bis

grauviolett, $> c$ olivengrün) durchgehends *nach entgegengesetzter* Seite auslöscht. In einem \perp Schnitte, begrenzt von den Tracen von $\infty P \infty \{100\}$ und $oP \{001\}$ mit scharfen Krystallkanten, konnte constatirt werden,

Fig. 9.



Hornblende (Katoforit) aus Geröllen von Sölvbergit vom Lougenthal;
mit Randzone von arfvedsonitischer Hornblende.

dass die grösste Elasticitätsachse des Arfvedsonits mit Auslöschung $a : c = 14^{\circ}$ und die grösste Elasticitätsachse der braunrothen Hornblende mit Auslöschung $a : c = 57^{\circ}$ beide im stumpfen Winkel β liegen. Der kleinste Auslöschungswinkel beider bezieht sich deshalb beim Arfvedsonit auf die grösste, bei der braunrothen Hornblende auf die kleinste Elasticitätsachse und liegt beim ersten im stumpfen, beim zweiten im spitzen Winkel β .¹

Eine entsprechende Beobachtung hat *W. Cross*² für Verwachsungen zwischen Arfvedsonit und braunen Hornblenden gemacht.

Auch in verschiedenen anderen Groruditen als in denjenigen von Grussletten findet sich eine sehr nahe verwandte Hornblende, so in dem Grorudit westlich vom See Aurevand etc. In dem Grorudit von Kapteinshöiden, sowie in dem nahe verwandten Gestein eines Steinbeils von Maridalen und in dem Grorudit des Ganges östlich von Bredsjö findet sich ebenfalls eine ähnliche Hornblende. In Schnitten ungefähr nach der Symmetrieebene (an Zwillingen nach $\infty P \infty \{100\}$ wurde für den Winkel $c : c$ gemessen: 58° , resp. $56-57^{\circ}$. Das Absorbtionsschema war $b > c > a$, mit äusserst geringem Unterschied der Stärke der Absorbtion zwischen c und a ; Absorbtionsfarben für b bräunlich roth, für c hell rauchgrau

¹ Dass der kleinste Auslöschungswinkel beim Arfvedsonit im stumpfen Winkel β liegt, hatte ich schon früher beobachtet; in meinen Bemerkungen über den Arfvedsonit (Zeitschr. f. Kryst. B. XVI) hatte ich aber die betreffende Elektricitätsrichtung nicht sicher bestimmen können (meine Schlitze zeigten zu starke Absorbtion um mit den Gypsblättchen sichere Resultate zu erhalten) und deshalb *mit Fragezeichen* (l. c. Tab. 16, Fig. 5) als die kleinste Elasticitätsachse angeführt. Diese unrichtige Angabe hat *Rosenbusch* später (Mikr. Phys. B. I, 3te Ausg., S. 565) berichtigt, welche Berichtigung ich jetzt bestätigen konnte.

² Cfr. *Rosenbusch*, Mikr. Phys. l. c. S. 567-568.

(röthlich grau), für a hell grünlichblau oder bläulichgrün. Die Absorptionsfarben dieser Hornblende zeigten überhaupt mehr bläulichgrüne Farben, als bei den übrigen oben genannten Vorkommen. Terminale Flächen wurden an den Schnitten nicht beobachtet.

Die Doppelbrechung sämtlicher oben erwähnten Hornblenden ist klein, ungefähr wie beim Arfvedsonit. Der optische Charakter, die Grösse der Achsenwinkel und die Art der Dispersion konnte nicht näher ermittelt werden, da die geringe Grösse der im Gestein eingewachsenen Individuen keine orientirten Schlitze zu verfertigen erlaubte.

Die jetzt beschriebene Reihe von Hornblenden unterscheidet sich durch ihre Verhältnisse von sämtlichen bis jetzt genauer bekannten Hornblendemineralien, durch ihre Absorptionsverhältnisse und Auslöschungswinkel. Das Absorptionschema $b > c > a$ ist bis jetzt nur für sehr wenige, namentlich für zwei von *A. Osann* erwähnte Hornblenden bekannt. Die eine derselben war eine braungrüne Hornblende aus Andesit von Hoyazo, Cabo de Gata; die Absorptionsfarben dieser Hornblende: b grünbraun, c dunkelgrüngelb und a hell grünlichgelb, sind aber verschieden von den vorherrschend röthlichen Farben der oben beschriebenen Reihe, und der Auslöschungswinkel, da die Hornblende von *Rosenbusch* unter basaltischen Hornblenden angeführt wird,¹ wahrscheinlich wie gewöhnlich bei diesen klein (?). Anders verhält es sich mit der zweiten, ebenfalls von *Osann* beschriebenen² (von *Rosenbusch* nicht erwähnten) Hornblende mit Absorptionschema $b > c > a$. Diese stammte aus dem Sanidinit vom Krater Lagoa do Fogo auf São Miguel (Azoren); der Pleochroismus dieser Hornblende war nach *Osann*: b dunkelbraun, $> c$ dunkelgrünbraun, $> a$ braun, mit Auslöschungsschiefe auf Spaltblättchen nach $\infty P \{110\}$ von «ca. 23° , was auf eine Schiefe von ca. 34° auf $\infty P \infty \{010\}$ schliessen lässt»; starke Dispersion $\rho > v$. *Osann* führt ferner an, dass andere Individuen blaugrüne, ausser braunen Farben zeigten; eine derartige Hornblende, welche blaugrün durchsichtig war, wurde von *Osann* analysirt (siehe weiter unten). Die Auslöschungswinkel der Grorudithornblenden liegen ebenfalls, wie die obigen Beobachtungen erweisen, zwischen denjenigen des Barkevikits und des Arfvedsonits und stimmen also auch in dieser Beziehung mit der von *Osann* beschriebenen Hornblende überein.

Wahrscheinlich eine nahe verwandte Hornblende hat auch *E. Pacheco do Canto e Castro* aus azorischen Trachyten erwähnt; er nennt dieselbe

¹ Die Originalabhandlung *Osann's* ist bei *Rosenbusch* (Mikr. Phys. B. I, 3te Aufl., S. 558; 1892) nicht erwähnt und ist mir unbekannt.

² «Ueber Sanidinite vom São Miguel», Neues Jahrb. f. Min. 1888 I, S. 121.

Arfvedsonit, giebt aber die Absorbtionsfarben: bräunlich grün, hell braun und gelbbraunlich an; dies passt besser auf Barkevikit, der Auslöschungswinkel, bis 30° , zeigt aber, dass die betreffende Hornblende sich eher den Grorudithornblenden annähert. (Siehe die Abhandlung von Pacheco do Canto e Castro: Recherches micrographiques s. qu. roches de l'île de San Miguel, Lissabon 1888, S. 89, und Bull. soc. min. Paris 1887, B. 10, S. 312).

In seiner Beschreibung der Pyroxenmineralien der Akmittrachyte von São Miguel auf den Azoren (Neues Jahrb. 1883, II, S. 214—217) erwähnt *Mügge* ein graubraunes, stark pleochroitisches Mineral («so dass gelbe und braune Farben in blaue bis blauviolette übergehen»). *Mügge* hielt zuerst das Mineral für Pyroxen, berichtete aber selbst später diese Auffassung (in seiner Abhandlung «Ueber einige Gesteine des Massai-Landes». Neues Jahrb. f. Min., Beil. B., IV, S. 587), als er neue Vorkommen desselben von dem Massai-Lande beschrieb, ebenfalls aus Akmittrachyten. *Mügge's* Beschreibung gründete sich zum grossen Theil auf isolirtes Pulver, bei welchem die Absorbtionsfarben natürlich tiefer sein mussten. Er hebt auch das Zusammenvorkommen von bräunlich pleochroitischer Hornblende und blauem Arfvedsonit hervor und erwähnt ausdrücklich, dass bei kleinen Krystallen immer ein brauner Kern und eine blaue Randzone zu erkennen war. *Rosenbusch* erwähnt (Mikr. Phys., 2te Ausgabe, II, S. 583) dieselben Hornblenden und hebt hervor, dass sie allenthalben für natronreiche Gesteine charakteristisch scheinen; er beschreibt dann eine ähnliche Hornblende auch von Phonolitrachyten von Pantellaria (l. c. S. 618 Anm.), nennt aber an beiden Stellen, wo er diese Hornblende erwähnt, gleichzeitig eine tief krappbraune Hornblende, welche er mit Cossyrit identificirt, ohne aber die mit diesem zusammen vorkommenden Hornblenden näher zu berühren.

Mir dürfte es nach meinen jetzigen Erfahrungen nicht unwahrscheinlich vorkommen, dass unter diesen verschiedenen Hornblenden sowohl aus den genannten Akmittrachyten, als in den Pantelleriten und Phonolitrachyten von Pantellaria sich bei näherer Untersuchung auch solche vorfinden, welche eben zu der oben erwähnten Gruppe von Hornblenden zu stellen seien. Da ich zur Zeit kein Material von den genannten Gesteinen besitze, muss ich die Entscheidung Anderen überlassen. Dass die von *Osann* beschriebene und analysirte Hornblende des *Sanidinits* von São Miguel zu der hier beschriebenen Reihe von Hornblenden gehört, wurde schon oben dargelegt; es ist dabei noch ein weiterer Beweis geliefert für die unzweifelhafte Verwandtschaft der Sanidinite selbst mit den Tageseruptiven, mit welchen sie mitgerissen

Die Auslöschungswinkel und Absorptionsverhältnisse sowie die chemische Zusammensetzung sind für:

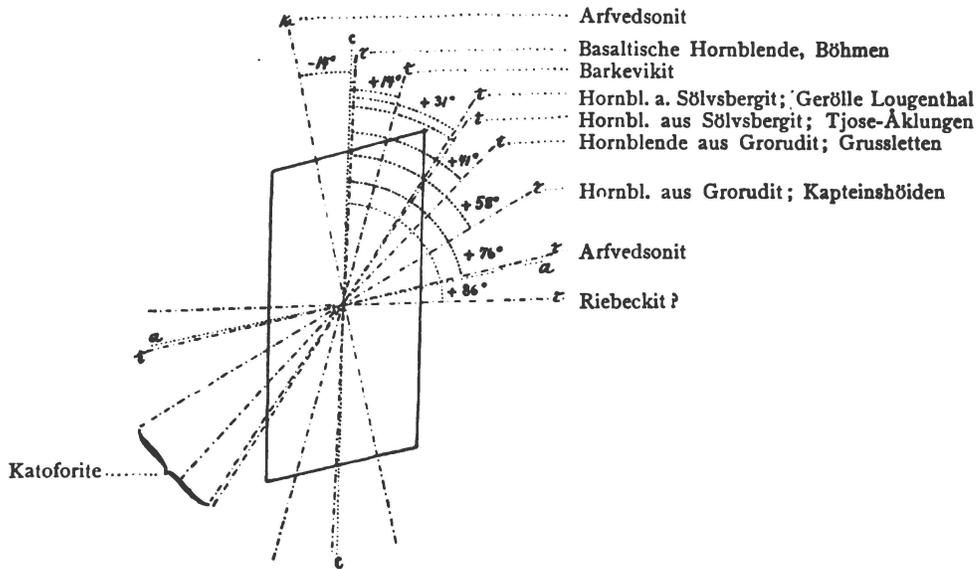
	Auslösch. winkel c : c	Absorptions- schema	Relative Stärke der Absorption	c	b	a	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₃ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	
Basaltische Hornblende ...	—0-10 ⁰	c > b > a		dunkel- braun	röthlich- braun	hell- gelb	40.15	5.91	14.34	7.80	4.53	13.14	11.75	2.31	1.14	(Härtlingen, Westerwald, Schmidt).
Barkevikit, Skudesunds- skjær	—12-14 ⁰	c > b > a		tiefbraun	röthlich- braun	hellgelb	42.27	1.01	6.31	6.62	21.72	3.62	9.68	6.08	1.44	(Rammelsberg & Flink).
Hornblende v. Gerölle Lou- genthal	ca. —31	b > c > a	b und c wenig ver- schieden	heller gelb- roth	braunroth	hell gelb- röthlich										
Hornblende von Sanidinit, São Miguel	ca. —34	b > c > a	?	?	?	?	45.53	? ¹	4.10	9.35	26.68 ²	2.46	4.89	6.07	0.88	(Osann, l. c. S. 122).
Hornblende v. Gorudit, Grus- sletten	ca. —41	b > c > a		röthlich- gelb	braunroth	hell grünlich- gelb										
Hornblende v. Gorudit, Kap- teinshöiden u. Bredsjöhöiden	ca. —58	b > c > a	a und c wenig ver- schieden	hell röthlich- grau	bräunlich- roth bis grünlich- braun	hell grünlich- blau										
Arfvedsonit ...	—76	a > b > c		hell grünlich- graugelb	lavendel- blau	tief grünlich- blau	43.85	—	4.45	3.80	33.43	0.81	4.65	8.15	1.06	(Grönland, Lorenzen).

¹ TiO₂ nicht bestimmt, was wohl den SiO₂-Gehalt etwas senken dürfte.

² Hierin 2.96 MnO.

wurden, wie denn diese von manchen Verfassern bezweifelte Verwandtschaft ja auch von *Osann* selbst (im Gegensatz zu Wolf, Sandberger, Hubbard) angenommen wurde. In seiner schönen Arbeit «Les enclaves volcaniques» (Macon 1893) hat *A. Lacroix* auch die Verwandtschaft der Sanidinite und der Akmittrachyte der Azoren genügend hervorgehoben.

Fig. 10.



Übersicht über die Auslöschungswinkel $c:c$ bei den Alkali-Eisen-Hornblenden.

Wie die nebenstehende Tabelle zeigt, sind die in den Sölvbergiten und Groruditen auftretenden Hornblenden, sowohl was die Auslöschungswinkel als die Absorbtionsverhältnisse betrifft, Zwischenglieder zwischen den Barkevikitischen und Arfvedsonitischen Hornblenden; sie sind es aller Wahrscheinlichkeit nach auch in ihren übrigen Verhältnissen, namentlich dann in ihrer chemischen Zusammensetzung, was schon durch die oben angeführte Analyse von *Osann* bestätigt wird. Dass sie *durchgehends alkali- und eisenreiche Hornblenden* sind, geht auch schon aus ihren Vorkommen zusammen mit Aegirin hervor und wird noch mehr dadurch bestätigt, dass *dieselben sehr regelmässig sowohl mit Arfvedsonit als mit Aegirin verwachsen sind*. So zeigt die Hornblende des Grorudits von Grussletten regelmässig eine schmale orientirte Randzone von Aegirin; die Hornblenden des erwähnten Gerölles vom Lougenthal, sowie von Tjose-Åklungen, zeigt regelmässig eine orientirte Randzone von Arfvedsonit und theilweise auch ausserhalb dieser eine zweite Randzone von Aegirin.

Obwohl es unmöglich war aus den beschriebenen norwegischen Vorkommen Materiale für eine chemische Analyse zu schaffen (nur in dem Gestein vom Lougenthal war die Hornblende in genügender Menge vorhanden, hier dann aber zu innig mit Arfvedsonit verwachsen, um isolirt werden zu können), dürften wir deshalb aus der umstehenden

Fig. 11.



Zwilling von Hornblende (Katoforit) mit breiter Randzone von arfvedsonitischer Hornblende und ausserhalb dieser noch eine schmale Randzone von Aegirin. Aus Gerölle von Sölvbergit, Lougenthal (siehe weiter unten). Schnitt senkrecht zur c-Achse.

Tabelle eine ziemlich sichere Vorstellung über die chemische Zusammensetzung dieser Hornblenden erhalten können. Es muss der gesammte Alkaligehalt und namentlich der Natrongehalt hoch sein, ebenso der Eisengehalt und zwar namentlich der Eisenoxydulgehalt auch sehr hoch, dagegen der Gehalt an Kalk und namentlich Magnesia gewiss niedrig (was auch aus den Bauschanalysen der betreffenden Gesteine gefolgert werden kann); ein geringer, obwohl bemerkenswerther Gehalt an Titansäure dürfte gewiss auch vorhanden sein, und der Kieselsäuregehalt ungefähr zwischen 43 und 45 Procent liegen. Eine mittlere Zusammensetzung dieser Reihe (z. B. der Hornblende des Grorudits von Grussletten) dürfte wahrscheinlich ungefähr folgende Zusammensetzung zeigen:

SiO_2 43.5 , TiO_2 1 , Al_2O_3 4.5 , Fe_2O_3 5.5 , FeO 30.5 oder doch Eisenoxyde zusammen ca. 35 bis 36 %.

MgO 1.5 , CaO 5 , Na_2O 7 , K_2O 1.5.¹

Wir haben also wahrscheinlich hier von den basaltischen Hornblenden durch die Barkevikitischen Hornblenden und weiter durch die

¹ Es scheint mir nicht ohne Interesse, darauf aufmerksam zu machen, dass diese theoretisch angenommene Zusammensetzung niedergeschrieben war, ehe ich die *Osann'sche* Analyse kannte und ehe die unten bei der Erwähnung des Sölvbergits vom Lougenthal angeführte Berechnung ausgeführt war. Wenn in beiden der Fe_2O_3 -Gehalt etwas grösser, der FeO (resp. MnO)-Gehalt etwas kleiner ist als erwartet, wird dies vielleicht durch das Verhalten zwischen dem Arfvedsonit und dem Riebeckit erklärt (siehe unten).

hier beschriebenen, in den Sölvbergiten und Groruditen beobachteten Hornblenden bis zu den Arfvedsoniten eine kontinuierliche Reihe alkalihaltiger und eisenreicher Hornblenden mit zunehmendem Gehalt der Eisenoxyde und Alkalien nach dem Arfvedsonit hin und auf der anderen Seite mit zunehmendem Gehalt von Titansäure, Thonerde, Kalk und Magnesia nach dem *Kaersutit* (Lorenzen) als Endglied der titanreichen basaltischen Hornblenden.

Wie schon früher hinreichend bekannt, sind die *tiefbraunen* Absorptionsfarben der Hornblende abhängig von dem Titangehalt; sie verlieren deshalb auch mit abnehmendem Titangehalt an Intensität (cfr. Ainigmatit, Kaersutit und basaltische Hornblenden, verglichen mit dem Barkevikit). Andererseits zeigen die Arfvedsonite stark vorherrschend *bläuliche* Absorptionsfarben, was dann durch hohen Gehalt an Eisen (*ohne* Titan, cfr. Ainigmatit) bedingt sein muss. Die Farben der Sölvbergit-Grorudit-Hornblenden sind Uebergangsfarben zwischen diesen Hauptfarben der Endglieder der Reihe.

Der Auslöschungswinkel der Reihe scheint für $c : c$ im *spitzen* Winkel β mit zunehmendem Eisengehalt und Alkaligehalt zuzunehmen.

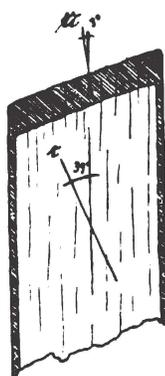
Es dürfte hier auch ein Vergleich mit den Mineralien der Pyroxenreihe nicht ohne Interesse sein. Ich habe früher nachgewiesen, dass zwischen den Diopsiden und dem Aegirin eine Reihe Zwischenglieder vorhanden sind, bei welchen mit zunehmendem Gehalt von Alkalien und Eisen der Winkel $c : c$ in *stumpfen* Winkel β zunimmt.¹ Da nun, wie bekannt (und wie aus der Orientierung der Pyroxene zu den Hornblenden bei dem Uralitisierungsprocess, sowohl als aus primären Verwachsungen beider hervorgeht²) die Vorderseite der Pyroxene und die Hinterseite der Hornblenden nach der alt-üblichen Aufstellung einander krystallographisch entsprechen, *wirkt also der Eisengehalt auf die Orientierung der Achse der kleinsten Elasticität in Bezug auf die Verticalachse in der Hornblendereihe und in der Pyroxenreihe auf entsprechende Weise*. Es spricht auch dies Verhältniss für den Vorschlag von *Tschermak*, *O. Mügge* und *G. H. Williams*, das Orthodoma $P_{\infty} \{101\}$ der Hornblenden zur Basis zu nehmen.

¹ Siehe meine Bemerkungen, Zeitschr. f. Kryst. B. 16, II, S. 305—306, 337, 656; ich nannte diese Reihe von Pyroxenen: die Diopsid-Aegirinreihe; *Rosenbusch* hat *später* dieselben als *Aegirin-Augite* bezeichnet (siehe Mikr. Phys. B. 1, 3te Ausg., S. 537—538).

² Cfr. *G. H. Williams*: «Über die Hornbl. v. St. Lawrence County N. Y. und ihre Gleitflächen». Amer. Journ. of Science, 1890, B. 39, S. 352, und Ausz. in Zeitschr. f. Kryst., B. 20, S. 410—413. Ebenso *Whitmann Cross*: «Notizen über einige secundäre Mineralien d. Amph. & Pyr. Gruppe». Ib. S. 359 und Z. f. Kr. ib. S. 413—415. Siehe auch *O. Mügge*: «Min. Notizen», Neues Jahrb. f. Min. 1889, I, S. 231 ff.

Die Krystallisation der Grorudithornblenden repräsentirt offenbar in diesen Gesteinen überall eine *ältere Krystallisationsphase*, als diejenige des Aegirins. Es wird dies zuerst dadurch wahrscheinlich gemacht, dass, wie schon oben erwähnt, in manchen Groruditen (z. B. in dem von Grussletten), die Hornblende mit einer Randzone von Aegirin umgeben ist; diese Randzone, welche namentlich an dem Ende der Krystalle breiter ist, bestätigt wieder die Berechtigung einer geänderten krystallographischen Aufstellung der Hornblende. In mehreren Schnitten von Hornblende mit Aegirinrand ungefähr nach der gemeinsamen Symmetrieebene (im Gestein von Grussletten) war die Auslöschung wie in Fig. 12 dargestellt.

Fig. 12.



Hornblende (Katoforit) mit Randzone von Aegirin; Grorudit.
Grussletten. $80/1$

Die grösste Elasticitätsachse a des Aegirins und die kleinste Elasticitätsachse c der Hornblende bilden also hier nach derselben Seite den kleinsten Winkel mit der gemeinsamen Vertikalachse; nach der für beide bekannten Orientirung der Elasticitätsrichtungen in der Symmetrieebene zeigt dies Beispiel wieder dasselbe, dass auf der Orthodomenfläche der Hornblende (nach der üblichen Stellung) der Aegirin so abgelagert ist, dass seine Flächen der Zone $[(001):(010)]$ den Flächen der Hornblendezone $[(\bar{1}01):(010)]$ nach der bis jetzt üblichen Aufstellung conform sind.

Ein weiterer Beweis für die oben angeführte Behauptung, dass in den Groruditen die Krystallisation der Hornblende einer älteren Krystallisationsphase entspricht, liefern die schon oben bei der Besprechung der Feldspath-Pseudomorphosen der Grorudit-Einsprenglinge angeführten Beobachtungen.

Die älteste Krystallisation, bei welcher aus dem Magma von dunklen Mineralien ganz vorherrschend Hornblende, kein oder wenig Aegirin sich

bilden konnte, muss dann wahrscheinlich in grösserer Tiefe, die spätere Krystallisation, bei welcher sich nunmehr keine Hornblende, nur Aegirin bildet, muss unter anderen Bedingungen (schnellerem Abkühlen?) in der Gangspalte selbst, wahrscheinlich ungefähr an Ort und Stelle stattgefunden haben. Es scheint hiermit bewiesen, dass in diesem Falle (wie in so manchen anderen), übereinstimmend mit der namentlich von *Rosenbusch* kräftig hervorgehobenen Anschauung über den Unterschied der Bildungsbedingungen der Einsprenglinge und der Grundmasse bei porphyritartigen Gesteinen, die Einsprenglinge der Feldspäthe und der Hornblende gewiss einer älteren Krystallisationsphase unter wesentlich anderen Bedingungen entsprechen.

Die oben beschriebene Reihe von Hornblenden aus den alkalireichen Ganggesteinen des Kristianigebietes, den Sölvbergiten und den Groruditen, repräsentirt eine bis jetzt beinahe unbekannte oder jedenfalls nicht näher beachtete Zwischenreihe zwischen den Barkevikiten und den Arfvedsoniten. Ich will hiermit für diese Reihe den Namen *Katoforite* vorschlagen (aus dem griechischen Worte *κατώφορος* = sich herab bewegend, mit Anspielung auf die Änderung der Lage der c-Achse zur Vertikalachse mit der Annäherung zum Arfvedsonit innerhalb dieser Reihe).

Die ganze Serie der Alkali-Eisen-Hornblenden kann dann auf folgende Weise getheilt werden.¹

<i>Barkevikite</i> ; Brögger.	Winkel c : c klein, gew. 12° — 14°.	Relativ titan- säurereiche Alkali-Eisen- Hornbl.	Vorherrschend <i>braune</i> Ab- sorbptions- farben.	Pleochroismus c > b > a.
<i>Katoforite</i> ; Brögger.	Winkel c : c gross, gew. 30° — 60°.	Titansäure- arme (?) Alkali-Eisen- Hornbl.	Vorherrschend <i>röthliche</i> Absorbptions- farben.	Pleochroismus b > c > a.
<i>Arfvedsonite</i> ; Brooke.	Winkel c : c sehr gross, ca. 75° (Arfveds.) bis ca. 86° (? Riebeckit).	Titansäure- freie (oder sehr arme) Alkali-Eisen- Hornbl.	Vorherrschend <i>grünlich-blaue</i> Absorbptions- farben.	Pleochroismus a > b > c.

¹ Wahrscheinlich dürfte die von *Fr. Williams* (The igneous rocks of Arkansas, S. 64) beschriebene Hornblende des Pulaskits mit Absorption: b tief bläulich grün, > c gelbbraun, > a gelblich grün, und mit Auslöschungswinkel auf {010} ca. 20° zwischen den Barkevikiten und den von mir beobachteten Katoforiten eingeschoben werden können.

Die Barkevikite führen über in die basaltischen, sehr TiO_2 -reichen Hornblenden mit ihrem Endglied, dem *Kaersutit*. Zu den Arfvedsoniten gehören nach meiner Auffassung sowohl die meisten Krokydolithe als auch die *Riebeckite*; die Analyse des Riebeckits von El Paso, Colorado durch *König* zeigt, ebenso wie mehrere Krokydolith-Analysen, dass zwischen dem grönländischen Arfvedsonit (mit fast ausschliesslich FeO und wenig Fe_2O_3) und dem typischen Riebeckit von Sokotra (mit ganz vorherrschend Fe_2O_3 und nur wenig FeO) wahrscheinlich alle Übergänge vorhanden sind. Da die procentische Menge von Eisen ebenso gross in dem Arfvedsonit von Grönland als in dem Riebeckit von Sokotra ist, dürfte es sehr wahrscheinlich sein, dass der Auslöschungswinkel $c:c$ beim Riebeckit $+85^\circ$ bis 86° (nicht $+94^\circ$ bis 95°) ist,¹ und ebenso bei den eisenärmeren Krokydolithen $+70^\circ$ bis $+72^\circ$. Da bei allen Arfvedsoniten (in weiterem Sinne) der Pleochroismus für $a > b > c$ ist, und die Absorbtionsfarben wenig verschieden sind (für die am stärksten absorbirten Strahlen durchgehends tief blau) dürften die optischen Verhältnisse der einzelnen Glieder in *erster* Linie durch die *Gesammtmenge* des Eisens (und Mangans), in *zweiter* durch die *relative Menge des Eisenoxydes zur Eisenoxydulmenge* bestimmt sein. Es dürfte dann auch wohl nicht berechtigt sein, nur aus der Grösse des Auslöschungswinkels $a:c = 3-6^\circ$ beim Riebeckit, gegen $12-14^\circ$ beim Arfvedsonit, ohne weiteres auf das Vorhandensein des einen oder des anderen bei mittleren Auslöschungswinkeln zu schliessen, da der Unterschied in den Absorbtionsfarben wohl kaum mit genügender Schärfe die eine oder die andere Gruppe der Arfvedsonite in weiterem Sinne markirt.

Eine isolirte Stellung nimmt schliesslich die sehr Titan-reiche Alkali-Eisen-Hornblende, der Ainigmatit ein.²

Wenn aus dem oben dargelegten Beobachtungsmateriale nähere Schlussfolgerungen über die Verbreitung der hier als Katoforite zusammengefassten Hornblenden in den Sölvbergiten resp. den Groruditen gezogen werden dürfen, scheint aus demselben hervorzugehen, dass Katoforite mit geringeren Auslöschungswinkeln $c:c$ für die Sölvbergite, solche mit grösseren Auslöschungswinkeln $c:c$ für die Grorudite charak-

¹ Es wird dies durch eine unten angeführte Beobachtung an der Hornblende des Sölvbergits von Tjose bestätigt.

² Nachdem das obenstehende schon längst geschrieben und im Februar 1894 in der Sitzung der math.-naturw. Classe der Gesellschaft der Wissenschaften zu Kristiania vorgetragen war, theilte mir Herr V. Ussing in Brief vom $12/5$ 94 mit, dass auch er gefunden habe, dass eine zu scharfe Trennung von Riebeckit und Arfvedsonit kaum berechtigt sei.

teristisch sind. Da die genannten Katoforite-führenden Sölvbergite sich wahrscheinlich mehr basischen Gesteinen (z. Th. Laurvikiten) anschliessen, in welchen Barkevikite (und wahrscheinlich auch Katoforite mit kleinen Auslöschungswinkeln $c:c$) verbreitet sind, während Arfvedsonite in denselben zu fehlen scheinen oder jedenfalls nur spärlich vorkommen, und da auf der anderen Seite die Grorudite von in grösserer Masse auftretenden Gesteinen sich den Natrongraniten anschliessen, in welchen Arfvedsonite (in weiterem Sinne) verschiedener Mischung sehr allgemein verbreitet sind, so dürfte hieraus vielleicht geschlossen werden können, dass die (eisenreicheren?) *Katoforite mit grösseren Winkeln $c:c$ leichter aus saureren natronreichen Magmen, die Katoforite mit kleineren Winkeln $c:c$ (eisenärmere?), dagegen vielleicht eher aus weniger sauren natronreichen Magmen auskrystallisiren konnten.* Es scheint mit dieser Erfahrung auch die Beobachtung gut zu stimmen, dass die Einsprenglinge von Katoforiten häufig theils mit einer Randzone von Arfvedsonit, theils mit einer solchen von Aegirin in diesen Gesteinen umgeben sind; denn diese Randzone dürfte in allen Fällen aus einem relativ saureren Magma, als die zuerst auskrystallisirten Kerntheile ausgeschieden sein.

In den Groruditen spielen Katoforite als Gesteinsbestandtheil quantitativ nur eine ganz geringe Rolle, indem sie wohl nie so viel als ein Procent des gesammten Mineralgemenges ausmachen. Selbst in den Gesteinen (z. B. Grussletten), wo sie wohl in keinem Präparat gänzlich fehlen, ist die Anzahl der in einem guten grossen Dünnschliff auftretenden Schnitte immer ganz gering, und die Grösse der einzelnen Säulchen (immer nach der Vertikalachse ziemlich lang ausgezogen) nur unbedeutend (0.1 bis 0.2 mm. dick, 0.5 mm. lang sind schon ungewöhnliche Dimensionen). Die Begrenzung der Krystalle ist häufig recht scharf; $\{110\}$ und $\{010\}$ sind in der Vertikalzone vorherrschende Flächen, die Endflächen konnten in Grorudit-Katoforiten nicht sicher bestimmt werden. Zwillinge nach $\{100\}$ sind sehr häufig. Die Krystalle sind sehr rein, frei von Einschlüssen und gewöhnlich sehr unzersetzt erhalten. In mehreren Fällen meinte ich eine Umwandlung in Aegirin nachweisen zu können; doch war die Anzahl der Schnitte in diesen Präparaten ungenügend um völlig sichere Schlüsse über den näheren Verlauf der Umwandlung ziehen zu können (z. B. im Grorudit von Greveveien bei Kristiania).

Die übrigen akessorischen Mineralien der Grorudite sind alle sehr spärlich verbreitet und spielen quantitativ gar keine Rolle.