

Die
Gebirgsarten der Insel Hochland,

chemisch-geognostisch untersucht

von

Joh. Lemberg,

can. chem.

Aus dem Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands
erster Serie, Bd. IV (S. 174—222) besonders abgedruckt.

(Mit einer lithograph. Karte.)

DORPAT 1867.

Gedruckt bei Heinrich Laakmann.

ich mich mit dem ausgezeichneten Werke Bischof's, „Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, II. Aufl.“, beschäftigt, und beschloss meine Untersuchungen, mit eingehender Berücksichtigung der im obigen Werke niedergelegten Ansichten, anzustellen. Ich habe die Ansichten Bischof's, so weit sie vorliegende Untersuchung betreffen, meist bestätigt gefunden, zugleich aber auch, dass, um die Zersetzung und Entstehung der Gesteine zu erforschen, man bei der Wahl der Handstücke die chemische Zusammensetzung derselben ziemlich genau kennen muss, was sich aus den physikalischen Eigenschaften nur selten erschliessen lässt. Die Analysen vieler Steine mussten unnütz gemacht werden, weil letztere in keiner oder anderer Beziehung zu einander standen, als man bei ihrer Wahl vermuthete; sie dienten bei meiner zweiten Excursion nur als Wegweiser. Auch jetzt sind viele Ergebnisse der zweiten Durchwanderung nur Wegweiser für künftige. Die Analysen sind in Dorpat im Laboratorium des Hrn. Professors Dr. Carl Schmidt ausgeführt, dem ich für die Liberalität, mit der mir die Benutzung des Laboratoriums gestattet war, meinen besten Dank abstatte. Die angefügte Karte ist der oben citirten Hofmann'schen Arbeit entnommen; die Umrisse der Inel, so wie die Lage der Hügelketten, sind zwar nicht ganz richtig, allein eine neuere Karte war mir nicht zugänglich.

Methode der Analyse.

Die gepulverten Stücke wurden mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen, Eisenoxyd und Thonerde durch essigsäures Ammon in der Siedhitze gefällt und aus dem Filtrat Kalk

durch oxalsaures Ammon abgeschieden. Die von der Magnesia durch Barytwasser getrennten Alkalien wurden als Chloralkalien gewogen, das Chlorkalium durch Platinchlorid niedergeschlagen und das Kaliumplatinchlorid gewogen. Das Chlornatrium ergab sich aus der Differenz. Der gewogene Thonerde- und Eisenoxydniederschlag wurde in Salzsäure gelöst und Eisenoxyd nach der Reduction zu Oxydul mittelst Chamaeleon titirt. Zur Bestimmung des Eisenoxyduls in den Gesteinen wurden letztere mit Boraxglas in einer Kohlen säureatmosphäre geschmolzen, in Salzsäure bei Luftabschluss gelöst und mit Chamaeleon titirt. Leider konnte die Eisenoxydulbestimmung nicht überall ausgeführt werden, da die von der Oberfläche genommenen Handstücke sehr oft organische Substanz enthielten, von der eine geringe Menge hinreicht, um viel Eisenoxyd zu Oxydul zu reduciren. Wo nur Oxyd oder Oxydul angeführt ist, hat keine directe Bestimmung der Oxydationsstufe stattgefunden.

Topographische Darstellung.

In der Mitte des finnischen Meerbusens, fast gleich weit (9—10 Meilen) von Finnland und Estland entfernt, erstreckt sich die Insel Hochland in der Richtung NNW—SSO. Ihre Länge ist c. $1\frac{1}{4}$ M. bei einer Breite von c. $\frac{1}{4}$ M. Das Hauptgestein, schwarzer Quarzporphyr, zieht sich an der Ostküste von einer Spitze der Insel zur andern. Im Norden erhebt sich der Porphyr zu dem 307 Fuss ¹⁾ hohen, isolirt stehenden Berge: Pochjakörkia, der südlich und öst-

1) Die Höhenbestimmungen sind von Hofmann gemacht und der citirten Arbeit entnommen.

lich von isolirten steilen Hügeln umgeben ist, während an der Küste eine niedrige Erhebung sich bis zur Bucht des Norddorfes Pochjakülla fortzieht. Von hier aus durchschneidet ein breites Thal die Insel quer hindurch von der Ost- bis zur Westküste. Südlich von der Bucht des Norddorfes läuft am Ostufer eine Hügelkette bis zum Süddorfe Launakülla, geschieden durch ein schmales Thal vom Zuge des Haukawor (448'), der sich bis zum Liwalahesee erstreckt, und nach W und S in steilen Wänden abfällt. Der Porphyr, an der Bucht des Süddorfes auf einen schmalen Küstensaum beschränkt, erhebt sich südlich von der Bucht zu einem Hügelzuge, der fast bis zum Ende der Insel fortläuft. Während die Thäler in der Mitte der Insel vorherrschend von N nach S gehen, haben sie auf dem südlichen Drittel meist die Richtung von W nach O. Sie sind sehr steil, besonders die Thäler zwischen dem höchsten Berge der Insel, dem Launakörkia (530'), und den ihn einschließenden Bergen Wähhekörkia und Roholahemäggi. Fast überall fällt der Porphyr, wie auch die übrigen Gebirgsarten der Insel, zur Küste sanfter ab als in's Land. Abschüssige Wände kommen an der Küste nur nördlich und südlich vom Süddorfe vor; im Innern der Insel sind sie sehr häufig. Die dioritischen Gesteine ziehen sich in einzelnen Hügeln vom Süddorfe bis zur Westküste hin, nördlich über die Landzunge Selgapajalax hinangehend, südlich sich bis zur Insel Mahelli erstreckend. Die Grenzregionen sind nördlich wie südlich einander sehr ähnlich. Hornblendegestein, Glimmer und Chlorit-Schiefer wechseln mit Diorit und Granit ab, welches letztere Gestein schliesslich die Ueberhand gewinnt, und sich im Süden wie im Norden bis zu den Spitzen der Insel hinzieht. Untergeordnet tritt der

Diorit noch an der NW-Küste auf. Von der Südsitze des Haukawor bis zum Majakallio, sowie nordwestlich von diesem Hügel treten Quarzite und Quarzconglomerate auf, wobei erstere häufig mit Granit wechseln.

A. Porphyry.

Der schwarze unzersetzte Porphyry enthält in einer dichten Grundmasse dunkle, höchstens linsengrosse Quarzkörner und bis zu einem Zoll grosse (Maximum), in der Regel aber $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ '' schlecht ausgebildete Orthoklaskrystalle, die gewöhnlich eine etwas hellere Farbe als die Grundmasse haben, und oft starken Glanz an den Spaltungsflächen zeigen. Aus der Analyse des Orthoklases (№ 1) im Porphyry (№ 10) ergibt sich, dass die Oxydationsstufen des Eisens vorherrschend in der Grundmasse enthalten sind und letztere also Quarz, Orthoklas und Eisensilicat besteht. Als accessorische Bestandtheile treten höchst selten Schwefelkies und Epidot auf; Glimmer habe ich nie beobachtet. Sehr mannigfaltig sind die Porphyre am Launakörkia; ausser dem oben beschriebenen treten hier noch schwarze Quarz-Porphyre auf, die grünlichen, mit Zwillingsstreifung versehenen Labrador enthalten. Die Labradorkrystalle erreichen oft eine Grösse von 1—1,5 Zoll. Nach dem hohen Gehalt an Kali zu schliessen, muss der Porphyry ausser Labrador noch einen andern Feldspath (Orthoklas) enthalten. Ich theile vorläufig nur zwei Analysen von diesem Porphyry (№ 2 u. 3) und des in ihm enthaltenen Labradors (№ 4, 4a) mit, und verspare mir die nähere Untersuchung desselben und seiner Zersetzungsproducte bis auf Weiteres.

	Orthoklas	Porphyr		Labrador	
	N ^o 1.	N ^o 2.	N ^o 3.	N ^o 4.	N ^o 4 a.
Glühverl.	0,69	0,98	0,50	0,22	0,45
SiO ₂ . . .	64,75	64,29	62,75	55,28	54,87
Al ₂ O ₃ . .	19,11	17,00	17,11	26,15	26,54
Fe ₂ O ₃ . .	1,23	—	2,20	1,87	2,18
FeO . . .	—	4,30	5,61	—	—
CaO . . .	1,86	1,91	4,57	9,79	9,22
KO . . .	10,31	7,00	4,41	1,14	1,20
NaO . . .	2,05	1,95	2,57	5,15	5,19
MgO . . .	Spur	0,76	0,77	0,40	0,35
Summe	100	98,19	100,49	100	100

N^o 1. Von der Grundmasse möglichst befreiter Orthoklas aus dem Porphyr N^o 10.

N^o 2 u. 3. Schwarze unzersetzte Porphyre vom Launakörkia, Quarz und Labrador enthaltend.

N^o 4. Labrador aus N^o 3. Das Sauerstoffverhältniss von SiO₂ : R₂O₃ : RO ist : 6,939 : 3 : 1,01. Da die Kieselsäure aus der Differenz bestimmt wurde und die Substanz auch nicht ganz rein war, erscheint der Kieselsäuregehalt im Verhältniss zu den Sesquioxyden grösser als die Formel für den Labrador verlangt.

N^o 4a. Labrador aus einem Porphyr vom Launakörkia, etwas Quarz enthaltend. Verhältniss von SiO₂ : R₂O₃ : RO = 6,742 : 3 : 0,991.

Da die verschiedenen Zersetzungsproducte des Porphyrs fast überall zusammen vorkommen, so werde ich, um Wiederholungen zu vermeiden, die Beschreibung einzelner Hügel unterlassen, und die Zersetzungsproducte nach ihrer Bildungsweise ordnen.

I. Zunächst wird das FeO in den dunklen Orthoklas-krystallen oxydirt¹⁾, sie nehmen Fleischfarbe an, behalten

1) Unzersetzter Porphyr, mit HCl behandelt, liess Eisen in Lösung

aber noch ihren Glanz ; dann werden sie matter (man findet aber auch in sehr zersetzten Gesteinen bisweilen stark glänzende Krystalle). Die Contouren der Krystalle verschwimmen mit der Grundmasse, die allmählig einen schwarzröthlichen Farbenton annimmt, um schliesslich durch Violett in Roth überzugehen. Die Orthoklaskrystalle sind noch bei starker Zersetzung durch etwas hellere rothe Farbe und schwachen Glanz wahrnehmbar ; schliesslich sind sie von der Grundmasse nicht mehr unterscheidbar. Dieser Zersetzungsprocess kommt sehr häufig vor, erstreckt sich aber nicht tief und es zeigt die zersetzte Substanz nach der Analyse eine geringere Verschiedenheit von der unzersetzten, als man nach der rothen Farbe und oft porösen Beschaffenheit vermuthen sollte (№ 5 a, 6 a, 7 a).

II. Bei einem andern Zersetzungsprocess verschwinden die Orthoklaskrystalle vollständig, die gleichförmige Grundmasse ist nur von häufig in ihrer Ausdehnung wie Anzahl vergrösserten Quarzkörnern durchsetzt. Die Farbe der Grundmasse ist bald violett (sehr oft an der Meeresküste in der Nähe der Kalknester vorkommend) № 8 a, 13, 14, bald grau (№ 9 a, bald gelblich № 9 b, 11, 12. Die Zersetzung ist stark, wenn auch die Festigkeit der Steine meist sehr gross ist ; auch erstreckt sie sich auf beträchtliche Tiefe.

III. Ein dritter Process, der aber nicht oft vorkommt, ist die Umwandlung des Porphyrs in Quarzit. Die durch Zersetzung entstandenen Poren werden durch Quarz ausgefüllt, wobei entweder die Feldspathkrystalle als weiche, amorphe Masse zurück bleiben (№ 7 b, 10 a), oder, ebenfalls durch Quarz verkittet, von der Grundmasse nicht mehr un-

gehen, wobei die dunklen Orthoklase bedeutend heller wurden, während bei der Grundmasse eine Farbenveränderung nicht wahrnehmbar war.

terscheidbar sind, und nur die glänzenden Quarzkörner die Abstammung des Quarzits vom Porphyre documentiren (№ 10 b). Die Quarzite sind zu sehr fest.

Im Folgenden führen wir die Analysen zur Erläuterung der oben genannten Prozesse an, wobei wir bemerken, dass die unzersetzten Stücke den zersetzten so nahe als möglich entnommen wurden.

Unzersetzte Porphyre.

	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
Glühverl.	0,46	0,60	0,59	0,39	0,66	0,63
SiO ₂ . . .	68,94	73,94	68,93	71,52	69,58	71,95
Al ₂ O ₃ . .	14,31	12,07	14,41	12,74	13,72	12,18
Fe ₂ O ₃ . .	2,29	4,45	4,36	1,78	4,00	1,96
FeO . . .	2,75	—	—	1,81	—	1,81
CaO . . .	2,25	0,35	1,01	1,10	1,13	1,43
KO . . .	7,38	6,68	9,62	7,70	7,99	7,53
NaO . . .	1,13	0,83	0,44	0,72	0,72	0,78
MgO . . .	0,47	0,13	0,33	0,30	0,20	0,18
Summe	99,98	99,05	99,69	98,06	98,00	98,45

Zersetzte Porphyre.

	№ 5 a	№ 6 a	№ 7 a	№ 8 a	№ 9 a	№ 10 a	№ 10 b
Glühverl.	0,65	1,02	1,11	1,49	2,00	0,78	0,61
SiO ₂ . . .	71,33	70,60	72,03	67,59	63,64	77,34	87,80
Al ₂ O ₃ . .	13,81	12,39	12,71	18,56	18,77	11,98	7,05
Fe ₂ O ₃ . .	3,22	4,16	4,14	4,56 ¹⁾	3,90	3,78	1,91
CaO . . .	3,00	5,24	0,70	0,18	3,24	0,36	0,20
KO . . .	7,49	5,60	6,89	5,79	5,54	3,46	2,13
NaO . . .	0,52	0,14	0,19	0,26	0,24	0,10	0,10
MgO . . .	0,30	0,17	0,23	0,71	0,77	—	0,20
CaOCO ₂ .	—	—	—	—	1,14	—	—
Summe	100,32	99,31	98,00	99,14	99,24	97,80	100

1) Darin 2,83 Fe₂O₃ und 1,55 FeO.

Zersetzte Porphyre.

	N ^o 9b	N ^o 7b	N ^o 11	N ^o 12	N ^o 13	N ^o 14
Glühverl.	1,38	0,77	1,58	1,49	1,49	0,97
SiO ₂ . . .	67,84	77,69	76,68	68,68	75,09	75,65
Al ₂ O ₃ . .	18,85	11,90	13,04	17,54	13,89	12,98
Fe ₂ O ₃ . .	3,52	3,83	3,25	5,03	3,73	5,23
CaO . . .	0,88	0,24	Spur	0,16	0,28	0,20
KO	6,35	3,59	4,07	5,40	4,55	3,96
NaO . . .	Spur	—	0,12	0,17	Spur	0,10
MgO . . .	0,46	0,17	0,33	0,58	0,57	0,21
Summe	99,28	98,19	99,07	99,05	99,60	99,30

Unzersetzte, so wie zugehörige zersetzte Porphyre haben dieselbe Nummer (im letztern Falle mit hinzugefügten Buchstaben : a, b).

N^o 5. Schwarzer Porphyr mit rothen Orthoklaskrystallen vom Pochjakörkia.

N^o 5a. Rother zersetzter Porphyr; Orthoklas theilweise mit der Grundmasse ganz verschwommen, theilweise schwachen Glanz zeigend. Im Innern des Porphyrs kommen grünliche Partien vor (Epidot). Die Oberfläche ist etwas porös, doch ist das Gestein fest.

N^o 6. Schwarzer Porphyr mit rothem Orthoklas vom Purjeniem.

N^o 6a. Wie N^o 5a, nur etwas mehr Epidot zeigend; auch haben die Orthoklaskrystalle theilweise starken Glanz.

N^o 7. Wie N^o 5; vom Pochiakörkia.

N^o 7a. Poröser, bröcklicher, anscheinend stark zersetzter P. von hell violetter Farbe. Orthoklas ohne Glanz, von der Grundmasse theilweise nicht unterscheidbar.

N^o 7b. Rother, sehr fester, in Quarzit umgewandelter P. Die rothe Grundmasse von Quarzkörnern und zersetztem Orthoklas durchsetzt. Die Orthoklase sind in eine

amorphe, glanzlose, grauliche, mit dem Messer schneidbare Masse umgewandelt.

№ 8. Schwarzer P. mit rothem Orthoklas; nördlich von Launakülla am Meere; in der Nähe: CaOCO_2 .

№ 8a. Zersetzer, dunkel violetter, fester P.; der Orthoklas ganz verschwunden; Grundmasse von vielen kleinen Quarzkörnern durchsetzt.

№ 9. Wie № 8, nördlich vom Terwamäggi.

№ 9a. Wie № 8a, von grau grünlicher Farbe; enthält Epidotkrystalle.

№ 9b. Gelblicher, zum Theil bröcklicher, zersetzter P.; hat dasselbe Aussehen wie 9a, nur frei von Epidot.

№ 10. Dunkel violetter P. mit fleischfarbigem Orthoklas vom Hirskallio am Meere.

№ 10a. In Quarzit umgewandelter P. von derselben Beschaffenheit wie № 7b.

№ 10b. Hell violetter, sehr fester, in Quarzit umgewandelter P. Orthoklas nicht mehr wahrnehmbar. Die dichte Grundmasse ist von glänzenden Quarzkörnchen durchsetzt.

№ 11. Sehr zersetzter, bröcklicher, brauner, von Eisenoher durchsetzter P. Orthoklas nicht mehr erkennbar; vom Wällikallio.

№ 12. Sehr zersetzter P., von demselben Aussehen wie № 11; vom Westrande des Haukawor; von Eisenoher durchsetzt.

№ 13. Zersetzer, sehr fester, violetter P.; Orthoklas verschwunden, Grundmasse von kleinen Quarzkörnern durchsetzt; sehr ähnlich № 8a; ist quarzitähnlich.

№ 14. Zersetzer P.; sehr ähnlich № 13; etwas von Ocher durchsetzt; von der Küste gegenüber der Insel Suurhelli; in der Nähe CaOCO_2 .

Die Entscheidung über relative oder absolute Vermehrung und Verminderung der einzelnen Stoffe durch die Zersetzung ist oft sehr schwierig. Rechnungen, die sich auf die Annahme eines Nichtfortgeführtwerdens einzelner Stoffe stützen, sind unzulässig; alle Stoffe werden fortgeführt und die grössere oder geringere Neigung zum Austritt ein und desselben Elements ist von der chemischen Constitution des Minerals einerseits, wie auch von den auf dasselbe einwirkenden, in Wasser gelösten Stoffen, abhängig.

Gegen die oft gemachte Annahme, als sei die Thonerde ganz besonders zum Anhaltspunkt des Vergleichs geeignet, sind von Bischof Einwendungen gemacht, denen ich beitrete und durch Analysen die factische Bestätigung hinzufüge. Nur in den Fällen, wo das Gestein, wie der hochländische Quarzporphyr, vorherrschend aus Feldspath besteht, und bloß eine Zersetzung (Fortführung von Stoffen), nicht zugleich eine Umwandlung (Aufnahme von Stoffen), stattfindet, wird die Thonerde am schwierigsten entfernt, und man kann ihre relative Menge bis zu einem gewissen Grade wohl als Maassstab der Zersetzung benutzen. Aus der Tabelle ergibt sich, dass der zersetzte Porphyr im Verhältniss zur Thonerde an Natron, Kalk, Kali, Eisenoxyd ärmer ist als der unzersetzte. Im unzersetzten Porphyr ¹⁾ ist das Verhältniss von $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{KO} =$

$$1 : 0,322 : 0,559,$$

im zersetzten wie $1 : 0,284 : 0,361$. *N*° 7 macht eine Ausnahme, der zersetzte Porphyr ist etwas eisenreicher ²⁾.

1) Zu den auf S. 10 angeführten sind noch *N*° 15 u. *N*° 16 auf S. 18 hinzugenommen, auch ist Eisenoxydul auf Oxyd berechnet.

2) In *N*° 7 ist das Verhältniss von $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 1 : 0,302$, in *N*° 7a wie $1 : 0,328$, in *N*° 7b, welches am stärksten zersetzt ist, wie $1 : 0,321$.

Mit Ausnahme von № 6 überschreitet die Kalkmenge des unzersetzten Porphyrs durchweg 1 Procent, während sie in zersetzten Gesteinen bis zu Spuren herabsinkt, und nie ¹⁾ bei gleichem Thonerdegehalt ein Procent erreicht. Natron ist im Vergleich zu Kali unverhältnissmässig mehr fortgeführt, und dürfte wohl neben dem Kalk der am leichtesten ausziehbare Körper sein; dann folgt Kali und Eisenoxyd ²⁾. Die Magnesia erscheint im zersetzten Porphyr bald vermehrt, bald vermindert. Der Glühverlust ist in zersetzten Porphyren gröser als in unzersetzten. Mit den Alkalien wird auch Kieselsäure fortgeführt, was sich aus № 6a, № 9a u. b und № 8a ergibt; bei den anderen ist eine Verminderung der gebundenen Kieselsäure durch eine Ablagerung von Quarz compensirt. Dieser Fall kommt auf Hochland am häufigsten vor; wir finden daher selten bröckliche und poröse Porphyre (wie № 9b, 7a, 11, 12), indem die durch Zersetzung entstandenen Poren durch SiO₂ verkittet werden, und das Gestein dadurch Härte und Aussehen eines Quarzites erlangt. Aus № 10b ist jedenfalls auch Thonerde fortgeführt.

IV. Die Kalklager im Porphyr und die Umwandlung des Porphyrs in Epidotfels. Auf der ganzen Ostküste, meist hart am Meere, besonders von der Insel Suur-helli an bis nach Skipperlacti, findet sich in

1) Die epidothaltigen zersetzten Stücke № 5a, 7a, 9a machen scheinbar eine Ausnahme, da hier neben Zersetzung auch Neubildungen stattgefunden haben, von denen später die Rede sein wird.

2) Dass zersetzte Porphyre bisweilen einen höheren Eisengehalt aufweisen als unzersetzte, rührt nur davon her, dass eine Fortführung von Eisen durch eine Ablagerung von Eisenoxyd, aus eisenhaltigen Gewässern herkommend, compensirt wurde. Auch wurde oft das dem Silicat entzogene Eisen ganz oder theilweise an Ort und Stelle zu Ocher umgewandelt und fixirt. Dieser „Kreislauf des Eisens“ ist dem der Kieselsäure völlig analog.

Spalten, kleinen Höhlungen, oft seitlich wie ein Keil in den Porphyr eindringend ¹⁾ und sich bis zu 3 Fuss unter demselben fortziehend, kohlenaurer Kalk, immer mit einem grün gefärbten Umwandlungsproduct des Porphyrs, dem Epidotfels, und einem violetten Zersetzungsproduct (№ 8a, 13 u. 14) vergesellschaftet. Den Epidotfels findet man häufig, besonders nördlich von Launakülla, hart am Meere, auch ohne kohlenaurer Kalk auftretend; fast immer ist seine Umgebung dann stark zersetzter Porphyr. Der kohlenaurer Kalk ist immer krystallinisch, bald in grossen Rhomboëdern ausgebildet, bald kleinkrystallinisch, bald fast chemisch rein, bald durch Eisenoxyd schön roth, bald durch Silicate ²⁾ und Schwefelkies dunkel gefärbt. Der den Kalk unmittelbar umgebende Porphyr hat ein sehr zerfresenes Aussehen, seine Poren und Höhlungen sind sehr oft mit kohlenaurer Kalk erfüllt, und kleine Epidotkrystalle trifft man häufig auf dem Epidotfels, entweder frei, oder von Kalk eingeschlossen. Diese Kalklager erreichen nur eine sehr mässige Ausdehnung. Von einem Zoll bis zu 8 Fuss findet man sie in allen Längen-Dimensionen, ihre Breite ist höchstens 3 Fuss, ihre Dicke $\frac{1}{2}$ Fuss ³⁾. Der den Kalkstein umgebende Epidosit ist nur wenige Zoll mächtig. Die Grundmasse, wie die Orthoklaskrystalle sind gleichmässig in grau grünlichen oder grünen dichten Epidot umgewandelt; bisweilen kommen auch kleine Epidotkrystalle im

1) Bei Purjeniem und südlich von Lappinlax.

2) Bis zu 12 Procent steigend.

3) Hofmann giebt an, bei Skipperniemi ein 4 Fuss dickes Kalklager in einer Spalte gefunden zu haben; ich habe es nicht wieder auffinden können, trotzdem ich sorgfältig danach suchte. Da Hofmann vor 30 Jahren die Insel untersuchte, so ist es leicht möglich, dass das Kalklager in der Zwischenzeit von den Einwohnern abgetragen worden ist.

Epidosit vor. Die unverändert gebliebenen Quarzkörner des Porphyrs durchsetzen den Epidosit.

Welchen Ursprung haben diese Kalknester? Hofmann hält sie für Ueberbleibsel des untersilurischen Vaginatenskalks, der durch den feurig flüssigen Porphyr gehoben und mit ihm verschmolzen wurde. In sehr vielen geognostischen Beschreibungen werden Kalklager, in krystallinischen Gesteinen vorkommend, als sedimentäre Kalksteine gedeutet, die durch die Hitze des geschmolzenen Urgesteins in krystallinischen Kalk umgewandelt worden sind. Man glaubt, schon nach den Lagerungsverhältnissen der Gesteine diese Schlüsse machen zu können, ohne die chemischen Verhältnisse auch nur im geringsten zu berücksichtigen. Im vorliegenden Falle lässt sich schon durch eine Betrachtung der Lagerungsverhältnisse das Unstatthafte einer solchen Annahme darthun.

Der feurig flüssige Porphyr hätte, ehe er den Vaginatenskalk erreichen konnte, die c. 700 ¹⁾ Fuss mächtige Lage von untersilurischem Sandstein, Thon, Obolensandstein, Alaunschiefer durchbrechen müssen; er konnte also an seiner Oberfläche nur mit Sandstein zusammenschmelzen, wovon sich keine Spur vorfindet. Und gesetzt auch, man mache die durch Nichts begründete Annahme, es sei diese Stelle des Durchbruches nicht von den unteren silurischen Schichten bedeckt gewesen, sondern gleich von Vaginatenskalk, so wird auch dadurch Nichts erreicht. Warum kommt der Kalkspath nur in kleinen Nestern an der Ostküste vor, und nicht in grossen Lagen auf der ganzen Oberfläche? Hatte eine spätere Lösung stattgefunden, so müssten die Kalklager am meisten auf den Bergspitzen sich vorfinden, wo sie der Ein-

1) Mémoires de l'Acad. de St. Péterbourg. VII. Série, Tm. VIII, № 11.

wirkung des Meerwassers kürzere Zeit ausgesetzt waren, als an der Küste. Wie konnten auf feurigem Wege aus dem dichten, c. 1,5 pCt. Silicate enthaltenden Vaginatenkalk grosse Krystalle von fast chemisch reinem Kalkspath entstehen? Warum wurde der oft an der Grenze von Porphyry und Kalk sich befindliche Schwefelkies nicht durch die Hitze zersetzt? Der geschmolzene Porphyry musste in Berührung mit dem Kalk aufgeschlossen werden, er musste Kalk aufnehmen und die Fähigkeit durch Salzsäure aufgeschlossen zu werden erlangen. Letzteres findet aber nicht statt; auch nicht bei den von überschüssigem kohlen-sauren Kalk eingeschlossenen Silicaten № 17 u. № 19 a. Allerdings ist der in Epidosit umgewandelte Porphyry kalkreich und zugleich alkaliarm (die Alkalien werden ja in der Glühhitze durch Kalk verdrängt), allein beim Zusammenschmelzen von Kalk und Porphyry musste auch der in diesem enthaltene Quarz sich mit dem Kalk verbinden; nimmer konnten die Grundmasse und die Orthoklaskrystalle allein angegriffen werden, da der Porphyry im flüssigen Zustande ein gleichförmiges Magma bilden musste. Nun findet sich der Epidot oft mitten in zersetztem kalkarmen Porphyry (wie № 5 a, 6 a, 9 a), oder gar mitten in Orthoklaskrystallen, wo eine Erklärung der Entstehung auf feurig flüssigem Wege vollends unstatthaft ist. Es bleibt also nur die Annahme einer späteren Entstehung von Kalkspath und Epidosit auf nassem Wege übrig.

Da wir kohlen-sauren Kalk, Epidot und zersetzten violetten Porphyry immer vergesellschaftet finden, so muss zwischen ihnen ein causaler Zusammenhang bestehen, den wir durch folgende Analysen zu ermitteln suchen wollen.

	№ 15	№ 15a	№ 16	№ 16a	№ 8b	№ 17	№ 18
Glühverl.	0,50	0,64	1,42	1,75	1,46	0,96	0,91
SiO ₂ . . .	74,21	71,40	67,62	72,74	70,52	62,58	68,44
Al ₂ O ₃ . . .	12,51	12,45	16,25	9,97	12,33	11,40	11,75
Fe ₂ O ₃ . . .	0,78	3,40	4,92	4,15	5,66	5,23	5,14
FeO . . .	2,94	0,82	—	—	—	—	—
CaO . . .	1,82	9,73	1,74	8,14	8,40	9,61	8,79
KO . . .	6,67	0,26	6,92	0,35	0,51	—	0,44
NaO . . .	0,54	0,46	0,35	0,11	—	—	—
MgO . . .	0,20	0,68	0,34	0,50	1,30	0,32	0,39
CaOCO ₂ .	—	—	—	—	—	9,11	3,91
Summe	100,17	99,84	99,56	97,71	100,18	99,21	99,77

	№ 15b	№ 19	№ 19a
Glühverl.	2,85	1,01	—
SiO ₂ . . .	40,97	6,35	48,90
Al ₂ O ₃ . . .	22,45	3,31	25,50
Fe ₂ O ₃ . . .	6,44	1,35	10,44
FeO . . .	2,23	—	—
CaO . . .	20,42	0,85	6,54
KO . . .	—	0,90	6,94
NaO . . .	—	0,07	0,53
MgO . . .	0,60	0,15	1,15
CaOCO ₂ .	4,32	84,41	—
FeS ₂ . . .	—	1,61	—
Summe	100,28	100	100

№ 15. Schwarzer Porphy mit dunklem Orthoklas, südlich von Lappinlax.

№ 15a. Grünlich grauer, in Epidosit umgewandelter Porphy, von Quarzkörnchen und sehr kleinen Epidotkrystallen durchsetzt.

№ 15b. Epidotkrystalle auf dem Epidosit aufsitzend; ebendaher.

№ 16. Schwarzer P. mit weisslichem, etwas verändertem Orthoklas; vom Ufer, gegenüber der Insel Suur-helli.

№ 16a. Der in Epidosit umgewandelte P.; Aussehen dasselbe wie von 15a.

№ 8 b. Der in grünen Epidosit umgewandelte P. № 8 nördlich von Launakülla, am Meere; in der Nähe kohlen-saurer Kalk. Der Epidot enthält noch zersetzten violetten Porphyр eingeschlossen.

№ 17. Epidosit unmittelbar neben einer Kalkdruse, am Ufer, gegenüber der Insel Suur-helli; die Umgebung des Epidosits bildet der zersetzte Porphyр № 14.

№ 18. In Epidosit umgewandelter P. unmittelbar neben einer Kalkdruse vom Mysterica. № 17 u. 18 sind von CaOCO_2 durchsetzt.

№ 19. Kohlensaurer Kalk von Lappinlax. № 19 a. Der Rückstand des Kalkes auf 100 Th. berechnet.

Der in Epidosit umgewandelte Porphyр ist im Verhältniss zur Thonerde, eisenoxyd- und kalkreicher als der unzersetzte Porphyр ¹⁾, dagegen treten die Alkalien bis zum Verschwinden zurück. Der zersetzte Porphyр, der in der Nähe der Kalklager besonders häufig vorkommt, ist im Vergleich mit unzersetztem ärmer an Alkalien, Kalk und Eisenoxyd. Die aus dem jetzt zersetzten Porphyр fortgeführten Alkalien haben auf unzersetzten Porphyр keinen nachweisbaren Einfluss gehabt, anders aber der kohlen-saure Kalk und das kohlen-saure Eisenoxydul.

Nach den Versuchen von Bischof werden Alkalisilicate durch Kalksalze, Thonerdesilicate durch Eisenoxyd zersetzt. Der aus dem Porphyр stammende doppelkohlen-saure Kalk setzte sich an einer andern Stelle mit den Alkalisilicaten des

1)	Verhältniss von Al_2O_3 : Fe_2O_3 : CaO :
im Epidosit	= 1 : 0,421 : 0,772,
im unzersetzten Porphyр	= 1 : 0,322 : 0,100,
im zersetzten Porphyр (exclus. № 5 a, 6 a, 9 a) =	1 : 0,296 ; 0,024.

Porphyrs um, kohlen saure Alkalien wurden weggeführt, Kalk trat an ihre Stelle. In gleicher Weise wirkte das aus dem Porphyr stammende kohlen saure und schwefelsaure Eisenoxydul auf die Thonerdesilicate ein; Eisenoxyd wurde aufgenommen, Thonerde ausgeschieden ¹⁾.

Waren nun die Grundmasse und Orthoklaskrystalle des Porphyrs in Epidot umgewandelt ²⁾, und sickerten über diese Stelle noch immer kalkhaltige Gewässer hinweg, so fing der kohlen saure Kalk an sich als Kalkspath abzusetzen, und zwar bald als fast rein, bald mit Silicaten, die sich bei der Zersetzung und Umwandlung des Porphyrs bildeten, mit Eisenoxyd, mit Schwefelkies vermengt (№ 19), bald die durch Zersetzung im Gestein entstandenen Hohlräume ausfüllend (№ 17 u. 18). Dieser letzte Fall hat sein Analogon in der Ausfüllung der Poren des zersetzten Porphyrs durch Quarz (№ 10 a, 10 b etc.). Dass bei der Umwandlung des vorherrschend aus Orthoklas bestehenden Porphyrs in Epidosit auch Kieselsäure ausgeschieden werden musste, ergibt sich aus einem Vergleich der Orthoklasanalyse № 1 mit dem Epidot № 15 b. Die bei der Zersetzung des Porphyrs ausgeschiedene Kieselsäure ³⁾ findet sich südlich von Launaküllä, wo die zahlreichsten Kalknester vorkommen, ebenfalls am

1) Als ein fernerer Beweis, dass neben kalkhaltigen auch eisenhaltige Gewässer bei der Epidotbildung thätig gewesen sind, muss der häufig vorkommende Eisenoxyd- und Schwefelkiesgehalt des kohlen sauren Kalkes angesehen werden. Aus dem Schwefelkiesgehalt des Kalkes ergibt sich auch, dass ein Theil des Eisens als schwefelsaures Salz bei der Metamorphosirung gewirkt hat. Das schwefelsaure Eisensalz ist durch Oxydation des im Porphyr vorkommenden Schwefelkieses entstanden.

2) In den Nummern 5 a, 6 a, 9 a hat der Umwandlungsprocess erst begonnen.

3) Die bei der Umwandlung des Orthoklases in Epidot ausgeschiedene Kieselsäure hat an der Bildung der Quarzadern jedenfalls nur unbedeutenden Antheil.

meisten als Quarz abgelagert, und zwar in langen Adern, oft mit Kalkspath zusammen. Es hat also ein Kreislauf stattgefunden. Die an einer Stelle dem Porphyr entzogenen Stoffe dienten anderswo zur Neubildung von Mineralien (Epidot, CaOCO_2 , FeS_2 , Quarz). Es erklärt sich auch jetzt, warum sich nur am Fusse der Hügel Kalknester und Epidot finden. Ueber den Fuss eines Berges sickert die wässrige Kalk- und Eisencarbonatlösung in grösserer Concentration, als irgendwo anders hinweg, weil auf dem ganzen Laufe über die schiefe Ebene der Böschung Kalk etc. dem Porphyr entzogen wurde.

Kalkspath habe ich auf den Hügelgipfeln nie gefunden, und ein schwaches Aufbrausen mit Säuren kommt bisweilen, aber sehr selten vor. Auch ist hier der Epidot selten, und nur in kleinen Körnchen zu finden. Sehr oft fallen die mit kohlensaurem Kalk gefüllten Spalten im Porphyr mit der Falllinie der Böschung, also mit der Richtung des fließenden Wassers, zusammen; wahrscheinlich verdanken sie der lösenden und zersetzenden Eigenschaft der Tagewasser ihren Ursprung.

Dass sich nicht die ganze Küste mit Kalkspath und Epidot besäimt findet, hat in der verschiedenen Dichtigkeit des Gesteins und in der Configuration der schiefen Ebene seinen Grund. Manche Stellen leisteten dem Eindringen des Wassers zu grossen Widerstand, anderswo sickerten zu wenig Tagewasser hinzu, noch anderswo trafen sie mit bereits veränderten Stellen zusammen und konnten nicht mehr Epidot bilden. Berücksichtigen wir noch die schwierige Zersetzbarkeit des Porphyr und seinen geringen Gehalt an Kalk, so kann uns die sehr mässige Ausdehnung der Kalklager nicht auffallen. Gegen die Annahme, dass auch jetzt

noch die Kalk- und Epidotbildung fortschreitet, lässt sich durchaus nichts einwenden; und überhaupt dürfte das allgemein angenommene hohe Alter der Kalklager in krystallinischen Gesteinen sehr zweifelhaft sein. Viele dieser Lager sind ganz gewiss verhältnissmässig junge Bildungen.

V. Sehr häufig kommt, von zersetztem wie unzersetztem Porphyr umgeben, ein schwarzer, sehr fester Porphyr vor; die Grundmasse enthält nur Quarzkörnchen, aber keine Orthoklaskrystalle und ist von dem violetten zersetzten Porphyr (№ 8a, № 13) nur durch ihre Farbe verschieden. Da der Porphyr keine Zeichen von Zersetzung zeigte, wurde er für unverändert genommen, was sich aber bei der Analyse als nicht richtig erwies.

	№ 20	№ 21	№ 22
Glühverl.	1,62	1,26	1,70
SiO ₂ . . .	71,74	69,23	75,48
Al ₂ O ₃ . . .	15,41	14,41	12,74
Fe ₂ O ₃ . . .	4,86	5,22	3,37
CaO . . .	0,48	1,07	3,04
KO	4,30	5,92	2,70
NaO . . .	0,16	0,17	0,20
MgO . . .	0,60	0,56	0,35
Summe	99,17	98,04	99,58

№ 20. Schwarzer Porphyr von Altarkallio.

№ 21. Schwarzer P. vom Haukawor; er zeigt sehr schwache Spuren ehemaliger Orthoklaskrystalle.

№ 22. Schwarzer P. vom Wällikallio neben № 11; zeigt sehr kleine Epidotkrystalle.

Das Verhältniss von Al₂O₃ : Fe₂O₃ : KO =

$$1 : 0,316 : 0,303$$

ist von dem im zersetzten Porphyr nicht viel verschieden (1 : 0,284 : 0,361), und der in Rede stehende Porphyr dürfte

wohl auf dieselbe Weise aus dem orthoklashaltigen Porphyre entstanden sein, wie die früher (S. 10, 11) erörterten.

Im Folgenden stellen wir die specifischen Gewichte tabellarisch zusammen.

	Un- zersetzt.		Zersetzt.		Epidosit.
N ^o 8 . .	2,698	N ^o 8 a . .	2,765	N ^o 8 b . .	2,829
N ^o 10 . .	2,681	N ^o 10 a . .	2,750	Purjeniem	2,975
N ^o 2 . .	2,657	N ^o 10 b . .	2,690	nördlich v.	
N ^o 7 . .	2,667	N ^o 7 b . .	2,756	Launakülla	2,810
N ^o 15 . .	2,702	N ^o 14 . .	2,768	N ^o 16 a . .	2,884
Mystirca . .	2,648	Mystisca . .	2,712	N ^o 15 a . .	2,813
Mystirca . .	2,692	"	2,698		
Haukawor . .	2,726				
Launakörkia	2,713				

Es ergibt sich, dass das specifische Gewicht der zersetzten Porphyre (Mittel = 2,734) grösser ist, als das der unzersetzten (M. = 2,687), und dass der Epidosit das höchste specifische Gewicht besitzt (M. = 2,862). Die Frage, ob der unzersetzte Porphyre ein ursprünglicher ist oder ein Umwandlungsproduct, liess sich nicht entscheiden.

B. Diorite.

Die Diorite zeigen auf einer Ausdehnung von ungefähr einer Quadratwerst eine grosse Mannigfaltigkeit. Diese Mannigfaltigkeit auf einem kleinen Raume lässt, wie Bischof bemerkt, eine pyrogene Entstehung der einzelnen Gesteine höchst unwahrscheinlich erscheinen ¹⁾. Um so mehr muss man diese Gesteine als neptunische Umwandlungsproducte

1) Die im vorigen Jahre bei Santorin zu Tage getretenen Laven, so wie ältere von ebendaher, zeigen in ihrer Zusammensetzung grosse Uebereinstimmung. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1866. Heft 2.)

ansehen, zumal kleine Diorithügel in nah gelegenen Theilen einen Unterschied in der Zusammensetzung zeigen, der häufig nicht geringer ist, als der Unterschied verschiedener Gesteine in entfernt von einander gelegenen Hügeln. Es liegt in der Natur der Sache, dass der leicht zersetzbare Diorit in Qualität und Quantität grössere Menge Zersetzungs- und Umwandlungsproducte geben muss, als der Prophyr, der vorherrschend aus schwer zersetzbarem Orthoklas und unzersetzbarem Quarz besteht. Je nachdem Wasser mit Kohlensäure, oder Wasser + CaOCO_2 , MgOCO_2 , FeOCO_2 , kohlensaure Alkalien auf den Diorit einwirkte, bildeten sich auch verschiedene Zersetzungsproducte. Ob nun die Gesteine auf nassem Wege entstanden, oder bloß neptunische Umwandlungsproducte pyrogener Gesteine sind, das lässt sich vorläufig noch nicht entscheiden.

Der Diorit vom Dorfe Launakülla bis zum Weddelsee besteht aus dunkelgrüner, feinkörniger Hornblende und einem weissen, sehr feinkörnigen Feldspath, der keine ausgebildeten Krystalle zeigt, und wahrscheinlich Oligoklas ist. Durch Salzsäure werden vom Diorit 40—50 % zersetzt, jedoch giebt die Analyse dieses abgespaltenen Antheils durchaus keinen Aufschluss über die Natur des Feldspathes, da die Hornblende durch Salzsäure ebenfalls stark angegriffen wird. Glimmer kommt im Diorit sehr selten und nur in kleinen Blättchen vor. Oberflächlich ist der Diorit rauh, weil bei der Zerstörung des leichter zersetzbaren Feldspathes die Hornblendekrystalle zurückblieben; denselben Ursprung haben wohl auch die wenige Linien hohen und breiten, netzförmig sich verlaufenden Erhebungen, die einst im jetzt zersetzten Gestein Adern bildeten. Stellweise ist die Oberfläche des Diorits oxydirt, röthlich, und hat fast das Aussehen von

Granit; an den Rissen kommt gewöhnlich Eisenoxyd vor, selten ein sehr schwacher Anflug von Chlorit oder Glimmer. Auf dem Weddeljärwimäggi, wie auch auf den westlichen Hügeln, findet man recht oft schwarze, sehr feinkörnige, thonschieferartig vertical gespaltene (*N^o 3*) Adern im Diorit. Sie sind c. 1 Fuss breit und keilen immer nach beiden Längsrichtungen aus. Sehr häufig kommen im Diorit hinter dem Dorfe kleine, weiss gefärbte Quarznerter und grössere Granitgänge vor. In den Quarzadern ist häufig Hornblende und chloritartiges Mineral eingeschlossen, auch trifft man oft im Diorit Einlagerungen von Quarz-Oligoklas-Gestein an; eine Analyse einer solchen Einlagerung, aus Quarz, Oligoklas und etwas Hornblende bestehend, gab folgende Zahlen:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	KO	NaO	MgO	HO	Summe
78,00	13,47	0,86	3,48	0,38	4,27	0,42	0,58	101,51

Nach einer vorläufigen Untersuchung kann ich diese Bildungen als auf nassem Wege entstandene bezeichnen.

Die Granitgänge haben höchstens eine Breite von 2 Faden und sinken durch viele Zwischenstufen zu einer Breite von einigen Linien herab. Die grossen Adern ziehen sich von W nach O, während die kleinen netzförmig verzweigt sind. Der Granit ist fleischfarben, er besteht aus Quarz, Orthoklas, Oligoklas und sehr wenig Glimmer. Dass der Granit, wie er jetzt vorliegt, nicht auf feurig flüssigem Wege entstanden, sondern ein Umwandlungsproduct hydrochemischer Prozesse ist, erhellt aus folgender Betrachtung. Abgesehen von der Schwierigkeit einer Ausfüllung feiner Risse durch geschmolzene Massen, musste der feurig flüssige Granit in den mässig breiten Spalten zu einem Glase erstarren und nur in den breiten konnten sich bei langsamer

Erkaltung Krystalle ausscheiden. Nun findet man aber oft in schmalen Adern sehr grosskrystallinischen Granit, während er in den breiten oft feinkörnig ist. Die Grenze von Diorit und Granit ist meist sehr scharf, und wo Uebergänge (№ 6) vorkommen, haben sie nicht die Zusammensetzung, die sie haben müssten, wenn sie wirklich durch Zusammenschmelzen von Diorit und Granit entstanden wären. Ausserdem müssten so entstandene Uebergänge, wenn überhaupt, auch durchweg vorkommen. Da an den Contactflächen zweier Gesteine das Wasser leichter ¹⁾ durchgelassen wird, als anderswo, so wird man dort auch die meisten Veränderungen antreffen. Die dem Diorit entzogenen Basen haben jedenfalls das Gestein № 5 in das basischere № 6 umgewandelt. Schliesslich spricht auch der Umstand gegen eine pyrogene Entstehung, dass der Granit auf einer kleinen Entfernung einen so grossen Unterschied in der Zusammensetzung zeigt. Die bei einer Eruption entstandenen Gänge mussten grössere Uebereinstimmung in der Zusammensetzung aufweisen, und verschiedene Eruptionen auf einem Raum von c. 300 □ Faden anzunehmen, erscheint ungeeignet. Sprengungen, besonders in der Nähe der schmalen Adern, wären sehr wünschenswerth; vielleicht könnte das Auskeilen der Gänge nach unten zu nachgewiesen werden.

1) Stellweise sind die Granitgänge vom Diorit durch einen schmalen Riss geschieden, wobei bisweilen der Diorit von einem dünnen Chloritanflug bedeckt ist.

	N ^o 1	N ^o 2	N ^o 3	N ^o 4	N ^o 5	N ^o 6	A	N ^o 7
Glühverl.	1,27	0,44	0,62	0,69	0,76	1,16	—	0,7
SiO ₂ . . .	49,80	48,83	48,78	48,36	75,05	70,37	70,37	74,07
Al ₂ O ₃ . . .	16,35	18,13	16,81	16,61	12,94	15,20	13,86	14,47
Fe ₂ O ₃ . . .	0,65	—	—	—	1,56	3,01	3,54	2,26
FeO . . .	7,65	7,34	9,97	9,81	—	—	—	—
CaO . . .	12,35	13,31	12,59	12,86	0,76	2,64	3,32	2,53
KO . . .	0,42	—	—	—	5,77	2,25	4,61	1,38
NaO . . .	1,20	1,39	1,24	1,16	2,58	3,78	2,29	4,23
MgO . . .	8,58	8,50	7,80	8,70	0,23	0,94	2,02	0,66
Summe	98,27	97,94	97,81	98,17	99,65	99,35	100	100,30

N^o 1. Diorit gleich hinter dem Dorfe Launakulla.

N^o 2. Diorit vom Weddeljärwihügel.

N^o 3. Schwarzer, durchaus feinkörniger, thonschieferartig vertical gespaltener Diorit, N^o 2 aus unmittelbarer Nähe genommen. Der höhere Eisengehalt rührt nur von dem Eisenoxyd her, das sich an den Spalten abgesetzt hat.

N^o 4. Diorit neben der Granitader N^o 5; hinter dem Dorfe.

N^o 5. Fleischfarbener Granit aus Quarz, Orthoklas und sehr wenig Glimmer und Granat bestehend. Das Korn hat mittlere Grösse.

N^o 6. Uebergangsgestein zwischen Diorit und dem Granit

N^o 5. Das Gestein ist feinkörnig und grün gefärbt.

A. Berechnete Zusammensetzung eines Mischungsgesteins von Diorit (N^o 4) und Granit (N^o 5), wenn das Mischungsgestein 70,37 % Kieselsäure enthält. 1 G. + 0,264 D.

N^o 7. Granitader in dem Diorit hinter dem Dorfe. Er ist feinkörnig und besteht aus Quarz, Glimmer und blass grünlichem Feldspath (Oligoklas).

Westlich vom Weddelsee bis zum Meere, mit der nördlichen Grenze bei Selgapajalax, der südlichen bei der Bucht a, sind die Diorite sehr mannigfaltig. Der feinkörnige Diorit,

wie er hinter dem Dorfe vorkommt, tritt zurück und Amphibolite herrschen vor. Sie ziehen sich gangförmig fast alle in der Richtung NO — SW hin, bald isolirt stehend, bald feinkörnigen Diorit durchsetzend, bald in anderen Amphiboliten Adern bildend. Die Grenzen der Gänge gegen das durchzogene Gestein sind scharf, Uebergänge seltener wahrnehmbar. In allen Amphiboliten ist der Feldspath vollständig verschwunden. Sie sind dunkelgrün, bald aus feinkörnigen (№ 11), bald aus c. 1/2'' grossen (№ 11a), regellos verlaufenden Hornblendekrystallen bestehend. Oberflächlich sind sie fast immer oxydirt; entweder haben die Krystalle Bronzefarbe oder sie sind mit Eisenoxyd bedeckt. Dabei findet man in zersetzten Stücken recht oft Chlorit- und Glimmerblättchen. Eine andere Art von Amphibolit tritt gangartig an der Westküste auf. Er ist schwarz, enthält zollgrosse, schlecht ausgebildete, regellos gelagerte Hornblendekrystalle (№ 13). Er ist immer oberflächlich sehr stark zersetzt und mit Eisenoxyd bedeckt, zeigt häufig serpentinartigen Fettglanz, und ist immer vertical, thonschieferartig in bis 1/2'' dicke Lamellen gespalten. Die Richtung der Spalten fällt mit der Richtung der Gänge (NW — SO) zusammen. Es kommen oft auf feinförnigem Diorit, von demselben Habitus, wie hinter dem Dorfe, kleine Partien vor, die nur aus grösseren Hornblendekrystallen bestehen und sich äusserlich von den Hornblendegängen (№ 11, 11a etc.) nicht unterscheiden. Da auch die chemische Zusammensetzung dieser Hornblendeauflagerungen sich von der der Amphibolitgänge nur wenig unterscheidet, ist der Schluss wohl gerechtfertigt, dass auch ihre Entstehungsart eine gleiche gewesen ist. Nachfolgende Analysen werden einiges Licht auf die Entstehung werfen.

1.

	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13
Glühverl.	1,56	2,67	1,70	0,73	1,80	4,90
SiO ₂ . . .	46,43	43,01	45,48	49,94	44,73	45,99
Al ₂ O ₃ . .	17,76	12,98	14,77	9,70	11,40	4,59
Fe ₂ O ₃ . .	4,18	3,80	—	2,58	—	2,05
FeO . . .	6,92	7,06	6,44	9,32	6,41	10,62
CaO . . .	10,38	9,40	14,89	11,05	13,90	3,63
KO . . .	—	—	0,38	0,10	—	0,15
NaO . . .	1,69	0,44	0,69	1,18	0,74	0,37
MgO . . .	9,09	18,78	13,27	13,77	10,00	26,77
Summe	98,01	98,14	97,62	98,37	99,00	99,07

2.

	№ 8 a	№ 9 a	№ 10 a	№ 11 a	№ 12 a	№ 12 b
Glühverl.	2,64	1,54	2,23	4,59 ¹⁾	1,55	3,96
SiO ₂ . . .	50,00	51,16	44,85	46,31	46,33	40,51
Al ₂ O ₃ . .	5,70	4,04	10,61	6,43	4,57	2,93
Fe ₂ O ₃ . .	3,26	4,30	3,22	1,56	11,75	3,50
FeO . . .	13,98	9,07	4,94	13,69	9,30	15,59
CaO . . .	5,80	9,40	10,60	9,13	9,31	5,93
KO . . .	—	—	—	—	0,24	—
NaO . . .	0,24	0,40	0,69	0,36	0,37	—
MgO . . .	16,10	19,31	19,75	15,76	14,11	23,70
FeS ₂ . . .	—	—	—	—	0,41	1,93
Summe	97,72	99,23	96,89	97,83	97,94	97,85

Spuren von Cr₂O₃ kommen fast in allen diesen Proben vor.

1) Spur von CO₂.

№ 8. Feinkörniger grüner Diorit westlich vom Roholahesee. Spec. Gew. = 2,961.

№ 8 a. Eine handgrosse Auflagerung von strahliger, zum Theil stark oxydirter Hornblende, auf dem Diorit № 8. Sp. Gew. = 3,011.

№ 9. Feinkörniger D., zum Theil auf der Oberfläche in Hornblendegestein übergehend; westlich vom Roholahesee.

N° 9 a. Wenige □'' grosse Auflagerung von Amphibolit auf *N*° 9; ist den Amphibolitgängen (*N*° 11 a, 12 b) sehr ähnlich. Die Hornblendekrystalle schwarz, zum Theil broncefarbig, Feldspath verschwunden.

N° 10. Grüner D., aus kleinen Hornblendekrystallen und weissem Feldspath bestehend; enthält grössere schwarze Hornblendekrystalle eingesprengt; vom Selgapajalax; indem der Feldspath bis zum Verschwinden zurücktritt, die Farbe immer dunkler grün wird, und die Hornblendekrystalle grösser werden, geht das Gestein über in *N*° 10 a.

N° 11. Dunkelgrüner Amphibolitgang vom Pascolax; die regellos durcheinander geworfenen Krystalle sind c. 3'' gross; dieser Gang wird durchsetzt von einem anderen Amphibolitgange:

N° 11 a. Die Farbe der bis 1/2'' grossen Hornblendekrystalle ist heller grün als *N*° 11. Die Grenze beider Gänge gegen einander ist scharf.

N° 12. Feinkörniger Diorit vom Selgapajalax, Sp. G. = 2,916; geht in dunklen Amphibolit *N*° 12 a (als Gang auftretend) über, und ist *N*° 9 sehr ähnlich, Sp. G. = 3,05. Der Gang *N*° 12 a geht in einen andern über *N*° 12 b; dieser besteht aus schwarzen, grossen, schlecht ausgebildeten Hornblendekrystallen, und ist vertical gespalten, Sp. G. = 3,019.

N° 13. Schwarzer Amphibolit (wie *N*° 12 b) aus einem Gange hinter dem Pascolax.

Die oft nur wenige Quadratzoll grossen Hornblendeauflagerungen (*N*° 8 a, 9 a) auf dem feinkörnigen Diorit können nur auf nassem Wege entstanden sein. Aus dem feurig flüssigen Magma konnten sich nicht an der Oberfläche, wo die Erkaltung am schnellsten vor sich ging, grössere Hornblendekrystalle ausscheiden, während das tiefer liegende

Gestein feinkörnig blieb ; es musste das Umgekehrte stattfinden. Nach ihrer Aehnlichkeit mit diesen Auflagerungen, wie nach den Uebergängen (№ 12 a, b), können die Amphibolite auch nur neptunische Producte sein. Es fragt sich aber, sind die Gänge und Auflagerungen gleich von vorn herein als chemisch vom feinkörnigen Diorit verschieden gebildet worden, oder sind sie neptunische Umwandlungsproducte des feinkörnigen Diorits? Mir scheint das letztere das wahrscheinlichere. Die Tabelle 2 und № 13 lehrt, dass die Amphibolitgänge und Hornblendeauflagerungen sich von den anliegenden feinkörnigen Dioriten durch einen höheren Magnesia- und Eisengehalt, und durch das Zurücktreten von Kalk und Thonerde unterscheiden; am stärksten sind diese Verhältnisse bei den schwarzen Amphiboliten № 12 b, 13 u. (auf S. 33) 15 b ausgeprägt. Wie, wenn die Amphibolite und Hornblendeauflagerungen Zwischenstadien wären zwischen feinkörnigem Diorit und den Producten der letzten Umwandlungsprocesse: Serpentin und Asbest? Sickerten magnesia- und eisenhaltige Gewässer über den feinkörnigen Diorit, so musste ihm, nach den Versuchen Bischof's, Kalk und Thonerde entzogen werden, und Magnesia und Eisen deren Stelle einnehmen. Nun tritt nach den vorliegenden Analysen mit einer Vermehrung von Magnesia und Eisen eine Verminderung von Thonerde und Kalk ein; setzt sich diese Verminderung fort, so bilden sich serpentin-¹⁾ und asbest-

1) Der hohe Wassergehalt von № 12 b u. 13, so wie der häufig vorkommende Fettglanz der Amphibolite lässt sich wohl nur durch eine begonnene Umwandlung in Serpentin erklären. Von einem schwarzen, in c. 2" dicke, aufrecht stehende Lamellen gespaltenen Amphibolit, der an seinen Spaltungsflächen starken Fettglanz zeigt, wurden folgende Analysen ausgeführt: A. die Fettglanz zeigende Partie, B. aus dem Innern der Lamelle, 1" von A. entfernt.

artige Verbindungen, von denen später die Rede sein wird. Freilich musste bei diesem Serpentin- und Asbestbildungsprocess der grösste Theil des aufgenommenen Eisens wieder ausgeschieden werden, und das Eisen würde bei all den Processen nur eine Vermittlerrolle zwischen Diorit und den schliesslich sich bildenden Magnesiasilicaten gespielt haben, um die Thonerde fortzuschaffen. Schwierig bleibt es immer zu erklären, warum die Amphibolite gangartig fast alle in einer Richtung auftreten, und warum sie vertical gespalten sind. Die Falllinie und die Richtung der Gänge und der Spalten in denselben fallen ziemlich mit einander zusammen. Konnte das über den Diorit in der Richtung der Falllinie rieselnde Wasser sich nicht Rinnen ¹⁾ auf der Oberfläche ausarbeiten und dann, senkrecht in die Tiefe dringend, die Spalten bilden? Nehmen wir diese Rinnenbildung an, dann liesse sich die Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung der Gänge und ihre scharfe Grenze gegen anderes Gestein leichter erklären. Nicht überall sickerten gleiche Quantitäten magnesia- und eisenhaltiger Gewässer hinweg und es wurde ihre Wirkung noch durch die verschiedene Dichtigkeit der Gesteine modificirt.

	HO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Summe
A.	7,48	38,38	1,58	19,89	3,38	26,80	97,51
B.	6,96	40,34	1,19	19,10	3,85	26,85	98,29

Beide Proben enthalten etwas Cr₂O₃ und werden durch HCl stark angegriffen. Die Zusammensetzung ist der des Bastits ähnlich und A. nähert sich durch seinen grösseren Wasser- und kleineren SiO₂ u. CaO-Gehalt, als B., mehr dem Serpentin. Gegen eine noch jetzt stattfindende Umwandlung des Amphibolits in Serpentin lässt sich nichts einwenden, und es würden demnach die Amphibolitgänge einst als „Serpentingänge“ erscheinen.

1) Bei Gesteinen, die, wie der Diorit, ungleichmässig angegriffen werden, und eine rauhe Oberfläche bilden, ist eine Rinnenbildung jedenfalls sehr erleichtert. Ich muss noch bemerken, dass die Amphibolitgänge und die Thäler zwischen den Dioriterhebungen so ziemlich dieselbe Richtung (W—O) haben.

An einer Spalte auf Selgapajalax geht schwarzes Amphibolitgestein in Serpentin und Asbest über. Der Serpentin № 14 ist dunkelgrün, oberflächlich und in Spalten kommt Eisenoxyd vor. Der zum Theil in Serpentin umgewandelte Amphibolit (№ 14a) ist aus unmittelbarer Nähe des Serpentinus genommen. Man kann in ihm noch deutlich die Hornblendekristalle erkennen, aber sie sind leicht zu zerkleinern und zeigen zum Theil Fettglanz. Auch dieses Gestein ist mit Eisenoxyd oberflächlich bedeckt. Die Serpentinader ist etwa $\frac{1}{2}$ Zoll mächtig. Der Asbest (№ 15) ist oberflächlich hellbraun bis weiss und leicht zu zerkleinern; wenige Linien von der Oberfläche geht er in dunkelgrünen, sehr festen Asbest (№ 15a) über. Der schwarze, gross krystallinische Amphibolit (№ 15b) ist aus unmittelbarer Nähe genommen.

	Serpentin.		Asbest.		
	№ 14	№ 14a	№ 15	№ 15a	№ 15b
HO	13,46	9,41	2,17	2,89	3,70
SiO ₂	40,85	41,23	54,70 ¹⁾	53,00	46,43
Al ₂ O ₃	1,16 ²⁾	5,55 ²⁾	0,82	0,55	5,21
Fe ₂ O ₃	0,27	4,48	3,72	3,11	2,24
FeO	3,84	5,70	6,86	8,43	8,90
CaO	—	3,37	5,57	6,69	5,65
MgO	39,13	28,31	24,90	24,54	25,90
KO	—	—	—	—	0,24
NaO	—	—	—	—	—
Summe	98,71	98,05	98,74	99,21	98,27
Sp. G. =	2,565	2,804	—	—	—

Bei der Umwandlung von Hornblende in Serpentin werden Thonerde, Kalk, Eisen ausgeschie-

- 1) Mit kleinen Mengen Quarz.
- 2) Spuren von Chrom enthaltend.

den, Wasser und Magnesia aufgenommen. Das \mathcal{N}° 14 u. 14a bedeckende Eisenoxyd ist jedenfalls bei diesem Umwandlungsprocess gebildet worden. Der aus \mathcal{N}° 15a entstandene, auf der Oberfläche sich befindliche Asbest ist eisen- und kalkärmer, dagegen magnesiareicher als \mathcal{N}° 15a. Der Process ist also dem der Serpentinbildung analog. Der Amphibolit \mathcal{N}° 15b, der oberflächlich mit Asbest bedeckt ist, ist chemisch wie physikalisch noch zu weit vom Asbest entfernt, als dass man die zwischenliegenden Prozesse erschliessen könnte. Jedenfalls muss die Thonerde fortgeführt und auch die Kieselsäure im Verhältniss zu den Monoxyden absolut oder relativ vermehrt werden.

Ich muss noch bemerken, dass die Fasern des an der Spalte liegenden Asbests so ziemlich mit der Richtung des in die Spalte sickernden Wassers zusammenfallen.

Die Gegend von der Bucht b bis c ist häufig von Granitadern durchzogen, die meistens in der Richtung SW—NO sich erstrecken. Vom nördlichen Ufer des Selgapajalax bis c kommt ein fast schwarzer, feinkörniger Diorit vor, aus Hornblende und einem dunklen Feldspath bestehend. Letzterer oxydirt sich leicht und nimmt dann eine weissliche oder rothe Farbe an, so dass die Oberfläche des Diorits ein granitisches Aussehen erhält. Hart an der Küste ist die Oberfläche des Diorits mit c. $\frac{1}{2}$ “ dicken, schmalen, wulstförmigen Erhebungen eines granitischen Gesteins bedeckt. Diese Wülste, aus Quarz und rothem Feldspath (Oligoklas) bestehend, ziehen sich nach verschiedenen Richtungen hin, und sind gegen den unterliegenden Diorit scharf abgegrenzt. Der Diorit hält nach der Oberfläche zu grössere rothe Quarzkörnchen eingeschlossen. Ich kann diese Angaben nur als vorläufige bezeichnen, da die Untersuchung

an Ort und Stelle nicht so detaillirt vorgenommen wurde, als die Wichtigkeit des Gegenstandes es erheischt, aber nach den mitgebrachten Handstücken zu schliessen, scheint es, dass sich die Granitwülste aus einer wässrigen Lösung auf der Dioritoberfläche gebildet haben. Es wurden eine solche, c. $\frac{1}{4}$ " dicke Granitauflagerung und der derselben unmittelbar anliegende Diorit analysirt.

	Glüh- verlust	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	KO	NaO	MgO	Sum- me.
Diorit	1,35	52,98	15,61	8,63	10,18	0,96	2,63	6,64	98,99
Granit	1,05	79,34	12,17	0,80	3,35	0,80	2,66	0,71	100,88

Der Granit wird durch HCl stark angegriffen, und lässt viel CaO in Lösung gehen; das Sauerstoffverhältniss der Thonerde zu dem von CaO, KO, NaO ist wie 3,21 : 1, also nahe dem eines Feldspaths entsprechend. Dieselben Verhältnisse kommen auch bei der Insel Mahelli vor, und bilden hier, wie auch nördlich von Selgapajalax, den Uebergang zu Granit, Hornblendegestein, Glimmerschiefer. Stellweise ist der Diorit oberflächlich in ein chloritartiges Mineral umgewandelt, welches das Gestein meist als ein dünner Anflug bedeckt und ihm einen seidenartigen Glanz verleiht. Es erreicht aber auch bisweilen eine Dicke von $\frac{1}{4}$ " (*N* 16a). Die Fasern des Chlorits haben dieselbe Richtung, wie die Falllinie der schiefen Ebene, auf der sie sich befinden.

	Glüh- verl.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	KO	NaO	MgO	Sum- me.
<i>N</i> 16	0,94	53,06	12,28	3,08	6,12	10,43	0,62	2,02	10,09	98,64
<i>N</i> 16a	1,70	52,50	12,28	1,72	7,90	9,92	0,83	1,90	10,89	99,64

N 16. Diorit aus dunkelgrüner Hornblende und zum Theil röthlich oxydirtem Feldspath bestehend; er enthält

Quarz ¹⁾ und ist oberflächlich mit einem Chloritanflug bedeckt. Spec. Gew. = 2,946.

*N*º 16a. Chloritartiges Mineral aus der Nähe des Diorits *N*º 16. Spec. Gew. = 2,931. Die Härte des Minerals vom Diorit wenig unterschieden.

Das aus dem Diorit entstandene chloritartige Mineral unterscheidet sich chemisch von seinem Urgestein nur wenig, trotzdem beide äusserlich von einander gänzlich verschieden sind. Der Chlorit befindet sich im Anfangsstadium seiner Bildung; die chemischen Unterschiede haben sich nicht stark ausgeprägt, aber sie reichen hin, um anzudeuten, wie der Process weiter verlaufen würde. Kalk, Kieselsäure werden ausgeschieden, Wasser und Magnesia aufgenommen.

Nördlich von der Insel Kuchjapochja-helli tritt am Meere ein schmaler Saum von feinkörnigem, schwarzem Hornblendegestein, Glimmer- und Chloritschiefer auf. Alle diese Gesteine sind fast vertical gespalten und wechseln durchaus

1) *N*º 16 u. 16a, sowie die im folgenden Abschnitt untersuchten Hornblendegesteine und Glimmerschiefer sind alle quarzhaltig, ohne dass man immer den Quarz mit der Loupe wahrnehmen kann. Beim Behandeln des Gesteinspulvers mit verdünnter Flusssäure werden die Silicate rasch zersetzt, und der grösste Theil des Quarzes bleibt übrig. Die bisherige, sich nur auf die Erkennung des Quarzes durch Vergrösserungsgläser stützende Eintheilung der Gesteine in quarzhaltige und quarzfreie, ist demnach eine sehr unsichere. Der sehr geringe Quarzgehalt von *N*º 16, 18, 20 etc. und die beträchtliche Menge Basen in denselben, macht es sehr wahrscheinlich, dass sie alle, wenn nicht auf neptunischem Wege entstanden, so doch umgebildet sind. Der geringe Quarzgehalt musste sich mit den Basen im feurig flüssigen Zustande verbinden, und letztere sind in zu grosser Menge vorhanden, als dass beim Erkalten Quarz ausgeschieden werden konnte. In diesem Falle musste auch der Quarz die Eigenschaft erhalten, sich schnell in Fluorwasserstoffsäure zu lösen. Alle analysirten Stücke lassen aber nach zehnstündigem Behandeln mit verdünnter Flusssäure, nach Zersetzung sämmtlicher Silicate, recht viel Quarz unangegriffen. Es wurde zur Parallele das quarzhaltige Glimmer-Hornblendegestein *N*º 19 geschmolzen und dann mit verdünnter Flusssäure behandelt; nach 2 Stunden (die Schmelzung war nicht ganz vollständig) waren nur Spuren von Quarz übrig.

unregelmässig ab. Das Hornblendegestein ist an seinen Spaltungsflächen bald mit Eisenoxyd und kleinen Glimmerschüppchen bedeckt, bald grenzt sich gegen dasselbe eine grossschuppige Glimmerschieferlamelle (№ 19 a) scharf ab, bald liegt mit ebenfalls scharfer Grenze ein glimmerarmer Schiefer (№ 17 a) an, bald kommen aber auch Uebergänge von Hornblendegestein in Glimmerschiefer vor. Dieselben Erscheinungen gelten auch von Chloritschiefer. An grösseren Spalten des feinschuppigen Glimmerschiefers kommen oft grosse Glimmerblättchen vor; dazwischen nicht selten Quarz-Nester und -Aederchen. Alle Glimmer- und Chlorit-schuppen sind unter einander und mit den Spaltungsflächen der Gesteine parallel, also fast vertical aufgerichtet. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Glimmer-¹⁾ und Chloritschiefer auf nassem Wege entstanden sind. Abgesehen von dem in der Anmerkung S. 36 angeführten Grunde, liegt der Haupteinwand gegen eine eruptive Entstehung in der Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung des Glimmerschiefers; bald ist er fast reiner Glimmer, bald in verschiedenen Verhältnissen mit Hornblende gemengt, bald grossbald kleinblättrig. Ein feurig flüssiger Teig musste gleichförmig sein. Wie konnte er ferner das Hornblendegestein in parallele Lamellen theilen, und, wenn die Spalten schon da waren, wie konnte er in papierdünne Risse eindringen,

1) Als ein fernerer Beweis für die Möglichkeit einer Glimmerbildung auf nassem Wege muss die Aehnlichkeit der Zusammensetzung der in den Ostseeprovinzen vorkommenden silurischen und devonischen Thone mit dem Glimmer angesehen werden. Wenn sich thonige, dem Glimmer ähnlich zusammengesetzte Producte auf nassem Wege bilden können, so hat eine nep- tunische Entstehungsweise wirklichen Glimmers sehr viel Wahrscheinlichkeit. Die silurischen Thone sind von H. Struve analysirt (in d. Memoiren der Petersburger Academie Bd. VIII № 11. 1865), die devonischen von mir (im Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands I. Serie, Bd. IV S. 85).

und wodurch wurde, beim Eindringen der Masse in grössere Spalten, die Störung des Parallelismus verhindert? Anfüge auf Spalten konnten sich vollends nur auf nassem Wege bilden, und der Umstand, dass an den Spalten oft grössere Glimmerblättchen vorkommen, als nach innen zu, spricht jedenfalls zu Gunsten einer neptunischen Bildung¹⁾. Wie lässt sich ferner ein Parallelismus der Glimmerblättchen im flüssigen Teige erklären? Müssten sie nicht in allen Richtungen vorkommen? Wenn sich ein Parallelismus der Glimmerschuppen ausbildete, so konnten sie doch nur in der Richtung der Horizontalebene liegen, nimmer sich aber, wie hier, im flüssigen Magma in überkippter Stellung erhalten²⁾. Alles dies gilt auch vom Chloritschiefer, dessen hoher Wassergehalt schon eine pyrogene Entstehung ausschliesst. Die Chlorit- und Glimmerlamellen fallen mit der Richtung der Spalten und Risse zusammen, also auch mit der Richtung, in welcher das Wasser in die Spalten dringt. Es scheint, dass die in Blätter- und Faserform (Chlorit, Glimmer, Asbest) auftretenden Mineralien, wenn sie sich in grösserer Menge rein oder als Gemengtheil feinkörniger Gesteine vorfinden, mehr oder weniger die Richtung haben, in welcher das Wasser über die Steine floss oder in sie eindrang. Diese Mineralien würden also auf geneigter Ebene und in Spalten der schiefen Ebene und der Spaltenfläche parallel sein, und wo sie sich in Gesteinen durch Umwandlung anderer Mineralien gebildet haben, würde ihre Richtung eine mehr oder weniger verticale sein, nämlich die des in's Gestein eindrin-

1) Die an der Spalte befindlichen Glimmerblätter kommen mit mehr Wasser in Berührung als die innenliegenden; sie konnten sich also durch Aufnahme gelöster Stoffe schneller vergrössern als letztere.

2) Für die Annahme einer ursprünglich horizontalen Richtung aller dieser Schichten und einer späteren Aufrichtung spricht durchaus nichts.

genden Wassers ¹⁾. Letzteres könnte übrigens nur bei feinkörnigen Gesteinen regelmässig stattfinden, da grosskrystallinische Gesteine längs den Flächen der grossen Krystalle für Wasser leichter durchdringbar sind; neugebildete Mineralien würden also auch in der Richtung der Krystallflächen liegen.

Es bleibt noch zu entscheiden, ob der Glimmer und Chloritschiefer sich gleich von vorn herein aus einer Lösung als solche gebildet haben, oder ob sie durch Umwandlung des Hornblendegesteins entstanden sind. Letzteres scheint mir wahrscheinlicher, wenn sich auch grössere Glimmerlamellen direct aus einer Lösung an den Spalten abgesetzt haben mögen. Die häufigen Uebergänge, und die auf S. 35 untersuchte Umwandlung des Diorits in chloritartiges Mineral lassen den metamorphischen Process plausibler erscheinen.

	N ^o 17	N ^o 18	N ^o 19	N ^o 20
Glühverl.	0,49	0,77	0,94	1,27
SiO ₂	58,81	50,40	57,71	53,05
Al ₂ O ₃ . . .	14,01	16,04	16,23	14,07
Fe ₂ O ₃ . . .	5,08	3,15	11,56	16,42
FeO	8,73	7,46	—	—
CaO	5,77	10,26	5,11	6,73
KO	1,77	1,36	1,19	1,44
NaO	2,20	0,46	2,57	1,88
MgO	2,56	8,70	5,28	3,72
Summe	99,42	98,57	100,59	98,58

3) Gneiss- und Glimmerschiefergänge, in denen die Glimmerblättchen aufrecht und der Falllinie des Ganges parallel stehen, zeigen auf grosse Entfernungen hin, einen Parallelismus der Blättchen. Sollten nicht hier auch Beziehungen zwischen der Lage der Glimmerblättchen und der Richtung des auf der Oberfläche fliessenden und in's Gestein eindringenden Wassers stattfinden?

	N ^o 17 a	N ^o 18 a	N ^o 19 a	N ^o 20 a
Glühverl.	2,27	1,33	2,85	1,03
SiO ₂ . . .	55,61	49,88	41,82	44,41
Al ₂ O ₃ . . .	17,67	15,52	18,14	19,07
Fe ₂ O ₃ . . .	11,98	11,34 ¹⁾	17,59	17,96
CaO	2,27	6,24	3,12	5,62
KO	3,10	3,20	3,12	3,99
NaO	1,60	0,56	1,42	1,94
MgO	4,60	10,66	9,78	4,78
Summe	99,10	98,73	97,84	98,80

N^o 17. Schwarzes, feinkörniges Hornblendegestein, nördlich von Kuchjapochja-helli, am Meere.

N^o 17 a. Feinschuppiger Glimmerschiefer N^o 17 durchsetzend.

N^o 18. Schwarzes, feinkörniges Hornblendegestein südlich von Mahelli.

N^o 18 a. Vertical aufgerichteter, N^o 18 durchsetzender Glimmerschiefer.

N^o 19. Hornblendegestein nördl. von Kuchjapochja-helli.

N^o 19 a. Grossblättriger Glimmerschiefer, unmittelbar an N^o 19 anliegend und scharf abgegrenzt.

N^o 20. Feinkörniger Glimmer und Hornblende, geht in

N^o 20 a grossblättrigen Glimmerschiefer über; nördlich von Kuchjapochja-helli. Alle diese Proben sind quarzhaltig.

Sollte eine Umwandlung von Hornblendegestein in Glimmerschiefer stattgefunden haben, so würde der Process folgendermaassen verlaufen sein: Kieselsäure²⁾, Kalk, Natron wurden ausgeschieden, Kali und Magnesia aufgenommen.

1) darin 6,00 FeO.

2) Die im Glimmerschiefer häufig vorkommenden Quarz-Nester u. -Adern sprechen für eine Kieselsäureausscheidung.

Zur Erläuterung des Chloritbildungsprocesses wurden folgende Analysen ausgeführt.

	N ^o 17b	N ^o 21	N ^o 22	N ^o 22b
HO . . .	4,27	4,85	4,58	0,99
SiO ₂ . . .	65,21 ¹⁾	49,55 ²⁾	55,08	59,37
Al ₂ O ₃ . . .	8,22	14,54	14,31	13,89
Fe ₂ O ₃ . . .	3,39	4,59	4,85	5,13
FeO . . .	12,61	15,74	9,02	7,45
CaO . . .	0,30	—	0,68	3,80
KO . . .	—	—	0,63	0,49
NaO . . .	—	0,22	1,41	3,29
MgO . . .	4,57	9,37	7,82	3,82
Summe	98,57	98,86	98,38	98,23
Spec. Gew.	—	2,992	2,797	2,844

N^o 17b. Chloritschieferlamelle durchsetzt das Hornblendegestein N^o 17.

N^o 21. Chloritschiefer ebendaher.

N^o 22. Chloritschiefer, der einen allmäligen Uebergang zeigt in das quarzhaltige Hornblendegestein. N^o 22b. Ebendaher.

Berücksichtigt man noch die Analyse N^o 16 auf S. 35, so muss die Umwandlung von Hornblendegestein in Chloritschiefer folgendermaassen vor sich gegangen sein: Kieselsäure, Kalk, Alkalien, Thonerde werden ausgeschieden, Wasser, Magnesia, Eisenoxydul aufgenommen.

Am NW-Abhang des Launakörkia, hart am See Launajerw kommt feinkörniger Diorit²⁾ vor. Er hat denselben Habitus wie der Diorit hinter dem Dorfe Launakülla, und scheint in gneissartigen Granit überzugehen. Quarzadern,

1) darin 54,35 pCt. Quarz. — 2) darin 29,67 pCt. Quarz,

2) Leider sind die zu besprechenden Verhältnisse nicht so genau untersucht worden, als ihre Wichtigkeit es erheischt, da ich auf Vieles erst bei der chemischen Untersuchung aufmerksam gemacht wurde.

Glimmerschiefer und fast reiner Glimmer (in beiden Fällen sind die Glimmerblättchen immer vertical aufgerichtet und haben dieselbe Richtung) durchziehen den Diorit und Granit häufig. Der Granit ¹⁾ ist oberflächlich roth oxydirt, im Innern zeigt er einen hellgrünlichen, oft gestreiften Feldspath (Oligoklas), Quarz, etwas Hornblende und schwarzen Glimmer; auch im Granit wurde häufig fast verticale und parallele Stellung der Glimmerblättchen wahrgenommen. Sollte der Granit durch Umwandlung des Diorits entstanden sein? Bei diesem Prozesse müssten mit Ausnahme der Alkalien alle Stoffe im Diorit eine Verminderung erlitten haben, besonders stark aber Kalk und Magnesia ²⁾. Vom chemischen Standpunkte liesse sich gegen eine solche Umwandlung wenig einwenden, da Hornblende in Glimmer übergeht.

Nehmen wir an, dass eine Umwandlung basischer Gesteine in saure nicht bloß local, sondern allgemein vorgekommen, so würde sich noch ein anderes Factum erklären lassen. Die in den sedimentären Schichten vorkommenden Kalke, Dolomite und Eisenverbindungen sind zu den Thonen und Sandsteinen in zu grossem Verhältnisse da, als dass wir sie von den am meisten verbreiteten krystallinischen Gesteinen, den kieselsäurereichen, ableiten könnten. Fand aber eine oben angedeutete Umwandlung von basischen Gesteinen in saure statt, so wurden Kalk, Magnesia, Eisenoxydul in hinreichender Menge ausgeschieden, um die sedimentären Kalk-, Dolomit- und Eisenerzlager zu bilden.

1) Er wird durch HCl stark angegriffen und lässt besonders viel CaO in Lösung gehen.

2) Da beim Fortgeführtwerden so vieler Basen auch Kieselsäure frei werden musste, so könnten die Quarzadern, wie auch der Quarz im Granit bei diesem Process sich gebildet haben. Sprengungen dieses Granits wären sehr zu wünschen, um sich zu überzeugen, ob mit der Tiefe in der Zusammensetzung eine Annäherung zum Diorit stattfindet.

	Oligoklas.						
	№ 23	№ 24	№ 25	№ 25a	№ 26	№ 24 a	№ 25 b
Glühverl.	1,27	1,30	0,72	1,01	1,37	1,40	0,83
SiO ₂ . . .	68,26	68,49	61,57	52,25	47,54	60,91	61,19
Al ₂ O ₃ . . .	14,36	14,15	15,99	17,02	23,55	23,24	21,57
Fe ₂ O ₃ . . .	6,13	5,00	8,40	7,87	5,90	1,17	2,40
CaO . . .	3,39	3,36	6,31	8,83	11,52	4,45	6,86
KO . . .	2,51	1,81	1,40	1,86	1,73	2,06	1,67
NaO . . .	3,10	3,47	2,65	2,76	1,52	6,27	4,38
MgO . . .	1,40	1,15	2,86	6,91	4,88	0,50	1,10
Summe	100,42	99,73	99,80	98,51	98,01	100	100

№ 23 u. 24. Granit aus Quarz, grünlichem Oligoklas, Hornblende und schwarzem Glimmer bestehend; letztere ziemlich vertical stehend und unter einander parallel. Spec. Gew. = 2,709 und № 24 = 2,731.

№ 25. Dasselbe Gestein, reicher an Glimmerblättchen, die einen grossen Parallelismus zeigen, so dass das Gestein glimmerschieferartig erscheint; auf der Oberfläche kommen Furchen vor, die mit der Richtung der glimmerreichen verticalen Schichten übereinstimmen.

№ 25 a. Feinkörniger Diorit in der Nähe von № 25.

№ 26. Feinkörniger Diorit von einer andern Stelle des Hügels. Spec. Gew. = 2,806.

№ 24 a, Oligoklas aus dem Granit № 24. Verhältniss von RO : R₂O₃ : SiO₂ = 0,913 : 3 : 8,676. № 25 b. Oligoklas aus № 25. RO : R₂O₃ : SiO₂ = 1,05 : 3 : 9,03. № 24 a u. 25 b enthielten etwas Quarz und Hornblende eingesprengt.

C. Granite.

Die Granite ziehen sich an der Westküste der Insel von der N- bis zur S-Spitze hin, und werden nur durch

den Diorit auf eine grössere Strecke von Mahelli bis Selgajalax unterbrochen. Sie sind in Bezug auf äussere Gestalt chemische Zusammensetzung selbst auf kleinen Strecken höchst mannigfaltig, so dass sie in ihrer jetzigen Gestalt unmöglich auf feurig flüssigem Wege entstanden sein können. Quarzit, Glimmerschiefer, Gneiss, Hornblendegestein, grob- und feinkörniger Granit wechseln durchaus regellos ab. Leider konnten diesmal die genetischen Beziehungen dieser Gesteine zu einander nicht untersucht werden, da mir analytisches Material beim Sammeln der Handstücke fehlte, und die gleichmässige rothe Farbe des Gesteins das Auffinden von Uebergängen schwierig machte. Stellweise war auch die Moosvegetation sehr hinderlich.

	N ^o 1	N ^o 2	N ^o 3	N ^o 4	N ^o 4 a	N ^o 5	N ^o 5 a
Glühverl.	0,55	0,58	0,77	1,02	0,50	1,39	0,60
SiO ₂ . . .	70,74	68,65	64,98	77,71	66,68	70,27	69,37
Al ₂ O ₃ . .	16,35	14,18	16,50	11,58	14,18	11,21	10,63
Fe ₂ O ₃ . .	2,59	4,13	6,86	2,64	6,14	6,35	6,53
CaO . . .	2,31	1,43	3,42	0,98	12,14	2,69	9,77
KO . . .	2,29	4,82	2,67	3,03	0,31	3,49	0,31
NaO . . .	5,29	3,70	3,94	3,07	0,07	0,48	—
MgO . . .	1,03	0,52	1,10	0,47	0,39	2,27	0,98
Summe	100,98	98,01	100,24	100,50	100,41	98,15	98,19

	N ^o 6	N ^o 6 a	N ^o 7
Glühverl.	0,75	0,62	1,66
SiO ₂ . . .	80,00	72,43	73,26
Al ₂ O ₃ . .	11,48	9,18	12,99
Fe ₂ O ₃ . .	1,51	6,30	7,62
CaO . . .	0,88	6,24	1,02
KO . . .	1,44	1,63	2,65
NaO . . .	4,44	0,72	0,18
MgO . . .	0,22	0,91	1,60
Summe	100,72	98,02	100,98

*N*º 1. Feinkörniger grauer Granit, oberflächlich roth oxydirt, aus schwarzem Glimmer, Quarz und einem grünlichen Feldspath (Oligoklas) bestehend; von der Südspitze der Insel.

*N*º 2. Fleischfarbiger Granit (Syenit); enthält Quarz, Feldspath und Hornblende; gegenüber Mahelli.

*N*º 3. Feinkörniger Gneiss-Granit vom Berge zwischen Launakörkia und dem Meere, oberflächlich roth oxydirt, in der Tiefe dunkel; die Glimmerlamellen stehen fast aufrecht.

*N*º 4. Rother feinkörniger Granit, gegenüber der Insel Kuchjapochja-helli, am Meere, geht über in Epidosit (*N*º 4 a), bestehend aus hellem gelblichgrünem Epidot und Quarz; in der Nähe kommt kohlenaurer Kalk vor. Spec. Gew. von *N*º 4. = 2,647, von *N*º 4 a = 2,914.

*N*º 5. Schwarzer, fester, feinkörniger Hornfels, der in grünen Epidosit *N*º 5 a übergeht; ebendaher.

*N*º 6. Fleischfarbiger, feinkörniger Quarzit, der in grünen Epidosit *N*º 6 a übergeht; ebendaher.

*N*º 7. Schwarzer, sehr fester Quarzit; enthält Glimmer; nordwestlich vom Majakallio.

Hart an der Küste, nördlich von der Insel Kuchjapochja-helli bis zur N-Spitze der Insel werden Granit, Quarzfels und Hornfels in Epidosit übergeführt. Die Epidositpartien sind klein und sehr selten mit Kalkablagerungen vergesellschaftet, wo aber letztere vorkommen, ist immer Epidosit in der Nähe. Aus den Analysen ergibt sich, dass die Entstehungsart des Epidosits und Kalks durchaus dieselbe gewesen ist, wie wir sie für den Porphyrt erörtert haben; es liess sich dies auch schon nach der wesentlich gleichen Zusammensetzung des Porphyrs und Granits erwarten.

Am Westabhange des Haukawor, vom SW-Ende desselben beginnend bis zum Purrekallio, und nordwestlich vom

Majakallio kommt ein eigenthümliches Conglomerat vor. Nuss- bis kopfgrosse, meist weiss, aber auch roth gefärbte Quarzitrollsteine sind durch ein gleiches sandartiges Bindemittel und zwar so fest verkittet, dass man öfter eine Kugel zerschlägt, als sie vom Bindemittel trennt. Hofmann erklärt diese Kugeln ganz richtig als Rollsteine, die durch einen langen Aufenthalt im bewegten Wasser ihre jetzige Gestalt erhalten haben, wirft aber dabei doch die Frage auf, ob ein neptunisches Product, wie diese Conglomeratbildung, eine solche Festigkeit erlangen könne, ohne diese Frage zu beantworten. Ein klastisches Quarzitgestein kann nur durch kieselsäurehaltige Gewässer verkittet eine so grosse Festigkeit erlangen, nicht aber durch Hitze. Die quarzreichen, feuerfesten, sogenannten Dinasteine besitzen keine so grosse Festigkeit, wie dieses Conglomerat, und feingepulvertes, der heftigsten Weissgluth ausgesetztes Bindemittel aus dem Conglomerat war zwar gefrittet, aber leicht zu zerkleinern. Aus der Analyse ergibt sich, dass die Kugeln und das Bindemittel gleiche Zusammensetzung und wohl auch gleichen Ursprung haben. Grössere Rollsteine, sowie grober Sand, die sich beim Hin- und Herschleifen grosser Quarzitstücke auf dem Meeresboden gebildet hatten, wurden zu einem Walle zusammengeschoben, und nach ihrem Emporsteigen aus dem Wasser durch Kieselsäure innig verkittet. Diese Conglomeratbildung ist jedenfalls älter als die erraticen Erscheinungen Hochlands, denn wir finden auf dem Conglomerate erratiche Granitblöcke, die nicht mit dem Conglomerate verkittet sind. Das Conglomerat ist im Thale des Haukawor von quarzreichen Gesteinen umschlossen, die zum Theil das Aussehen durch Quarz verkitteter Sandsteine haben.

	N ^o 8	N ^o 9	N ^o 10	N ^o 11
Glühverl.	0,61	0,54	0,56	2,38
SiO ₂ . . .	98,33	98,18	88,02	72,21
Al ₂ O ₃ . . .	0,46	1,16	7,40	14,09
Fe ₂ O ₃ . . .	0,38	0,32	1,42	3,83
CaO . . .	0,11	0,12	1,12	0,25
KO . . .	0,16	0,29	0,10	3,55
NaO . . .	—	—	0,38	0,17
MgO . . .	—	0,11	0,30	0,68
Summe	100,05	100,72	99,30	97,16

N^o 8. Quarzitkugel aus dem Conglomerat Purrekallio.

N^o 9. Sandsteinartiges Bindemittel der Kugeln, ebendaher.

N^o 10. Dichter Quarzit, das Conglomerat umgebend.

N^o 11. Chocoladefarbenes, sandsteinähnliches Gestein dem Thale des Haukawor. Nach der kleinen Menge Alkalien, im Verhältniss zur Thonerde zu urtheilen, sind N^o 10 u. 11 wohl auf ähnliche Weise aus Granit entstanden, wie der Quarzit N^o 10 b auf S. 10 aus dem Porphyr.

Schliesslich noch einige Worte über Gerölle und polirte Platten. Die Nord- und Südspitze, so wie die Ufer fast aller Buchten sind mit Rollsteinen bedeckt. Die mächtige Brandung spült wohl alle auf die Spitze der Halbinseln durch Eis aufgeschobenen Steine ab, daher man auf Ausläufern keine Gerölle findet. Die Steine, meist kopfgross, sind oft in mehreren (bis 4) hinter einander liegenden, der Küste parallel laufenden Wällen aufgestapelt, deren Höhe verschieden, aber wohl nicht 2 Fuss überschreitet. Die runden, glatten Steine sind vorherrschend Granit, dann Porphyr. Manche Gerölllager kommen in beträchtlicher Höhe vor, so am SO-Fuss des Haukawor, hinter Launakülla am Roholaheberg, und zwischen Pochjakörkia und einem südlich

gelegenen Berge ¹⁾. Ausser diesen Rollsteinen finden sich noch zerstreut grosse Blöcke von rothem feinkörnigen Granit und Rappakiwi vor. Gelber Quarzsand kommt an 2 Stellen vor: im Thale hinter dem Süd- und Norddorfe. An der Nordspitze der Insel wurde blaugrauer Thon, mit kleinen Rollsteinen vermengt, vorgefunden. Er ist jedenfalls untersilurischer Thon, der durch Wellen hier aufgeschwemmt wurde. Seine Zusammensetzung ist folgende (A):

	A.	B.	C.
HO . . .	1,84		
SiO ₂ . . .	17,35	49,14	75,91
Al ₂ O ₃ . . .	7,61	21,32	13,51
Fe ₂ O ₃ . . .	6,12	17,32	0,94
CaO . . .	0,69	1,95	1,70
KO . . .	1,31	3,70	3,73
NaO . . .	0,53	1,50	3,85
MgO . . .	1,72	4,86	0,46
Rückstand	60,93		
Summe	99,00	100	100

B. Der durch SO₃ zersetzte Thon auf 100 berechnet.

C. Analyse des in SO₃ unlöslichen Rückstandes.

Der durch SO₃ zersetzbare Thon hat eine glimmerähnliche Zusammensetzung, und der für ein Product der letzten Umwandlungsprocesse etwas hohe Kalk- und Natrongehalt, kann theils dem Rückstand C. entstammen, theils aber auch beim Anschwemmen hinzugeführt sein.

Oft findet man auf dem Porphyr geglättete Stellen vor, nur selten dagegen auf dem Diorit, was wohl nur darin seinen Grund hat, dass der Diorit aus leichter, zersetzbaren und in ihrer Zersetzbarkeit weiter zu einander stehenden

1) Hofmann macht die Bemerkung, dass die Gerölllager im Innern der Insel stets an Orten vorkommen, die die Form alter Buchten haben.

Mineralien besteht, als der Porphyr; die glatten Stellen wurden dort bald rauh. Die Grösse dieser Schriffe ist verschieden, von wenigen Quadratzollen bis zu mehreren Quadratfaden; der Glanz in allen Nüancen von Glasglanz (jedoch selten) bis Glanzlosigkeit. Feine grade Striche, wie mit einem Diamanten in Glas geritzt, so wie einige Linien breite, flache, rundliche Canäle durchziehen die glänzenden Stellen in der Richtung von N nach S. Die Richtung einiger Striche wurde in folgender Weise bestimmt:

	N	18° gegen W.
	35	
	65	
Auf dem Pochjakörkia	0	
	25	
	45	
	12	
	17	
Auf dem Hirskallio	12	
	20	
	18	
Auf dem Koddokallio	35	
	22	
	32	

R e s u l t a t e.

1) Die Grundmasse des Porphyrs besteht aus Quarz, Orthoklas und Eisensilicat.

2) Der Feldspath des Porphyrs wird von den Atmosphäriken eher angegriffen als die Grundmasse.

3) Die Zersetzung des Porphyrs verläuft folgendermaassen: zuerst wird das Eisenoxydul im Feldspath oxydirt; letzterer wird fleischfarben und verliert an Glanz. Die Con-

touren der Orthoklaskrystalle verschwimmen mit der Grundmasse, die einen röthlichen Farbenton annimmt und dann roth, oder violett wird; schliesslich sind Krystalle und Grundmasse gar nicht mehr von einander zu unterscheiden. Die chemische Veränderung bei der Zersetzung des Porphyr's ist folgende: Natron, Kalk, Kali, Eisen und Kieselsäure werden abgeschieden.

4) Werden die durch die Zersetzung gebildeten Poren des Porphyr's durch Quarz ausgefüllt, so entstehen Quarzite. (N^o 7b, 10a, 10b.)

5) Das specifische Gewicht der zersetzten Porphyre (2,734) ist grösser als das der unzersetzten (2,687).

6) Der kohlen saure Kalk und der Epidosit sind auf nassem Wege gebildet worden.

7) Treffen eisen- und kalkreiche Gewässer mit Porphyr zusammen, so werden die Alkalien gänzlich, Kieselsäure und wohl auch Thonerde theilweise ausgeschieden, Kalk und Eisenoxyd dagegen aufgenommen. Der Porphyr wird auf diese Weise in Epidosit übergeführt. Das specifische Gewicht des Epidosits (2,862) ist grösser als das des unzersetzten Porphyr's.

8) Derselbe Process findet bei der Umwandlung von Granit in Epidosit statt.

9) Die Granitadern im Diorit sind Umwandlungsproducte, auf nassem Wege hervorgebracht.

10) Es scheint, dass die Amphibolite Umwandlungsproducte des Diorits sind, und zwar intermediäre Producte zwischen diesem und den Producten der letzten Umwandlungsprocesse (Serpentin). Sie sind reicher an Magnesia und Eisen, ärmer an Thonerde und Kalk als der Diorit.

11) Serpentin entsteht aus Amphibolit durch gänzliche Ausscheidung von Kalk und theilweise von Thonerde und Eisen einerseits, andererseits durch Aufnahme von Magnesia und Wasser.

12) Chloritschiefer entsteht aus Diorit und Hornblendegestein durch gänzliche Ausscheidung von Alkalien und Kalk, theilweise von Thonerde und Kieselsäure, Aufnahme von Wasser, Eisen und Magnesia.

13) Der Glimmerschiefer ist auf nassem Wege entstanden, und wahrscheinlich durch Umwandlung des Hornblendegesteins. Wenn letzteres stattgefunden hat, so müssen Kalk, Natron und Kieselsäure ausgeschieden, Magnesia und Kali aufgenommen werden.

14) Es scheint, dass die in Faser- oder Blättchenform auftretenden Mineralien (Asbest, Chlorit, Glimmer), wenn sie auf nassem Wege entstanden sind, und sich in grösserer Menge finden, mehr oder weniger die Richtung haben, in welcher das Wasser über das genannte Mineralien führende Gestein hinwegfloss, oder in dasselbe eindrang.



Jnsel Hochland.

