

BULLETIN  
DE LA  
COMMISSION GÉOLOGIQUE  
DE FINLANDE

---

N:o 11

NEUE MITTHEILUNGEN  
ÜBER DAS  
IJOLITHMASSIV IN KUUSAMO  
VON  
VICTOR HACKMAN.

---

Mit 2 Karten, 12 Figuren im Text und 4 Figuren auf einer Tafel.

---

HELSINGFORS  
Mars 1900

NEUE MITTHEILUNGEN

ÜBER DAS

IJOLITHMASSIV

IN

KUUSAMO

VON

VICTOR HACKMAN



HELSINGFORS 1899

KUOPIO 1900.  
O. W. BACKMANS BUCHDRUCKEREI.



## Einleitung.

Über das bekanntlich von W. Ramsay *Ijolith* benannte Gestein des Berges Iivaara im Kirchspiele Kuusamo des nördlichen Finlands finden sich in der petrologischen Literatur bereits folgende zwei Originalmitteilungen vor:

F. J. Wiik, Undersökningar af eläolitsyenit från Iivaara i Kuusamo. Finska Vet. Soc. Förhandl. 1885. XXV.

W. Ramsay und H. Berghell, Das Gestein vom Iivaara in Finland. Geol. För. i Stockholm Förhandl. 1891. XIII, pag. 300.

Das Vorkommen des Iivaara ist bisher noch das einzige bekannte selbständige Massiv, welches vom Ijolith gebildet ist, wenn man nicht den am Katzenbuckel <sup>1)</sup> im Odenwald vorkommenden Nephelinit, soweit derselbe Tiefengesteinshabitus besitzt, als Ijolith bezeichnen will, wozu man wohl berechtigt wäre. Dem Ijolith sehr nahe stehende Gesteine, welche zum Teil auch Ijolith benannt wurden, sind dagegen als Teile anderer Massive beobachtet worden. Hierher gehören der Ijolith vom Kaljokthal und der, allerdings vom Ijolithtypus etwas abweichende, »orthoklasführende Ijolith« vom Jimjgorruaj, beide im Nephelinsyenitmassive vom Umptek auf der Halbinsel Kola vorkommend (W. Ramsay und V. Hackman, Das Nephelinsyenitgebiet der Halbinsel Kola. Helsingfors 1894, Fennia 11, N:o 2. pag. 181 u. 186). Auch im Nephelinsyenitmassive von Alnö bei Sundsvall in Schweden finden sich Ijolithen an mehreren Stellen anstehend vor (A. G. Högbom, Über das Nephelinsyenitgebiet der Insel Alnö, Geol. För. i Stockholm Förhandl. 1895. XVII. pag. 100—160 u. 214—256, sowie N. Sahlbom, Analysen einiger Ganggesteine aus dem Nephelinsyenitgebiete der Insel Alnö, L. J. 1897. II. Bd. 1. Heft. pag. 99). Schliesslich sind noch hierher zu rechnen die im Nephelinsyenitgebiete von Arkansas auftretenden Gesteine »Eläolith-granatsyenit« (Ridge type) von Magnet Cove und der

---

<sup>1)</sup> H. Rosenbusch, Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg i Br. 1869 sowie Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine, 3 Aufl. 1896. pag. 1244 ff.



gangartige »Eläolithgranatporphyr« von Hot Springs (J. Fr. Williams, The igneous rocks of Arkansas. Annual Rep. of Geol. Surv. of Arkansas f. 1890, T. II. Little Rock 1891. p. 229 u. 350).

---

Die vorliegende Arbeit giebt eine kurze Zusammenstellung der Resultate, zu welchen der Verf. durch seine im Sommer 1894 am Iivaara-massive gemachten Beobachtungen sowie durch die später ausgeführten petrologischen Untersuchungen am mitgebrachten Gesteinsmateriale gelangte. Sie bestätigen in der Hauptsache vollkommen die früheren Beobachtungen Ramsays, fügen jedoch noch weitere ergänzend bei, die von Interesse für die petrologischen und geologischen Verhältnisse des Massives sein dürften. Um unnötige Wiederholungen von bereits früher von Ramsay gegebenen Schilderungen zu vermeiden, gestatte ich mir auf Ramsays Arbeit (siehe oben) zurückzuverweisen und beschränke mich hauptsächlich darauf, die neu hinzugekommenen Beobachtungen wiederzugeben. Diesen Beobachtungen bin ich in der Lage, noch einige neue Gesteins- und Mineralanalysen sowie mehrere zur besseren Veranschaulichung dienende Structurabbildungen hinzuzufügen zu können. Es sei noch an dieser Stelle erwähnt, dass ich bei meinen Untersuchungen im Felde wesentlichen Nutzen durch die kartographischen Aufnahmen meines Reisegefährten, des Herrn Ingenieurs J. Castrén hatte, wofür ich ihm hier meinen aufrichtigen Dank ausspreche.

---

## Lage und äussere Gestaltung des Massives.

Der Berg Iivaara befindet sich im Kirchspiele Kuusamo, ungefähr 25 km SE vom Kirchendorfe, und erhebt sich, wie aus nebenstehender Übersichtskarte ersichtlich, östlich vom See Iijärvi und südlich vom See Naamankajärvi, fast unmittelbar an der Wasserscheide der südwestlich zum Bottnischen Meerbusen und östlich zum Weissen Meere abfliessenden Gewässer. Seine Höhe über dem Iijärvi wurde von I. Castrén durch barometrische Messungen auf 216 m bestimmt. An den Iivara schliesst sich als unmittelbare südliche Fortsetzung der Berg *Ahvenvaara* und an diesen nach Südosten hin der *Penikkavaara* an. Der erstere erhebt sich zu 123 m und der letztere zu 157 m Höhe ü. d. Iijärvi (nach J. Castréns barometrischen Bestimmungen). Diese drei Berge bilden einen kleinen Gebirgscomplex von ca. 5 □ km Ausdehnung.

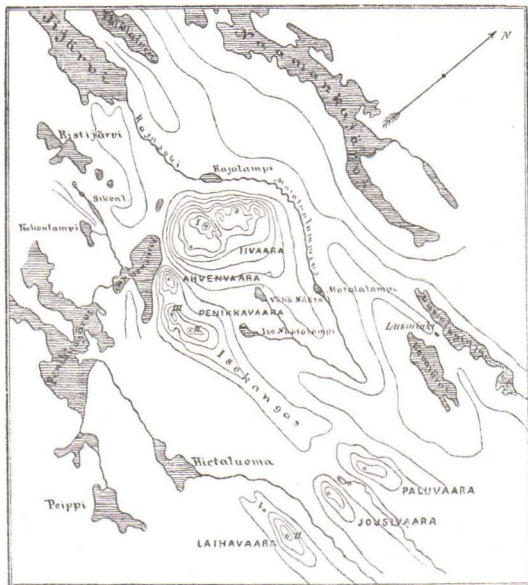


Fig. 1.

Karte des Iivaara u. seiner Umgebung, von J. Castrén. Maasstab: 1 : 160,000. Die Höhengurven in Abständen von 25 m sind auf den Iijärvi bezogen.

Wie aus der obigen und der Specialkarte Fig. 2, S. 6 ersichtlich, sind die West- und Südwestseiten desselben bedeutend steiler als die nach Osten hingewandten Abhänge. Es sind die westlichen, steileren Abhänge die Stosseite, die östlichen die Leeseite für das hier von Westen nach Osten gegangene Inlandeis gewesen. Ein Blick auf die Karte lässt uns ferner eine ungefähr hufeisenförmige Begrenzungscontour der Ausdehnung des

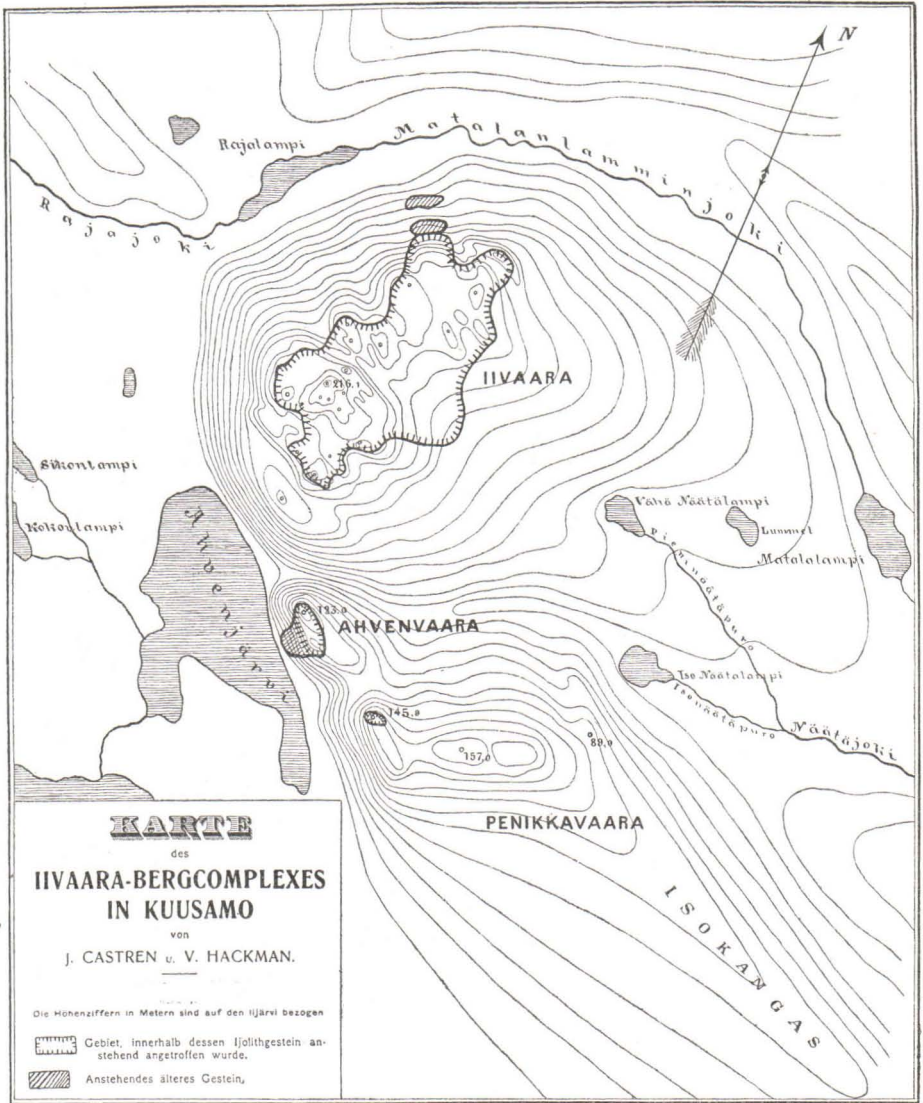


Fig. 2.

Übersichtskarte des Ijolithmassives. — Maasstab 1 : 44.000.



Bergkomplexes erkennen, indem die convexe, geschlossene Seite nach Westen, die offene dagegen nach Osten zugewandt ist. Die nach Osten gerichtete Concavöffnung des Gebirges wird vom Thale des in die kleinen Seentümpel *Iso-* und *Vähänäätälampi* abfliessenden Baches eingenommen. Wenn ich die Westseite die geschlossene nenne, so ist dies nicht in allzu strenger Bedeutung aufzufassen, denn auch hier sind die Abhänge von zwei Erosionsthälchen durchfurcht, allerdings ungleich schmaler, steiler und kürzer als die weite kesselförmige Thalöffnung im Osten, von welcher sie durch zwei kleine Pässe nördlich und südlich vom Ahvenvaara getrennt sind.<sup>1)</sup>

Der Complex des Iivaara, Ahvenvaara und Penikkavaara ist wie auch die umgebenden Gebiete zum grössten Teile von einem dicken Mantel von Moräne bedeckt. Aus dieser Moränenablagerung ragt das nackte anstehende Gestein nur hervor an den höchsten Teilen des Iivaara, wo es in zahlreichen kleinen Felsrücken zu Tage tritt, an einigen steilen Stellen der nördlichen Abhänge und an den oberen Teilen der weniger steilen südlichen, nach dem centralen nach Osten geöffneten Thale hin abfallenden Gehängen dieses Berges, ferner am Ahvenvaara an einigen wenigen Stellen der oberen Theile sowie über grössere Flächen hin an dem sehr steilen Südwestabhange, und schliesslich am Penikkavaara sehr spärlich nur an den oberen Teilen der westlichen Ecke dieses Berges.

An dem entblössten Gesteine sind nirgends Schrammen aufzuweisen, dagegen verläuft die Längsrichtung der meist länglichen dachförmig nach oben sich zuspitzenden Felsrücken des Iivaaragipfels in der Regel von Westen nach Osten, parallel der Bewegungsrichtung des Eises. Es hat hier deutlich ein Abschleifen der oberen Felsrücken durch die Eisbewegung stattgefunden.

Die das anstehende Gestein fast überall bedeckende Moräne ist in grosser Menge mit losen Blöcken, unter welchen sich besonders häufig weisse Quarzite vorfinden, besät. Sie zeigt jedoch nirgends

---

1) Eine Analogie in der äusseren horizontalen Umgrenzungsform besteht zwischen dem Iivaara-complexe und den Gebirgen Umptek und Lujavr-Urt auf der Halbinsel Kola. Denn wir brauchen nur die der oben citirten Arbeit beigefügte Karte zu betrachten, um auch bei den letztgenannten Gebirgen eine Hufeisenform zu entdecken. Im Umptek wird die nach Osten zu offene Concavseite von den Thälern der nach dem Umpjavr fliessenden Gewässer, im Lujavr-Urt vom See Seitjavr und den von Westen her in denselben einmündenden Thalhängen gebildet. Auch über diese beiden Gebirge hin ist das Inlandeis einmal in der Richtung von Westen nach Osten gegangen. Ob und wie aber hier mit die kräftigere Erosion auf der (östlichen) Leeseite in Zusammenhang steht, ist nicht leicht zu entscheiden.

Spuren ehemaliger Meereseinwirkung, sondern hat allenthalben einen vollkommen supramarinen Character.

Die Abhänge des Iivaara sowie der benachbarten Höhen sind fast überall mit Wald, sowohl Nadel- als Laubholz, bedeckt; der Ahvenvaara und Penikkavaara sind bis zum Gipfel hinauf bewaldet, der Kamm des Iivaara erhebt sich dagegen einige Meter über die Waldgrenze.

### Allgemeines über das anstehende Gestein.

Aus meinen Beobachtungen im Felde und den Untersuchungen des Materiales ergab sich, dass nicht nur das Gestein des Iivaara, wie bisher bekannt, sondern auch zum grössten Teile das des Ahvenvaara und Penikkavaara aus Ijolith besteht, sodass alle drei genannten Berge zu einem und demselben Massive gehören. Das herrschende Gestein dieses Massives, der typische Ijolith, ist im Ganzen recht gleichmässig und einförmig in Bezug auf Mineralzusammensetzung, Korn und Structur, obwohl geringere locale Abweichungen vorkommen. Grössere Verschiedenheiten finden sich nur an den Rändern des Massives vor. Sie zeigen, dass hier in räumlich kleinem Maasstabe Magmaspaltungsvorgänge stattgefunden und Gesteine geschaffen haben, welche z. T. andere Gesteinstypen darstellen als Ijolith. Diese Gesteine sollen im Folgenden im Anschluss an die Schilderung des eigentlichen Ijolithes näher beschrieben werden.

Wo in der Umgebung des Ijolithmassives das anstehende Gestein entblösst ist, besteht dasselbe, wie bereits W. Ramsay erwähnt, aus älteren krystallinen Gesteinen. So sind im SE vom Massive am Laihavaara, Jousivaara und Palovaara (siehe die kleine Karte S. 5) Gneiss und Granit, sowie nördlich weiter ab vom Massive Syenit angetroffen, jedoch bisher noch nicht näher untersucht worden.

Auch an den untersten Theilen des Nordabhanges des Iivaara sowie des Westabhanges des Ahvenvaara wurde von mir älteres Gestein anstehend angetroffen. Die Beziehungen des letzteren zum Ijolith sowohl an der ersteren wie an der letztgenannten Localität werden an betreffenden Stellen behandelt werden.

### Typischer Ijolith.

Der Ijolith ist ein meist mittelkörniges holokrystallines Tiefengestein von überwiegend hypidiomorphkörniger Structur, welches wesentlich aus

grauem oder rötlichem *Nephelin* und schwarzgrünem *Pyroxen* zusammengesetzt ist und in mehr oder weniger grosser Menge *Titanit*, *Apatit*, *Liwaarit* und ganz local auch *Wollastonit*, ferner secundär auch *Canerinit*, *Calcit* und *Zeolithe* enthält.

Die zusammensetzenden Mineralien.

*Nephelin*. Die Individuen sind, wie schon Ramsay erwähnt, erfüllt von einer Unmenge unregelmässig verteilter Gas- und namentlich Flüssigkeitssporen. Ein Vergleich mit Nephelin des entsprechenden Effusivgesteines, des Nephelinites vom Katzenbuckel, zeigte, dass auch in einem grobkörnigen annähernd Tiefengesteinsnatur besitzenden Typus dieses Gesteines Flüssigkeitseinschlüsse im Nepheline nicht in so grosser Menge sich vorfinden wie in dem des Ijolithes, mit Ausnahme der grösseren Einsprenglinge des Nephelines, wo sie annähernd ebenso reichlich vorhanden sind.

Für die Zusammensetzung des Nephelines vom Ijolith lassen sich vorgreifend aus den weiter unten (pag. 17) gegebenen Gesteinsbauschanalysen (I—III) folgende Mittelwerte (a) berechnen, welche den Werten von Ramsays Analyse (b) nahe kommen:

	<i>a</i>	<i>b</i>
SiO <sub>2</sub> . . . . .	41.87 %	43.98 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	35.26 »	34.93 »
CaO . . . . .	—	0.36 »
Na <sub>2</sub> O . . . . .	18.59 »	16.76 »
K <sub>2</sub> O . . . . .	4.04 »	3.83 »
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	99.76 %	99.86 %

Das ungefähre Verhältniss von Na<sub>2</sub>:K<sub>2</sub>O ergibt sich aus

$$a = 6.94 : 1$$

$$b = 6.64 : 1.$$

*Pyroxen*. Ramsay beobachtete die Krystallformen ∞P (110), ∞P ∞ (100), oP (001) und P (111). Ausser diesen bemerkte ich zuweilen noch ∞P ∞ (010) sehr klein ausgebildet und an einem einzelnen isolierten grösseren Individuum, an welchem die Endflächen gut ausgebildet waren, auch P ∞ (101). Der Winkel oP (001):P ∞ (101) ergab den Wert von 31°, 4' 30". Den zonaren Aufbau (nur in einzelnen Partien des Gesteines sind die Pyroxenindividuen auch einheitlich aufgebaut) des Pyroxenes fand ich in den aus meinen Gesteinsproben angefertigten Dünnschliffen so gestaltet, dass der innere Kern, welcher ganz hellgrün, fast gelblich oder farblos ist, grössere Auslöschungsschiefe



besitzt als die randlichen satter grünen Partien. An einem parallel  $\infty P$   
 $\infty (100)$  orientiertem Schnitte mass ich an den randlichen, am sattesten  
 grün gefärbten Partien im Na-Lichte  $c:a = 33^\circ$ , wobei die Absorp-  
 tionsfarben im weissen Lichte  $a =$  grasgrün,  $c =$  gelblichgrün waren.  
 An den am hellsten gefärbten inneren Partien war im Na-Lichte  $c:a$   
 $= 41^\circ$ , der Pleochroismus war hingegen hier weit weniger deutlich.  
 Im Allgemeinen waren die Absorptionsfarben der satter grüngefärbten  
 Pyroxenteile:

$$\begin{array}{ccc} a & > & b \\ \hline & \text{bläulichgrün} & \\ & & > & c \\ & & & \text{gelblichgrün.} \end{array}$$

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass wir es hier mit ein-  
 nem *Ägirinaugit* zu thun haben, welcher am Rande des Mineralen ver-  
 hältnissmässig am natronreichsten ist, nach dem Kerne zu aber mehr  
 und mehr sich dem Diopsid nähert, wobei der Übergang meist allmäh-  
 lich vorsichgeht, zuweilen aber auch eine schärfere Grenze existirt.  
 In den Gesteinspartien, in welchen der Pyroxen keinen zonaren Auf-  
 bau oder ihn nur in geringem Maasse aufweist, ist er reiner *Ägirin-*  
*augit*, bei welchem zuweilen die Doppelbrechung in gleicher Stärke er-  
 scheint wie beim gewöhnlichen *Ägirin*.

Ganz selten und in sehr geringer Menge finden sich in dem Py-  
 roxene kleine Stücke von *Biotit* eingeschlossen vor, welche vielleicht  
 secundärer Natur sind.

Die chemische Zusammensetzung des Pyroxenes lässt sich aus  
 den pag. 17 gegebenen Bauschanalysen des Gesteines vorgreifend  
 mit folgenden Mittelwertresultaten berechnen:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	49.40	%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9.27	»
FeO . . . . .	8.58	»
CaO . . . . .	19.17	»
MgO . . . . .	9.50	»
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.58	»
	99.50	%

*Titanit*. Er tritt in der für die Nephelintiefengesteine eigentüm-  
 lichen Form der länglich prismatischen oder länglich keilförmigen Aus-  
 bildung in kleinen deutlichen Krystallen auf. Die Farbe wechselt zwi-  
 schen hellgrünlichgelb, hellgelb, gelblich- und grünlichgrau und fleisch-  
 rot. Winkelmessungen wurden an verschiedenen Krystallindividuen  
 vorgenommen und ergaben folgende Werte:

Gelber Titanit aus mittelkörnigem Ijolith:

$$(221):(2\bar{2}1) = 43^{\circ}, 57'$$

Gelber Titanit aus feinkörnigem Ijolith:

$$(110):(1\bar{1}0) = 66^{\circ} 02' (65^{\circ} 58' - 66^{\circ} 06')$$

Graugrüner Titanit aus demselben Gestein:

$$(110):(1\bar{1}0) = 66^{\circ} 05' 30'' (60^{\circ} 03' - 66^{\circ} 08')$$

$$(110):(100) = 33^{\circ} 04' (33^{\circ} 03' - 33^{\circ} 05')$$

Vergleiche die Messungen von Ramsay:

$$(110):(1\bar{1}0) = 66^{\circ} (64^{\circ} 30' - 66^{\circ} 50')$$

$$(221):(2\bar{2}1) = 44^{\circ} 2'$$

$$(110):(221) = 27^{\circ} 15'$$

und die von Des Cloizeaux:

$$(110):(1\bar{1}0) = 66^{\circ} 29'$$

$$(211):(2\bar{2}1) = 48^{\circ} 48'$$

$$(110):(221) = 27^{\circ} 14'$$

*Apatit* ist, obwohl meist nur mikroskopisch wahrnehmbar, zuweilen auch megaskopisch in kleinen farblosen zuckerkörnigen Aggregaten stellenweise bemerklich.

*Iivaarit.* An der sehr selten auftretenden krystallographischen Begrenzung bemerkte ich ausser der von Ramsay erwähnten Form  $2O_2$ ,  $(221)$  im Dünnschliffe noch die Durchschnitte von  $\infty O(110)$ . Anomale Doppelbrechung wurde an den zu Gebote stehenden Präparaten nicht wahrgenommen. An Material, welches dem grobkörnigen Gesteine entnommen wurde und, nach mikroskopischer Prüfung zu urteilen, rein war, führte Docent Dr. M. Dittrich in Heidelberg freundlichst eine Analyse aus. Die Resultate derselben sind hier unter I, neben denen der Analysen von Thoreld (II und III) angegeben:

	I	II	III
SiO <sub>2</sub> . .	27.35	29.24	29.08
TiO <sub>2</sub> <sup>1)</sup> . .	16.44	18.14	18.54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	1.50	1.72	1.44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	20.09	22.61	22.01
FeO . .	2.90	—	—
MnO . .	Spur	1.17	} 0.83
MgO . .	0.82	0.46	
CaO . .	30.99	26.25	26.79
SnO . .	—	0.87	0.87
	100.09	100.46	99.56.

1) H. Berghell erhielt für TiO<sub>2</sub> = 25.42 und 24.93 %.

Vergleichen wir diese Analysen mit den im Folgenden angeführten Analysen des Schorlornites von Magnet Cove in Arkansas, so ist eine grosse Übereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung des Iivaarites und Schorlornites unverkennbar. Die eine dieser Schorlornitanalysen (I) ist die von Whitney <sup>1)</sup> die andere (II) die von Koenig ausgeführte:

	I	
SiO <sub>2</sub> . . .	25.66	25.80
TiO <sub>2</sub> . . .	22.10	16.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	—	1.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	21.58	23.20
CaO . . .	29.78	31.40

Sowohl aus den Analysen des Iivaarites sowie aus denen des Schorlornites gelangt man zur Molekularformel



*Wollastonit.* Das Mineral wurde hauptsächlich an einer Stelle im etwas feinkörnigeren und pyroxenreichen Ijolithen am Nordabhange des obersten Kammes des Iivaara angetroffen. Es erscheint hier reichlich in kleinen weissen, ca.  $\frac{1}{2}$  cm langen Nadelchen, welche, gleichmässig verteilt, in allen Richtungen regellos angeordnet sind. Die vom Handstücke losgelösten Spaltblättchen hatten alle parallele Auslöschung. Spaltblättchen nach  $\infty P \overline{\infty} (100)$  zeigten das Interferenzbild einer optischen Axe in excentrischer Stellung, ferner wiesen sie Spaltrisse auf, welche parallel der basischen Endfläche verlaufen und zu denen die Auslöschung parallel ist, weil diese Richtung =  $b$  und die optische Axenebene senkrecht auf  $\infty P \overline{\infty} (100)$  steht. Mikroskopisch bemerkt man oft fasrige Aggregate, die sich darin kundgeben, dass in den Querschnitten sehr häufig die durch die Spaltrisse abgegrenzten Quadrate ungleich auslöschen. In der Längsrichtung sind diese Aggregate langfaserig.

Das Mineral ist gut idiomorph in langen, breiten Prismen ausgebildet. In Querschnitten erscheinen die Begrenzungsflächen  $\infty P \overline{\infty} (100)$  und  $\infty P (110)$ , in diesen Schnitten treten rechtwinklige Spaltrisse zum Vorschein, zu denen die Auslöschung diagonal verläuft. In Längsschnitten wurde als grösste Auslöschungsschiefe in zufälligen Durchschnitten ca.  $27^\circ$  zu den parallel der Längsrichtung verlaufenden Spaltrissen beobachtet, doch ist sie in der Regel kleiner, zuweilen ganz parallel. Randlich ist das Mineral von einem Mantel stärker doppelbre-

<sup>1)</sup> nach E. D. Dana, System of Mineralogy pag. 447.



chender und schwächer lichtbrechender Substanz (?) umgeben. Das Pulver des Mineralen löste sich in heisser HCl. Nach Zusatz von  $H_2SO_4$  zu einem Tropfen der Lösung entstanden schöne Gypsnadeln.

Es erinnert dieses locale Auftreten von Wollastonit an dasjenige im Nephelinsyenite von Alnö, wie es von Törnebohm<sup>1)</sup> und Högbom<sup>2)</sup> beschrieben worden ist. Nach Högbom tritt dieses Mineral dort auch nur ganz local und zwar in Paragenesis mit Melanit, Nephelin, grünem Augit und Apatit an pyroxen- und nephelinreichen, also feldspatharmen Stellen des Nephelinsyenites auf, die sich wohl dem Ijolith nähern dürften.

### Korn und Structur des Ijolithes.

Das Gestein ist vorherrschend mittelkörnig bei einer derartigen Mengenverteilung der Gemengteile, dass der Nephelin mehr oder weniger stark überwiegt, wobei doch immer auch der Pyroxen reichlich vorhanden ist. Diesen beiden wesentlichen Gemengteilen schliessen sich die übrigen als accessorische an und treten in sehr wechselnder Menge auf. Die Verwachsung der Gemengteile ist in der Regel eine granitisch-körnige und die Reihenfolge, in welcher sie auskrystallisirt sind, ist folgende: Apatit, Titanit, Pyroxen, Nephelin, Iivaarit.<sup>3)</sup>

Als durch allmähliche Übergänge mit dem vorherrschenden Gesteine verbundene schlierenartige Veränderungen sind einerseits grobkörnige Partien von sehr geringer Ausdehnung zu erwähnen, welche gewöhnlich durch Anreicherung an Iivaarit characterisirt sind. Andererseits finden sich kleine Schlieren von feinkörnigem Ijolith vor, welche in der Nähe des höchsten Gipfels des Iivaara, etwas unterhalb an den oberen nordwestlichen Gehängen, eine etwas grössere Ausdehnung gewinnen. Hier zeigen diese Schlieren auch zuweilen eine etwas porphyrische Ausbildung, indem vereinzelt grössere Krystalle von Pyroxen oder Nephelin eingesprengt sind.

In diesen feinkörnigen Partien ist der Titanit ganz besonders gerne in megaskopisch erkennbaren guten Krystallen ausgebildet. Der Gehalt an Iivarit ist, abgesehen von den oben erwähnten grobkörnigen Partien, im Allgemeinen unabhängig vom Korn des Gesteines und local sehr wechselnd; dieses Mineral ist sowohl im gewöhn-

1) Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. VI. S. 544.

2) » » » » Bd. XVII. S. 146 ff.

3) Der Iivaarit kommt zuweilen auch in idiomorpher Ausbildung vor (siehe weiter unten S. 15).

lichen mittelkörnigen Typus als auch in den feinkörnigen Schlieren bald fehlend, bald auch in grösserer oder kleinerer Menge vorhanden.

Schlieren, welche nicht durch eine Veränderung des Kornes bedingt sind, treten hier und da in der Mitte des Massives auf und entstehen dadurch, dass einer der wesentlichen Gemengteile, der Pyroxen oder der Nephelin, sich auf Kosten des anderen anreichert. Anreicherungen von Pyroxen sind häufiger als die von Nephelin.<sup>1)</sup>

Feine Adern und schmale Gänge geringer Ausdehnung, welche scharf vom vorherrschenden Gestein abgegrenzt sind, durchsetzen das Massiv stellenweise, und bestehen meist aus feinkörnigem Ijolith mit etwas angereichertem Pyroxen. Am Westabhange wurden einzelne kleine Gänge von mittelkörnigem Ijolith beobachtet, in welchen an Menge vorherrschende lange strahlige Pyroxenindividuen parallel zu einander und senkrecht zum Salbande angeordnet stehen.



Nephelin      Apatit  
 Pyroxen      Iivaarit      Cancrinit      Titanit

Fig. 3.

Mittelkörniger Ijolith, 32 × vergr. (südlich vom höchsten Gipfel des Iivaara).

Ein *mikroskopisches* Bild der hol kristallin hypidiomorph-körnigen Structur des vorherrschenden Ijolithes giebt Fig. 3, welche uns einen Schnitt mit allen den Ijolith aufbauenden Mineralien zeigt.

Ausser den beiden ältesten Mineralien, dem Apatit und Titanit, sieht man auch den Pyroxen mit auffallend gut idiomorpher Begrenzung versehen, dagegen den Iivaarit mit ganz allotriomorphen Umrissen.

Die allotriomorphe Ausbildung des Iivaarites tritt noch deut-

<sup>1)</sup> Die randlich des Massives auftretenden starken Pyroxenanhäufungen werden als besondere Typen an anderer Stelle (pag. 24 ff.) ihre nähere Beschreibung finden.



licher zum Vorschein in Fig. 4, wo wir eine grössere zusammenhängende Partie dieses Mineralen sehen, über das halbe Gesichtsfeld gleichsam eine Grundmasse bildend, in welcher die Individuen der übrigen Gemengteile idiomorph eingelagert sind.

Ausnahmsweise kommt es vor, dass der Iivaarit auch idiomorph ausgebildet ist, wie es Fig. 5 erkennen lässt. Hier sehen wir den Iivaarit in sehr reichlicher Menge und mit meist guter Kristallflächenbegrenzung versehen, an welcher man  $\infty O$  (110) und  $2O_2$  (221) wahrnehmen kann.

Diese drei Abbildungen (Fig. 3—5) dürfen uns jedoch nicht die Vorstellung geben, dass der Iivaarit überall im Gesteine so reichlich vorhanden sei, wie es in den hier wiedergegebenen Dünnschliffen der Fall ist. Der Iivaarit tritt wie bereits erwähnt in der grössten Masse des Gesteines in sehr unregelmässiger Verteilung auf und fehlt oft ganz.

Von der allgemein herrschenden hypidiomorph-körnigen Structur des Gesteines, welche aus Fig. 3—5 ersichtlich wird, kom-



Ti  
*Nephelin Pyroxen Iivaarit Apatit Titanit*

Fig. 4.  
Mittelkörniger Ijolith mit allotriomorphem Iivaarit.  
32 × vergr. (Östlich vom höchsten Gipfel des Iivaara).



Ti  
*Iivaarit Nephelin Pyroxen Apatit Titanit*

Fig. 5.  
Mittelkörniger Ijolith mit gut idiomorphem Iivaarit. 32 × vergr. (südlich vom höchsten Gipfel des Iivaara).



men locale Abweichungen vor. So z. B. zeigt Fig. 6 porphyrische Structur, dadurch hervorgebracht, dass sowohl der Nephelin als auch der Pyroxen in zwei Generationen ausgebildet sind. Da auch die später gebildeten Nepheline und Pyroxene idiomorph sind, könnte man hier die Structur panidiomorph porphyrisch nennen.



Fig. 6.

Feinkörniger Ijolith mit mikroskop. erkennbarer porphyrischer Structur (westlich vom höchsten Gipfel des Iivaara), 45 X vergr.

Äusserst wichtig für die Structur des Ijolithes ist der auch schon von Ramsay hervorgehobene Umstand, dass an dem Ijolithen keine durch Druck hervorgerufene Erscheinungen wahrzunehmen sind.

#### Chemische Zusammensetzung des Ijolithes.

Zur Feststellung derselben wurden drei Analysen angefertigt (I.—III), davon I und II von Frl. Naima Sahlbom in Stockholm; das Material zu I entstammte dem mittelkörnigen Ijolithen in der Nähe des

höchsten Gipfels des Iivaara, das zu II dem feinkörnigen Ijolithen westlich des letzteren. Analyse III wurde von Herrn Mag. phil. A. Zilliacus in Helsingfors an einer aussergewöhnlich nephelinreichen Stelle des mittelkörnigen Ijolithes entnommenen Materiale ausgeführt. Alle drei Proben enthielten keinen oder nur ganz wenigen Iivaarit. Die Analysen sind hier mit den obigen Nummern zusammengestellt. Unter IV ist zum Vergleiche die von H. Berghell <sup>1)</sup> am mittelkörnigen Ijolithen vom Iivara ausgeführte Analyse angegeben. In der von Berghell angewandten Probe war Iivaarit vorhanden.

	I.	II.	III.	IV.
SiO <sub>2</sub> . . .	43.70	42.07	43.02	42.79
TiO <sub>2</sub> . . .	0.89	1.00	0.63	1.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	19.77	18.68	24.63	19.89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	3.35	1.68	3.59	4.39
FeO . . .	3.47	4.39	2.17	2.33
MnO . . .	Spur	0.37	Spur	0.41
CaO . . .	10.30	10.83	5.47	11.76
MgO . . .	3.94	3.53	1.96	1.87
Na <sub>2</sub> O . . .	9.78	11.00	14.81	9.31
K <sub>2</sub> O . . .	2.87	1.87	2.99	1.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . .	1.34	2.44	0.70	1.70
H <sub>2</sub> O . . .	0.89	1.20	—	0.99
CO <sub>2</sub> . . .	—	0.60	—	—
	100.30	99.66	99.97	98.81.

Die Analysen I, II und IV, mit einander in der Hauptsache gut übereinstimmend, da IV sich wesentlich nur durch die infolge des Gehaltes an Iivaarit hervorgerufenen geringen chemischen Abweichungen von den zwei ersteren unterscheidet, geben uns die Zusammensetzung des allgemeinsten Typus des Ijolithes an. Das wesentlich Characteristische desselben beruht in dem hohen Alkali-, Thonerde- und Kalkgehalte und dem starken Überwiegen von Natron vor Kali, während andererseits der Gehalt an Kieselsäure verhältnissmässig niedrig ist. Diese Verhältnisse stehen genau im Einklange mit der wesentlichen Zusammensetzung des Gesteines aus den zwei basischen Mineralien Nephelin und Pyroxen. Zur Höhe des Kalkgehaltes tragen ausser der reichlichen Anwesenheit des Pyroxenes, noch die des Apatites und Titanites bei, während der Nephelin den beträchtlichen Gehalt an Natron

<sup>1)</sup> W. Ramsay u. H. Berghell, Das Gestein vom Iivaara in Finland, etc.

und an Thonerde verursacht. Besonders hoch ist der letztere in der Analyse III, deren Material, wie erwähnt, einer ungewöhnlich nephelinreichen Stelle entstammt, weshalb auch der Kalkgehalt hier etwa um die Hälfte niedriger ist als in den übrigen drei Analysen. Diese Beziehungen treten am deutlichsten zu Tage, wenn wir es versuchen, die Verteilung der chemischen Bestandteile auf die einzelnen zusammensetzenden Minerale aus den Analysenwerten zu berechnen, wie es in folgenden 4 Tabellen geschehen ist.

## I.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summe
<i>Pyroxen</i>												
Na <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> . . .	2.51			3.35					1.29			7.15 21.28 11.94 } Pyroxen = 40.37 0/0
Mg Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	11.82						5.52	3.94				
Fe Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	5.78				3.47		2.69					
<i>Nephelin:</i>												
Na <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>12</sub> .	22.74		19.53						9.86	2.87		Nephelin = 51.02 0/0
<i>Apatit:</i>												
Ca <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>12</sub> . . .							1.83					Apatit = 3.17 0/0
<i>Titanit:</i>												
CaO . SiO <sub>2</sub> . TiO <sub>2</sub> .	0.65	0.89					0.62					Titanit = 2.16 0/0
Summe	43.50	0.89	19.33	3.35	3.47		10.66	3.94	11.15	2.87	1.34	100.50
Werte der Analyse	43.70	0.80	19.77	3.35	3.47		10.30	3.94	9.78	2.87	1.34	+ 0.89 H <sub>2</sub> O = 100.30
Differenz . . . .	- 0.20		- 0.44				+ 0.36		+ 1.37			

## II.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summe
<i>Pyroxen;</i>												
Na <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> . . .	1.26			1.68					0.65			Pyroxen = 35.27 0/0
Mg Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	8.63						4.03	2.88				
Fe (Mg Ca) Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> .	7.30				4.39		2.51	0.65				
Mn Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	0.63					0.37	0.29					
<i>Nephelin:</i>												
(NaK) <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub> .	23.10		19.11						10.35	1.87		Nephelin = 54.43 0/0
<i>Titanit:</i>												
CaO . SiO <sub>2</sub> . TiO <sub>2</sub> .	0.75	1.00					0.70					Titanit = 2.45 0/0
<i>Apatit:</i>												
Ca <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>12</sub> . . .							3.33				2.44	Apatit = 5.77 0/0
Summe	41.67	1.00	19.11	1.68	4.39	0.37	10.86	3.53	11.00	1.87	2.44	97.92
Werte der Analyse	42.07	1.00	18.68	1.68	4.39	0.37	10.83	3.53	11.00	1.87	2.44	+ 1.20 H <sub>2</sub> O u. 0.60 CO <sub>2</sub> = 99.66
Differenz . . . .	- 0.40		+ 0.43				+ 0.03					



## III.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summe
<i>Pyroxen:</i>												
Na <sub>2</sub> Fe <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> . . .	2.69			3.59					1.39			7.67
Mg Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	5.88						2.74	1.96				10.58
Fe Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	3.62				2.17		1.69					7.48
												} Pyroxen = 25.73 %
<i>Nephelin:</i>												
Na <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>12</sub>	29.80		25.33						13.42	2.99		Nephelin = 71.54 %
<i>Apatit:</i>												
Ca <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>12</sub> . . .							0.96				0.70	Apatit = 1.66 %
<i>Titanit:</i>												
CaO . SiO <sub>2</sub> . TiO <sub>2</sub> .	0.47	0.63					0.44					Titanit = 1.54 %
Summe	42.46	0.63	25.33	3.59	2.17		5.83	1.96	14.81	2.99	0.70	100.47
Werte der Analyse	43.02	0.63	24.63	3.59	2.17		5.47	1.96	14.81	2.99	0.70	99.97
Differenz . . . .	-0.56		+0.70				+0.36					

## IV.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summe
<i>Pyroxen:</i>													
Na <sub>2</sub> Fe <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> . . .	3.15				4.20					1.63			8.98
Mg Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	13.66							6.37	4.45				24.48
Fe Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	3.37					2.02		1.57					6.96
Mn Ca Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	0.70						0.41	0.33					1.44
													} Pyroxen = 41.86 %
<i>Nephelin:</i>													
Na <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>12</sub>	21.47		18.59							7.68	1.67		Nephelin = 49.41 %
<i>Apatit:</i>													
Ca <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>12</sub> . . .								2.32				1.70	Apatit = 4.02 %
<i>Titanit:</i>													
CaO . SiO <sub>2</sub> . TiO <sub>2</sub>	0.52	0.69						0.46					Titanit = 1.67 %
<i>Ivaarit:</i>													
3 (Ca, Fe, Mg)O (Fe, Ti, Al) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .			0.12	0.17	0.19	0.31		0.25	0.18				0.74
3 (Si, Ti) O <sub>2</sub> . . .	0.40	0.53											0.48
													0.93
													} Ivaarit = 2.15 %
Summe	43.27	1.22	18.71	0.17	4.39	2.33	0.41	11.30	4.63	9.31	1.67	1.70	99.11
Werte der Analyse	42.79	1.70	19.89		4.39	2.33	0.41	11.76	1.87	9.31	1.67	1.70	+ 0.99 H <sub>2</sub> O = 98.91
Differenz . . . .	+0.48	-0.48	-1.18					-0.46	+2.76				

Selbstverständlich ist die in diesen Tabellen ausgeführte Art der Berechnung nur eine approximative und die in den letzten Columnen nach rechts erhaltenen Procentzahlen des Gewichtsmengenverhältnisses der einzelnen Mineralien nur als annähernd dem wahren Verhältnisse gleich-

kommend aufzufassen. Um die Mittelwerte dieser Procentzahlen für den vorherrschenden Ijolithtypus zu erhalten, sehen wir von Analyse III ab wegen des abnorm hohen Nephelingehtes und berücksichtigen nur die Analysen I, II und IV. Dann erhalten wir die aus der chemischen Zusammensetzung berechnete Durchschnittsverteilung der Procentzahlen auf die einzelnen Mineralien in folgender Weise:

Nephelin	=	51.62	%
Pyroxen	=	39.17	»
Apatit	=	4.32	»
Titanit	=	2.09	»
Iivaarit	=	0.72	»
		<hr/>	
		97.92	%

Das Mittel aus den obigen vier Analysen unter Vernachlässigung der Werte für  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  und  $\text{K}_2\text{O}$  der Analyse III sowie für  $\text{MgO}$  der Analyse IV ergibt folgende in Gewichtsprocentzahlen ausgedrückten Werte:

$\text{SiO}_2$	=	42.89
$\text{TiO}_2$	=	1.05
$\text{Al}_2\text{O}_3$	=	19.45
$\text{Fe}_3\text{O}_3$	=	3.34
$\text{FeO}$	=	3.09
$\text{MnO}$	=	0.39
$\text{CaO}$	=	10.99
$\text{MgO}$	=	3.74
$\text{Na}_2\text{O}$	=	10.03
$\text{K}_2\text{O}$	=	2.17
$\text{P}_2\text{O}_5$	=	1.54
		<hr/>
		98.68.

### Natronsussexit (Feldspathijolith) vom Penikkavaara.

Im Ijolithe des Penikkavaara, nahe zum Rande des Massives, tritt als Schliere ein etwas feldspathführendes, im übrigen in seiner Mineralzusammensetzung dem Ijolithe sehr nahe stehendes Gestein auf. Über die Ausdehnung dieser Schliere giebt die Localität keinen genügenden Aufschluss, da überhaupt das anstehende Gestein daselbst sehr stark von Moräne bedeckt ist; vermutlich besitzt diese Schliere doch nur geringe Ausdehnung. Das Gestein ist von grauer Farbe, von middle-

rem Korn und megaskopisch von regellos körniger Structur, es unterscheidet sich in seinem Aussehen kaum vom Ijolith, besonders vom nephelinreichen, und besteht wie dieser hauptsächlich aus *Nephelin*, mit *Pyroxen* als farbigen Gemengteil. Zu diesem Mineralgemenge treten hier jedoch noch *Feldspath*-leistchen, sowie *Titanit* und spärlich *Wollastonit*-nadelchen hinzu. Der *Feldspath* hat dieselbe graue Farbe wie der *Nephelin*, weshalb er megaskopisch kaum ins Auge fällt. Die mikroskopische Untersuchung erweist, dass der hauptsächlichste Gemengteil, der *Nephelin*, in zwei Generationen auftritt, wodurch Recurrenzstructur des Gesteines entsteht. Der Ausdruck porphyrisch wäre hier nicht recht am Platz, weil der grösste Teil des Mineralen in Individuen ausgebildet ist, welche alle übrigen Gemengteile nicht allein an Grösse sondern auch an Menge so übertreffen, dass megaskopisch der Eindruck regellos körniger Structur entsteht. Zwischen diesen Individuen der ersten Generation ist die weit geringere Menge des Mineralen in kleineren Körnern angelagert, eine zweite Generation bildend. Die grösseren Nephelinkristalle (der ersten Generation) enthalten mehr oder minder reichlich Einschlüsse von Pyroxennadelchen. Der *Pyroxen* ist hier reiner *Ägirin*, nicht wie im Ijolith *Ägirin*-augit. Seine Hauptmasse ist in andeutungsweise idiomorphen, meist corrodieren Prismen in der Weise zwischen die Nepheline eingelagert, dass man den Eindruck erhält, der *Ägirin* sei, mit Ausnahme der im Nepheline eingeschlossenen Nadelchen, eine spätere Bildung als dieser. Ungefähr in gleicher Weise wie der *Ägirin* ist der *Feldspath* in recht zahlreichen meist schmalen Leistchen zwischen die Nepheline eingefügt, wobei er jedoch auch jünger als der *Ägirin* erscheint. Dieser *Feldspath* ist zum grössten Teile ein *Natronmikroklin*, meist in Verwachsung mit *Mikroperthit*, der aus *Albit* und *Orthoklas* besteht. Daneben kommen auch selbständige *Albit*-leistchen mit polysynthetischer Zwillingslamellierung vor. Im Ganzen ist in der *Feldspath*-menge der *Natronfeldspath* hier bei weitem überwiegend. Die Verwachsung des *Natronmikroklin* mit dem *Mikroperthit* ist immer derartig, dass der letztere den Kern des Individuums bildet. An einem Schnitte, ungefähr parallel zu P, war die Auslöschungsschiefe, gemessen zu der Richtung der parallel in langen Streifen angeordneten *Albit*-lamellen, beim *Albit* =  $5^{\circ} 30'$ , und beim umgebenden *Natronmikroklin* =  $6^{\circ}$ . Die *Feldspath*-leistchen zeigten fast immer Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz.

Am deutlichsten idiomorph und offenbar das älteste Mineral des Gesteines ist der *Titanit*, der recht reichlich vorhanden ist und dessen länglich prismatische Krystalldurchschnitte in den übrigen Mineralien



eingebettet liegen. Der *Wollastonit* bildet im durchgehenden Lichte fast farblose, manchmal ins Gelblich-graue spielende Durchschnitte, ist einigermaassen reichlich vorhanden, immer undeutlich, splittrig begrenzt, oder ganz allotriomorph, die Hohlräume zwischen den übrigen Gemengteilen ausfüllend.

Eine *chemische* Analyse des Gesteines wurde von Dr. M. Dittrich freundlichst ausgeführt, deren Resultate hier unter I angeführt sind:

	I	II	III
SiO <sub>2</sub> . . .	47.43	45.18	45.64
TiO <sub>2</sub> . . .	0.10	—	2.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	23.60	23.31	19.50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	4.59	} 6.11	3.47
FeO . . .	1.20		3.34
CaO . . .	4.42	4.62	4.45
MgO . . .	0.67	1.45	3.04
MnO . . .	—	—	0.19
K <sub>2</sub> O . . .	2.00	5.94	6.96
Na <sub>2</sub> O . . .	15.08	11.17	11.57
H <sub>2</sub> O . . .	—	1.14	0.16
	<hr/> 99.09	98.92	100.76.

I = Natronsussexit vom Penikkavaara.

II = Eläolithporphyr von Beemerville. <sup>1)</sup>

III = Nephelinporphyr von Wudjavrtschorr <sup>2)</sup>

Wie ersichtlich unterscheidet sich das sussexitische Gestein vom Penikkavaara in seiner chemischen Zusammensetzung nicht unwesentlich von der des normalen Ijolithes (siehe pag. 17, I, II u. IV) indem es bedeutend weniger CaO, dagegen SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Alkalien in etwas reicherer Menge enthält. Immerhin ist er unter den Differentiationsprodukten des Massives (siehe Bemerkung pag. 8) das dem Ijolithe am nächsten stehende, wie der Vergleich mit den weiter unten zu beschreibenden Gesteinstypen ergeben wird, und er steht auch chemisch recht nahe dem aussergewöhnlich nephelinreichen Typus des Ijolith (vergl. pag. 17, III), von dem es sich wesentlich nur durch grösseren Gehalt an SiO<sub>2</sub> unterscheidet. Ferner ist auch eine grosse Analogie in chemischer Hinsicht unverkennbar zwischen ihm und dem vom

<sup>1)</sup> J. F. Kemp. The Eläolite-Syenite near Beemerville, Sussex Co, N. J. Transactions of the New-York Academy of Science. Vol. 11, 1892. S. 60.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 151.

Brögger aufgestellten basischen Endglieder der Quarzaugitsyenit-Nephelinsyenitreihe, als welches er den Eläolithporphyr von Beemerville erkennt und mit dem Namen »Sussexit« belegt. Dies erhellt aus dem Vergleiche mit der unter II angegebenen Analyse des Eläolithporphyres von Beemerville und der mit III bezeichneten Analyse des Nephelinporphyres vom Wudjavrtschorr, welcher auch zu den Sussexiten gerechnet werden muss. Wir sehen, dass der wesentlichste Unterschied zwischen dem Gesteine vom Penikkavaara und den beiden anderen in dem Verhältnisse  $K_2O:Na_2O$  beruht. Dieses Verhältniss  $K_2O:Na_2O$  aus den Molekularzahlen berechnet ist

in Analyse	I	:	0.0213	:	0.2432	=	1	:	11.42		
»	»		II	:	0.0632	:	0.1800	=	1	:	2.85
»	»		III	:	0.0740	:	0.1836	=	1	:	2.52.

Das Gestein vom Penikkavaara enthält also bedeutend mehr  $Na_2O$  als die zwei hier angeführten Sussexite, was sich mineralogisch in seinem grösseren Reichtum an Nephelin und auch in dem bedeutenden Überwiegen des Natronfeldspathes vor dem Kalifeldspathe ausspricht. Da es jedoch nicht nur chemisch, sondern auch mineralogisch den Sussexiten sehr nahe kommt, so ist man wohl berechtigt es als einen natronreichen Sussexit oder *Natronsussexit* zu bezeichnen.

Die approximative Berechnung der auf die einzelnen Mineralien des Natronsussexites von Penikkavaara zerfallenden Procentzahlen aus den Werten der Analyse I wurde in folgender Weise, wie es die hier gegebene Tabelle zeigt, ausgeführt:

## Natronsussexit vom Penikkavaara.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Summe
<i>Ägirin:</i>										
Na Fe <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	3.44			4.59					1.78	9.81
Ca Fe Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . .	1.39				1.20	0.93				3.52
Ca Mg Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	2.01					0.94	0.67			3.62
<i>Nephelin:</i>										
Na <sub>7</sub> KAl <sub>8</sub> Si <sub>9</sub> O <sub>34</sub> .	28.33		21.21					1.66	11.80	63.00
<i>Natron-feldspath:</i>										
Na <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 6SiO <sub>2</sub>	8.71		2.47						1.50	12.68
<i>Kali-feldspath:</i>										
K <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 6SiO <sub>2</sub>	1.30		0.37					0.34		2.01
<i>Titanit:</i>										
CaO . SiO <sub>2</sub> . TiO <sub>2</sub> .	0.50	0.66				0.47				1.63
<i>Wollastonit:</i>										
CaO . SiO <sub>2</sub> . . . .	2.23					2.08				4.31
Summe	47.91	0.66	24.05	4.59	1.20	4.42	0.67	2.00	15.08	100.58
Werte der Analyse	47.43	0.10	23.60	4.59	1.20	4.42	0.67	2.00	15.08	99.09
Differenz . . . .	+ 0.48	+ 0.56	+ 0.45							

Es ergibt sich also aus dieser Tabelle eine mineralogische Zusammensetzung angenähert nach folgenden Procentzahlen:

Nephelin . . . . .	63.00 %
Ägirin . . . . .	16.95 »
Natronfeldspath . . . .	12.68 »
Kalifeldspath . . . . .	2.01 »
Wollastonit . . . . .	4.31 »
Titanit . . . . .	1.63 »

**Pyroxenanhäufungen im Ijolith am Rande des Massives.  
Endogene Contacterscheinungen.**

An mehreren Stellen des Massivrandes geht der normale Ijolith in eine schmale Zone von starker Pyroxenanhäufung bei einem gleichzeitigen Feinerwerden des Kornes über. Solche schmale Randzonen wurden beobachtet am Nordabhange des Iivaara, unmittelbar am Contacte mit dem älteren Gesteine, und an mehreren Stellen am Westabhange des Ahvenvaara. Ferner gehören hierher auch die an der Mitte des nördlichen Kammes des Iivaara vorkommenden gleich-



artigen Pyroxenanhäufungen. Alle diese hier genannten Schlieren äusserst pyroxenreichen Ijolithes haben megaskopisch das Aussehn von dunkelgrünem, mehr oder weniger feinkörnigem bis dichtem Pyroxenfels. Der Pyroxen ist der Ägirin-augit des vorherrschenden Ijolithtypus, stellenweise mit etwas reinem Ägirin vermengt. Der Nephelin tritt an Menge bedeutend zurück und ist in der Regel nur mikroskopisch erkennbar, zwischen den Lücken des mehr oder weniger dichten Pyroxengemenges eingebettet liegend. Titanit und Apatit dagegen finden sich verhältnissmässig ungewöhnlich reichlich vor. Stellenweise verdrängt der Apatit den Nephelin ganz, wie das z. B. an einer Stelle am Westabhange des Ahvenvaara der Fall ist. An dieser Stelle ist auch der Titanit sehr reichlich vorhanden in oft makroskopisch erkennbaren gelben Kryställchen. In noch reichlicherer Menge findet man den Titanit in der pyroxenreichen Zone am Nordabhange des Iivaara vor. Hier ist er in kleinen prismatischen hellgelblich grauen Krystallen, mit denselben Begrenzungsformen wie im Haupttypus, dem Pyroxen so reichlich beigemengt, dass das Gestein dadurch ein gesprenkeltes Aussehn erhält. Sowohl die Pyroxen- wie die Titanitsäulchen sind hier fluidal in bestimmter Parallelrichtung angeordnet (vergl. die Mikrophotographie Fig. 1 auf Taf. 1). In diesem feinkörnigen Filze von Pyroxen, Titanit, Nephelin und Apatit, finden sich bisweilen Einschlüsse grösserer fleischroter Nephelinkrystalle und grösserer Pyroxenindividuen vor.

Unzweifelhaft müssen diese dicht am Rande des Massives auftretenden starken Anreicherungen von Titanit, welche sonst nirgends im Innern des Massives zu beobachten sind, auf *endogene Contactwirkung* zurückzuführen sein. Vielleicht hängt auch mit dieser diejenigen Spaltungsvorgänge im Magma zusammen, welche an den Rändern die beschriebenen schmalen Zonen von Pyroxenanhäufungen hervorgeufen haben.

Ähnlich den von endogenen Contactwirkungen hervorgerufenen sind auch die an den am nördlichen Kamme des Iivaara vorkommenden Pyroxenanhäufungen beobachteten Erscheinungen. Hier ist nämlich dem Gesteine in wechselnder Menge Pyrit und ein nur mikroskopisch erkennbarer Biotit beigemengt. Hand in Hand mit der Beimengung dieser beiden Mineralien geht eine Verfeinerung des Kornes, wobei ausserdem das Gestein eine eigentümliche, fast an die eines Hornfelses erinnernde Structur mikroskopisch erkennen lässt. Der Pyroxen ist meist in winzigen länglichen und abgerundeten Körnchen ausgebildet, von denen häufig eine grössere Anzahl sich in gleicher Orien-

tierung zusammengeschaart findet. Bisweilen erkennt man auch Reste grösserer Individuen. Wo die kleinen Pyroxenkörnchen dichter zusammentreten, bemerkt man stets auch Ansammlungen kleiner Körnchen von Pyrit, sodass dadurch dunklere Flecken entstehen, und das Gestein im Dünnschliffe beim ersten flüchtigen Anblick durch das Mikroskop fast den Eindruck eines Fleckenschiefers hervorruft (siehe Fig. 2. Taf. 1). Auch die Biotitblättchen häufen sich gerne neben und in diesen Flecken an. Der Biotit zeigt sich ebenso lappig und zerrissen wie der Pyroxen, während der Pyrit häufig rechteckige Begrenzungslinien erkennen lässt. Zwischen den farbigen Gemengteilen und ihren Anhäufungen ist der Nephelin in etwas grösseren Individuen als diese und oft gut idiomorph ausgebildet. Aus Fig. 2 Taf. 1 wird die hier beschriebene Structur anschaulich.

Sollten auch diese Erscheinungen durch endogene Contactmetamorphose hervorgerufen sein, was jedoch fraglich ist, so müsste an den betreffenden Stellen des nördlichen Kammes die obere Grenze des Massives nicht weit entfernt gewesen sein.

Eine ähnliche Erscheinung zeigt eine Schliere von Pyroxenanhäufung einer Stelle am höheren Teile des Westabhanges des Ahvenvaara, die sich oberhalb des südwestlichen, sehr steilen Abhanges und unterhalb der höchsten aus typischen Ijolith bestehenden Kuppe des Berges befindet. Am deutlichsten ersehen wir diese Structur aus der Abbildung Fig. 3. Taf. 1, ohne dass es einer besonderen Beschreibung bedürfte. An dieser Stelle fehlt Biotit ganz, dagegen ist um so reichlicher Titanit vorhanden.

Was die *chemische* Zusammensetzung und Bedeutung aller dieser Pyroxenanreicherungen betrifft, so sind sie als verhältnissmässig Eisen-, Kalk- und Magnesia-reiche Randschlieren des Ijolithmagmas aufzufassen, in welchen der Gehalt an Thonerde und Alkalien bedeutend zurücktritt und in welchen meist auch der Gehalt an Titansäure stark angewachsen ist. Dies lässt sich, obwohl uns keine Analysen dieser Gesteinspartien zu Gebote stehen, doch schon aus der Mineralzusammensetzung ersehen. Was den Gehalt an Kieselsäure anbelangt, so dürfte dieser hier wohl eher grösser als kleiner als wie beim normalen Ijolithen sein, was schon aus dem Vergleiche des Kieselsäuregehaltes in der Zusammensetzung der dort (Pyroxen = 49.40 %, siehe pag. 10) und hier (Nephelin 41.87—43.98 %, siehe pag. 9) dominierenden Mineralien hervorgeht.

### Essexitisches Gestein vom Penikkavaara.

Am nordwestlichen Kämme des Penikkavaara steht ein dunkles, schwärzlich grüngraues, gleichmässig mittelkörniges Gestein an. Es tritt hier nur in sehr geringer Ausdehnung aus der Moräne zu Tage und bildet vermutlich nur eine kleine Schliere im Ijolith. Nahe daneben steht dieser an, ohne dass jedoch der Contact entblösst wäre. Das Gestein stellt megaskopisch hauptsächlich ein Gemenge von grünlich-schwarzen Bisilikaten vor mit zwischengelagerten kleinen Feldspaths-körnchen, in welchem Gemenge sich vereinzelt Körnchen von Pyrit erkennen lassen. Die Verwitterungskruste ist braun und papierdünn.

Mikroskopisch bilden die Bisilikate ein Durcheinander von zusammengehäuften, meist stark corrodieren Individuen. Unter ihnen erkennt man drei verschiedene Mineralien, nämlich Pyroxen und zwei Arten von Amphibol. Der Pyroxen ist ein fleischfarbener bis farbloser *Augit*, während die Amphibole *Barkevikit* und *grüne Hornblende* sind. Der Augit ist sehr häufig randlich mit den Amphibolen verwachsen, wobei er stets den inneren Kern der Individuen bildet. Demnach zu urteilen ist er der älteste unter den Bisilikaten. An Reichhaltigkeit steht er der Gesamtmenge der Amphibole weit nach, unter welchen der Barkevikit beinahe vorherrschend ist. Dieser Barkevikit zeigt die Absorptionsfarben:

$$a > \frac{b = c}{\text{dunkelbraun}}$$

hellgelbbraun

Er ist fast immer mit der grünen Hornblende verwachsen; nach Art dieser Verwachsung zu schliessen, ist er älter als das letztgenannte Mineral, da dieses ihn in der Regel randlich umgiebt oder seine Wachstumsfortsetzung in einer bestimmten Richtung bildet. In Längsschnitten sind die Grenzlinien beider meist von ganz geradliniger Schärfe, wobei gewöhnlich in der Mitte sich Barkevikit, an den Enden grüne Hornblende befindet. In Querschnitten ungefähr senkrecht zur c-Axel sieht man zuweilen, dass beide einander ganz durchdringen, sodass das Ganze mosaikartig erscheint. Bei der grünen Hornblende übersteigt die Auslöschungsschiefe  $c:c$  nicht  $12-14^\circ$ . In der Absorptionsfarbe für  $c$  weicht diese Hornblende von der gemeinen ab, indem der Pleochroismus ist:

$$a < b < c$$

hellgelblich bis farblos      grün      blau



Umwandlung der Bisilikate in Chlorit ist in diesem Gesteine eine sehr verbreitete Erscheinung.

Der an Menge den dunklen Gemengteilen beträchtlich nachstehende *Feldspath* ist nach den Schnitten mit symmetrisch auslöschenden Zwillingslamellen zu urteilen, welche Auslöschungsschiefen bis zu  $23^{\circ}$  erkennen lassen, Kalknatronfeldspath, wohl meist *Andesin*. Ausserdem findet sich auch ein wenig *Orthoklas* vor. Die Zwillingsbildung der Andesinlamellen ist vorwiegend nach dem Albit-, doch auch nach dem Periklin- und Karlsbadgesetz vor sich gegangen. Die Individuen sind meist mit einem gelben feinen Zersetzungstaube bedeckt und stellenweise auch in *Muscovit* umgewandelt.

*Nephelin* wurde in dem Gesteine nicht vorgefunden. *Apatit* ist in einzelnen langen schmalen Säulchen in nicht zu grosser Menge vorhanden. Sehr reichlich findet sich *Eisenerz* vor. Es ist zum Teil *Pyrit*, der in rechtwinklig begrenzten Körnchen erscheint und auf welchen schon ein bei der Analyse (siehe diese weiter unter pag. 29) gefundener Gehalt an Schwefelsäure schliessen lässt. Zum grössten Teil ist es doch *Ilmenit*, der schon durch seinen bei guter Beleuchtung hervortretenden Stich ins Bräunliche erkennbar ist und auf den der hohe Gehalt der Analyse an Titandioxyd bei der Abwesenheit von Titanit hindeutet. Es lässt sich ferner erkennen, dass der Ilmenit sich zuweilen nach *Rutil* gebildet hat, von dem sich hier noch vereinzelt kleine im durchscheinenden Lichte grauviolette Nadelchen vorfinden. Der Ilmenit ist hier überhaupt offenbar eine secundäre Bildung, denn teils sieht man ihn die anderen Mineralien ohne Rücksicht auf deren Begrenzung bedecken,

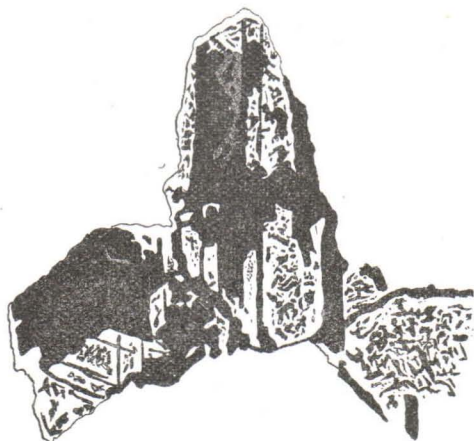


Fig. 7.

80  $\times$  vergrössert.

sowohl in derben Massen als in kleinen länglichen Säulchen und auch als feiner ockerartiger Staub, teils aber auch ausserordentlich häufig skelettartig in den Bisilikaten, und zwar besonders gerne in der grünen Hornblende, wuchernd. Dabei hat er sich häufig längs den Spaltrissen der Hornblende abgesetzt und von da aus sich dann allmählich ausgebreitet, wie es deutlich aus Fig. 5 hervorgeht, welche ein Hornblende-individuum im Querschnitt und

eines im Längsschnitt mit Ilmenitbedeckung zeigt. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich die Krystallisationsfolge der Gemengteile des Gesteines in ungefähr folgender Weise: Apatit, Pyrit, (Rutil), Augit, Barkevikit, grüne Hornblende, Feldspathe; secundär Ilmenit und Chlorit.

Eine Analyse des Gesteines wurde von Herrn Mag. phil. Allan Zilliacus in Helsingfors ausgeführt und ergab folgende Resultate:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	45.66
TiO <sub>2</sub> . . . . .	2.75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	11.64
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3.57
FeO . . . . .	10.61
MgO . . . . .	11.08
CaO . . . . .	9.11
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2.60
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.26
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	vorh.
	<hr style="width: 10%; margin: 0 auto;"/>
	97.72.

Die approximative Berechnung der Procentsätze der einzelnen Gemengteile zeigt die folgende Tabelle:

## Essexitisches Gestein vom Penikkavaara:

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summe
<i>Barkevikit:</i>											
4 Na <sub>2</sub> O . Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 4 SiO <sub>2</sub> .	1.76			1.17				1.82			4.75
2 CaO . MgO . 4 SiO <sub>2</sub> .	3.42					1.60	0.57				5.59
CaO . FeO . 4 SiO <sub>2</sub> .	6.86				2.06	1.60					10.52
<i>Grüne Hornblende:</i>											
CaO . MgO . Si <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .	3.51					1.64	1.17				6.32
MgO . FeO . Si <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .	5.70				3.42		1.90				11.02
MgO . FeO . 2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Si <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.61		1.44		0.40		0.28				2.73
<i>Augit:</i>											
Ca . MgO . Si <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .	3.86					1.80	1.28				6.94
FeO . MgO . Si <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .	3.60				2.16		1.20				6.96
MgO . Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Si <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	1.87		1.59	2.50			0.63				6.59
<i>Chlorit:</i>											
5 MgO . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 3 SiO <sub>2</sub> . (8 H <sub>2</sub> O)	3.67		2.08				4.08				9.83
<i>Kalkfeldspath:</i>											
CaO . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2 SiO <sub>2</sub> .	4.52		3.84			2.11					10.47
<i>Natronfeldspath:</i>											
Na <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 6 SiO <sub>2</sub> .	4.53		1.28					0.78			6.59
<i>Kalifeldspath:</i>											
K <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 6 SiO <sub>2</sub> .	1.69		0.48						0.44		2.61
<i>Ilmenit:</i>											
TiO <sub>2</sub> . FeO .		2.75			2.48						5.23
<i>Apatit:</i>											
5 Ca . P <sub>8</sub> O <sub>12</sub> (Cl, F) .						0.36				0.26	0.62
Summe	45.60	2.75	10.71	3.67	10.52	9.11	11.11	2.60	0.44	0.26	96.77
Resultate der Analyse	45.66	2.75	11.64	3.57	10.52	9.11	11.08	2.60	0.44	0.26	
Differenz . . . . .	-0.06		-0.93	+0.10			+0.03				

Die Mineralzusammensetzung des Gesteines ist somit in Gewichtsprocenten ausgedrückt, ungefähr folgende:

Barkevikit	= 20.86 %	} dunkle Gemengteile = 76.48 %
Grüne Hornblende	= 20.07 %	
Augit	= 20.49 %	
Chlorit	= 9.83 %	
Ilmenit	= 5.23 %	
Kalkfeldspath	= 10.47 %	} farblose Gemengteile = 20.29 %
Natronfeldspath	= 6.59 %	
Kalifeldspath	= 2.61 %	
Apatit	= 0.62 %	



Im Folgenden ist die Analyse des Gesteines vom Penikkavaara mit Analysen anderer Gesteine verglichen:

	I	II	III	IV	V
SiO <sub>2</sub> . . .	43.66	43.65	47.00	46.73	46.53
TiO <sub>2</sub> . . .	2.75	4.00	2.30	0.78	2.99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	11.64	11.48	15.20	10.15	14.31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	3.57	6.32	5.69	3.53	3.61
FeO . . .	10.61	8.00	6.59	8.20	8.15
MnO . . .	—	—	0.26	0.28	0.22
MgO . . .	11.08	7.92	8.76	9.68	6.56
CaO . . .	9.11	14.00	12.60	13.22	12.13
Na <sub>2</sub> O . . .	2.60	2.28	} 0.46	1.81	4.95
K <sub>2</sub> O . . .	0.44	1.51		3.76	1.58
H <sub>2</sub> O . . .	—	1.00	0.30	1.24	0.20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . .	—	—	—	1.51	—
Cl . . .	—	—	—	0.18	—
	97.72	100.16	99.16	100.97	101.13

- I. Essexitisches Gestein vom Penikkavaara.  
 II. Essexit (Olivingabbrodiabas) Brandberg. Norwegen } W. C. Brögger.  
 III. » » Sölvberg » }  
 IV. Shonkinit. Square Butte. Weed u. Pirsson.  
 V. Theralit. Umptek. V. Hackman.

Aus diesem Vergleiche ergibt sich die grosse Ähnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung des Gesteines I mit den norwegischen Essexiten (Olivingabbrodiabasen) Bröggers, besonders mit dem Gesteine II. Eine grössere Abweichung liegt allerdings vor, nämlich in dem sehr hohen Gehalt an MgO in I, welcher den an CaO übertrifft, während in II das umgekehrte der Fall ist. Mineralogisch spricht sich diese Verschiedenheit darin aus, dass das Gestein I einen für die Essexite ungewöhnlichen Reichtum an Mg- und Fe-haltigen Silikaten besitzt, während hier die farblosen Gemengteile zurücktreten. Da ja die hier genannten »Olivingabbrodiabase» II und III trotz ihres hohen Mg-gehaltes zu den Essexiten zu zählen sind, so möchte ich auch das Gestein I in Anbetracht seiner chemischen und mineralogischen Ähnlichkeit mit diesen Gesteinen, auch als ein den Essexiten nahestehendes Gestein bezeichnen, doch betone ich hierbei ausdrücklich seinen ungewöhnlich hohen Gehalt an MgO.

Zwischen dem Theralithe V und dem Gesteine I sind trotz gewisser Ähnlichkeit die oben angeführten Unterscheidungs Momente noch

stärker hervortretend als zwischen I und II. Was den sehr Mg-reichen Shonkinit IV betrifft, so ist seine chem. Zusammensetzung ebenfalls recht ähnlich der von I, denn merkliche Abweichungen finden sich nur im Kalkgehalte und im Verhältnisse der Alkalien vor. Im Mineralbestande unterscheidet sich der Shonkinit dagegen mehr von I. Vor allem ist hier der Kalkgehalt mehr als bei I den dunklen Gemengteilen zugefallen, also hier, wenn man die von Michel-Lévy<sup>1)</sup> eingeführten Buchstabenbezeichnungen benutzt,  $c'$  grösser als  $c$ , der Feldspathsalk also geringer als bei I. Der Unterschied im Verhältnisse von  $K_2O : Na_2O$  beruht mineralogisch im Vorwiegen des Kalifeldspathes vor dem Natronfeldspath bei dem einen und im umgekehrten Verhältnisse beim anderen Gesteine.

### Übergang des Ijolithes in das ältere Gestein am Ahvenvaara.

Am steilen Südwestabhänge des Ahvenvaara über dem kleinen See Ahvenlampi ist das anstehende Gestein zum Teil von der Moräne entblösst, und man kann hier einen *allmählichen Übergang* des Ijolithes in das angrenzende ältere Gestein wahrnehmen. Dieses *ältere Gestein* ist ein mittel- bis feinkörniger grauer *Biotitgranit* mit druckschiefriger Structur. Der Biotit tritt hinter den übrigen Hauptgemengteilen sehr an Menge zurück. Unter diesen ist der Feldspath überwiegend und besteht aus Orthoklas, Mikroklin und etwas Albit. An dem Quarze des Granites sind deutliche Druckerscheinungen (undulöse Auslöschung, zertrümmerte Körner) wahrzunehmen, welche auf Quetschung des Gesteines hindeuten. Mit der Annäherung zum Ijolith bemerkte man Veränderungen dieses Granites. Zunächst sind sie nur mikroskopisch wahrnehmbar. Man erkennt nämlich u. d. M. in den Hohlräumen zwischen den Gemengteilen des Granites, besonders in den Ritzen zwischen den Quarzindividuen, mehrfach Ausbildung von Ägirin-augit-kry-ställchen, welche sich hier deutlich als metasomatische Bildungen erkennen lassen. Zuweilen sind diese Pyroxenkryställchen ringförmig rings um die Quarzindividuen ausgebildet, und in einem der Präparate war eine deutliche Ader von dichtem Ägirinaugitaggregat zu erkennen, welche, bald dicker bald dünner werdend, eine lang ausgezogene Ritze des Granitgesteines ausfüllte. Von dieser Ader gingen Apophysen des Pyroxenaggregates in die benachbarten Risse zu beiden Seiten aus. Der Pyroxen ist genau derjenige des Ijolithes, und es darf

1) Michel-Lévy, Classification des magmas des roches éruptives. Paris 1897.

wohl angenommen werden, dass hier das Magma der pyroxenreichen Zone des Ijolithes teilweise in den Granit eingedrungen ist.

Mit weiterer Annäherung zum Ijolithe an der steilen Wand des Aufschlusses bergaufwärts wird die Veränderung des Granites auch makroskopisch erkennbar durch Verschwinden des Quarzes und des Biotites, und der Granit geht allmählich über in einen mittel- bis feinkörnigen

### Pyroxensyenit

Dieses hellgrünlichgraue Gestein ist hauptsächlich aus grauem Feldspath wechselnder Korngrösse zusammengesetzt, in dessen Gemenge sich unregelmässig verteilte Anhäufungen ganz feinkörnigen dunkelgrünen Pyroxenes befinden.

Der Feldspath besteht sowohl aus *Natron-* als *Kalifeldspath*, und zwar vorwiegend aus ersterem, und ist in zwei Generationen ausgebildet. Die grösseren Individuen, der früheren Generation angehörig, lassen sich unter dem Mikroskop als aus *Mikroclin* in mikroperthitischer Verwachsung mit *Albit* bestehend erkennen. Sie sind alle randlich corrodiert und mit einem Rande von Albitsubstanz umgeben. Zuweilen sind sie auch in mehrere Stücke zerbrochen, welche noch ungefähr dieselbe Orientierung zur Schlifffläche zeigen, aber durch eingedrungene Albitsubstanz von einander getrennt sind. Unter den kleineren Feldspathindividuen der späteren Generation sind reine Albitleistchen vor dem Mikroperthit bei weitem überwiegend. Ihre Anordnung im Gesteine ist richtungslos. Als Zersetzungsproducte des Feldspathes finden sich *Muscovit* und *Calcit* vor, das erstere gerne die langen Risse ausfüllend, welche die grossen Feldspathindividuen durchziehen.

Der Pyroxen ist *Ägirin* und *Ägirin-augit*, der letztere ganz wie im Ijolith; im Verhältniss zum Feldspath ist der Pyroxen in sehr geringer Menge vorhanden. *Titanit* und *Apatit* finden sich nur spärlich, Nephelin fehlt ganz.

An einer Stelle ist dieser Pyroxensyenit dadurch etwas modificiert, dass der Pyroxen (*Ägirin-augit*) in einzelnen Nadelchen ausgebildet ist, welche richtungslos in dem hier etwas feinkörnigeren grauweissen Feldspathgemenge liegen. Der Feldspath zeigt hier unter dem Mikroskope betrachtete mannigfaltige Arten mikro- und kryptoperthitischer Verwachsungen von *Albit* und *Mikroclin*. Ausser in verschiedenen



artigen flammigen Verwebungen, kommen beide auch oft gitterförmig oder gestreift verwachsen vor, indem entweder der eine oder der andere von beiden vorwiegt oder beide gleich stark vertreten sind. An einem Schnitte ungefähr nach  $M(010)$  bildeten die gestreiften im Mikroklin eingelagerten Albitlamellen, deren Auslöschungsschiefe zu den Spaltrissen nach  $P(001)$   $16^\circ$  betrug, mit den letzteren einen Winkel von  $72^\circ$ ; die Auslöschungsschiefe des Mikroklin betrug  $5^\circ$ . An einem anderen Schnitte, auch annähernd parallel zu  $M$ , war die Auslöschungsschiefe der Hauptmasse  $11^\circ$ — $12^\circ$ , diese bestand also wohl aus *Na-tronorthoklas*. Auch hier waren parallele Albitlamellen ca.  $72^\circ$  mit den Spaltrissen bildend eingelagert. Sehr eigentümlich ist jedoch bei den Feldspathen dieser Gesteinspartie noch die Erscheinung, dass die isometrischen Feldspathörner randlich zahnförmig in einander übergreifen (siehe Fig. 4 Taf. 1). Dieselbe Erscheinung hat Ramsay bei den Feldspathen des Umptekit<sup>1)</sup> von Kola, welche den hier geschilderten auch im Übrigen ähnlich sind, beobachtet.

*Titanit* ist hier vielleicht ein wenig reichlicher als in dem allgemeineren Typus dieses Pyroxensyenites vorhanden. Ausserdem war mikroskopisch *Wollastonit* in einigen grösseren corrodieren Individuen zu bemerken.

Eine chemische Analyse des Pyroxensyenites und zwar des allgemeineren zuerst beschriebenen Typus desselben, wurde von Frl. N. Sahlbom in Stockholm angefertigt. Die Analyse ist unter I hier angegeben, während die Analysen II und III zum Vergleiche mit angeführt sind.

	I	II	III
SiO <sub>2</sub> . . .	63.76	63.20	64.92
TiO <sub>2</sub> . . .	0.70	0.46	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	17.37	17.45	16.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	0.10	} 3.60	3.62
FeO . . .	1.11		0.84
MnO . . .	0.37		0.40
CaO . . .	1.72	1.40	1.20
MgO . . .	0.93	0.75	0.22
K <sub>2</sub> O . . .	5.97	5.88	4.98
Na <sub>2</sub> O . . .	6.69	6.90	6.62

<sup>1)</sup> l. c. pag. 208.

H <sub>2</sub> O . . .	0.40	0.50	0.50
CO <sub>2</sub> . . .	nicht vorh.	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . .	0.16	—	—
	99.28	100.14	99.60.

- I. Pyroxensyenit vom Ahvenvaara, analys. N. Sahlbom.
- II. Nordmarkit von Tonsenås, analys. G. Forsberg.
- III. Pyroxensölvbergit vom Sölvberg, analys. L. Schmelck.

Analyse I ist in folgender Tabelle auf den annähernden Wert der Procente für die einzelnen Gemengteile hin berechnet:

Pyroxensyenit vom Ahvenvaara.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summe
<i>Natronfeldspath:</i>												
Na <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 6 SiO <sub>2</sub>	37.61		10.66							6.48		54.75
<i>Kalifeldspath:</i>												
K <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 6 SiO <sub>2</sub>	22.46		6.36						5.87			34.69
<i>Pyroxen:</i>												
Na Fe Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	0.08			0.10						0.04		0.22
Mg Fe Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	1.85				1.11			0.62				3.58
Ca Mg Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	0.93						0.43	0.31				1.67
Ca Mn Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . .	0.63					0.37	0.29					1.29
<i>Titanit:</i>												
CaO . TiO <sub>2</sub> . SiO <sub>2</sub> .	0.53	0.70					0.49					1.72
<i>Apatit:</i>												
Ca <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>12</sub> (ClFl) . .							0.22				0.16	0.38
Summe	64.09	0.70	17.02	0.10	1.11	0.37	1.43	0.93	5.87	6.52	0.16	98.30
Werte der Analyse	63.76	0.70	17.37	0.10	1.11	0.37	1.72	0.93	5.97	6.69	0.16	+0.40 H <sub>2</sub> O = 99.28
Differenz	+ 0.33		- 0.35				- 0.29		- 0.10	- 0.17		

Demnach sind also in diesem Gesteine an Gemengteilen in Gewichtsprocenten ausgedrückt approximativ enthalten:

- |         |   |                 |   |                  |
|---------|---|-----------------|---|------------------|
| 54.75 % | » | Natronfeldspath | } | = 90 % Feldspath |
| 34.69   | » | Kalifeldspath   |   |                  |
| 6.76    | » | Pyroxen         |   |                  |
| 1.72    | » | Titanit         |   |                  |
| 0.38    | » | Apatit.         |   |                  |

Betrachten wir die oben (pag. 34) gegebenen Analysen II und III der südnorwegischen Gesteine, des Nordmarkites und des Pyroxen-

sölvbergites, so sehen wir, dass der Pyroxensyenit des Ahvenvaara in seiner chemischen Zusammensetzung auffallend grosse Übereinstimmung mit ihnen zeigt. Die grösste vorkommende Abweichung findet sich nur im Gehalte an Eisenoxyden, welcher bei den norwegischen Gesteinen grösser ist. Dieser Umstand findet mineralogisch in dem geringeren Gehalte unseres Syenites an dunkelen Gemengteilen seinen Ausdruck. Auch im Übrigen zeigt der Pyroxensyenit, verglichen mit den Nordmarkiten, Unterschiede im Mineralbestande, da die Nordmarkite von Bisilikaten hauptsächlich Biotit und Amphibol und nur untergeordnet Pyroxen führen, und ferner sich auch durch ihren Quarzgehalt unterscheiden. Grösser ist schon die Ähnlichkeit in mineralogischer Hinsicht mit einigen Sölvbergiten, wenn man von den quarzführenden unter ihnen absieht. Denn auch diese Sölvbergite bestehn nach Brögger zum Teil aus vorherrschend Alkalifeldspathen (meist Albit und Mikroklin) mit Ägirin.

Der Pyroxensyenit geht ganz allmählich in den Ijolith, und zwar in die mehr oder weniger stark mit Pyroxen angereicherte Randzone, über. Dieser Übergang giebt sich zunächst durch Anreicherung des Pyroxenes kund, der an manchen Stellen sich mikroskopisch als überwiegend reiner Ägirin zu erkennen giebt, neben welchem sich jedoch immer Ägirinaugit vorfindet. An anderen Stellen herrscht wiederum der letztere vor. Neben der Anreicherung von Pyroxen beginnt schliesslich auch die von Titanit, Eisenerz und stellenweise auch besonders stark die von Apatit. Der Feldspath ist dabei immer noch reichlich vorhanden, bis er dann plötzlich verschwindet und durch Nephelin ersetzt wird, wodurch der Übergang zum Ijolith vollzogen ist.

Von einer an Pyroxen und Apatit besonders reichen Stelle des Übergangsgesteines, welche im Übrigen noch reichlich Feldspath sowie auch Titanit, doch keinen Nephelin enthielt, wurde von Frl. Naima Sahlbom in Stockholm eine Analyse mit folgendem Resultate angefertigt:

SiO <sub>2</sub> . . .	49.57
TiO <sub>2</sub> . . .	0.65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	9.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	5.59
FeO . . .	4.59
MnO . . .	0.57
CaO . . .	13.91
MgO . . .	1.28



$K_2O$	. . . . .	3.23
$Na_2O$	. . . . .	4.90
$H_2O$	. . . . .	0.38
$CO_2$	. . . . .	nicht vorh.
$P_2O_5$	. . . . .	5.98
		<hr/>
		100.26.

Es spricht sich hierin gegenüber der Zusammensetzung des Pyroxensyenites (siehe pag. 34) eine auf Kosten der Menge an Thonerde, Alkalien und Kieselsäure vor sich gegangene Anreicherung an Eisenoxyden und Kalk aus. Diese letzteren Bestandteile sind hier noch bei weitem reichlicher vorhanden als im Ijolithe (siehe pag. 17). Die Zusammensetzung der hier analysierten Modification des Übergangsgesteines dürfte noch am nächsten derjenigen der pag. 24 ff. beschriebenen, aber nicht analysierten pyroxenreichen Schlieren am Rande des Massives kommen. Auch ist eine gewisse Ähnlichkeit mit dem ebenfalls von Frl. N. Sahlbom<sup>1)</sup> analysierten Ijolithporphyre von Ås unverkennbar, weshalb wir hier die Analyse des letztgenannten Gesteines zum Vergleiche wiedergeben:

$SiO_2$	. . . . .	42.62
$TiO_2$	. . . . .	2.36
$Al_2O_3$	. . . . .	12.05
$Fe_2O_3$	. . . . .	7.93
$FeO$	. . . . .	5.06
$MnO$	. . . . .	0.96
$CaO$	. . . . .	17.01
$MgO$	. . . . .	2.18
$K_2O$	. . . . .	3.15
$Na_2O$	. . . . .	4.95
$H_2O$	. . . . .	0.67
$P_2O_5$	. . . . .	1.66
$S$	. . . . .	0.54
		<hr/>
		100.54.

Die Ähnlichkeit beruht, wie man sieht, in dem sehr hohen Gehalt an Kalk und Eisenoxyden, welche allerdings beim Ijolithporphyre

<sup>1)</sup> N. Jhrb. 1897. II, Bd. 1 Heft. Briefl. Mittheil. S. 99.

von Äs noch höher sind, im niedrigen Magnesiagehalte, ferner in der man kann sagen gleichen Menge an Kali und Natron.

### Contact des Ijolithes mit dem älteren Gestein am Iivaara.

Im Gegensatze zum allmählichen Übergange zwischen Ijolith und dem älteren Gesteine am Ahvenvaara ist die Grenze zwischen beiden, soweit sie am Nordabhange des Iivaara aufgeschlossen ist, scharf markiert, jedoch mit deutlichen Merkmalen exogener Contactmetamorphose verbunden. Dicht an der pyroxenreichen Grenzvarietät des Ijolithes steht nämlich hier ein dichtes schwarzgraues sehr hartes Gestein an von geringer Mächtigkeit, welches den Ijolith vom druckschiefrigen Granite trennt.

Mikroskopisch erkennt man in diesem Gesteine deutlich einen *Diabashornfels*. Der Mineralbestand weist hauptsächlich grüne Hornblende und Plagioklas (Oligoklas und Andesin) auf, woneben noch reichlich ein rötlich gelbbrauner Biotit und Eisenerz vorhanden sind, auch Quarz kommt sehr spärlich in vereinzelt Körnchen ausgebildet vor. Die Structur ist deutlich hornfelsartig: die Hornblende zeigt lappige zerrissene Durchschnitte von offenbar stark aufgeschmolzenen und corrodieren Individuen. Der Biotit, welcher bedeutend kleiner ausgebildet ist als die Hornblende, ist in ebenfalls lappigen oder tropfenförmigen Blättchen gleichmässig über die Gesteinsmasse verteilt. Das Eisenerz erscheint in unregelmässig begrenzten kleinen fetzenförmigen Durchschnitten, die stellenweise in längere schmale, zerrissene Streifen ausgezogen sind. Die Feldspäthe, deren Menge der Summe der übrigen Gemengteile ungefähr gleich kommt, füllen die Zwischenräume zwischen diesen aus, doch in der Weise, dass noch vielfach die fast idiomorphen langen leistenförmigen Durchschnitte dieses Mineralen die ursprüngliche Diabasstructur erkennen lassen.

Aus der beschriebenen Mineralzusammensetzung und Structur des Hornfelses geht hervor, dass man es hier mit einen, durch den Contact mit dem Ijolithen veränderten älteren Diabas zu thun hat, welcher vermutlich einen Gang im Granit gebildet hat.

An einem losen Blocke wurde am Nordabhange des Iivaara nahe zum Gipfel ebenfalls ein feinkörniger schwarzer Diabashornfels angetroffen, welcher sehr grosse Ähnlichkeit mit dem obengeschilderten zeigte. Die Mineralzusammensetzung ist dieselbe, nur in dem Pleochroismus der Hornblende ist eine Abweichung zu erkennen, in sofern als

hier in der Richtung von  $c$  die grüne Farbe einen Stich ins Bläuliche zeigt. Ferner ist hier die Hornblende sehr allgemein in Chlorit umgewandelt. Ausserdem gesellt sich zu der Zahl der Gemengteile noch Apatit in geringer Menge, in langen Nadeln ausgebildet. Die Structur ist hier noch deutlicher ophitisch, da der Feldspath gut idiomorph gegen die Hornblende ist.

### Schlussbetrachtungen.

Zum Schlusse sind pag. 42 ff. noch einmal die von den Gesteinen des Massives angefertigten Analysenresultate in Übersicht wiedergegeben mit Hinzufügung der aus den Procentzahlen berechneten Molecularproportionszahlen (Quotientzahlen). Unter I »normaler Ijolith« findet man das S. 20 angegebene Mittel aus den Ijolithanalysen wieder, während V »basischer Pyroxensyenit« sich auf das an Pyroxen und Apatit reiche Übergangsgestein zwischen Pyroxensyenit und Ijolith bezieht, welches S. 33 u. 34 beschrieben wurde. Für die übrigen bedarf es keiner Erklärung.

An die Wiedergabe der Analysen schliesst sich eine Tabelle (S. 43) an, in welcher die Mengenverhältnisse der chemischen Bestandteile aus den Molecularproportionszahlen für die sechs Analysen ausgerechnet sind, und welche eine Vergleichung der chemischen Zusammensetzung der Gesteine nach mehreren Gesichtspunkten gestattet. Darunter folgt die Angabe der Atomverhältnisse für die wesentlichen metallischen Gemengteile nach der von Rosenbusch<sup>1)</sup> vorgeschlagenen Weise ausgerechnet, indem die Mn zu Fe gezählt und H<sub>2</sub>O sowie sonstige unwichtigere Bestandteile (TiO<sub>2</sub> u. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) auf 100 und wasserfreie Substanz proportional verteilt wurden.

Es folgt hierauf auf S. 44 die Angabe der Coordinaten  $n$  und  $k$  nach Becke's<sup>2)</sup> Vorschlag, sowie das nach seiner Methode für graphische Darstellung der chemischen Gesteinszusammensetzungen construierte Dreiecksschema. Wie ersichtlich ist hier ein gleichseitiges Dreieck angewandt und die Coordinaten  $n$  und  $k$  auf unter 60° sich schneidende Linien eingetragen worden. Zur Herstellung dieses Schemas wurde sogenanntes hexagonales Papier benutzt, wie es nach dem Vorschlage von V. Goldschmidt zur Construction der gnomonischen Projection hexagonaler Krystalle verwandt wird. Dieses Papier eignet

1) Über die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine. *Tscherm. Petr. Mittheil.* XI. pag. 144.

2) Gesteine der Columbretes, *Tscherm. Petr. Mittheil.* XVI. pag. 315 ff.



sich gut als Coordinatenpapier für das Becke'sche Schema bei Anwendung eines gleichseitigen Dreieckes, welches ja besser als ein gleichschenkliges die wahren Beziehungen des Gehaltes an Ca, Na und K veranschaulicht. Von Beckes »Verticalfeld» wurde hier abgesehen, da anstatt dessen auf S. 45 die Gesteinsanalysen gemäss dem von Brögger<sup>1)</sup> vorgeschlagenem Verfahren graphisch dargestellt sind, durch welches die Mengenverhältnisse aller in den Analysen bestimmten Gemengteile der Gesteine sehr übersichtlich zur Anschauung gelangen. Die Schemas sind durch directe Auftragung der Molecularproportionen (Quotientzahlen Bröggers) auf Millimeterpapier construiert.

Die in dieser Arbeit beschriebenen verschiedenen im Ijolithmasive auftretenden Gesteinsarten müssen, wie aus der vorhergehenden Beschreibung hervorgeht, mit Ausnahme vielleicht der Pyroxensyenite des Ahvenvaara als Differentiationsprodukte des Ijolithmagmas aufgefasst werden. Darauf deutet sowohl ihr geologisches Auftreten als Schlieren im Ijolith, wie auch ihre chemischen Beziehungen zu diesem hin. Unter diesen Differentiationsprodukten ist offenbar der aussergewöhnlich nephelinreiche Ijolith (II) sowohl mineralogisch als chemisch das vom normalen Ijolith (I) am wenigsten abweichende Glied. Er vermittelt chemisch den Übergang zum Natronsussexit (III), dem an Natron reichsten und an Kalk ärmsten Spaltungsprodukte des Ijolithmagmas. Das andere Extrem, das an Natron ärmste und an Kalk sowie an Eisenmagnesiabestandteilen reichste Glied, wird vom magnesiareichen Essexite (IV) gebildet. Diesem Extreme nahe stehen dürften auch die auf S. 24 ff. beschriebenen Pyroxenanhäufungen. Es sei hier der Umstand hervorgehoben, dass die beiden Extreme III und IV sehr nahe zu einander anstehen, denn beide treten auf dem sehr geringen Gebiete zu Tage, innerhalb welchen auf dem Penikkavaara das Gestein von Moräne entblösst ist. Soweit man hier aus dem mangelhaften Aufschlusse erkennen kann, bilden beide, wie bereits erwähnt, Schlieren, doch über ihr gegenseitiges Altersverhältniss geht nichts hervor. Vermuthlich sind sie beide ungefähr gleichzeitig gebildet worden durch in beschränktem Raume vor sich gegangene Magmaspaltungen.

Bei der Discussion dieser Gesteine auf das Verhältniss Ca : Na : K hin in der von Becke vorgeschlagenen graphischen Weise (siehe das

1) Eruptivgesteine des Kristianagebietes III. pag. 255.

Dreieck S. 44), sieht man, dass die Analysenorte I—IV auf einer schwach gebogenen Linie zu liegen kommen, die, bei III nahe der Na-Ecke beginnend, sich in der Richtung zur Ca-Ecke hin bis zu IV hinzieht. Es scheint mir natürlich, diese Linie in Anschluss an Beckes Anschauungsweise mit der petrologischen Gauverwandtschaft in Zusammenhang zu bringen. Es ist diese Linie in unserem Schema der Ort für die Analysenpunkte von gauverwandten Gesteinen, in welchen das Verhältniss  $\text{Na}:\text{K}$  ungefähr dasselbe bleibt, während  $\text{Ca}:\text{Na}$  sich stärker verändert. Dasselbe geht auch aus der Tabelle (S. 43) für die aus den Molekularzahlen berechneten Mengenverhältnisse der chemischen Bestandteile hervor. Auch hier ist natürlich das Verhältniss von  $\text{CaO}:\text{Na}_2\text{O}$  bedeutend grösseren Schwankungen unterworfen als dasjenige von  $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ . Wir haben es hier mit Natrongesteinen zu thun, in welchen der Kaligehalt eine untergeordnete Rolle spielt. Hiermit steht wohl auch, um auf das Dreieckschema zurückzukommen, der Umstand im Zusammenhang, dass die Linie der Gauverwandtschaft nicht, wie es von Becke in manchen Fällen beobachtet wurde, nach der K-Ecke, sondern nach der Na-Ecke umbiegt.

Was nun die Pyroxensyenite (V und VI) betrifft, so führt der Umstand, dass sie, wie S. 33 ff beschrieben, allmählich den Übergang vom Ijolith zum Granit, dem älteren Gesteine, vermitteln, zu der möglichen Annahme, sie seien durch *Aufschmelzung der angrenzenden Teile des Granites durch den Ijolith* entstanden. Dann wäre hier mit der Aufschmelzung des Granites die vorhergegangene Spaltung des Ijolithmagmas, nach dem basischen Extreme hin, durch welche der pyroxenreiche Grenztypus entstand, teilweise local zusammengefallen, was natürlich auf die Beschaffenheit der entstehenden Pyroxensyenite eingewirkt und besonders zur Bildung des Typus V beigetragen hätte. Andererseits kann man vielleicht für das dem Nordmarkite und Sölvbergite so ähnliche Gestein VI die Möglichkeit in Betracht ziehen es sei dasselbe ein saures Ca-, Mg- und Fe-armes Spaltungsproduct des Ijolithmagmas. Ich will mich hierüber nicht bestimmt entscheiden, es spricht jedoch für die erstere Annahme das Resultat der graphischen Darstellung auf Grund des Verhältnisses  $\text{Ca}:\text{Na}:\text{K}$ . Denn die Analysenorte V und VI liegen deutlich ausserhalb der »Gauverwandtschafts-linie«, beide von ihr weg nach der K-Ecke hin abgelenkt.

---

Was das *Alter* des Ijolithmassives betrifft so kann man nach dem Vorhergehenden dasselbe nur nach unten hin abgrenzen. Da nämlich der Ijolith und die ihn begleitenden Gesteine keinerlei Zeichen von Dynamometamorphose aufweisen, so können sie als jünger als das gefaltete Grundgebirge, also als sicher postarchaisch bezeichnet werden. Für die Abgrenzung ihres Alters nach oben hin finden sich keine Anhaltspunkte vor. Man kann jedoch vermuten, dass sie gleichaltrig und magmatisch nahe verwandt mit den ebenfalls postarchaischen Nephelinsyeniten von Kola sind, für welche allerdings auch keine genaue Altersbestimmung nach oben hin vorliegt. Nach Ramsay <sup>1)</sup> sind diese jedoch höchst wahrscheinlich postdevonisch, und ihr Hervortreten ist wahrscheinlich gleichzeitig mit dem der südnorwegischen und vielleicht auch der übrigen skandinavischen Nephelinsyenite.

	I Normaler Ijolith		II Aussergew. Nephelinreicher Ijolith		III Natronsussexit	
	Analyswerte	Quotient- zahlen.	Analyswerte	Quotient- zahlen.	Analyswerte	Quotient- zahlen.
SiO <sub>2</sub> . .	42.89	0.7148	43.02	0.7168	47.43	0.7905
TiO <sub>2</sub> . .	1.05	0.0103	0.63	0.0079	0.10	0.0013
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	19.45	0.1907	24.63	0.2412	23.60	0.2314
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	3.34	0.0209	3.59	0.0224	4.59	0.0283
FeO . .	3.09	0.0429	2.17	0.0301	1.20	0.0165
MnO . .	0.39	0.0055	—	—	—	—
CaO . .	10.99	0.1963	5.47	0.0977	4.42	0.0789
MgO . .	3.74	0.0935	1.96	0.0490	0.67	0.0168
Na <sub>2</sub> O . .	10.03	0.1618	14.81	0.2389	15.08	0.2432
K <sub>2</sub> O . .	2.17	0.0231	2.99	0.0818	2.00	0.0213
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . .	1.54	0.0109	0.70	0.0049	—	—
	<u>98.68</u>		<u>99.97</u>		<u>99.09</u>	

<sup>1)</sup> l. c. pag. 76.



	IV Essexitisches Gestein		V Basischer Pyroxensyenit		VI Pyroxensyenit	
	Analyswerte	Quotient- zahlen.	Analyswerte	Quotient- zahlen.	Analyswerte	Quotient- zahlen.
SiO <sub>2</sub>	45.66	0.7610	49.57	0.8262	63.76	1.0627
TiO <sub>2</sub>	2.75	0.0344	0.65	0.0081	0.70	0.0088
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.64	0.1141	9.61	0.0942	17.37	0.1696
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.57	0.0223	5.59	0.0349	0.10	0.0006
FeO	10.61	0.1442	4.59	0.0638	1.11	0.0153
MgO	11.08	0.2770	1.28	0.0320	0.93	0.0233
CaO	9.11	0.1627	13.91	0.2482	1.72	0.0307
MnO	—	—	0.57	0.0180	0.37	0.0052
Na <sub>2</sub> O	2.60	0.0419	4.90	0.0790	6.69	0.1079
K <sub>2</sub> O	0.44	0.0047	3.23	0.0344	5.97	0.0635
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.26	0.0018	5.98	0.0421	0.16	0.0011
H <sub>2</sub> O	—	—	0.38	0.0211	0.40	0.0222
	<u>99.92</u>		<u>100.26</u>		<u>99.28</u>	

Mengenverhältnisse der chem. Bestandteile, berechnet aus den Molekularproportionszahlen:

	SiO <sub>2</sub> : R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : (CaO + Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	(Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O) : CaO	CaO : K <sub>2</sub> O : Na <sub>2</sub> O	RO : (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O)
I) Normaler Ijolith . . .	3.38 : 1 : 1.80	1 : 1.06	8.50 : 1 : 7.00	1 : 1.10
II) Nephelinreicher Ijolith .	2.72 : 1 : 1.40	2.77 : 1	3.07 : 1 : 7.51	1 : 2.90
III) Natronsussexit . . .	3.04 : 1 : 1.32	3.35 : 1	3.70 : 1 : 11.42	1 : 4.42
IV) Essexitisches Gestein .	5.58 : 1 : 1.54	1 : 3.49	34.62 : 1 : 8.92	3.63 : 1
V) Basischer Pyroxensyenit	6.40 : 1 : 2.80	1 : 2.19	7.22 : 1 : 2.30	1.74 : 1
VI) Pyroxensyenit . . .	6.24 : 1 : 1.19	5.58 : 1	1 : 2.07 : 3.51	4.58 : 1

Atomverhältnisse der 6 Analysen:

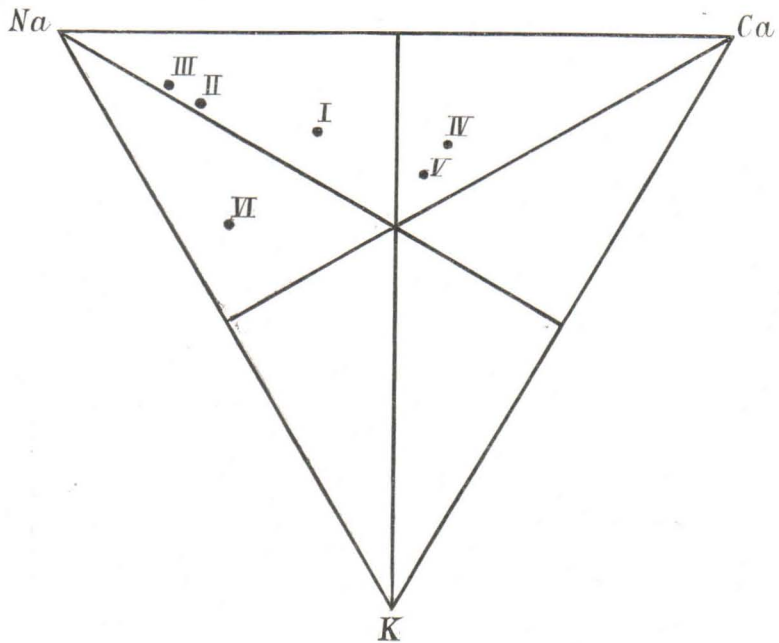
	I	II	III	IV	V	VI
Si . . . . .	39.72	36.12	39.91	43.89	47.91	58.31
Al . . . . .	20.43	24.31	23.36	13.16	10.82	18.71
Fe . . . . .	5.94	4.90	5.27	12.18	10.81	1.23
Mg . . . . .	5.01	2.48	0.85	15.98	1.86	1.28
Ca . . . . .	10.51	4.92	3.98	9.38	14.40	1.69
Na . . . . .	17.33	24.08	24.55	4.83	9.16	11.84
K . . . . .	2.47	3.20	2.09	0.54	3.99	6.97

Die aus den Atomzahlen für das Verhältniss Ca : Na : K berechneten Coordinaten

$$n = \frac{\text{Na} - \text{Ca}}{\text{Ca} + \text{Na} + \text{K}} \quad k = \frac{\text{K} - \text{Ca}}{\text{Ca} + \text{Na} + \text{K}}$$

ergaben für

I.	n =	0.23	k =	- 0.27
II.	n =	0.59	k =	- 0.05
III.	n =	0.67	k =	- 0.06
IV.	n =	- 0.31	k =	- 0.60
V.	n =	- 0.19	k =	- 0.38
VI.	n =	0.48	k =	0.26.



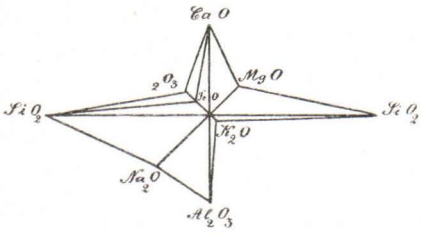


Fig. 1.

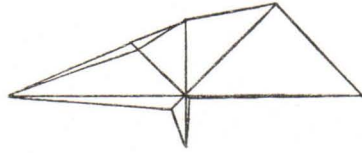


Fig. 4.

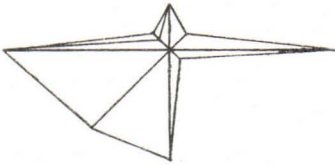


Fig. 2.

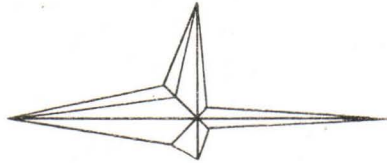


Fig. 5.

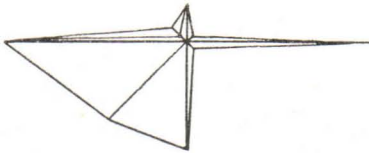


Fig. 3.

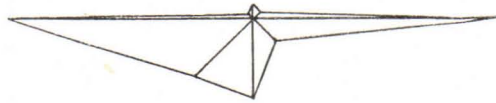


Fig. 6.

Graphische Darstellung der chemischen Zusammensetzung der beschriebenen Gesteine.  
Vergl. den Text, pag. 40.





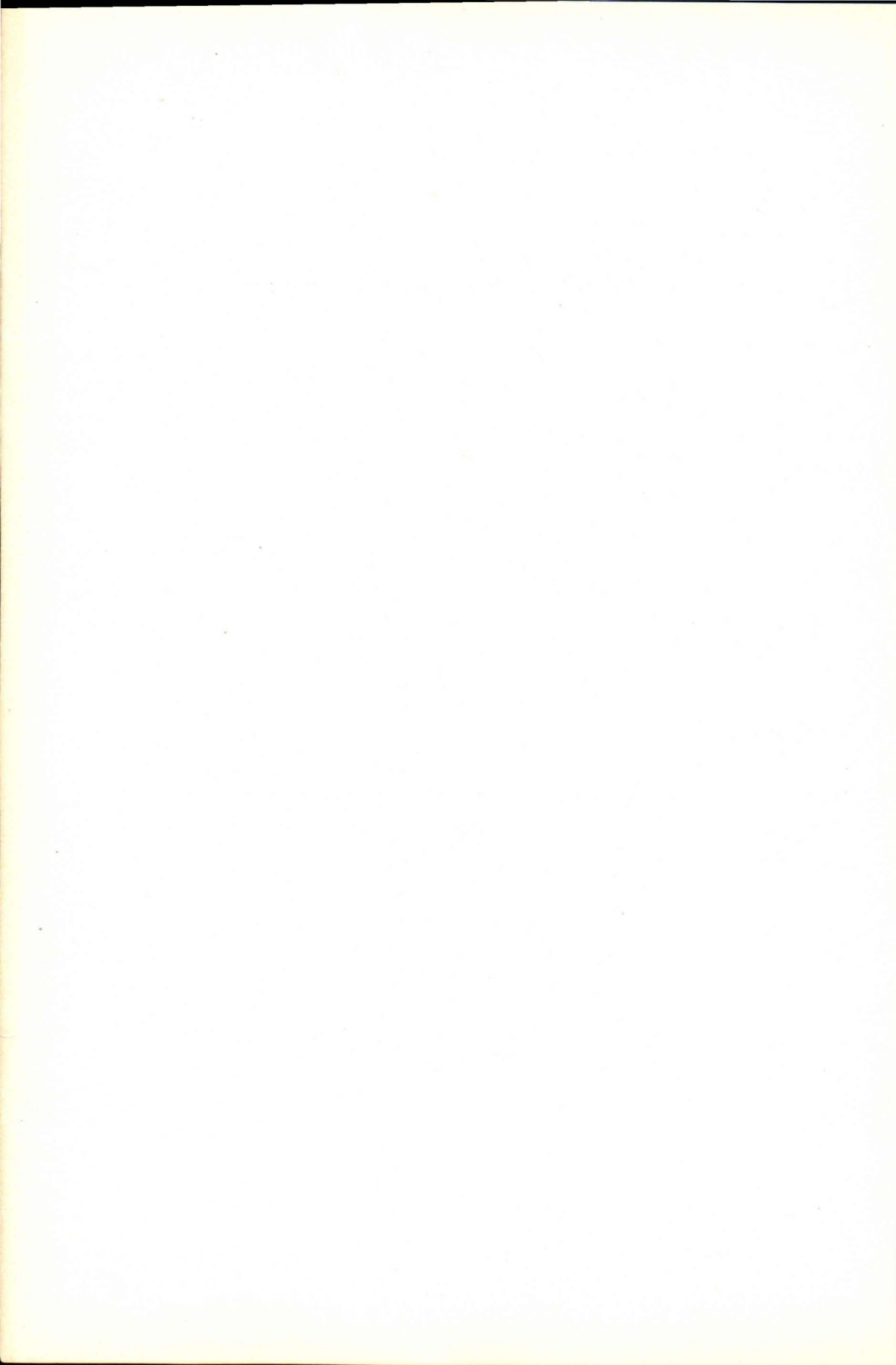


Fig. 1.

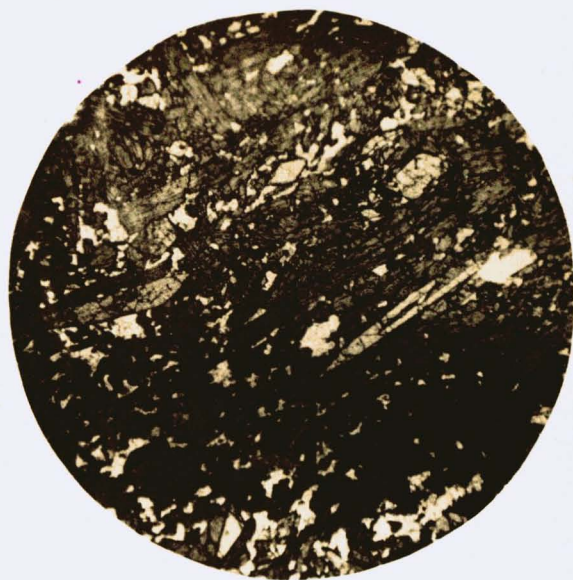


Fig. 3.

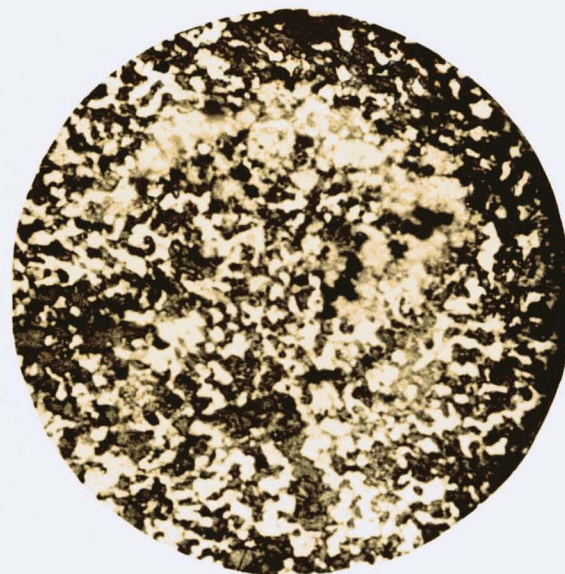
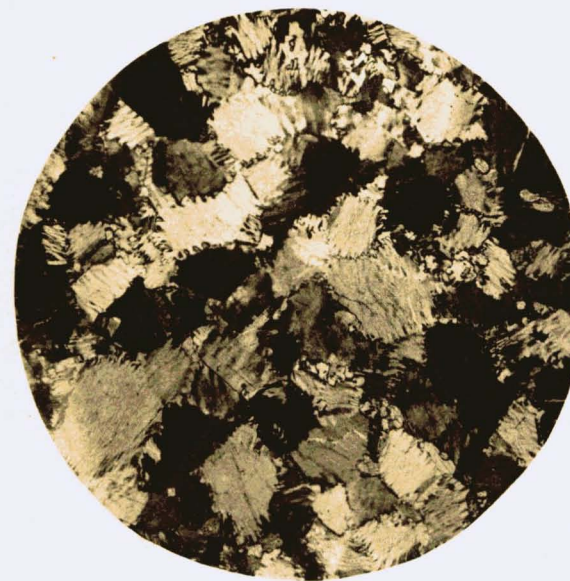


Fig. 2.



Fig. 4.

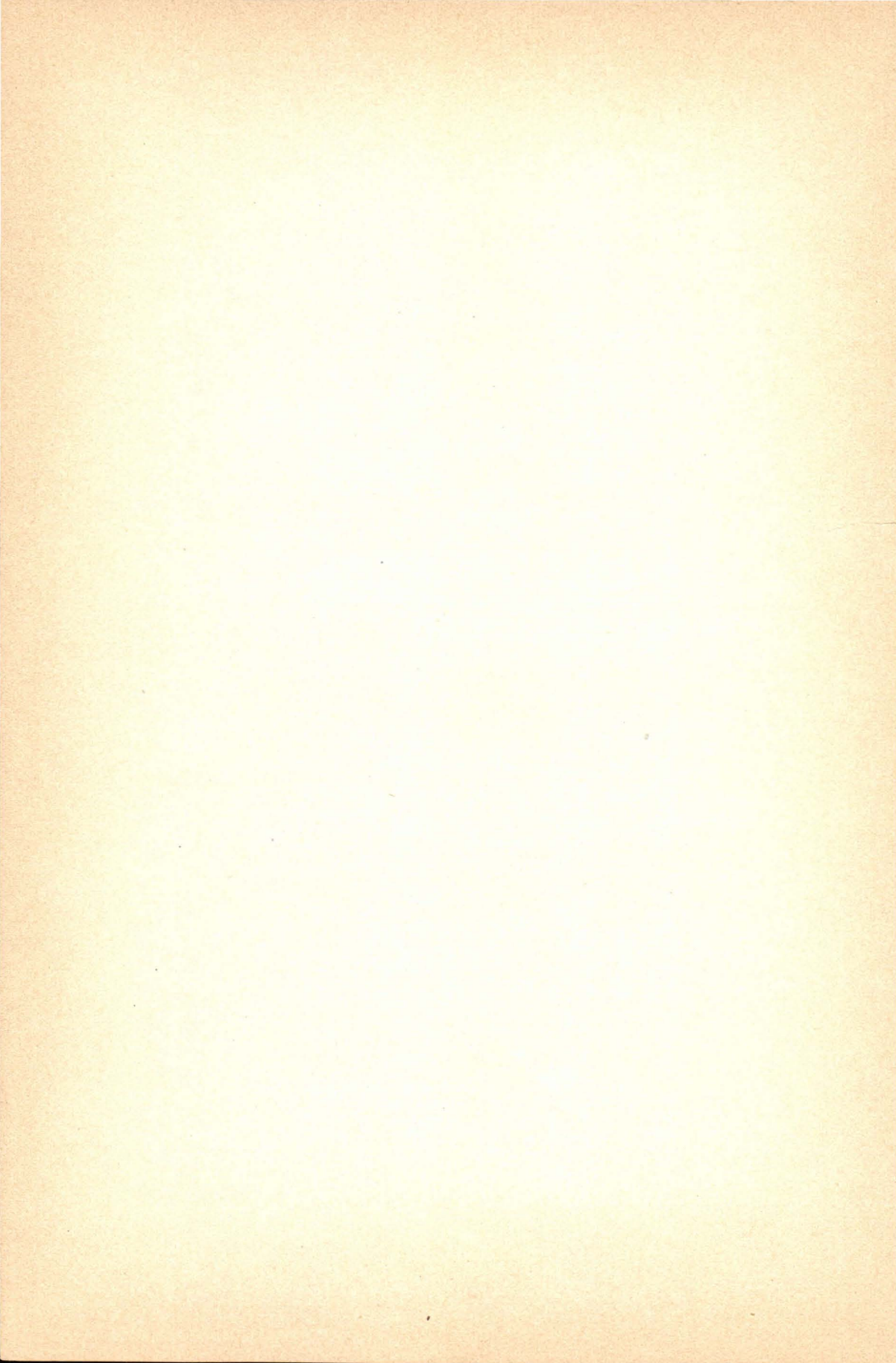


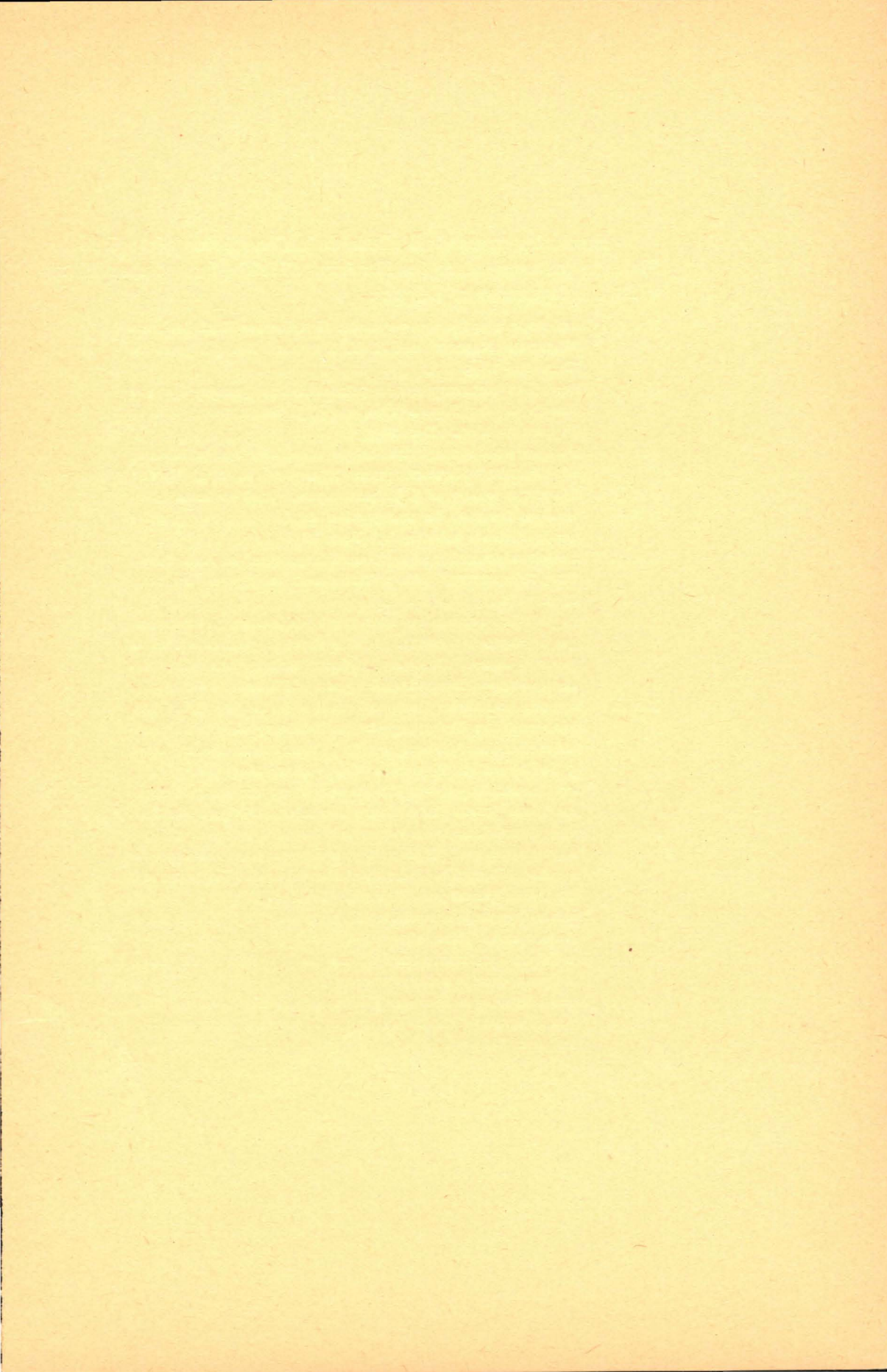
### Erklärung der mikroskopischen Strukturbilder auf Taf. I.

- Fig. 1. Feinkörniger sehr pyroxenreicher Grenztypus des Ijolith (S. 25). Die dunklen, gestreiften Stengel sind Pyroxen, die etwas helleren keil- und couvertförmigen Durchschnitte mit starkem Relief sind Titanit, die kleinen hellen Zwischenpartien Nephelin und Apatit. Vergr. 22:1.
- Fig. 2. Feinkörniger Ijolith mit hornfelsähnlicher Structur (S. 26). Die dunkleren Partien sind Gemenge von Pyroxen, Eisenerz und Biotit und spärlich Nephelin, die helleren Teile Gemenge von reichlicherem Nephelin mit Pyroxen. Vergr. 24:1.
- Fig. 3. Pyroxenreicher sehr feinkörniger Ijolith vom Ahvenvaara, nahe dem Contacte (S. 26). Die sehr reichlichen dunklen Durchschnitte sind Pyroxen, die schwarzen Flecken Eisenerz, die verschwommenen Partien Titanit und die hellen Zwischenräume Nephelin. Vergr. 65:1.
- Fig. 4. Pyroxensyenit vom Ahvenvaara (S. 33). Die zwischen den zahnförmig in einander greifenden Feldspathen hier und da eingeschalteten kleinen idiomorphen Durchschnitte sind Pyroxen.  $\times$  Nicols. Vergr. 90:1.











Fascicules parus du Bulletin de la Commission géologique de Finlande (en vente dans les librairies d'Helsingfors et chez MAX WEG, Leplaystrasse 1, Leipzig).

- N:o 1. Cancrinitsyenit und einige verwandte Gesteine aus Kuolajärvi, von WILHELM RAMSAY und E. T. NYHOLM. Mit 4 Figuren im Text. Mai 1895 . . . . . 0 M. 50.
- N:o 2. Ueber einen metamorphosirten präcambrischen Quarzporphyr von Karvia in der Provinz Åbo, von J. J. SEDERHOLM. Mit 12 Figuren im Text. Dec. 1895 . . . . . 0 M. 75.
- N:o 3. Till frågan om det sen-glaciala hafvets utbredning i södra Finland, af WILHELM RAMSAY, jemte Bihang 1 och 2 af VICTOR HACKMAN och 3 af J. J. SEDERHOLM. Med en karta. Résumé en français: La transgression de l'ancienne mer glaciaire sur la Finlande méridionale. Févr. 1896 . . . . . 1 M. 25.
- N:o 4. Ueber einen neuen Kugelgranit von Kangasniemi in Finland, von BENJ. FROSTERUS. Mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. Avril 1896 . . . . . 1 M. 25.
- N:o 5. Bidrag till kännedomen om södra Finlands kvartära nivåförändringar af HUGO BERGHELL. Med 1 karta, 1 plansch och 16 figurer i texten. Deutsches Referat: Beiträge zur Kenntniss der quartären Niveauschwankungen Süd-Finlands. Mai 1896 . 2 M. —
- N:o 6. Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges, von J. J. SEDERHOLM. Mit 2 Karten, 5 Tafeln und 96 Figuren im Text. Févr. 1899 . . . . . 5 M. —
- N:o 7. Über Strandbildungen des Litorinameeres auf der Insel Mantsinsaari, von JULIUS AILIO. Mit 1 Karte und 8 Figuren im Text. 1 M. 25.
- N:o 8. Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora af GUNNAR ANDERSSON. Med 21 figurer i texten och 216 figurer å 4 taflor. Deutsches Referat: Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finlands. Déc. 1898 . . . . . 4 M. —
- N:o 9. Esquisse hypsométrique de la Finlande par J. J. SEDERHOLM. Avec 1 carte. Nov. 1899 . . . . . 1 M. —
- N:o 10. Les Dépôts quaternaires en Finlande par J. J. SEDERHOLM. Avec 2 figures dans le texte et 1 carte . . . . . 1 M. —
- N:o 11. Neue Mitteilungen über das Ijolithmassiv in Kuusamo von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Karten, 12 Figuren im Text und 4 Fig. auf einer Tafel . . . . . 1 M. 50.