

Sitzungsberichte
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften

Stiftung Heinrich Lanz

Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Abteilung A. Mathematisch-physikalische Wissenschaften

Jahrgang 1913. 23. Abhandlung.

Über Holmquistit,
einen Lithionglaukophan
von der Insel Utö

von

A. OSANN
in Freiburg i. Br.

Eingegangen am 25. November 1913



Heidelberg 1913
Carl Winters Universitätsbuchhandlung

Clasgs-No. 1023.

Auf der Exkursion, welche gelegentlich des XI. Internationalen Geologenkongresses unter Führung von Prof. HOLMQUIST auf der Insel Utö, einer der Schären südöstlich von Stockholm, unternommen wurde, fand ich auf den Halden zur Seite der Nyköping Eisenerzgrube ein feinkörniges „leptitisches“ Gestein, das durch seinen bläulichen Schimmer auffiel und in dem man mit der Lupe sehr reichlich bis 2 cm lange Nadeln eines blauen Minerals erkennen kann. Einzelne dieser Gesteinsblöcke sind noch mit Eisenerz verwachsen, so daß ihre Herkunft aus dem Bergwerk oder dessen nächster Umgebung mit Sicherheit anzunehmen ist. Das blaue Mineral erinnert auf den ersten Blick an Glaukophan und stimmt auch, wie eine Untersuchung isolierter Nadeln ergab, mit diesem in optischer Orientierung und Pleochroismus überein; die gute Spaltbarkeit nach dem Amphibolprisma stellte die Zugehörigkeit zu dieser Mineralfamilie außer allen Zweifel.

Das Auftreten eines Amphibols aus der Glaukophanreihe im Grundgebirge Schwedens ist überraschend und bemerkenswert. Soweit mir bekannt, ist ein Glaukophangestein in den großen Arealen, die präcambrische kristalline Schiefer in Skandinavien und Finnland, sowie in dem geologisch so ähnlichen britischen Nordamerika zusammensetzen, noch nicht gefunden worden. Es mag dies damit zusammenhängen, daß Glaukophan, wie schon ROSENBUSCH hervorhebt, den tieferen Lagen der kristallinen Schiefer, den eigentlichen Gneisen, anscheinend vollständig fehlt. Bei der Unsicherheit, die trotz der zahlreichen besonders auch chemischen Untersuchungen über die genetischen Verhältnisse der Glaukophangesteine noch besteht, schien es mir von besonderem Interesse, der Bildung dieses jedenfalls ganz lokalen Vorkommens auf Utö weiter nachzugehen.

Nach der Darstellung von HOLMQUIST¹ wird die Küsten- und Schärenregion der weiteren Umgebung von Stockholm, wenn von glazialen Ablagerungen abgesehen wird, wesentlich von drei Gruppen von Gesteinen aufgebaut. Die erste und älteste besteht aus ursprünglich „superkrustalen“ Bildungen: Sedimenten, Ergußgesteinen und deren Tuffen resp. Tuffiten. Die zweite Gruppe bilden Tiefengesteine wesentlich granitischer Zusammensetzung; sie haben die Gesteine der ersten durchbrochen und zum Teil kontaktmetamorph verändert. In einer späteren Periode starker

Faltungen und Dislokationen erfuhren diese Gesteine durch Dynamometamorphose eine Umkristallisation und zeigen jetzt den Mineralbestand und die Struktur kristalliner Schiefer zum Teil der Para-, zum Teil der Orthoreihe. So resultierten mittel- bis grobkörnige Gneise wie der im Süden Stockholms weit verbreitete Granatgneis, der Arnö-Granitgneis und feinkörnige Gneise oft in Quarzite übergehend, die wie sonst in Schweden von den Geologen des Landes unter dem Sammelnamen „Leptite“ zusammengefaßt werden, ferner körnige Kalke, Kalksilikatgesteine und Hälleflinten. Die dritte, jüngste Gruppe ist von dynamometamorphen Vorgängen nicht mehr betroffen worden, es sind Tiefengesteine, die ihre primäre Struktur erhalten haben wie der Stockholmgranit, der Ornöit von Ornö, sowie die sehr zahlreichen und weitverbreiteten, zum Teil durch ihren Reichtum an seltenen Mineralien ausgezeichneten Pegmatite.

Die Insel Utö speziell wird nahezu ganz von Gesteinen der ersten und zweiten Gruppe aufgebaut; die dritte ist nur durch zahlreiche Pegmatitgänge vertreten. In der näheren Umgebung der Eisenerzgruben wechsellagern Hälleflinten und quarzitische Leptite mit Kalk- und Kalksilikatgesteinen teilweise in Bänken von nur wenigen Dezimetern Mächtigkeit und vielfach ineinander übergehend. Die Eisenerze bestehen wie so häufig im mittleren Schweden aus konkordant eingeschalteten an Eisenglanz, zum Teil auch Magneteisen reichen Lagen und werden von HOLMQUIST für gleichaltrig mit dem Nebengestein und ursprünglich sedimentäre Bildungen gehalten. Alle diese Schichten stehen nahezu saiger und lassen im großen einen muldenförmigen Bau erkennen. Die Eisenerze wurden von Beginn des 17. Jahrhunderts bis 1879 mit zeitweisen Unterbrechnungen abgebaut, zum Teil im Tagbau, zum Teil im Tiefbau, der auf der Nyköping Grube bis 214 m in die Tiefe ging. Leider stehen die Gruben jetzt unter Wasser, so daß nur die Halden und zurückgelassenen Erzhaufen der Untersuchung zugänglich sind.

Die kristallinen Schiefer und Eisenerze werden an der Nyköping- und Long-Grube von zwei, mehrere Meter mächtigen Pegmatitgängen durchsetzt, die seit Anfang des vorigen Jahrhunderts durch ihren Reichtum an Lithionmineralien bekannt sind; im Petalit dieser Gänge wurde 1818 von ARFVEDSON das Element Lithium entdeckt. Der Pegmatit besteht wesentlich aus weißem oder rötlichem Petalit, Quarz und grünem Kalifeldspat, daneben

spärlicherem Spodumen, Lepidolith, Lithionturmalin (Rubellit und Indigolith) und einer Reihe seltener Mineralien. Durch ihren Reichtum an Petalit bilden diese Gänge eine der bedeutendsten Lithionlagerstätten der Erde und werden auch zeitweise ihres Lithiongehaltes wegen abgebaut. Nach HOLMQUIST sind sie jungarchaischen Alters und nur als eine chemische Fazies der normalen Kaliumpegmatitgänge aufzufassen.

Glaukophangesteine treten in der Regel mit kristallinen Schiefen innig verknüpft und wechsellagernd derartig auf, daß sie mit diesen als geologische Einheit und ein Produkt der Dynamometamorphose angesprochen werden müssen. Zu einer abweichenden Ansicht sind amerikanische Geologen wie RANSOME, G. F. BECKER, SMITH, DILLER und andere über die Genese von Glaukophangesteinen gekommen, die sie in Kalifornien und dem angrenzenden Oregon auffanden; besonders in ersterem Staat treten solche Gesteine an zahlreichen Orten, wenn zwar immer nur in kleiner Masse auf. Wie auch die chemischen Untersuchungen WASHINGTON's ergaben, sind diese Gesteine ursprünglich zum Teil zweifellos kieselsäurereiche Sedimente wie Sandsteine, zum Teil wohl basische Eruptivgesteine oder deren Tuffe gewesen. Ihre Umkristallisation und die Neubildung des Glaukophans wird von den genannten Autoren auf Kontaktmetamorphose zurückgeführt. So hat RANSOME² auf Angel Island, einer der Inseln der S. Franzisko-Bucht, die Umwandlung des jungmesozoischen S. Franziskosandsteins und des ihm eingelagerten Kieselschiefers in ein Glaukophangestein längs des Kontaktes mit basischen Eruptivgesteinen verfolgt und nimmt an, daß zweifellos eine Stoffzufuhr besonders auch von Alkalien aus dem eruptiven Magma in die Sedimente stattgefunden hat, wodurch die Bildung des Glaukophans ermöglicht wurde. Nach G. F. BECKER³ sind körnige Plagioklas führende und schieferige glaukophanhaltige Gesteine an der bekannten Sulphur Bank und anderen Punkten der Coast Ranges zum Teil aus Schiefertönen, zum Teil aus Sandstein hervorgegangen; für ihre Umkristallisation werden Minerallösungen in Anspruch genommen, die einem granitischen Magma entstammen. BECKER bemerkt: "It is worthy of note that the plagioclase of the granular rocks and the glaucophane of the schists each imply the presence of sodium in the solutions, by which metasomatism of the sandstone series was effected."

Diese amerikanischen Verhältnisse lassen einen genetischen Zusammenhang zwischen dem lokalen und auffallenden Vorkommen eines Glaukophangesteins auf der Eisenerzlagerstätte von Utö und dem Auftreten der beiden Pegmatitgänge vermuten und der Gedanke liegt nahe, die blaue, jedenfalls Alkalien führende Hornblende auf einen eventuellen Lithiongehalt zu prüfen. Der Rückstand des mit HF und H_2SO_4 eingedampften Minerals gibt in der Tat der Bunsenflamme eine kräftige Rotfärbung, die nach spektralanalytischer Untersuchung meines Kollegen RIESENFELD nur durch Lithium hervorgerufen wird. Das vollkommen frische Mineral läßt sich mit schweren Lösungen leicht sehr rein isolieren. Prof. DITTRICH hatte die Ausführung einer quantitativen Analyse übernommen, dieselbe aber leider nicht mehr zu Ende führen können; die Bestimmung des Fluors, des Eisenoxyduls, die zur Vermeidung von Fehlerquellen an möglichst grobem Pulver vorgenommen wurde, sowie die Trennung der Alkalien, verdanke ich Frl. Dr. HEZNER. Die Trennung von Natrium und Lithium wurde doppelt, mit sehr nahezu gleichem Resultat ausgeführt ($Li_2O = 2,18$ und $2,08\%$); die unten angegebene Zahl ist das Mittel beider Bestimmungen. Die Analyse ergab die Werte unter I; unter Ia stehen die mit 100 multiplizierten Molekularquotienten:

	I	Ia		Ib	II
SiO_2	60,45	100,09		100,09	53,28
TiO_2	Spur	—		—	—
Al_2O_3	7,70	7,53	} 13,59	7,53	2,31
Fe_2O_3	9,68	6,06		6,06	—
FeO	4,38	6,09	} 36,12	6,09	1,62
MnO	—	—		MgO 27,77	7,54
MgO	12,12	30,03	} 22,12	(MgF) $_2O$ 1,13	19,20
CaO	—	—		—	8,43
Na_2O	1,12	1,80	} 23,25	1,80	6,33
K_2O	0,54	0,57		0,57	—
Li_2O	2,13	7,09	} 22,12	7,09	0,66
H_2O ^{—110}	0,09	—		—	—
H_2O ^{110—1250}	2,28	12,66	} 22,12	12,66	0,71
F	0,43	2,26		—	—
Sa	100,92				100,08
—O	0,18				
	100,74				

Nach dieser Analyse liegt ein typischer Lithionamphibol vor, der molekulare Lithiongehalt übertrifft den von Kali plus Natron um das Dreifache. Meines Wissens ist es das zweite Mineral der Amphibolfamilie, in dem Lithion in wägbarer Menge nachgewiesen ist. ENGSTRÖM⁴ hat einen lithionhaltigen Richterit analysiert, der im körnigen Kalk von Långban eingewachsen und wie die meisten Mineralien von dieser Lokalität manganreich ist; die Analyse steht unter II. Man sieht auf den ersten Blick die großen Unterschiede gegenüber I im Gehalt an Sesquioxiden, Kalk, Lithion usf. Auch hat der hellgelbe nahezu farblose Richterit ganz andere optische Eigenschaften als unsere Hornblende. HAEFCKE⁵ fand in einer Hornblende von Pierrepont 0,22 % Li_2O ; da sich aber bei einer nachträglichen Untersuchung des zur Analyse verwandten Materials eine Verunreinigung mit Phlogopit ergab, ist der Lithiongehalt des Amphibols nicht erwiesen.

Die Berechnung und Aufstellung einer Formel für Analyse I stößt bei unserer Unkenntnis von der Rolle, die das Wasser resp. der Wasserstoff in Hornblenden spielt, auf große Schwierigkeiten. Der Wasserstoff kann in der Form H_2O in isomorpher Vertretung von Alkalien oder in der Hydroxylgruppe in einem Radikal $\overset{\text{III}}{\text{R}}(\text{OH})_2$, $\overset{\text{III}}{\text{R}}(\text{OH})$ resp $\overset{\text{II}}{\text{R}}(\text{OH})$ oder zum Teil in der einen und andern Form gebunden sein. Es wäre eine dankenswerte Aufgabe, die Entweichungstemperaturen des Wassers genau festzustellen, es lassen sich in letzterem Fall zwei durch ein Intervall getrennte Entweichungsperioden erwarten. In älteren Analysen ist in der Regel nur Glühverlust angegeben, der bei den stark wechselnden Mengen von FeO und Fe_2O_3 und dem meistens nicht bestimmten Fluorgehalt, ganz wertlos ist. In späteren Analysen ist Wasser zwar direkt bestimmt, aber bei so niedriger Temperatur, daß sein Wert zu niedrig ist, so fand PENFIELD⁶ im Anthophyllit von Franklin bei Rotglut 0,19 %, beim Erhitzen von dem Gebläse 1,67 % H_2O . Auch die Bestimmung nach der SIPÖCZ'schen Methode scheint wenigstens bei älteren Analysen eine sehr unsichere gewesen zu sein; BERWERTH⁷ fand im Arfvedsonit von Kangerdluarsuk bei zwei Bestimmungen 1,68 und 2,48 % H_2O , so daß der angenommene Mittelwert 2,08 % von den Einzelwerten um 0,4 % abweicht, was ungefähr einem Gehalt von 1,4 % Na_2O oder 2,1 % K_2O entspricht.

Die Bestimmung des H_2O bei unserer Analyse wurde im elektri-

schen Widerstandsofen bei 1250° vorgenommen; nach Prof. DITTRICH⁸ stimmen so erhaltene Werte bei Amphibolen sehr gut mit den nach seiner verbesserten LUDWIG-SIPÖCZ'schen gefundenen überein. Um einen ungefähren Anhaltspunkt über die untere Grenze der Wasserabgabe zu erhalten, hat Frl. Dr. HEZNER auf meinen Wunsch noch eine Wasserbestimmung bei der Temperatur des schmelzenden Lithiumchlorids (602°) ausgeführt und 0,25 % H₂O erhalten; es entweichen demnach 90 % des Wassers erst zwischen 602 und 1250°.

Das erst in neueren Analysen bestimmte Fluor kann wohl nur in den Radikalen (RF^{III}), (RF₂^{III}) oder (RF^{II}) angenommen werden.

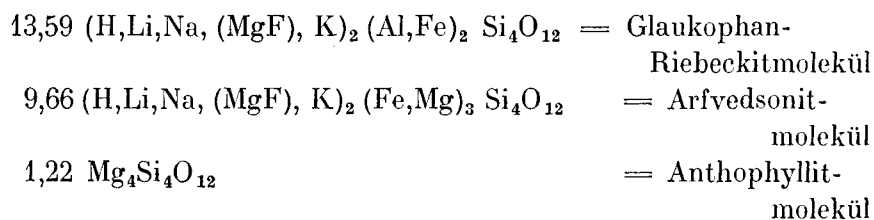
Aus den unter Ia angeführten Molekularzahlen ergibt sich, wenn zunächst das Fluor vernachlässigt und alles H₂O^{110–1250} als Vertreter von Alkalien genommen wird, ein Sauerstoffquotient von $\frac{200,18}{99,01} = 2,02$; bei der Verrechnung des Fluors in ein ein-

wertiges Radikal (RF^{II}) ein solcher von $\frac{200,18}{97,88} = 2,04$. Das spricht entschieden dafür, daß der Wasserstoff tatsächlich in der Form des Wassers gebunden und das Mineral ein Metasilikat ist; alle Analysen alkali- und sesquioxidfreyer Amphibole der Tremolit-Aktinolitreihe führen auf ein Salz der Metakieselsäure. Unter diesen Voraussetzungen erhält man die Zahlen unter Ib und das Schema:

I	II	III	
R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	SiO ₂
23,25	—	—	23,25
—	33,86	—	33,86
—	—	13,59	40,77
23,25	33,86	13,59	97,88

Geht man bei der weiteren Berechnung von den drei TSCHERMAK'schen Molekülen R₄Si₄O₁₂^{II}, R₃R₂Si₃O₁₂^{II III} und R₂R₂Si₄O₁₂^{I III} aus, so wird die Annahme des zweiten durch den hohen Kieselsäuregehalt ausgeschlossen. Ferner reichen die Sesquioxyde nicht aus, um alle Alkalien in dem dritten Molekül unterzubringen, und auch wenn alles FeO in einem Arfvedsonitmolekül R₂R₃Si₄O₁₂^{I II} verrechnet wird, bleibt noch ein Überschuß von Alkalien. Bei dem hohen Grad von Isomorphismus zwischen Magnesia- und Eisenoxydul-

salzen scheint mir die weitere Annahme eines dem Arfvedsonit analog gebauten Moleküls $\overset{\text{I}}{\text{R}_2\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}}$ berechtigter als die eines Moleküls $\overset{\text{I}}{\text{R}_8\text{Si}_4\text{O}_{12}}$; beide sind hypothetisch und rein in der Amphibolform nicht bekannt. Es resultiert bei dieser Berechnungsweise die Formel:



Diese 3 Moleküle stehen annähernd in dem Verhältnis 11 : 8 : 1. In dem ersten verhält sich Glaukophan- zu Riebeckitmolekül wie 7,5 : 6,0 also nahezu gleich 1 : 1, in dem zweiten das hypothetische Magnesia- zu dem Eisenarfvedsonitmolekül wie 22,89 : 6,09 oder 7,5 : 2.

Bei dieser Berechnungsweise, die von den Basen ausgeht, bleibt ein Analysenrest von 1,33 % SiO₂. Führt man die Abweichung von der Zusammensetzung eines Metasilikates auf eine Analysungenauigkeit desjenigen Stoffes, dessen Bestimmung den größten Fehlerquellen unterworfen ist, des Wassers, zurück, so müßte dessen Gehalt 2,68 statt 2,28 % betragen. Wahrscheinlich verteilen sich die Fehler aber auch auf die übrigen Stoffe, besonders die Alkalien.

PENFIELD und STANLEY⁹ haben in einer Arbeit über die chemische Konstitution der Amphibole eine Reihe sehr zuverlässiger nach modernen Bestimmungsmethoden und an sorgfältig gereinigtem Material ausgeführter Analysen publiziert und interpretiert; leider wurde die Arbeit durch den Tod PENFIELDS abgebrochen und alkalireiche Hornblenden konnten nicht mehr in den Bereich der Untersuchung gezogen werden. Eines der von ihnen gewonnenen Resultate war, daß Calcium zusammen mit den geringen Beträgen der Alkalien sehr nahezu 25 % der verschiedenen Radikale und Basen ausmacht oder daß es ein Viertel der Wasserstoffatome der Amphibolsäure (H₈Si₄O₁₂) vertritt. Diese Gesetzmäßigkeit, die an kalkreichen und alkaliarmen Amphibolen gefunden wurde, kehrt auch bei dem kalkfreien und alkalireichen Mineral von Utö wieder. Nach der aufgestellten Formel

würden die einwerthigen Metalle hier ganz vorwiegend durch H und Li repräsentiert im Gegensatz zu den bis jetzt bekannten Alkaliamphibolen, in denen Na an erster Stelle steht.

Zum Vergleich mit andern Alkalihornblenden der Glaukophan-Riebeckit-Arfvedsonitreihe sind in der folgenden Tabelle eine Reihe von Analysen zusammengestellt:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SiO ₂	60,45	57,81	57,67	56,71	52,8	52,76	50,01	49,65	55,02	47,08
TiO ₂	Spur	—	—	—	—	0,94	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	7,70	12,03	11,07	15,14	23,3	6,80	—	1,34	4,75	1,44
Fe ₂ O ₃ ...	9,68	2,17	3,20	9,78	1,8	10,38	28,30	17,66	10,91	1,70
FeO.....	4,38	5,78	9,68	4,31	2,2	8,45	9,87	19,55	9,45	35,65
MnO.....	—	—	0,06	—	—	—	0,63	—	Spur	—
MgO.....	12,12	13,07	9,85	4,33	4,9	9,38	0,34	—	9,30	—
CaO.....	—	2,20	0,95	4,80	5,8	2,25	1,32	3,16	2,38	2,32
Na ₂ O.....	1,12	7,33	6,80	4,83	6,7	7,20	8,79	7,61	7,62	7,14
K ₂ O.....	0,54	—	0,42	0,23	1,7	1,11	0,72	—	0,27	2,88
Li ₂ O.....	2,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O ^{—110} ..	0,09	—	0,12	—	} 0,1	0,08	—	1,67	—	—
H ₂ O ^{110—1250}	2,28	—	0,36	—		0,44	GL.V.—	—	—	—
F.....	0,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa ₂	100,92	100,39	100,18	100,15	99,3	99,79	99,98	100,64	99,70	100,29

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| I Lithionglaukophan Utö. | VI Glaukophan Lavintzie. |
| II Glaukophan Zermatt. | VII Riebeckit Sokotra. |
| III Glaukophan Syra. | VIII Riebeckit Cape Ann. |
| IV Glaukophan Shikoku. | IX Crossit Berkeley. |
| V Glaukophan Elek Dagh. | X Arfvedsonit Kangerdluarsuk. |

Ogleich jede dieser Analysen ihre spezifischen Eigentümlichkeiten trägt, ist doch die Zugehörigkeit des Minerals von Utö zur Glaukophan- und nicht Riebeckit- oder Arfvedsonitreihe zweifellos, abgesehen von den optischen Verhältnissen; der hohe Wert für SiO₂ (von 425 in HINTZE angeführten Amphibolanalysen erreichen nur 6 einen Kieselsäuregehalt von 60 %) und das Verhältnis von Tonerde zu den Oxyden des Eisens sind dafür entscheidend. Für ein Glied der Glaukophanreihe ist der Tonerdegehalt niedrig, nur bei Lavintzie noch etwas geringer. Das Vorrherrschen von Eisenoxyd über Oxydul hat Utö mit Shikoku und Lavintzie gemein im Gegensatz zu Zermatt und Syra. Das vollständige Fehlen des Kalkes ist bemerkenswert, obgleich auch bei Syra der Kalkgehalt unter 1 % sinkt. Der Wassergehalt ist für einen Amphibol recht hoch; PENFIELD⁹ fand ihn bei

10 Mineralien der Tremolit-Aktinolith-Hornblendereihe zwischen 0,61 und 1,81 % schwankend im Mittel zu 1,23 %; einen ähnlich hohen Wert zeigt noch der in der Tabelle angeführte Arfvedsonit, eine Alkalihornblende aus dem Alkalisyenit von Beverley (3,15 %) und eine sehr kieselsäurearme Hornblende aus Hornblendegabbro von Ivrea (2,79 %). Der Fluorgehalt ist mäßig; nach PENFIELD beträgt er bei den 10 erwähnten Analysen 0,04 bis 1,82 %, im Mittel 0,63 %, nach TÖRNEBOHM in einer Alkalihornblende aus dem Katapleitsyenit von Norra Kärr 2,59 %.

Der blaue Amphibol von Utö stimmt, wie schon hervorgehoben, mit Glaukophan in optischer Orientierung und Pleochroismus überein. Der C-Axe zunächst liegt c , auf (110) konnte eine Auslöschungsschiefe mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden, auf (010) beträgt sie $2-3^\circ$; Axenebene ist (010), der optische Charakter negativ. 2E wurde auf einem Schnitt nahezu \perp zu a nach der MALLARD'schen Methode zu $68^\circ 56'$ gemessen, doch macht der Wert wegen der verwaschenen Hyperbeln keinen Anspruch auf Genauigkeit. Der Pleochroismus ist c himmelblau, b violett, a sehr hell-grün-gelb, in dünnen Schliften nahezu farblos. Absorption $c \geq b > a$. Beim Glühen nimmt das Mineral eine rotbraune Farbe an. Fast stets sind die Nadeln in der Hauptzone durch (110) begrenzt, die Endigung ist regellos. Der Winkel $110 : \bar{1}\bar{1}0$ wurde zu $55^\circ 48'$ gemessen; zum Vergleich seien angeführt der Prismenwinkel von Glaukophan Syra $55^\circ 10'$, Insel Groix $55^\circ 15'$, Zermatt $55^\circ 30'$, von Riebeckit Colorado $55^\circ 55'$ und Arfvedsonit Klein-Arö $56^\circ 5'$. Demnach steht der Winkel dem des Riebeckites sehr nahe und wie zu erwarten zwischen dem des Glaukophans und Arfvedsonits.

Ich schlage vor, diesen Lithionglaukophan „Holmquistit“ zu nennen nach Prof. P. J. HOLMQUIST in Stockholm, dem wir die ausführliche geologische Beschreibung¹ von Utö verdanken und unter dessen freundlicher Führung eine große Anzahl von Geologen die Insel kennen lernten.

Alle gesammelten Holmquistitgesteine lassen in einer nicht vollständig dichten aber sehr feinkörnigen dunkelgrauen Grundmasse makroskopisch nur diesen Amphibol erkennen. Seine Nadeln in einer Dicke von 0,2–0,3 mm und bis 2 cm lang sind bündel- oder garbenförmig, zum Teil auch roh radial angeordnet (siehe Tafel I); Parallelstruktur fehlt, so daß jeder Gesteinsbruch dasselbe Aussehen bietet.

U. d. M. zeigt es sich, daß trotz des gleichen makroskopischen Aussehens die Gesteine etwas verschieden sind. Ein Teil von ihnen besteht, vom Holmquistit abgesehen, ganz wesentlich aus Quarz und Feldspat annähernd im gleichen Mengenverhältnis und nur mit wenig dunklem Glimmer; die den Glaukophan so häufig begleitenden Mineralien der Granat- und Zoisitpidotfamilie fehlen ganz. Quarz und Feldspat sind wasserklar, letzterer ohne Zwillingsstreifung und nur in dünnen Schliften mit erkennbaren Spalt-rissen. Die zwei Mineralien bilden einen Mosaik sehr gleichmäßig großer Körner, deren Begrenzungslinien einfach, oft geradezu geradlinig verlaufen; die dadurch hervorgerufene typische Hornfelsstruktur wird schon von HOLMQUIST in seiner Beschreibung der Leptite von Utö erwähnt und abgebildet (l. c. Fig. 9, pag. 28). Der spärliche Glimmer bildet lappig begrenzte grünbraune Blättchen von ungefähr denselben Größendimensionen. Die langen, dünnen Holmquistitnadeln durchspicken diese homöoblastische Grundmasse, durchschneiden die genannten Gemengteile und machen den Eindruck jüngerer Porphyroblasten, die sich in schon festem Gestein gebildet haben. Ihrer büschligen Anordnung entsprechend sind die Durchschnitte über größere Flecken gleich orientiert (Tafel II, Fig. 1 und 2). Ein Schliff ist von zahlreichen Verwerfungsklüften und Quetschzonen durchsetzt; der Holmquistit ist an ersterem gebogen, teilweise geschleppt oder geknickt und zerbrochen, zugleich ist an solchen Stellen starker mechanischer Beanspruchung Färbung und Pleochroismus intensiver. In den Quetschzonen sind die Nadeln in ein wirres Aggregat feinsten Fasern aufgelöst.

Der Feldspat erweist sich als schwächer lichtbrechend wie Quarz und Kanadabalsam; in Thoulet'scher Lösung, in der Albit sank, schwamm noch ein Teil des Gesteinspulvers, der sich als Feldspat mit schweren Gemengteilen verwachsen erwies, demnach muß das spezifische Gewicht nicht unbeträchtlich geringer als das des Albites sein; in Monochlorbenzol ($n = 1,527$) eingebettet, zeigte sich die Lichtbrechung stets kleiner als die der Flüssigkeit. Demnach kann nur Orthoklas vorliegen, wie auch aus der Bauschanalyse (siehe später) des Gesteins mit Sicherheit hervorgeht.

Von Akzessorien ist Turmalin in manchen Präparaten recht reichlich in bis 0,5 mm langen und 0,1 mm dicken Säulen mit rhomboedrischer oder zugerundeter Endigung. Sein Dichroismus ist auffallend e hell rosarot mit einem Stich ins Bräunliche,

o dunkel grünbraun zonar in grünblau übergehend. Der Gehalt an Erz wechselt stark; es wird an dünnen Stellen mit roter Farbe durchsichtig, zeigt im allgemeinen lappige, denen des Titaneisens ähnliche Formen oder seltener sechsseitige Umgrenzung und ist demzufolge Eisenglanz.

In anderen Gesteinsproben tritt Quarz gegen Orthoklas zurück und zugleich findet eine Anreicherung an Biotit statt. In zwei Handstücken fand sich auch grüne Hornblende; offenbar liegen hier Übergangsgesteine zu Kalksilikathornfelsen vor, dafür sprechen die rundlichen oder lappig eingebuchteten in größeren Flecken gleich orientierten, saftgrünen Durchschnitte dieses Minerals. Der Holmquistit durchschneidet als jüngere Bildung auch diese oder hat sich seltener in paralleler Orientierung an sie angelagert.

Für eines der quarzarmen Gesteine hat Fr. Dr. HEZNER die Zusammensetzung unter I gefunden. Fluor wurde nicht bestimmt, es sollte, wenn alles Li_2O und F im Holmquistit gebunden wäre, 0,13 % betragen, beide Stoffe sind aber sicher auch im Turmalin enthalten.

	I	II	III	IV	V	VI	
SiO_2	68,08	74,48	69,03	68,30	65,91	61,68	
TiO_2	0,16	—	—	0,72	0,17	1,43	
Al_2O_3	11,16	9,15	16,15	14,35	11,62	17,28	
Fe_2O_3	4,21	1,41	1,55	1,63	2,21	2,77	
FeO	2,09	4,12	1,92	3,22	5,30	3,96	
MnO	0,23	Spur	0,16	Mn_2O_3	Spur	Spur	—
MgO	5,42	3,04	0,81	2,98	1,92	1,90	
CaO	0,49	2,84	2,83	0,81	5,89	0,91	
Na_2O	0,76	2,24	4,18	5,22	1,95	3,23	
K_2O	5,94	0,43	1,63	1,05	0,04	3,94	
Li_2O	0,65	—	—	—	—	—	
$\text{H}_2\text{O}^{-110}$	—	0,08	2,33	Gl. V.	0,21	0,28	0,08
$\text{H}_2\text{O}^{+110}$	0,63	2,06	—	1,47	4,38	3,00	
P_2O_5	Sp.	—	0,08	0,20	—	—	
S^a	99,82	99,85	100,67	100,16	99,67	100,18	

Das Gestein von Utö gehört demnach zu den sauren Typen der Glaukophangesteine. Zum Vergleich sind die folgenden von ähnlichem Kieselsäuregehalt angeführt:

- II Quarz-Glaukophanschiefer, Sta. Catalina Island, Cal.
- III Heller Glimmerschiefer mit Glaukophan, Insel Syra.

IV Glaukophangestein, Loh Kidang, Java.

V Crossitglaukophangestein, Redwood, Cal.

VI Glaukophangneis, Fionnay, Wallis.

Auf einen näheren Vergleich dieser Analysen soll hier nicht eingegangen werden. Die Zusammenstellung soll nur auf die großen Unterschiede in chemischer Beziehung aufmerksam machen, die besonders in dem Tonerde-Magnesia- und Kalkgehalt sowie dem Verhältnis der Alkalien hervortreten und die auch in der Mineralführung zum Ausdruck kommen. Wohl alle diese Glaukophangesteine sind aus Sedimentgesteinen durch Dynamo- oder Kontaktmetamorphose hervorgegangen; wie weit aber ihre chemische Zusammensetzung die ihres Muttergesteins wiedergibt oder durch Stoffzufuhr bei der Metamorphose modifiziert worden ist, läßt sich nicht übersehen. Bei Utö hat eine solche Stoffzufuhr von Lithium sicher stattgefunden, ob dieselbe aber auf andere Stoffe sich gleichfalls erstreckt und in welchem Maße, läßt sich ebenfalls nicht kontrollieren. Es mahnt dies jedenfalls zur Vorsicht, bei Versuchen aus der chemischen Zusammensetzung die Para- oder Orthonatur eines kristallinen Schiefers bestimmen zu wollen. Unternimmt man trotzdem nach der von mir vorgeschlagenen Methode den chemischen Vergleich mit Eruptivgesteinen, so ergibt sich, wenn Li_2O mit Na_2O vereinigt wird:

$$\begin{aligned} \text{S Al F} &= 23 : 2,5 : 4,5 \\ \text{Al C Alk} &= 15,5 : 1 : 13,5 \\ \text{N K} &= 3,5 \text{ und MC} = 9,4. \end{aligned}$$

Der Projektionspunkt im SAIF Dreieck fällt eben außerhalb des Eruptivfeldes. Auch die Kombination von SAIF und AlCalk zeigt, daß das Holmquistitgestein sich stark aus dem Rahmen eruptiver Zusammensetzung entfernt. Für die zunächst benachbarten Punkte des SAIF Dreiecks findet man für Eruptiva berechnet:

S Al F			Al C Alk	MC
23,5.	2,5.	4.	Hornblendegranit Upsala ..	14. 8,5. 7,5. 4,0
			Hornblendegranit Tarmlängen	14. 9. 7. 4,2
23.	3.	4.	Dacit Sepulchre Mt.	15,5. 6,5. 8. 4,9
			Granit Mazaruni	15. 6,5. 8,5. 4,0
			Granit Big Timber Creek ..	14. 6. 10. 5,0

S Al F		Al C Alk			MC	
		Granodiorit Haystack Mt. .	14.	6.	10.	5,0
		Hypersthenandesit Naches Valley	14.	7.	9.	3,4
		Syenit Beverley	12,5.	4,5.	13.	4,0
		Lujaurit Los Inseln	12.	2,5.	15,5.	3,4
22,5.	3.	4,5. Granit Unterer Meineckenberg	14,5.	6.	9,5.	3,9
		Granodiorit Mt. Stuart. ...	14,5.	7,5.	8.	5,0
		Biotitgranit Rowlandsville.	14,5.	9.	6,5.	3,8
		Quarzmonzonit Frohner mine	14.	7,5.	8,5.	4,6
		Granit Walderlenbach	13,5.	8,5.	8.	3,6
		Quarzlatit Coyote Springs	13,5.	8,5.	8.	3,5
		Granit Großsachsen	13.	6,5.	10,5.	5,1
		Syenit Turnback Creek ...	11,5.	8,5.	10.	2,9

Alle diese Gesteine zeigen bei hohem Al bedeutend höheres C und kleineres Alk; bei dem Syenit von Beverley und dem Lujaurit ist bei ähnlichem Alk C immer noch höher und vor allem Al bedeutend niedriger. Auch MC ist, wie aus obiger Tabelle hervorgeht, in Utö ein ganz ungewöhnliches. $MC > 9$ ist nach der von mir durchgeführten Statistik bei Eruptivgesteinen im S Al F Dreieck nur rechts der S 16 Linie zu erwarten. Diese Verhältnisse würden demnach, wenn man von der Stoffzufuhr absieht, mit Sicherheit auf die Paranatur des Utögesteins schließen lassen. Zweifellos wird diese durch die Übergänge einerseits in quarzitisches Leptite andererseits in Kalksilikatgesteine, die von Kalksilikathornfelsen nicht zu unterscheiden sind.

Eine Berechnung des Mengenverhältnisses der Gemengteile im Holmquistitleptit läßt sich nicht ausführen, da die Zusammensetzung des Glimmers und Turmalins unbekannt ist.

Wie schon oben erwähnt, stehen sowohl Tiefen- als Tagbaue der Eisenerzlagerstätte zurzeit unter Wasser, und auch die nächste Umgebung der letzteren ist so mit Haldenmaterial und aufgeschichteten Erzhaufen bedeckt, daß direkte Beobachtungen über das Auftreten des Holmquistitgesteins nicht möglich sind, wahrscheinlich stammt dasselbe auch aus dem Tiefbau. Nach dem Vertikalprofil das Holmquistit von den Gruben gibt¹ hat man unter Tag mehrorts den Kontakt mit Nebengestein und Pegmatit

angefahren. Ich hatte vergebens gehofft, bei einem späteren Besuche der Insel nähere Aufschlüsse über die Art des Vorkommens aus dem Haldenmaterial zu erlangen, auch hat sich ergeben, daß unser Gestein nur spärlich in diesem vertreten ist. Einzelne seiner Blöcke werden von Quarzadern durchzogen, ob aber deren Bildung mit den Pegmatitgängen in Zusammenhang steht, ist sehr fraglich. So läßt sich zurzeit nur folgende Ansicht über die Entstehung des Holmquistitgesteins als die wahrscheinlichste aussprechen: Der Holmquistit ist aus einem Sedimentgestein entstanden, das in der Hauptmasse den Charakter eines quarzitisches Schiefers besaß. Seine kristalline Beschaffenheit und Hornfelsstruktur hat dieses schon vor Einsetzen der Dynamometamorphose und lange vor der Intrusion der Pegmatite erhalten. Dafür sprechen die in diesem Teil der Insel weit verbreiteten Leptite, die abgesehen von dem Holmquistitgehalt mit dem Beschriebenen makroskopisch und mikroskopisch übereinstimmen. Auch HOLMQUIST hebt hervor, daß dieser nordwestliche Teil von Utö von der Dynamometamorphose kaum in Mitleidenschaft gezogen worden ist. Für die Umkristallisation ist wohl der im mittleren Teil der Insel und auf zahlreichen benachbarten Schären anstehende Gneißgranit verantwortlich zu machen, der aller Wahrscheinlichkeit nach in geringer Tiefe noch weiter unten der Insel fortsetzt. Die Bildung des Holmquistits und vielleicht auch des reichlichen Turmalins steht ohne Zweifel im Zusammenhang mit der Intrusion der Lithionpegmatite, ist eine spätere pneumatolytische Kontaktwirkung, die sich wohl nur lokal in der Nähe von Spalten vollzog.

Literatur.

1. P. J. HOLMQUIST: The Archaean geology of the coast-regions of Stockholm. Geol. Fören. i. Stockholm Förhandl. 32. 1910 und: Guide des excursions du XI^e Congr. géol. Internat. Nr. 15. 1910. (Mit einer geol. Karte der Insel Utö 1 : 20,000 und der Umgebung der Eisenerzgruben auf Utö 1 : 4000).
2. F. L. RANSOME: The Geology of Angel Island. Bull. Dept. Geol. Univ. Cal., vol. I Nro. 7. 1894, pag. 211.
3. G. F. BECKER: Geology of the Quicksilver Deposits of the Pacific slope. U. S. Monograph XIII, 1888, pag. 102.
4. N. ENGSTRÖM: Analys of två lithionhaltiger mineraler från Långbanshyttan. Geol. Fören i. Stockholm Förhandl. II, 1874—75, pag. 468.
5. H. HAEFCKE: Über die chemische Konstitution der Hornblende. Inaug. Dissert. Göttingen 1890.
6. S. L. PENFIELD: Anthophyllite from Franklin, Macon Co, N. C. Amer. Jour. Sci. 1890, Bd. 40, pag. 394.
7. F. BERWERTH: Über die chemische Zusammensetzung der Amphibole. Sitzber. Wien. Akad., Bd. 85 I, 1882, pag. 153.
8. M. DITTRICH und W. EITEL: Über Verbesserungen der Ludwig — Sipöcz'schen Wasserbestimmungsmethode in Silikaten. Sitzber. Heidelb. Akad., 1911, 21. Abh. Ferner: Über die Bestimmung des Wassers und der Kohlensäure in Mineralien und Gesteinen durch direktes Erhitzen in Röhren aus geschmolzenem Bergkristall. Ibidem. 1912. 2. Abh.
9. S. L. PENFIELD and F. C. STANLEY: On the chemical composition of Amphibole. Am. Jour. Sci. 23. 1907, pag. 23.
10. A. OSANN: Petrochemische Untersuchungen. Abhandl. Heidelb. Akad. Nr. 2, 1913.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I zeigt das Holmquistitgestein in doppelter Größe. Die abgebildete Bruchfläche ist uneben und das Bild nicht an allen Stellen gleich scharf. Alle feinen Nadeln in bündel- und garbenförmiger Anordnung sind Holmquistit, ein Teil von ihnen spiegelt das auffallende Licht und ist im Bilde weiß, der andere dunkel.

Tafel II, Fig. 1 zeigt ein Bündel von Holmquistitnadeln // 010 geschnitten zwischen ihnen ein farbloses Aggregat von Quarz und Orthoklas und wenig dunkler Glimmer. Man sieht sehr gut, wie die Glimmerblättchen zum Teil von den Nadeln durchschnitten werden, so etwas links über der Mitte des Bildes. Gewöhnliches Licht. Vergrößerung etwa 50fach.

Fig. 2. Ein Bündel von Holmquistitnadeln senkrecht C getroffen. Scharfe prismatische Begrenzung, der die Spaltrisse parallel laufen. Die Durchschnitte heben sich porphyroblastisch aus der Grundmasse hervor, Korngröße der letzteren etwas kleiner als in Fig. 1. Gewöhnliches Licht. Vergrößerung etwa 50 fach.



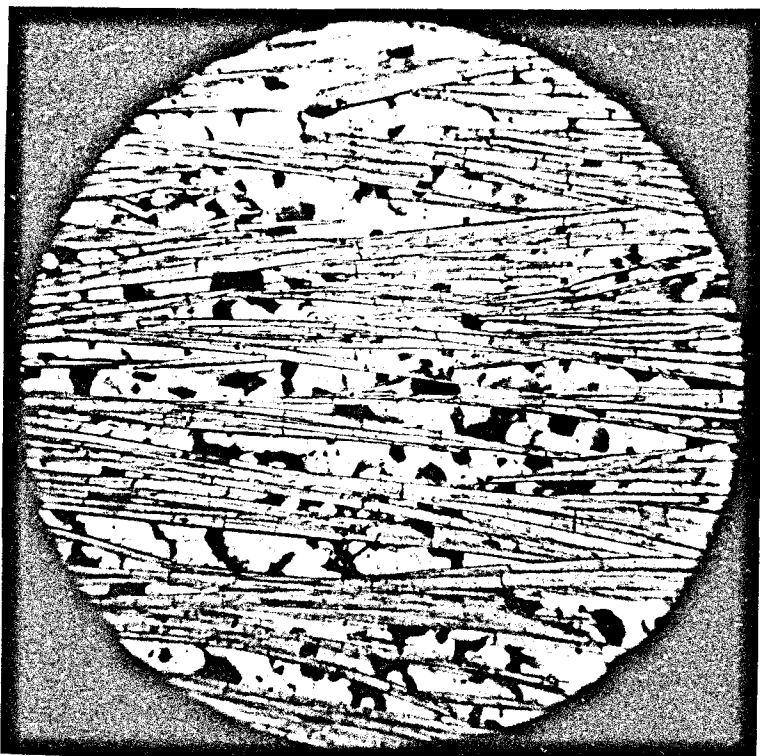


Fig. 1.

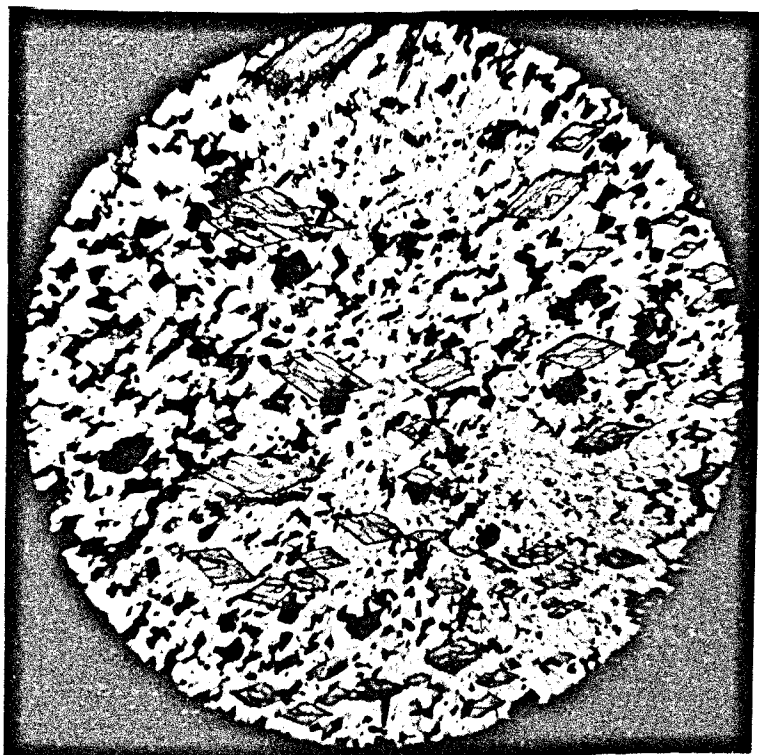


Fig. 2.