

BULLETIN
DE LA
COMMISSION GÉOLOGIQUE
DE FINLANDE

N:o 61

DER PYROXEN-GRANODIORIT VON KAKSKERTA BEI ÅBO
UND SEINE MODIFIKATIONEN

VON
VICTOR HACKMAN

MIT 2 FIGUREN UND 1 KARTE IM TEXT

HELSINGFORS
APRIL 1923

Fascicules parus du Bulletin de la Commission géologique de Finlande.

N:o 1.	Cancrinitsyenit und einige verwandte Gesteine aus Kuolajärvi, von WILHELM RAMSAY und E. T. NYHOLM. Mit 4 Figuren im Text. Mai 1896.....	4:—
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	4:—
N:o 3.	Till frågan om det senglaciala 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. Febr. 1896.....	7:—
N:o 4.	Ueber einen neuen Kugelgranit von Kangasniemi in Finland, von BENJ. FROSTERUS. Mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. April 1896	7:—
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 Kenntnis der quartären Niveauschwankungen Süd-Finnlands. Mai 1896	9:—
N:o 6.	Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finnland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges, von J. J. SEDERHOLM. Mit 2 Karten, 5 Tafeln und 96 Figuren im Text. Febr. 1899	23:—
N:o 7.	Über Strandbildungen des Litorinameeres auf der Insel Mantsinsaari, von JULIUS AILIO. Mit 1 Karte und 8 Figuren im Text. April 1898	7:75
N:o 8.	Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora, af GUNNAR ANDERSON. Med 21 figurer i texten och 216 figurer å 4 taflo. Deutsches Referat: Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finlands. Dec. 1899	19:—
N:o 9.	Esquisse hypsométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 1 carte. Nov. 1899	6:—
N:o 10.	Les dépôts quaternaires en Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 2 figures dans le texte et 1 carte. Nov. 1899	6:—
N:o 11.	Neue Mitteilungen über das Ijolithmassiv in Kuusamo, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Karten, 12 Figuren im Text und 4 Figuren auf einer Tafel. März 1900	7:—
N:o 12.	Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå, von WILHELM RAMSAY und L. H. BORGSTRÖM. Mit 20 Figuren im Text. März 1902.....	5:—
N:o 13.	Bergbyggnaden i sydöstra Finland, af BENJ. FROSTERUS. Med 1 färglagd karta, 9 taflo och 18 figurer i texten. Deutsches Referat: Der Gesteinsaufbau des südöstlichen Finland. Juli 1902.....	19:—
N:o 14.	Die Meteoriten von Hvittis und Marjalahti, von LEON. H. BORGSTRÖM. Mit 8 Tafeln. April 1903.....	12:50
N:o 15.	Die chemische Beschaffenheit von Eruptivgesteinen Finlands und der Halbinsel Kola im Lichte des neuen amerikanischen Systemes, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Tabellen. April 1905	12:50
N:o 16.	On the Cancrinite-Syenite from Kuolajärvi and a Related Dike rock, by I. G. SUNDELL. With one plate of figures. August 1905	6:—
N:o 17.	On the Occurrence of Gold in Finnish Lapland, by CURT FIRCKS. With one map, 15 figures and frontispiece. Nov. 1906	8:—
N:o 18.	Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. I. Till frågan om Ost-Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER. Med 23 bilder i texten och 6 taflo. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. I. Sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark oriental. Mars 1907..	17:—
N:o 19.	Die Erzlagerstätten von Pitkäranta am Ladoga-See, von OTTO TRÜSTEDT. Mit 1 Karte, 19 Tafeln und 76 Figuren im Text. November 1907	38:—

BULLETIN DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DE FINLANDE N:o 61

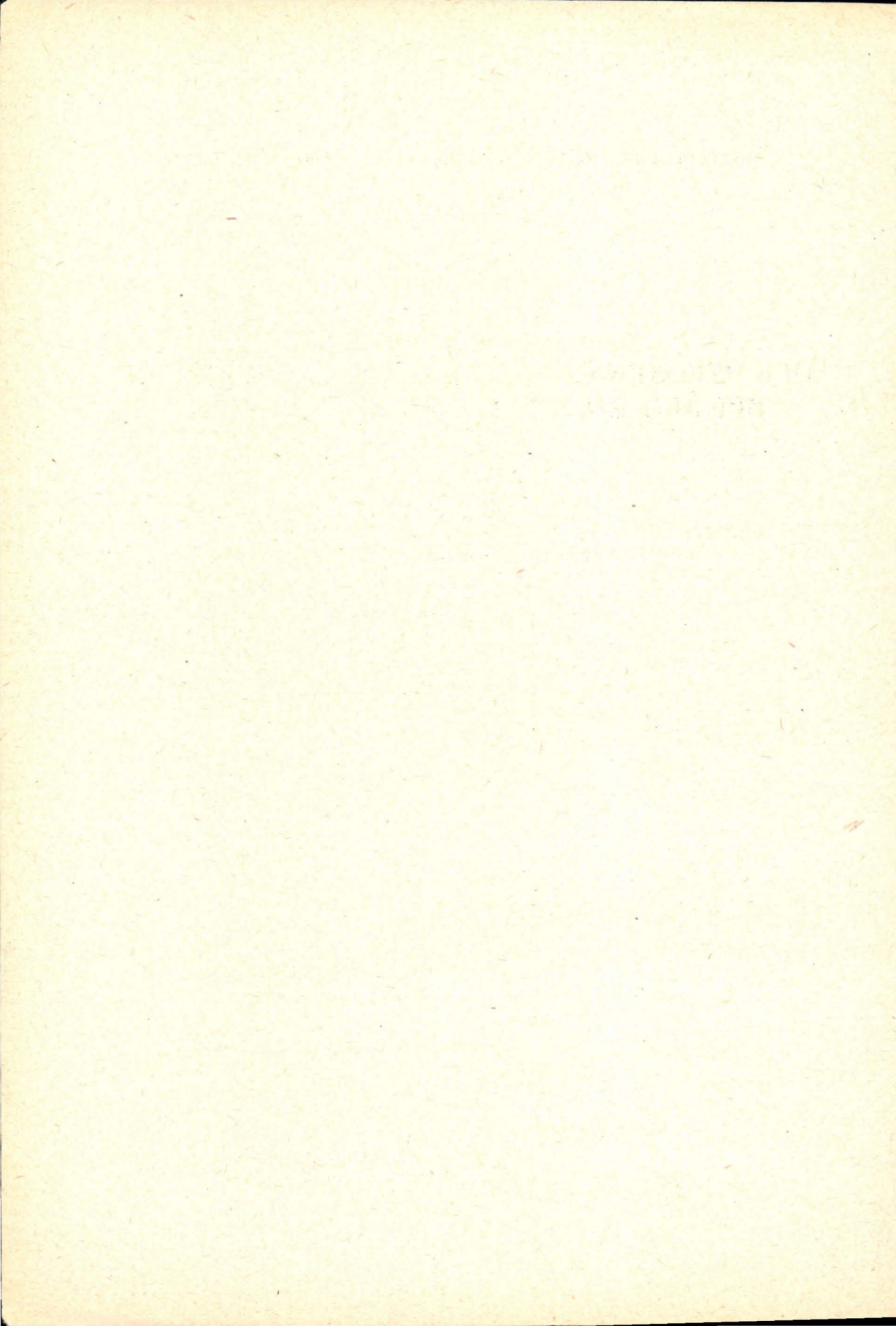
DER PYROXEN-GRANODIORIT VON KAKSKERTA
BEI ÅBO UND SEINE MODIFIKATIONEN

VON

VICTOR HACKMAN

MIT 2 FIGUREN UND 1 KARTE IM TEXT

HELSINGFORS 1923
DRUCKEREI DES STAATSRATES



Der Pyroxen-granodiorit von Kakskerta bei Åbo und seine Modifikationen

von

Victor Hackman.

Auf den Inseln Kakskerta und Kustö (finnisch Kuusisto) im Schärenhufe von Åbo, ca. eine Meile südlich dieser Stadt, kommt ein Pyroxengranodiorit vor, welcher zum grossen Teile den Gesteinsaufbau dieser von felsigen Hügeln durchzogenen Inseln bildet. Auf Kakskerta breitet sich dieses Gestein hauptsächlich in den östlichen und zentralen Teilen der Insel aus, während es sich auf Kustö namentlich im Nordwesten und Westen vorfindet (siehe die beigegebene Karte Seite 23). In seiner ganzen Ausdehnung erreicht das Vorkommen eine Länge von ungefähr 15 km in der Richtung von WSW nach ENE bei einer Breite von höchstens 2 km.

Umgeben ist das Gestein von dem in der Gegend von Åbo vorherrschenden Biotitgranite, in welchen es fast unmerklich ohne scharfe Grenzen übergeht und seine geologische Zusammengehörigkeit mit ihm deutlich bekundet. Nur durch seine dunkler gehaltene bräunlich grüne Farbe sondert es sich im Felde vom helleren, grauen oder rötlichen Biotitgranite ab. Schärfer vom letzteren abgegrenzt sind nur einzelne bruchstückartige, vom Biotitgranit umschlossene Teile des Pyroxengranodiorites, wie sie in den westlichen und südlichen Teilen von Kakskerta und den südwestlichen Teilen von Kustö vorkommen. Im Zentrum von Kakskerta, um den See dieser Insel herum, bildet der Pyroxengranodiorit einen grösseren zusammenhängenden Komplex, auf Kustö dagegen wechselt er stark mit dem Granit ab mit Ausnahme des nordwestlichen Randes der Insel, wo er mehr zusammenhängend ist. Ueberall aber sind die beiden Gesteine von zahlreichen, schmälern und breiteren Gängen von rotem Pegmatitgranit durchzogen.

Schmale Zonen von Migmatit ziehen sich im Norden und Süden von Kakskerta längs den Strändern hin und greifen im Süden auch nach Kustö über. Meist sind sie durch Uebergangszonen zwischen Granit und Granodiorit von dem Hauptkomplexe des letzteren Gesteines, doch ohne scharfe Grenzen, getrennt. Längs dem Nordrande von Kakskerta zieht sich jedoch eine sehr deutliche Verwerfungslinie in ungefähr SW—NE-licher Richtung hin und findet ihre Fortsetzung auf Kustö längs dem Südufer des schmalen Kustösundes. Diese Verwerfungslinie bewirkt, dass ungefähr in der Mitte des Nordstrandes von Kakskerta die Grenze zwischen Migmatit und Granodiorit unvermittelt und scharf ist. Der Migmatit bildet hier, den steil nach N abfallenden Berghängen des Granodiorites vorgelagert, ein schmales, niedriges Ufervorland, auf welchem die Kirche von Kakskerta dicht am Strande belegen ist.

Der Pyroxengranodiorit ist in der Regel mittel-, doch stellenweise auch feiner oder gröber körnig. Die meist etwas dunkle bräunlich grüne Farbe nimmt zuweilen einen helleren Ton an und geht in gelblich Grün über. Obgleich die grüne Farbe hauptsächlich durch die Feldspäte bedingt ist, so trägt dazu auch die oft ins Grüne oder Gelbliche spielende Farbe des Quarzes bei. Dieses Mineral ist in der Regel reichlich enthalten. Die dunklen Gemengteile sind Biotit und Pyroxen, von denen bald beide in gleicher Menge vorhanden sind, bald der Biotit überwiegt; nur selten findet sich der Pyroxen reichlicher vor als der Biotit. Ausserdem enthält das Gestein hin und wieder Granat in wechselnden, doch nicht grossen Mengen. Die Struktur ist eugranitisch, wobei sich ausnahmsweise eine Andeutung zu porphyrischer Struktur bemerklich macht, indem einzelne Feldspatkrystalle eine Grösse von 2 bis 3 cm erreichen und so die übrigen Gemengteile an Grösse übertreffen. Trotz der eugranitischen Ausbildung zeigt das Gestein häufig eine gewisse Flasrigkeit und Parallelschiefrigkeit. Diese letztere tritt am deutlichsten auf verwitterten Oberflächen hervor, welche oft eine hellrötlich graue Farbe im Gegensatz zu den dunklen Farbentönen des frischen Gesteines zeigen. Das Streichen der Schieferung verläuft ungefähr W—E mit Abweichungen bis zu N 70° E.

Eine chemische Analyse des Gesteines wurde im agrogeologischen Laboratorium der Geologischen Kommission in Helsingfors von Dr. B. AARNIO ausgeführt. Das Handstück dazu war einem Felsen ganz in der Nähe der Landungsbrücke von Monnois am Nordrande von Kakskerta entnommen. Die Resultate mit Ausrechnungen waren folgende:

Tabelle 1.

Pyroxengranodiorit von Monnois, Kaskerta.

	%	Mol. prop.	Mol. %	Norm:	Mineralbestand:	
SiO ₂	61.72	1,029	69.8	Q 10.86 %	Quarz	10.9 %
TiO ₂	0.42	005	0.3	or 16.68 »	Albit	40.7 »
Al ₂ O ₃	20.02	196	13.2	ab 40.87 »	Anorthit	20.7 »
Fe ₂ O ₃	3.05	022	1.5	an 22.52 »	Mikroclin	13.8 »
FeO	0.35	005	0.3	C 0.71 »	Biotit	8.3 »
Mn ₃ O ₄	0.13	001	0.1	S:a sal 91.64 »	Orthopyroxen	1.5 »
MgO	1.54	038	2.6	hy 3.80 »	Klinopyroxen	0.6 »
CaO	4.56	081	5.4	hm 3.70 »	Fe ₂ O ₃	2.5 »
Na ₂ O	4.85	078	5.3	il 0.76 »		99.0 %
K ₂ O	2.77	030	2.0	mt 0.23 »		
H ₂ O	0.78	—	—	S:a fem 7.99 »		
	99.93	1,485	100.0	99.63 %		

Stellung im amerikanischen Systeme: 1, 5, 3, 4.

Aus der Rubrik »Mineralbestand« der obigen Tabelle ersehen wir, dass Plagioklas mit einer Durchschnittszusammensetzung $Ab = 40.7\%$ und $An = 20.7\%$, also Ab_2An_1 den wesentlichsten Gemengteil ausmacht. Aus dem Verhältnisse Alkalifeldspat: Kalknatronfeldspat $= 13.8 : 61.4 = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$ ¹⁾ geht der granodioritische Character des Gesteines mineralogisch hervor, chemisch macht er sich geltend hauptsächlich in dem verhältnissmässig hohem CaO-gehalte und dem Ueberwiegen von Natron über Kali. Der ungewöhnlich hohe Al₂O₃-gehalt ist verursacht durch Reichthum an Biotit bei gleichzeitigem Einwirken der grossen Feldspatsmenge.

Die aus dem obigen Modus hervorgehenden relativen Mengenverhältnisse der Gemengteile sind doch, obwohl die Analyse einem recht allgemeinem Typus des Gesteines entspricht, keineswegs für die Gesamtmasse des Gesteinskomplexes gleichmässig und unverändert geltend. Wie schon aus der einleitenden Gesteinsbeschreibung hervorging, sind die Mengenverhältnisse einem nicht ganz unwesentlichen Wechsel unterworfen. So kann u. a. der Mikroclin zuweilen in recht grosser Menge vorhanden sein — in einer Probe wurde er auf 20 %

¹⁾ V. HACKMAN, Einige kritische Bemerkungen zu Iddings' Classification der Eruptivgesteine. Bull. d. 1. Comm. Géol. de Finlande N:o 53 pag. 21.

geschätzt —, während er andererseits lokal auch fast ganz verschwinden kann. Ungefähr dasselbe gilt vom Quarze: es kommen sowohl recht quarzreiche als auch fast quarzfreie Typen vor. Auch die Mengenverhältnisse der mafischen Gemengteile sind etwas wechselnd, nicht so sehr im Vergleich zu den felsischen Mineralien als in Bezug auf ihre gegenseitigen Mengen. Stabil erhält sich dagegen im grossen Ganzen die Menge sowie auch die Zusammensetzung des hauptsächlichsten Gemengteiles, des Plagioklases.

Um nun auch quantitativ die Zusammensetzung einer solchen Abart des Gesteines, in welcher Pyroxen über Biotit vorherrscht bei gleichzeitigem Zurücktreten des Mikroklines, zur Anschauung zu bringen, hat der Verfasser eine Mineralberechnung nach der Rosi-walschen Methode an einer entsprechenden Probe, welche der Gegend westlich von Kokkila am NE-strande von Kakskerta entstammte, ausgeführt. Die Berechnung gab folgendes Resultat:

	Gew. %
Plagioklas Ab_2An_1	64.4
Mikroclin	4.7
Quarz	15.4
Monokl. Pyroxen	5.8
Hypersthen	2.5
Biotit	5.0
Eisenerz	2.1
Apatit	0.1
	100.0

Die Mikroklinmenge ist so gering, dass, wie aus dem Verhältnisse von Kalifeldspat : Kalknatronfeldspat = $4.7 : 64.4 = < \frac{1}{7}$, und dem gleichzeitigen reichlichen Vorhandensein von Quarz ersichtlich ist, das Gestein hier schon einen *quarzdioritischen* Character hat. Dies tritt auch sehr deutlich in der chemischen Zusammensetzung des Gesteines zum Vorschein. Um die letztere zu ermitteln, wurde zunächst die Berechnung der Zusammensetzung der einzelnen Gemengteile ausgeführt:

Plagioklas:

Albit: Na_2O = 5.1 %	Anorthit: CaO = 4.3 %
Al_2O_3 = 8.4 »	Al_2O_3 = 7.8 »
SiO_2 = 29.5 »	SiO_2 = 9.3 »
43.0 %	21.4 %

Mikroklin:

K ₂ O	=	0.8	%
Al ₂ O ₃	=	0.9	»
SiO ₂	=	3.0	»
		<u>4.7</u>	%

Quarz:

SiO ₂	=	15.4	%
------------------	---	------	---

Klinopyroxen:

FeO	=	1.0	%
MgO	=	0.9	»
CaO	=	0.8	»
SiO ₂	=	3.1	»
		<u>5.8</u>	%

Hypersthen:

MgO	=	0.4	%
FeO	=	0.8	»
SiO ₂	=	1.3	»
		<u>2.5</u>	%

Biotit:

MgO	=	0.6	%
FeO	=	0.7	»
Al ₂ O ₃	=	0.8	»
TiO ₂	=	0.1	»
Na ₂ O	=	0.2	»
H ₂ O	=	0.2	»
SiO ₂	=	1.8	»
Fe ₂ O ₃	=	0.2	»
K ₂ O	=	0.4	»
		<u>5.0</u>	%

Apatit:

P ₂ O ₅	=	0.04	%
CaO	=	0.06	»
		<u>0.10</u>	%

Eisenerz:

Fe ₂ O ₃	=	2.1	%
--------------------------------	---	-----	---

Aus diesen Werten resultiert für das ganze Gestein folgende Zusammensetzung:

Tabelle 2.

Pyroxenquarzdiorit von Kokkila, Kaskerta.

	%	Mol. prop.	Mol. %		Norm
SiO ₂	= 63.4	1,057	69.0	Q	13.02 %
Al ₂ O ₃	= 17.9	176	11.4	or	7.23 »
Fe ₂ O ₃	= 2.3	14	0.9	ab	44.54 »
FeO	= 2.5	35	2.2	an	21.68 »
MgO	= 1.9	47	3.0	S:a sal	86.47 %
CaO	= 6.0	107	7.0	di	5.13 »
K ₂ O	= 1.2	13	0.9	hy	5.62 »
Na ₂ O	= 5.3	85	5.5	mt	3.25 »
TiO ₂	= 0.1	1	0.1	il	0.15 »
P ₂ O ₅	= 0.04	—	—	S:a fem	14.15 %
	<u>100.64</u>	<u>1,536</u>	<u>100.0</u>		<u>100.62</u> %

Im amerikanischen Systeme: 2, 4, 3, 4. Tonalos.

Von der Analyse der Tabelle 1 unterscheidet sich die oben berechnete Zusammensetzung hauptsächlich durch noch höheren Gehalt an CaO, noch stärkeres Vorwiegen von Natron über Kali, etwas grössere Menge von Eisen und Magnesia, aber niedrigeren Gehalt an Al_2O_3 .

Trotz der in quarzdioritischer oder in biotitgranitischer Richtung verlaufenden Abweichungen in der Zusammensetzung des herrschenden Gesteines hält sich die Beschaffenheit seiner Gemengteile im grossen Ganzen sehr konstant. Die letzteren sollen im Folgenden nach ihren Eigenschaften näher characterisiert werden:

Der *Plagioklas* ist, wie es die mikroskopische Untersuchung ergab, zum grossen, vielleicht grössten Teile ein *Oligoklas* An_{27} , also etwa Ab_3An_1 , denn der Maximalauslöschungswinkel in Schnitten \perp PM beträgt etwa 8° , der optische Character ist negativ, und die Lichtbrechung ist in den meisten Fällen grösser als die des Quarzes, es wurden in Parallelstellung beobachtet: $\omega < \alpha, \varepsilon > \gamma$.

Dieser Oligoklas zeigt meist deutliche Zwillinglamellierung. Daneben kommen jedoch ziemlich häufig Feldspatsindividuen vor, bei denen keine Zwillingstreifung zu erkennen ist. Dass aber in ihnen kein Orthoklas vorliegt, ist sofort an der hohen Lichtbrechung zu erkennen, wie sie aus dem Vergleiche mit angrenzenden Quarzkörnern hervorgeht. Dieser ungestreifte Feldspat zeigt in Schnitten, welche eine Achsenisogyre austreten lassen, nicht immer negativen, sondern auch vereinzelt positiven optischen Character. Auch fanden sich unter diesen Schnitten solche vor, bei denen sich die Isogyre bei Drehung fast gar nicht krümmte, sodass eine Bestimmung des optischen Characters ganz unsicher wurde. Es muss hier also ein Plagioklas vorliegen, der an der Grenze zwischen opt. positiven und negativen Character liegt, vermutlich ein Andesin mit etwa 40 % An, also etwa $Ab_{1\frac{1}{2}}An_1$. Die Combination von Plagioklasen der Zusammensetzungen Ab_3An_1 und $Ab_{1\frac{1}{2}}An_1$ in einem Verhältnisse von etwa 2:1 würde ungefähr zur Durchschnittszusammensetzung Ab_2An_1 führen, wie sie aus der Analyse berechnet wurde.

Bemerkt zu werden verdient, dass auch H. S. WASHINGTON ¹⁾ in seiner Beschreibung der Gesteine der Charnockitserie als eine Eigentümlichkeit der Kalknatronfeldspäte dieser hypersthen-führenden Gesteine das häufige Fehlen der Zwillingstreifung hervorhebt und zugleich erwähnt, dass auch andere Autoren wie KOLDERUP, HOLLAND, BUGGE, ADAMS und ROGERS die gleiche Beobachtung an derartigen Gesteinen gemacht haben.

¹⁾ The Charnockite Series of Igneous Rocks. Americ. Journal of Science, Vol. XLI. April 1916 pag. 323—338.

Der *Mikroklin* zeigt nur teilweise Gitterstruktur. Diese ist auch oft durch Quetschungen gestört. Zuweilen sieht man eigentümliche »Suturen«, nahtförmige, zickzackartige, feine Risslinien, welche die Gitterstruktur durchlaufen. Fast durchgehend ist der Mikroklin frisch und klar durchsichtig.

Oligoklas und Mikroklin sind häufig antiperthitisch mit einander verwachsen und zwar in einer Weise, dass der Oligoklas kleine Lamellen von Mikroklin einschliesst, welche gewöhnlich alle gleich orientiert und parallel zur Zwillingsstreifung des Oligoklases angeordnet sind. Grössere Individuen dieser Mikroklinpartien lassen zuweilen eine gewisse Flammigkeit und Andeutung zu Gitterstruktur erkennen. Fig. 1. zeigt diese Art der Verwachsung der beiden Feldspäte.

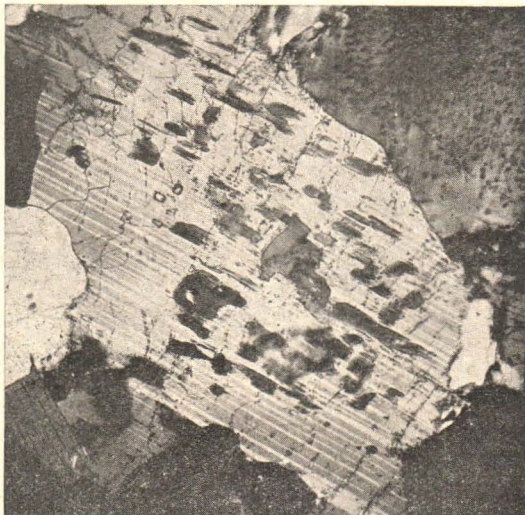


Fig. 1. Antiperthitische Verwachsung von Oligoklas und Mikroklin im Granodiorit von Kvarnbäret bei Brinkhall, Kakskerta. (36 ×, + Nikol.)

Die Verwachsung ist aber nicht immer antiperthitisch, denn man trifft auch häufig Mikroklinkrystalle an, welche Einschlüsse eines Mineralen enthalten, das ein wenig stärker licht- und doppelbrechend als der Mikroklin und aller Wahrscheinlichkeit nach

Oligoklas ist. Diese Lamellen sind parallel angeordnet und finden sich gewöhnlich in ziemlich grosser Anzahl vor. In Querschnitten erscheinen sie als kleine Punkte.

Der *Quarz* erscheint in Individuen von recht wechselnder Grösse. Die grösseren Körner sind in der Regel etwas undulös auslöschend, die kleineren oft gar nicht. In den ersteren bemerkt man häufig sehr zahlreiche kleine, schnurförmig angereihte Flüssigkeitseinschlüsse.

Die Grenzkonturen zwischen Quarz und Feldspat verlaufen oft in der Weise, dass die Einbuchtungen des Feldspates in den Quarz spitz zulaufen, während die des Quarzes in den Feldspat gerundet sind. Nicht selten bildet der Quarz schöne *Myrmekite* mit dem Oligo-

klas, die in sehr unregelmässiger Verteilung sich vorfinden, zuweilen nur ganz vereinzelt auftreten und dann wieder an anderen Stellen stark angehäuft sind. Kleinere Einschlüsse von Quarz kommen vorzugsweise in den Feldspäten, zuweilen aber auch in den farbigen Gemengteilen oder im Granate vor. Die Schliffdurchschnitte lassen sie häufig in Form von runden Tropfen erscheinen.

Der *Biotit* weist satte Farben auf, er ist pleochroitisch zwischen hellgelb und rötlich braun oder dunkelbraun, die letztere Farbe häufig mit einem Stich ins Grünliche oder Stahlgraue. Zuweilen bemerkt man in ihm Einschlüsse von stabförmigen Mikrolithen von rot durchsichtigem Hämatit. Häufig ist der Biotit auch von Aggregaten von kleinen Eisenoxydkörnern kranzförmig umgeben. Umwandlung in Chlorit ist bei ihm nicht selten.

Der *Pyroxen* ist, wie schon aus dem Modus Tabelle 1 ersichtlich, teils rhombisch, teils monoklin, wobei bald die eine, bald die andere dieser beiden Arten vorherrscht, gewöhnlich jedoch die rhombische. Der *monokline* Pyroxen ist im durchgehenden Lichte farblos mit einem kaum merklichen Stich ins Grünliche, ein Pleochroismus ist im Dünnschliffe nicht erkennbar. Die Auslöschungsschiefe konnte in den zufälligen Schnitten bis auf 43° festgestellt werden. Unter den Schnitten der verschiedenen Präparate fand sich auch ein solcher vor, in welchem die spitze Bissectrix ziemlich gerade austrat, sodass der Achsenwinkel mit Hilfe der Klein'schen Lupe gemessen werden konnte. Es betrug $2 E = 91^\circ$, und $2 V = 49^\circ 40'$. Eine Verwechslung mit Hypersthen war ausgeschlossen, da die spitze Bissectrix zweifellos positiv war. *Es liegt hier also ein Diopsid vor, der etwas kalkärmer ist als der gewöhnliche und sich den Enstatitaugiten nähern dürfte.* Die von W. WAHL ¹⁾ angeführten Diopside mit kleinem Achsenwinkel haben doch sämtlich kleineren Achsenwinkel als der hier vorliegende. Diesem am nächsten kommt noch der dunklere der beiden Pyroxene des Diabases von Rio de Janeiro, bei dem, wie WAHL angiebt, E. O. HOVEY $2 E = 83^\circ 55'$ bestimmte.

Häufig bemerkt man bei diesem Klinopyroxen Interpositionen von feinem Eisenerzstaub und braunen stabförmigen Mikrolitlamellen, welche parallel zu den oft sehr feinen Spaltrissen des Mineralen verlaufen oder auch sich längs den zufälligen Spalten desselben abgesetzt haben. Ausserdem kann bisweilen eine beginnende Uralitierung oder auch eine Umwandlung in Chlorit beobachtet werden.

Der rhombische Pyroxen ist *Hypersthen*. Sein Pleochroismus

¹⁾ W. WAHL, Die Enstatitaugite. Helsingfors 1906.

ist der gewöhnliche zwischen rötlich und grünlich, nur ist er im Dünnschliff ausserordentlich schwach. Die Spaltrisse sind zumeist ziemlich grob, und die Auslöschung zuweilen etwas schief, bis zu 7° oder 8°. Diese Spaltrisse verlaufen parallel zu (010), was auch aus der Lage der optischen Achsenebene in zufälligen Schnitten ungefähr parallel zur Querfläche hervorgeht. Spaltbarkeit vorwiegend nach (010) ist nach WASHINGTON¹⁾ auch für die Hypersthene der Charnockitgesteine charakteristisch. Die äusseren Konturen des Mineralen sind in der Regel gerundet, und die gewöhnliche Umwandlung in Serpentin längs seiner Spalten und Ränder lässt sich überall wahrnehmen. Stellenweise wurde Verwachsung mit monoklinem Pyroxen beobachtet, in der Weise, dass der letztere sehr dünne, polysynthetisch wiederholte Lamellen parallel zur Spaltfläche des Hypersthens bildet. Diese feinen Lamellen erkennt man an ihrer stärkeren Doppelbrechung und ihrer schiefen Auslöschung, doch ist die Lamellierung häufig so dünn, dass sie nur undeutlich hervortritt. Die Orientierung der beiden Pyroxene zu einander ist nach der Verticalachse. Wo der Hypersthen mit Feldspat in Berührung kommt, greifen zuweilen dünne Serpentinadern wie feine, vom Hypersthen ausstrahlende fangarmähnliche Büschel in die Spalten des Feldspates über.

Unter den accessorischen Gemengteilen tritt der *Apatit* in meist geringer, doch etwas wechselnder Menge auf, vereinzelt dicke Säulchen bildend. *Zirkon* in sehr kleiner Menge ist häufig vorhanden und erscheint in der gewöhnlichen Weise in ovalen oder runden Körnern. Wo er im Biotit eingeschlossen vorkommt, sind seine Körner meist von pleochroitischen Höfen umgeben. Die Dicke der pleochroitischen Ringe wurde auf etwa 0.07 mm bestimmt. Das Eisen-erz ist *Magnetit*, der in vereinzelt unregelmässig begrenzten Körnern erscheint, und *Eisenoxyd*, der sich sekundär in den Spalten und Hohlräumen des Gesteines abgesetzt hat. Sporadisch tritt roter *Granat* auf, der im durchgehenden Lichte meist farblos, bisweilen aber auch schwach rötlich ist. Vermutlich ist er Almandin. Er zeigt fast immer unregelmässige Begrenzung, und besonders die grösseren Körner sind oft sehr zerrissen und erfüllt von Einschlüssen, sodass sie ein poikilitisches Aussehn haben. Die Einschlüsse bestehen zumeist aus kleinen Quarzkörnern, daneben finden sich aber auch Glimmer und Magnetit vor.

In der *eugranitischen Struktur* des Gesteines macht sich eine Neigung zu Panallotriomorphie geltend, indem die Mehrzahl der

1) H. WASHINGTON, l. c. pag. 333.

wesentlichen Gemengteile fast durchgehend anhedrale Umgrenzung zeigt. Euhedral sind nur die Beigemengteile Apatit und Zirkon, und unter den wesentlichen Gemengteilen zeigen nur der Biotit und ein Teil der Hypersthenindividuen Neigung zu Idiomorphie. Die makroskopisch oft mehr oder weniger deutlich hervortretende Parallelstruktur macht sich mikroskopisch nie geltend. Dagegen kann man in den Dünnschliffen häufig Druckerscheinungen beobachten, wie z. B. an den Krystallen des Plagioklases und des Biotites Beugung, Zerreißung und Verschiebung der einzelnen Teile gegen einander.

Während die hier oben beschriebenen Gesteinsgemengteile sich sowohl im typischen Granodiorite wie auch in den quarzdioritischen Partien in gleicher Ausbildung sich vorfinden, so erhält in gewissen Modifikationen des Gesteines, welche beträchtlich mehr als die quarzdioritische vom Haupttypus abweichen, der wesentlichste Gemengteil, der Plagioklas, eine bedeutend basischere Beschaffenheit, während zugleich die Menge der dunklen Gemengteile stark anwächst. Es sind diese Modifikationen *Norite*, welche allerdings nur von sehr geringer Ausdehnung sind und nur als abgerissene Bruchstücke des Gesteinskomplexes oder als eine unbedeutende Randfacies desselben vorkommen. An vier Stellen wurden diese *Norite* angetroffen und zwar alle auf der Insel Kakskerta. Die eine, davon befindet sich am nordöstlichen Abhange des Kvarnbärget, ungefähr 1 km ENE vom Herrenhofe Brinkhall, dicht an der scharfen Verwerfungsgrenze zwischen Pyroxengranodiorit und Migmatit, die zweite beim Bauernhofe Raustvuori ganz am Westrande der Insel, die dritte am Südfusse des Berges Kettuvuori im Südwesten und die vierte beim Bauernhofe Ollila am Südrande der Insel.

Während beim erstgenannten Vorkommen der *Norit* unmittelbar mit dem Hauptgesteine zusammenhängt, bildet derselbe in den letzten drei Vorkommen vom Pyroxengranodiorite abgetrennte fragmentarische, nur einige Meter im Durchschnitt messende Einschlüsse im Biotitgranit.

Diese *Norite* heben sich durch ihre dunklere grüngraue Farbe und feineres Korn vom herrschenden Granodiorite ab und zeichnen sich durch Parallelschiefrigkeit aus. Sie sind bedeutend reicher an dunklen Gemengteilen, aber führen Feldspat von derselben braungrünen Farbe des letztgenannten Gesteines.

Unter sich zeigen sie gewisse Verschiedenheiten, die hauptsächlich erst bei mikroskopischer Untersuchung hervortreten.

Das Gestein von *Kvarnbärg* erwies sich unter dem Mikroskop aus Plagioklas, Pyroxen, Biotit, etwas Quarz und Apatit zusammengesetzt. Der Plagioklas ist Labrador-andesin An_{45} . Der Pyroxen ist teils schwach pleochroitischer Hypersthen, teils monoklin und farblos. Obgleich sich vom monoklinen Pyroxene kein Schnitt vorfand, der eine direkte Messung des Achsenwinkels gestattet hätte, so lässt sich doch, da das Mineral genau dasselbe Aussehen hat wie im Granodiorit, und die austretenden Achselisogyren die gleiche Beugung zeigen wie dort, mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass auch hier ein kalkärmerer Diopsid vorliegt. Der Biotit ist von der selben Beschaffenheit wie im Granodiorit. Quarz kommt in sehr geringer Menge vor und füllt nur die miarolitischen Hohlräume aus. Mikroclin fehlt gänzlich. Accessorisch finden sich Apatit und Magnetit vor. Die Struktur ist gabbroid, die Plagioklasleisten sind breit, und ihre Zwillingslamellen von wechselnder Breite, die Pyroxenindividuen haben abgerundete Konturen.

Bei *Raustvuori* liegt ein *Quarznorit* vor, da sich hier in ziemlicher Menge Quarz vorfindet. Der Plagioklas ist genau der selbe wie in *Kvarnbärg*. Der Pyroxen ist ausschliesslich Hypersthen, neben welchem sich als weiterer dunkler Bestandteil Biotit vorfindet. Die Beigemengteile sind die selben wie im vorigen Gesteine, nur ist die Magnetitmenge grösser.

Das Gestein vom Berge *Kettuvuori* unterscheidet sich von den von *Raustvuori* durch etwas feineres Korn, Granathalt, einwenig geringeren Quarzgehalt und das Fehlen von Biotit; es hat im übrigen den selben Plagioklas und in gleicher Weise als dunkelen Gemengteil ausschliesslich Hypersthen.

Beim Gesteine von *Ollila* ist der Plagioklas etwas basischer als bei den vorigen Gesteinen, er ist ein Labrador An_{56} . Das Gestein ist das am meisten basische dieser Norite, da auch die Gesamtmenge der dunklen Gemengteile grösser ist als bei den übrigen. Der Pyroxen ist hauptsächlich Hypersthen, bei welchem kein oder nur ein äusserst geringer Pleochroismus zu bemerken ist, sodass man geneigt wäre, ihn für Enstatit zu halten, wenn nicht der negative optische Character den Hypersthen erwiese. Neben ihm kommt auch Enstatitaugit vor. Im übrigen führt das Gestein auch Biotit und accessorisch Magnetit.

Um auch die quantitativen Mineralverhältnisse bei diesen Noriten festzustellen, wurden von dreien von ihnen (*Kvarnbärg*, *Kettuvuori* und *Ollila*) die Gewichtsprozente der Gemengteile nach Rosiwal's Methode bestimmt:

	Kvarnbärget	Kettuvuori	Ollila
Plagioklas An ₄₅	57.5	72.0	An ₅₆ 50.2
Hypersthen	21.0	15.2	33.1
Klinopyroxen	10.7	—	4.7
Biotit	9.5	—	7.8
Quarz	0.4	4.3	1.7
Magnetit	0.8	4.3	2.5
Apatit	0.1	—	—
Granat	—	4.2	—
	100.0	100.0	100.0

Alsdann wurde für diese drei Gesteine die Zusammensetzung der einzelnen Gemengteile in Gewichtsprozenten des ganzen Gesteines in analoger Weise wie es beim Quarzdiorite von Kokkila geschah berechnet, wobei für Hypersthen die Zusammensetzung: 52 % SiO₂, 31 % FeO und 17 % MgO angenommen, der Klinopyroxen als zu $\frac{3}{4}$ aus Diopsid und zu $\frac{1}{4}$ aus Enstatit bestehend und der Granat als Almandin verrechnet wurde. Zur Vereinfachung der Rechnung kam, soweit möglich, die mineralogische Drehscheibe von W. J. MEAD in Anwendung.

Schliesslich wurde aus den so erhaltenen Werten, welche wir hier des Raumes halber nicht anführen, für jedes der Gesteine die chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozenten zusammengestellt:

	Kvarnbärget	Kettuvuori	Ollila
SiO ₂	53.62	54.02	49.40
TiO ₂	0.25	—	0.24
Al ₂ O ₃	17.13	20.49	15.80
Fe ₂ O ₃	1.03	4.79	2.12
FeO	9.15	7.22	12.69
MgO	7.60	2.40	9.42
CaO	6.05	6.51	6.45
Na ₂ O	4.07	4.67	2.88
K ₂ O	0.84	0.33	0.69
P ₂ O ₅	0.04	—	—
H ₂ O	0.34	—	0.28
	100.12	100.43	99.97

Im amerikanischen Systeme sind die drei Norite in folgender Weise verteilt:

Kvarnbärget:	2, 5, 3, 5.	Beerbachos
Kettuvuori:	2, 5, 3, 5.	Beerbachos
Ollila:	3, 5, 4, 3.	Auvergnos.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass die hier beschriebenen Norite in genetischem Zusammenhange mit dem Pyroxengranodiorit stehen, und mit ihm Differentiationsprodukte des selben Magmas darstellen. Dafür spricht einerseits der Umstand, dass an so verschiedenen Stellen, im Norden, Westen und Süden des Granodioritkomplexes randlich sich fragmentarische Bildungen der selben, oder nahezu der selben Gesteinsart mit denselben charakteristischen Mineralien vorfinden, und andererseits die Ähnlichkeit der dunklen Gemengteile der Norite mit denen des granodioritischen Hauptgesteines. Allerdings sind diese Zeugen vorsichgegangener Differentiationsprozesse, wie es die Norite hier sind, von nur sehr geringen Dimensionen, doch das Hauptgewicht ist darauf zu legen, dass sich derartige Zeugen überhaupt vorfinden. Man muss wohl annehmen, dass die Norite zu den ältesten Ausscheidungen des Magmas gehörten, und dass sich in der Tiefe möglicherweise ähnliches basisches Gestein in grösserer Ausdehnung vorfindet. Wie weit diese basischen Ausscheidungen im jetzigen Niveau der Erosion zum Vorschein kommen, ist dabei unwesentlich.

Nicht in dieselbe Kategorie wie die eben beschriebenen Norite gehörend ist ein *Quarzgabbro*, welcher am Südrande der Insel Kakskerta nahe dem Bauernhofe Lämpälä dicht am Meeresstrande einen Einschluss von ebenfalls nur geringen Dimensionen im Biotitgranite bildet. Zusammensetzung und Struktur dieses Gesteines lassen nämlich vermuten, dass es genetisch in keinem nahen Zusammenhange mit den Noriten oder dem Pyroxengranodiorit steht, sondern vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach einen Einschluss eines älteren fremden Gesteines bildet. Dieses Gestein, das feinkörnig und dunkelgrüngrau ist, hat folgende Mineralzusammensetzung: Plagioklas, Diopsid, Quarz, Titanit, Apatit, Eisenerz und sekundär Calcit und Muskovit. Der Plagioklas ist Labrador An_{62} . Sekundär hat sich nach ihm vielfach Muskovit und in grosser Menge Calcit gebildet, welcher letztere stets in der Nachbarschaft des Plagioklases oder in ihm eingeschlossen auftritt. Der Diopsid ist frisch und wenig umgewandelt und zeigt verhältnismässig niedrige Doppelbrechung. Zur Bestimmung des Achsenwinkels konnten keine geeigneten Schnitte ausfindig gemacht werden, aber die beobachtete geringe Beugung austretender einzelner Achsenisogyren lässt auf einen grösseren Winkel als bei den Klinopyroxenen des Granodiorites und der Norite schliessen, sodass hier ein normaler Diopsid vorliegen dürfte. Der Quarz, welcher xenomorphe Körner bildet, tritt in einer für Quarzgabbro ungewöhnlich grossen Menge auf. Titanit bildet zahlreiche, abgerundete, subhedrale Krystalle mit deutlichem Pleochroismus. Apatit

erscheint in einzelnen grösseren Krystallen. Magnetit findet sich ungleichmässig angehäuft in Form länglich schmaler, zierlicher Bildungen vor. Die Struktur des Gesteines ist gabbroid mit stellenweise hervortretenden poikiloblastischen Character.

Schon anfangs wurde erwähnt, dass der Pyroxengranodiorit allmählich in den rötlichgrauen Biotitgranit übergeht, und dass sich hauptsächlich an den Rändern des Granodioritkomplexes Übergangszonen vorfinden. In recht deutlicher Weise lässt sich dieser Übergang z. B. an den felsigen Anhöhen südlich vom Höytis-sunde auf Kaksकर्ता beobachten. Die Art des Überganges zwischen beiden Gesteinen trägt den Character eines solchen zwischen zwei unscharf begrenzten Schlieren desselben Magmas, von denen die eine etwas jünger ist als die andere. Die Rolle der jüngeren Ausscheidung spielt hier der Biotitgranit. Er umschliesst nahe den Kontakten häufig grössere und kleinere Bruchstücke des Pyroxengranodiorites, wobei die Grenzen zwischen umschliessendem Gestein und den Bruchstücken teils verwaschen, teils schärfer sind. Überall erhält man deutlich den Eindruck, dass der Pyroxengranodiorit sich früher konsolidierte als der Biotitgranit.

Mineralogisch bekundet sich dieser Übergang zunächst in der völligen Verdrängung der Pyroxenminerale durch den Biotit, während anfänglich noch dieselben Feldspäte wie im pyroxenhaltigen Gesteine vorherrschen, und das Gestein also noch granodioritisch ist, sodass Biotitgranodiorit sich in der nächsten Umgebung des Pyroxengranodiorites noch in grösserer Ausdehnung vorfindet. Beim weiteren Fortschreiten des Ueberganges ändert sich die Gesteinsfarbe in grau oder rötlich, und es machen die basischeren Plagioklase mehr und mehr dem saureren Oligoklase und dem Mikrokline Platz, welches letztere Mineral unter den Feldspäten vorzuherrschen beginnt. Neben Biotit tritt zuweilen auch etwas Hornblende zum Vorschein und zu den Nebengemengteilen gestellt sich häufig Titanit.

Der herrschende Biotitgranit bildet mit älterem Gneis den *Migmatit*, welcher, wie bereits weiter oben erwähnt wurde, längs dem nördlichen und dem südlichen Strande der Insel Kaksकर्ता schmalere Streifen bildet, die auch auf die südliche Ufergegend von Kustö übergreifen. Der Gneis ist feinkörnig, dunkelgrau und biotitreich. U. d. Mikr. erkennt man, dass er auch sehr quarzreich ist und eine durchaus krystalloblastische Struktur besitzt. Sein ausschliess-

licher Feldspat ist Oligoklas An_{30} . Der Biotit hat bei dunkelbrauner Farbe oft einen Stich ins Grünliche. Seine verhältnissmässig kleinen Lamellen sind da, wo Parallelstruktur mikroskopisch zum Vorschein kommt, subparallel angeordnet. Ebenso ist auch eine subparallele Streckung der länglichen, ziemlich grossen und sehr unregelmässig begrenzten Quarzindividuen zu erkennen.

Der Biotitgranit durchdringt diesen Gneis in parallel mit der Schieferung verlaufenden Adern und Gängen, wobei er zum Teil auch pegmatitischen Habitus annimmt. Die Richtung der Schieferung ist meist W—E, das Fallen beträgt ca. 70° S.

Am Nordrande der Insel Kakskerta bestehen die Strandfelsen neben der Kirche aus diesem Migmatit, der hier von einem hellroten, sehr grobkörnigen, ca. 1 m breiten Pegmatitgänge durchsetzt ist. Ein ganz ähnlicher Pegmatitgang von der selben Breite wurde auch auf der Südseite der Insel im Migmatite beobachtet. Der Feldspat dieser Migmatite ist Mikroklin.

Fast überall, wo der Migmatit auftritt, ist er in wechselnder, oft sehr erheblicher Menge von roten, bis zu erbsengrossen Granaten bedeckt, wobei diese Granatimpregnation sich in gleicher Weise über Gneis- und Granitteile erstreckt.

Die Durchdringung des Pyroxengranodiorites durch den Pegmatitgranit geschieht meist in Form zahlreicher schmaler Apophysenschwärme, die sich in gleicher Weise auch durch den Biotitgranit ziehen. Stellenweise nimmt die Pegmatitintrusion auch grössere Dimensionen an, wie es z. B. am Berge Kettuvuori am südwestlichen Ende von Kakskerta der Fall ist. Dieser Berg besteht zum grössten Teile aus hellgrauem, mittelkörnigen Biotitgranit, welcher von rotem, meist pegmatitisch ausgebildeten, zuweilen grosskörnigen Granit reichlich durchdrungen ist. Am Südabhange des Berges breitet sich der rote Pegmatitgranit ausgedehnter aus, und am Fusse dieses Abhanges kommen stellenweise Teile von Pyroxengranodiorit und von Norit umschlossen vom roten Granite vor. Noch etwas weiter dem Strande zu setzt der Migmatit ein, der die Strandfelsen aufbaut und aus hellgrauen Biotitgranit und dem von diesem intrudierten feinkörnigen, dunkelgrauen Biotitgneise besteht. Der Migmatit ist hier in hohem Maasse vom roten Pegmatitgranite durchsetzt, der sowohl in der Streichungsrichtung (N 85° W) als auch quer dazu Gänge bildet.

Ob das so allgemeine und gleichmässige Vorkommen dieses Pegmatitgranites im Eruptionsgebiete des Biotitgranites und Pyroxengranodiorites so zu deuten ist, dass derselbe auch als mit den beiden letzteren Gesteinen komagmatisch anzusehn sei, mag dahin gestellt

bleiben. Vielleicht gehört er einer wesentlich jüngeren Intrusionsreihe an.

Jedenfalls dürften der Biotitgranit und der Pyroxengranodiorit zum südwestfinnischen »Küstengranite« zugehörig sein, der in den Brüchen von Drottningbärgen bei Hangö als der bekannte »Hangögranit« als Baustein gebrochen wird. Dieser Küstengranit und die Adergneisse, welche derselbe in den Schären von Hangö mit älterem Gneisgranite bildet, sind von J. J. SEDERHOLM¹⁾ näher beschrieben worden, und er wird von ihm dem Alter nach zu den postbottnischen Graniten gestellt.

Das hier geschilderte Vorkommen von Pyroxengranodiorit ist keineswegs ein in Finnland vereinzelt dastehendes, sondern derartige Gesteine finden sich im Lande ziemlich zahlreich verbreitet vor. Schon 1894 erwähnt B. FROSTERUS²⁾ von Föglö und Kökar auf Åland das Vorkommen von Augitgranit als Uebergangsglied zwischen Granit und Quarzdiorit. Diese dioritischen Partien sieht er für basische Ausscheidungen des Granitmagmas an.

E. MÄKINEN³⁾ beschreibt aus dem mittleren Österbotten, und zwar aus der Gegend von Pyhäjoki und Oulainen, braungefärbte, bis zu 5 oder 6 % Hypersthen enthaltende Modificationen von Granodiorit. Interessant ist es, das hier, gleich wie in den Schären von Åbo, der hypersthenhaltige Granodiorit in magmatischem Zusammenhange mit Gabbrogesteinen steht. Hierüber schreibt MÄKINEN (in deutscher Übersetzung): Dieser Typus (der hypersthenführende Granodiorit) scheint an vielen Stellen mit Gabbro nahe verbunden zu sein, in der Weise, dass man in ihm grosse und kleine Gabbroeinschlüsse antrifft oder, dass der Granodiorit, je mehr man sich vom normalen Granodiorittypus aus dem Gabbrogebiete nähert, allmählich braune Farbe annimmt, hypersthenhaltig wird und sogar kontinuierlich in den Gabbro übergehen kann. Das ist z. B. der Fall an einigen Stellen der Grenzgebiete der Kirchspiele Pyhäjoki und Oulainen.

H. VÄYRYNEN⁴⁾ schildert aus dem Kirchspiele Vähäkylä im südlichen Österbotten Granodiorite und Granite, in welchen neben

1) J. J. SEDERHOLM, Om granit och gneis etc., Bull. Comm. Géol. Finl. N:o 23.

2) B. FROSTERUS, Beskrifning till kartbladet N:o 25, Föglö, Finlands geol. undersökn. 1894.

3) E. MÄKINEN, Översikt av de prekambrisk bildningarna i mellersta Österbotten i Finland. Bull. Comm. Géol. de Finlande. N:o 47. Helsingfors 1916, pag. 44.

4) H. VÄYRYNEN, Petrologische Untersuchungen der granito-dioritischen Gesteine Süd-Ostbothniens. Bull. Comm. géol. Finl. N:o 57. Helsingfors 1923.

Diopsid sich Hypersthen, Biotit und Granat vorfinden, und deren Kalifeldspäte neben Mikroklin aus Orthoklas bestehen. Beim Plagioklase wird ähnliche antipertitische Ausbildung erwähnt, wie sie der Verfasser hier beim Granodiorite von Kakskerta beschrieben hat. Diese Gesteine, welche sich ebenfalls durch dunklere bräunlich-grüne Farbe auszeichnen, rechnet VÄYRYNEN zu der Reihe der »jüngeren Granite« d. h. der postbottnischen.

Nach mündlichen Mitteilungen von W. W. WILKMAN treten diopsid- und hypersthenführende Granodiorite in sehr allgemeiner Verbreitung im mittleren Finnland östlich der Stadt Iisalmi und in den Kirchspielen Kiuruvesi, Pielavesi, Rautalampi und Suonnejoki auf, wo sie Teile der postbottnischen Granitmassive ausmachen. In dem künftig erscheinenden Kartenblatte Kuopio der geologischen Untersuchung Finnlands wird WILKMAN die Beschreibung dieser Gesteine veröffentlichen.

Aus den nördlichsten Teilen von Finnland hat J. J. SEDERHOLM Handstücke eines am Südstrande des Flusses Ivalojoki einige 100 m W von Kultala anstehenden Gneisgranites gesammelt, bei welchem die mikroskopische Untersuchung das Vorhandensein von Hypersthen ergab, und der Verfasser hat in einem beim Wasserfalle Kotikoski des Flusses Tuntsajoki in Kuolajärvi anstehenden Granitgneise Hypersthen als einzigen mafischen Gemengteil vorgefunden (künftig erscheinendes Kartenblatt Kuolajärvi). Auch ziemlich unmittelbar an der finnischen Grenze schon auf schwedischem Gebiete hat der Verfasser ca. 1 km nördlich von Salmis, dem Hafenorte Haparandas, sowie auch im Berge Karhuvaara im Kirchspiele Karl Gustaf, nördlich von Haparanda, granodioritisches Gestein mit Hypersthen angetroffen.

Unter ausländischen Beispielen von hypersthenführenden granitischen und granodioritischen Gesteinen sind vor allem die s. g. *Charnockite* zu erwähnen. Diesen Namen wendet bekanntlich T. H. HOLLAND als Seriennamen für in der Nähe von Madras in Indien vorkommende pyroxenhaltige saure, intermediäre und basische Gesteine archaischen Alters an, die sich von Graniten zu Norit und Pyroxeniten abstufen. In seiner Abhandlung »The Charnockite Series of Igneous Rocks« giebt H. S. WASHINGTON¹⁾ eine kurze Uebersicht dieser indischen Charnockite, bringt neue Analysen dieser Gesteine und stellt sie zum Vergleich mit ziemlich analogen Gesteinen von Norwegen, Ellesmereland, der Elfenbeinküste und Peekskill im Staate New-York (Cortlandt-serie) zusammen.

¹⁾ l. c.

Es liegt für uns nahe, diesen Vergleich auch auf die Gesteinsserie von Kakskerta auszudehnen, da ja auch diese Gesteine, soweit der pyroxenführende Granodiorit und Quarzdiorit sowie die Norite in Frage kommen, unzweifelhaft mit den Charnockiten nahe verwandt sind. Der Differentiationsgang ist bei allen diesen charnockitischen Gesteinsserien der gewöhnliche, nämlich von basischer Zusammensetzung zu saurer übergehend. Wir finden unter ihnen Vertreter für eine ultrabasische, eine basische, eine intermediäre und eine saure Reihe, und obgleich nicht alle diese Stadien in jeder der verglichenen Gesteinsserien vertreten sind, so sind die Glieder der verschiedenen Serien in denselben Reihen einander meist recht ähnlich. In der *ultrabasischen* Reihe ist die indische Gesteinsserie durch den Bahiait von Pallavaram, und die Cortlandtserie durch den Pyroxenit von Montrose Point vertreten. Zu ihnen kann der Norit von Ollila auf Kakskerta gestellt werden, obwohl er etwas reicher an Feldspat und dementsprechend ärmer an femischen Bestandteilen als die beiden erstgenannten Gesteine ist. In der *basischen* Reihe finden wir von der Gesteinsserie von Madras den Hornblendenorit von St. Thomas Mt. und von der norwegischen den Anorthosit von Ogne, Ekersund. Die Elfenbeinküste, Kakskerta (Raustvuori und Kettuvuori) und New-York sind durch Norite vertreten. Die *intermediäre* Reihe zeigt Quarzhypersthendiorit von Madras, Mangerit von Farsund, Hypersthenquarzdiorit von Ellesmereland, Hypersthengranit von Mt. Zan, Elfenbeinküste und Pyroxengranodiorit und Pyroxenquarzdiorit von Kakskerta. Die *saure* Reihe umfasst Charnockit von St. Thomas Mt., Madras, Hypersthengranit von Birkrem, Norwegen, Hypersthenadamellit von Ellesmereland und Hypersthengranit von Mt. Gbon, Elfenbeinküste. In dieser sauren Reihe hat die Gesteinsserie von Kakskerta keinen Vertreter, welcher der eigentlichen Charnockitserie zugezählt werden könnte. An Stelle eines solchen tritt hier ihr sauerstes Differentiationsglied, der Biotitgranit, welcher in seiner Zusammensetzung dem südwestfinnischen Küstengranite (Hangögranit) im Durchschnitt gleichkommen dürfte.

Bei der Zuziehung der Gesteine von Kakskerta zu diesem Vergleiche sei hier aber noch einmal betont, dass Pyroxengranodiorit und Biotitgranit die weitaus vorherrschenden Gesteine auf Kakskerta sind, während die Glieder der basischen und ultrabasischen Reihe daselbst nur »spurenweise« zu Tage treten.

Der hier geführte Vergleich würde gewiss durch Wiedergabe des gesamten Analysenmaterials der verglichenen Gesteine gewinnen, doch würde das den Umfang dieser Arbeit, die in der Hauptsache nur eine kurze Darstellung der bisher noch nicht beschriebenen Ge-

steine von Kakskerta und Kustö bezweckt, zu weit anschwellen lassen. Es sei uns jedoch hier gestattet die verschiedenen Typen der Gesteinsreihe von Kakskerta zur Übersicht noch einmal zusammenzustellen und zwar im Gewande der Molekularformeln von W. HOMMEL¹⁾, welche wir aus den Analysen, resp. den aus den Mineralbeständen berechneten Zusammensetzungen der betreffenden Gesteine erhalten:

A. Saures Glied: Biotitgranit (Hangögranit) ²⁾	81.1	·	$\sum 4.0$	·	$\ddot{F}\ddot{T}Me$	·	2.8	
							1.4	
B. Intermediäre Glieder: Pyroxengranodiorit	69.6	·	$\sum 2.0$	·	$M_3\ddot{E}tf$	·	4.9	
							5.3	
							5.4	
							5.5	
Pyroxenquarzdiorit	69.1	·	$\sum 0.9$	·	$Mf\ddot{c}e$	·	8.1	
							5.0	
C. Basische Glieder: Norit von								
Raustvuori	} Mittel	58.7	·	$\sum 0.8$	·	M_4F_4ec	17.3
Kettuvuori								
							4.5	
							6.7	
D. Ultrabasisches Glied: Norit von Ollila	49.4	·	$\sum 0.4$	·	$\ddot{F}_6\ddot{M}_6ec$	·	32.0	
							2.7	
							6.2	

Aus diesen Formeln können wir in hier folgender Weise nach HOMMEL's Methode leicht die Projection der Gesteine construieren, welche uns eine klare Uebersicht über Stellung und Beschaffenheit derselben sowie auch über den Verlauf der Differentiation gewährt:

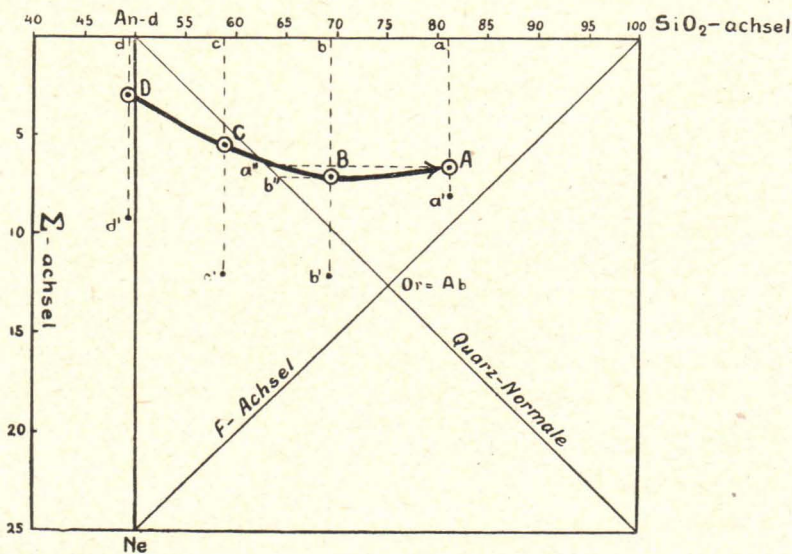


Fig. 2.

¹⁾ W. HOMMEL, Grundzüge der systematischen Petrographie. I. Berlin 1919.

²⁾ Die Formel ist aus der Analyse des Hangögranites berechnet, vergl. V. HACKMAN, Chem. Beschaff. Bull. Comm. Géol. Finl. N:o 15, pag. 30.

A, B, C, D sind die »Gesteinsorte«, die Strecken Aa, Bb, Cc, Dd geben uns, nach der vertikalen Skala der Σ -achsel gemessen, den Gehalt an Alkalifeldspat, Aa', Bb', Cc', Dd' dagegen den Anorthitgehalt an. Verdoppeln wir den Wert der Strecken Aa" und Bb", so gelangen wir zum Quarzgehalt der bezüglichlichen Gesteine, gemessen nach der Skala der SiO₂-Achsel. Ferner entsprechen die horizontalen Abstände von a', b', c', d', zur F-achsel, ebenfalls nach der Skala der SiO₂-achsel gemessen, der halben Summe der im Gesteine enthaltenen mafischen (+ alferischen) Gemengteile. Diese Strecken sind hier nicht durch Linien bezeichnet, um nicht die Projection auf Kosten der Uebersichtlichkeit zusehr zu belasten. Uebrigens entsprechen die Zahlen am Schlusse der Molekularformeln sehr nahe den halben Summen der vorhandenen mafischen Gemengteile. Die Kurve D-C-B-A gibt den Verlauf der Differentiation an.

Nach HOMMEL sind die charnockitischen Gesteine, vor allem die Reihe Anorthosit-Charnockit, typische Repräsentanten der »katorthogenen« Gesteine, die durch langsamste Abkühlungsgeschwindigkeit entstanden sind. In den Gesteinsserien, wie die der Charnockite von Indien, welche in der sauren Reihe durch hypersthenführenden Granit, also durch eigentlichen Charnockit vertreten sind, haben die Bedingungen für langsamste Abkühlungsgeschwindigkeit bis zum letzten, dem sauren Stadium der Auskrystallisation angedauert. Bei der Gesteinsserie von Kakskerta hat nicht durchweg langsamste Abkühlungsgeschwindigkeit vorgeherrscht. Schon die Glieder der basischen Reihe zeigen durch das Auftreten von Noriten ein Uebergreifen in die »mesorthogene« Reihe, und auch der Abschluss der Differentiationsprocesses hat sich unter etwas beschleunigter Abkühlungsgeschwindigkeit vollzogen: es ist nicht zur Bildung von Hypersthengranit gekommen, sondern es hat sich Biotitgranit gebildet, welcher der mesorthogenen Reihe angehört.

Zusammenfassung.

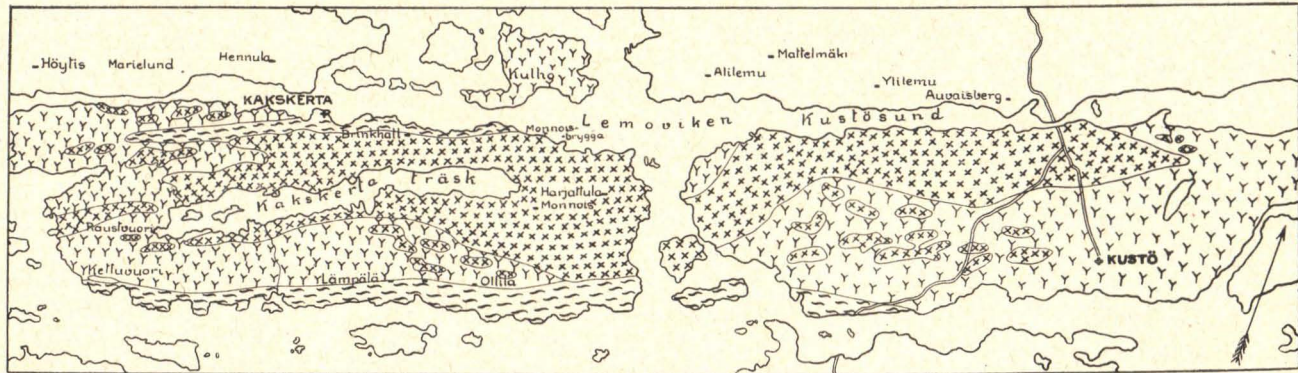
Der Verfasser gibt eine hauptsächlich rein descriptive Schilderung des auf den Inseln Kakskerta und Kustö in den Schären von Åbo vorkommenden Pyroxengranodiorites, der bisher noch nicht beschrieben worden ist. Das Gestein tritt daselbst umgeben von zum südwestfinnischen Küstengranit gehörendem Biotitgranit auf, mit welchem es als komagmatisch angesehen wird, als ältere Ausscheidung desselben Magmas. Der chemische Bestand mit Norm, Modus etc. ist auf Seite 3 ersichtlich. Die zusammensetzenden Mineralien sind Plagioklas von der Durchschnittszusammensetzung Ab_2An_1 , Mikroklin, Quarz, Biotit, Hypersthen und ein etwas kalkarmer, den Klinoenstatiten sich nähernder Diopsid. - Accessorisch finden sich daneben immer etwas Apatit, Zirkon und Eisenerz vor und zuweilen in wechselnder, aber stets geringer Menge Granat. Die Struktur ist eugranitisch mit Neigung zu Druckschiefrigkeit, selten ein wenig porphyrisch. Durch Zurücktreten des Mikroklines und Vorherrschen des Pyroxenes über Biotit geht stellenweise der Granodiorit in Quarzdiorit über. Von einem solchen wurde der Mineralbestand vermittelt der Rosiwal'schen Methode quantitativ festgestellt (Seite 4), die chemische Zusammensetzung der einzelnen Gemengteile berechnet und aus dieser Berechnung der chemische Bestand des ganzen Gesteines abgeleitet (Seite 5).

Stärker vom Hauptgesteine abweichend als die quarzdioritische Modifikation sind hie und da am Rande des Massives auf der Insel Kakskerta in sehr geringer Ausdehnung, meist in Form von Bruchstücken auftretende Teile von Norit. Sie führen dieselben mafischen Mineralien wie der Granodiorit, nur in bedeutend grösserer Menge, und ihr Feldspat ist wesentlich basischer. Zuweilen tritt Quarz in nicht ganz geringer Menge auf, sodass das Gestein ein Quarznorit wird. Ihrem Mineralbestande und ihrem Auftreten nach werden auch diese Norite als komagmatisch mit dem Granodiorite betrachtet. Von dreien der Norite wurden nach Rosiwal's Methode die quantitativen Mineralbestände und nach diesen die chemischen Bestände der Gesamtgesteine berechnet (Seite 12).

Ausser diesen Noriten kommt auch ein Quarzgabbro am Südrande von Kakskerta als Einschluss im Biotitgranite vor. Seiner abweichenden mineralogischen Beschaffenheit wegen ist er jedoch nicht als Differentiationsprodukt des selben Magmas, sondern als Fragment eines fremden Gesteines anzusehn.

Der Pyroxengranodiorit zeigt allmähliche Uebergänge in den umgebenden Biotitgranit und ist gleich wie dieser von zahlreichen Gängen von Pegmatitgranit durchzogen. Randlich ist der Granodioritkomplex auf Kakskerta längs dem Nord- und Südstrande der Insel von schmalen Zonen von Migmatit eingesäumt, der vom Biotitgranit und einem älteren, feinkörnigen biotitreichen Gneise gebildet und fast immer von reichlicher Granatbildung begleitet ist. Auch der Migmatit ist von Pegmatitgängen durchdrungen.

Zum Vergleiche werden zum Schluss einerseits andere finnische Vorkommen von hypersthenhaltigen Graniten und Granodioriten aufgezählt und andererseits Parallelen zwischen den hier beschriebenen Gesteinstypen der Inseln bei Åbo und der bekanntesten Repräsentanten der Charnockitserien und ihnen nahe stehender Gesteine gezogen. Es wird hierbei konstatiert, dass bei der Gesteinsreihe von Åbo im Gegensatz zu der Mehrzahl der Reihen charnockitartiger Gesteine das saure hypersthenführende Glied, der eigentliche Hypersthengranit fehlt, und anstattdessen die Differentiationsvorgänge mit der Bildung des Biotitgranites ihren Abschluss fanden. Dieser Umstand wird dadurch zu erklären versucht, dass bei dem Differentiationsverlaufe der Gesteine von Åbo die zur Bildung der Charnockitgesteine führende minimale Abkühlungsgeschwindigkeit nicht bis zuletzt anhielt, sondern schliesslich beschleunigt wurde.



ÜBERSICHTSKARTE DER INSELN KASKERTA UND KUSTÖ

XXXX
XXXX Pyroxengranodiorit
 YYYYY Biotitgranit
 ~~~~~ Migmatit



|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| N:o 20. | Zur geologischen Geschichte des Kilpisjärvi-Sees in Lappland, von V. TANNER. Mit einer Karte und zwei Tafeln. April 1907 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7:—  |
| N:o 21. | Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. II. Nya bidrag till frågan om Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER. Med 6 taflor. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. II. Nouvelles recherches sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark. Juni 1907....                                                                                               | 14:— |
| N:o 22. | Granitporphyr von Östersundom, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Figuren im Text und einer Tafel. Juni 1907 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6:—  |
| N:o 23. | Om granit och gneis, deras uppkomst, uppträdande och utbredning inom urberget i Fennoskandia, af J. J. SEDERHOLM. Med 8 taflor, en planteckning, en geologisk öfversigtskarta öfver Fennoskandia och 11 figurer i texten. English Summary of the Contents: On Granite and Gneiss, their Origin, Relations and Occurrence in the Pre-Cambrian Complex of Fenno-Scandia. With 8 plates, a coloured plan, a geological sketch-map of Fenno-Scandia and 11 figures. Juli 1907 ..... | 16:— |
| N:o 24. | Les roches préquaternaires de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 20 figures dans le texte et une carte. Juillet 1910 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7:—  |
| N:o 25. | Über eine Gangformation von fossilienführendem Sandstein auf der Halbinsel Långbergsöda-Öjen im Kirchspiel Saltvik, Åland-Inseln, von V. TANNER. Mit 2 Tafeln und 5 Fig. im Text. Mai 1911 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5:—  |
| N:o 26. | Bestimmung der Alkalien in Silikaten durch Aufschliessen mittelst Chlorkalzium, von EERO MÄKINEN. Mai 1911.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4:—  |
| N:o 27. | Esquisse hypsométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6:—  |
| N:o 28. | Les roches préquaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte. Juillet 1911 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6:—  |
| N:o 29. | Les dépôts quaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6:—  |
| N:o 30. | Sur la géologie quaternaire et la géomorphologie de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 13 figures dans le texte et 6 cartes. Juillet 1911....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10:— |
| N:o 31. | Undersökning af porfyrblock från sydvästra Finlands glaciala aflagringar, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6:—  |
| N:o 32. | Studier öfver de sydfinska ledblockens spridning i Ryssland, jämte en öfversikt af is-recessionens förlopp i Ostbaltikum. Preliminärt meddelande med tvenne kartor, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912.....                                                                                                                                                                                                                                                         | 5:—  |
| N:o 33. | Kvartära nivåförändringar i östra Finland, af W. W. WILKMAN. Med 9 figurer i texten. Deutsches Referat. April 1912.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6:—  |
| N:o 34. | Der Meteorit von St. Michel, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Tafeln und 1 Fig. im Text. August 1912 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9:—  |
| N:o 35. | Die Granitepegmatite von Tammela in Finnland, von EERO MÄKINEN. Mit 23 Figuren und 13 Tabellen im Text. Januar 1913 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10:— |
| N:o 36. | On Phenomena of Solution in Finnish Limestones and on Sandstone filling Cavities, by PENTTI ESKOLA. With 15 figures in the text. February 1913 ..                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7:—  |
| N:o 37. | Weitere Mitteilungen über Bruchspalten mit besonderer Beziehung zur Geomorphologie von Fennoskandia, von J. J. SEDERHOLM. Mit einer Tafel und 27 Figuren im Text. Juni 1913 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 9:—  |
| N:o 38. | Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Om landisens rörelser och afsmältning i finska Lappland och angränsande trakter, af V. TANNER. Med 139 figurer i texten och 16 taflor. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fennoscandia. III. Sur la progression et le cours de la récession du glacier continental dans la Laponie finlandaise et les régions environnantes. Oktober 1915 .....    | 50:— |

|         |                                                                                                                                                                                                                      |      |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| N:o 39. | Der gemischte Gang von Tuutijärvi im nördlichen Finland, von VICTOR HACKMAN. Mit 4 Tabellen und 9 Figuren im Text. Mai 1914 .....                                                                                    | 6:—  |
| N:o 40. | On the Petrology of the Orijärvi region in Southwestern Finland, by PENTTI ESKOLA. With 55 figures in the text, 27 figures on 7 plates and 2 coloured maps. October 1914 .....                                       | 26:— |
| N:o 41. | Die Skapolithlagerstätte von Laurinkari, von L. H. BORGSTRÖM. August 1914.                                                                                                                                           | 5:—  |
| N:o 42. | Über Camptonitgänge im mittleren Finnland, von VICTOR HACKMAN. Aug. 1914.                                                                                                                                            | 5:—  |
| N:o 43. | Kaleviska bottenbildningar vid Mölönjärvi, af W. W. WILKMAN. Med 11 figurer i texten. Résumé en français. Januari 1915 .....                                                                                         | 6:—  |
| N:o 44. | Om sambandet mellan kemisk och mineralogisk sammansättning hos Orijärvi-traktens metamorfa bergarter, af PENTTI ESKOLA. Med 4 figurer i texten. With an English Summary of the Contents. Maj 1915 .....              | 12:— |
| N:o 45. | Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung, von JULIUS AILIO. Mit 2 Karten und 51 Abbildungen. Dezember 1915 .....                        | 15:— |
| N:o 46. | Le gisement de calcaire cristallin de Kirmonniemi à Korpo en Finlande, par AARNE LAITAKARI. Avec 14 figures dans le texte. Janvier 1916 .....                                                                        | 6:—  |
| N:o 47. | Översikt av de prekambrisk bildningarna i mellersta Österbotten, av EERO MÄKINEN. Med en översiktskarta och 25 fig. i texten. English Summary of the Contents. Juli 1916 .....                                       | 14:— |
| N:o 48. | On Synantetic Minerals and Related Phenomena (Reaction Rims, Corona Minerals, Kelyphite, Myrmekite, & c.), by J. J. SEDERHOLM, with 14 figures in the text and 48 figures on 8 plates. July 1916 .....               | 17:— |
| N:o 49. | Om en prekalevisk kvartsitformation i norra delen af Kuopio socken, af W. W. WILKMAN. Med 7 figurer i texten. Résumé en français. Oktober 1916                                                                       | 5:—  |
| N:o 50. | Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland, von MATTI SAURAMO. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. Januar 1918                                                                          | 10:— |
| N:o 51. | Einige Albitepidotgesteine von Südfinnland, von AARNE LAITAKARI. Mit 5 Abbildungen im Text. Januar 1918 .....                                                                                                        | 4:—  |
| N:o 52. | Über Theralit und Ijolit von Umptek auf der Halbinsel Kola, von TH. BRENNER. Mit 4 Figuren im Text. März 1920 .....                                                                                                  | 5:—  |
| N:o 53. | Einige kritische Bemerkungen zu Iddings' Classification der Eruptivgesteine, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Tabellen. September 1920 .....                                                                                | 5:—  |
| N:o 54. | Über die Petrographie und Mineralogie der Kalksteinlagerstätten von Parainen (Pargas) in Finland, von AARNE LAITAKARI. Mit 3 Tafeln und 40 Abbildungen im Text. Januar 1921 .....                                    | 11:— |
| N:o 55. | On Volcanic Necks in Lake Jänisjärvi in Eastern Finland, by PENTTI ESKOLA.                                                                                                                                           | 4:—  |
| N:o 56. | Beiträge zur Paläontologie des nordbaltischen Silurs im Ålandsgebiet von ADOLF A. TH. METZGER. Oktober 1922 .....                                                                                                    | 4:—  |
| N:o 57. | Petrologische Untersuchungen der granito-dioritischen Gesteine Süd-Ostbothniens, von HEIKKI VÄRYNEN. Mit 20 Figuren im Text und 1 Karte. Februar 1923 .....                                                          | 8:—  |
| N:o 58. | En train de paraître .....                                                                                                                                                                                           |      |
| N:o 59. | Über den Quarzit von Kallinkangas, seine Wellenfurchen und Trockenrisse. Nach hinterlassenen Aufzeichnungen von HUGO BERGHELL zusammengestellt und ergänzt von VICTOR HACKMAN. Mit 19 Figuren in Text. April 1923 .. | 5:—  |
| N:o 60. | En train de paraître .....                                                                                                                                                                                           |      |
| N:o 61. | Der Pyroxengranodiorit von Kakskerta bei Åbo und seine Modifikationen, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Figuren und 1 Karte im Text. April 1923 ....                                                                        | 5:—  |