

2. Chemisch-geologische Untersuchung einiger Kalklager der finnischen Schäreninsel Kimito.

VON HERRN J. LEMBERG in Dorpat.

Hierzu Tafel XIX.

Die Bildungsweise der in krystallinischen Gesteinen vorkommenden Kalklager ist bis jetzt noch nicht entschieden. Die für die plutonische oder neptunische Entstehungsart angeführten Thatsachen sind meist zu allgemeiner Natur, ihr Gewicht wird durch die geringe Zahl von Experimenten und Beobachtungen zu sehr herabgedrückt, als dass sie eine sichere Stütze für die Beurtheilung, geschweige denn für die Entscheidung des in Rede stehenden Gegenstandes abgeben könnten. Nur durch Prüfung beider Hypothesen an zahlreichen, durchaus specialisirten Untersuchungsobjecten kann ein sicherer Aufschluss erlangt werden.

Schon lange hat man mit vollem Recht den Contactwirkungen des kohlen sauren Kalkes auf die umgebenden Silicate — oder auch umgekehrt — die Aufmerksamkeit zugewandt, und es sind die Ergebnisse dieser Beobachtungen bald zu Gunsten der plutonischen, bald der neptunischen Hypothese gedeutet worden. Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, zur Entscheidung der so wichtigen Contactfrage einiges Material beizutragen, sowie die Gültigkeit der gegenwärtigen Erklärungsweisen an den gesammelten Beobachtungen zu erörtern.

Die in der Mündung des bottnischen Meerbusens hart an der Westküste Finlands gelegene grosse Schäreninsel Kimito*) ist sehr reich an Kalklagern, von welchen nur zwei, die von Illo und von Brämboda, untersucht wurden. Die Kalkbrüche von Illo oder Grägnäs liegen in der Südostgegend der Insel, nicht weit entfernt von der Küste eines tief einschneidenden Fjords, und ist ihre Situation aus Fig. 1 ersichtlich.

*) Ausgesprochen: Tschimito. Eine Specialkarte war mir nicht zugänglich, ist auch für vorliegende Arbeit von geringem Belang.

Der Kalkbruch No. 1 ist durch eine sumpfige Wiese vom Fjord (*a*) getrennt, und liegt in gleicher Länge mit der Insel Aengesholm (*b*); die Brüche No. 2—7 sind circa 300 Schritt nordwestlich von No. 1 entfernt und bilden ein einziges Lager. Die Richtung aller Lager ist dieselbe: ONO.—WSW.

Wir beginnen die Beschreibung mit dem Kalkbruche No. 1 und verweisen zur besseren Orientirung auf die Fig. 2.*)

Das aus ziemlich grosskrystallinischem Kalkspath bestehende Lager zeigt an der Nordseite, die von vielen Granitadern durchsetzt ist, eine ausgebildete, verticale Schichtung. Letztere wird theils durch kleine Granitadern, theils durch aufrecht stehende, isolirte Glimmerblättchen, theils durch continuirliche, dünne Glimmerlagen **) hervorgebracht. Nicht immer sind diese Lagen auf längere Strecken hin continuirlich, sondern werden oft in der ursprünglichen Richtung von isolirten Blättchen fortgesetzt, wie aus Fig. 3 ersichtlich. Wo der Glimmer in grösserer Menge auftritt, ist der Kalk leicht spaltbar, nicht aber, wo er sich sehr isolirt vorfindet. Alle senkrecht stehenden Schichtflächen sind unter einander parallel und fallen mit der Richtung des Kalkbruchs (ONO.—WSW.) zusammen. Gelblicher Dolomit findet sich oft eingesprengt, meist in kleineren, aber auch in grösseren Partien, welche auf der Zeichnung durch Schraffirung angedeutet sind. Diese Schmitzen (bis 3' lang und 1' breit) sind in der Regel nach einer Richtung, und zwar nach der, die die Schichtflächen des Kalks zeigen, mehr ausgedehnt, also blattförmig, und grenzen gegen den Kalkspath meist scharf ab. Ihre Zusammensetzung (No. 1) ist von der des Normaldolomits wenig verschieden. Dieselbe parallele Richtung haben auch alle den Kalkbruch durchsetzenden grösseren Silicatadern, mögen sie sich continuirlich durch die ganze Länge des Bruchs hinziehen (No. 2), oder in isolirten Absätzen auftreten (No. 7).

An der Nordseite wird das Kalklager von mehreren, gegen

*) Die in den Zeichnungen befindlichen Zahlen beziehen sich auf die Nummern der Analyse und geben den Ort an, denen das Material entnommen wurde.

**) Stellenweise mit einem grünen, hornblendeartigen Mineral vergesellschaftet.

den Kalk scharf abgegrenzten Adern (*a, a* No. 2) durchsetzt; sie bestehen aus einem quarzhaltigen, feinkörnigen Gemenge eines weissen Minerals (Skapolith?) und eines ölgrünen Silicats, das seinem äusseren Habitus und seiner Zusammensetzung nach in die Gruppe der Hornblende gehören dürfte. Letzteres Mineral waltet näher zum Kalke hin vor, der weisse Bestandtheil tritt immer mehr zurück, so dass die Grenzregion der Ader aus einer $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{2}$ '' dicken Schicht fast reinen hornblendeartigen Minerals besteht (No. 3). Der mittlere Theil der Ader ist quarz- und glimmerreich, und die Glimmerblättchen sind meist aufrecht und parallel der Richtung der Ader.

In der schmalen Kalkzone zwischen den Adern (*a, a*) kommen blattförmige, scharf abgegrenzte Silicateinlagerungen (No. 4, 5) vor, deren Gestalt aus Fig. 4 ersichtlich ist. Unmittelbar an der Grenze des Kalks ist die Einlagerung von einem dunkelgrünen Mineral*) mantelförmig umgeben, welche Erscheinung man fast ausnahmslos an allen noch zu beschreibenden Adern dieses Kalkbruchs wahrnimmt. Von dieser Hülle wird eine $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{4}$ '' breite, grünlich graue Zone**) eingeschlossen, die aus einem feinkörnigen Silicatgemenge besteht (No. 4), und mit der Binnenpartie (No. 5) verschwimmt. Letztere ist reich an fleischfarbigen kleinen Orthoklaskrystallen.

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
H O	—	1,88	1,45	0,92	0,88
Ca O CO ²	53,76	1,22	4,79	8,92	1,00
Si O ²	1,18 ¹⁾	54,93	47,75	53,59	56,30
Al ² O ³	—	19,21	11,65	16,92	17,48
Fe ² O ³	6,47 ²⁾	3,36	6,92	3,42	2,50
Ca O	—	12,71	18,51	10,63	6,42
K O	—	2,67	—	1,80	9,01
Na O	—	1,19	1,24	1,85	1,02
Mg O	38,42 ³⁾	2,98	7,84	2,58	2,11
	99,83	100,15	100,15	100,63	98,00

1) Quarz u. Glimmer. 2) Fe O CO². 3) Mg O CO².

*) Diese hornblendeartigen Mineralien treten als dünne Anflüge auf, so dass eine mechanische Isolirung nicht ausführbar ist. Ihre Farbe durchläuft von hellgrün bis schwarzgrün alle Stadien; ebenso wechselnd ist der äussere Habitus.

**) In Fig. 4 durch Schraffirung angedeutet.

An der Westseite tritt in der Wand des Kalkbruches eine circa $\frac{1}{2}'$ starke Granitader auf, die durch Fig. 5 näher erläutert ist. Die dem Kalke anliegenden Partien der Ader (No. 6) bestehen aus einem grauen, mässig feinkörnigen Gemenge von Labrador und viel Quarz, während die von diesem Labradorgranitsaume eingeschlossene Mitte wesentlich*) von einem grosskrystallinen, fleischfarbigen oder bläulichen Orthoklas mit wenig Quarz gebildet wird. Bei dieser und allen ähnlichen Adern sind die Grenzen der in ihrer Breite sehr variirenden, labradorführenden Säume gegen den Kalk scharf und geradlinig, gegen die mittlere Orthoklasgranitzone bald scharf, bald Uebergänge zeigend und in Zickzackform auftretend, wie durch die Schraffirung in Fig. 5 angedeutet ist. In keinem Falle sind die Adern an den Berührungsstellen der Säume mit der Binnenpartie leichter spaltbar, als anderswo.

	No. 6.	No. 6 a.	No. 6 b.	No. 6 c.	No. 6 d.
HO	0,77	0,73	0,73	1,14	0,58
CaO CO ²	0,75	—	—	0,71	—
SiO ²	77,17	57,46	62,66	73,19	56,33
Al ² O ³	12,87	25,98	18,99	15,95	26,73
Fe ² O ³	0,45	0,27	0,19	0,41	0,36
CaO	4,20	8,00	1,17	4,00	8,65
KO	0,71	1,40	14,28	0,81	0,90
NaO	2,86	6,02	0,94	3,43	6,20
MgO	0,20	0,14	0,14	0,36	0,25
	<u>99,98</u>	<u>100,00</u>	<u>99,10</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

No. 6. $\frac{1}{8} - \frac{1}{2}''$ breiter Saum der Ader; besteht aus Quarz und Labrador.

No. 6 a. Weisser, mit Zwillingsstreifung versehener Labrador aus No. 6. Sauerstoffverhältniss von R² O³ : RO : SiO² = 3 : 1,01 : 7,55.

No. 6 b. Fleischfarbiger, grosskrystallinischer Orthoklas aus der Mittelzone in der Ader.

*) In sehr geringer Menge finden sich Glimmer und ein grünes, skalolithartiges Mineral vor.

No. 6 c. Gegen den Kalk hin schwach zersetzter, gelblich gefärbter Saum von einer anderen Stelle der Ader.

No. 6 d. Unzersetzter Labrador aus No. 6 c. Sauerstoffverhältniss von $R^2 O^3 : R O : Si O^2 = 3 : 1,02 : 7,17$. Beide Labradore 6a und 6d waren etwas quarzhaltig.

Auf der nördlichen Seite des Kalkbruchs kommen Reihen von scharf begrenzten, in nichtcontinuirlichen blattförmigen Schmitzen auftretenden Granitadern vor, deren Detailverhältnisse aus Fig. 6 ersichtlich. Die Ausdehnung dieser in einer Richtlinie sich fortziehenden Schmitzen*) ist sehr verschieden. Die grösseren sind 2 — 3' lang bei $\frac{1}{2}'$ Breite, die kleinsten etwa 3" lang und entsprechend breit; ebenso variirt ihre gegenseitige Entfernung. Auch hier ist ein grosskrystallinischer Orthoklasgranit von einem dunkelgrauen, aus viel Quarz und einem feinkörnigen Kalkfeldspath bestehenden Saume umgeben, mit denselben Grenzerscheinungen wie bei der Ader No. 6. Labrador ist unzweifelhaft in diesem Saume enthalten (No. 7 b.), aber in sehr geringer Menge; der Hauptbestandtheil konnte wegen Feinheit des Kornes nicht isolirt werden. Charakteristisch für diese Schmitzen ist, dass der an den Seiten (a) nur $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ " dicke Saum in den Spitzen (No. 7) eine Ausdehnung von mehreren Zollen erreicht, wobei Quarz in grosser Menge auftritt. Bei kleineren Einlagerungen ist der Saum meist breiter als bei grösseren, und die kleinsten (No. 7 a.) bestehen oft in ihrer ganzen Masse aus den Mineralien des Saumes: Quarz und Kalkfeldspath.

	No. 7.	No. 7 a.	No. 7 b.
H O	0,99	1,54	1,00
Ca O CO ²	10,30	6,86	—
Si O ²	48,66	58,83	54,49
Al ² O ³	22,59	18,87	26,99
Fe ² O ³	1,64	1,46	0,81
Ca O	10,48	9,05	9,42
K O	1,47	1,08	1,38
Na O	2,55	1,97	5,19
Mg O	0,90	0,83	0,72
	<u>99,58</u>	<u>100,49</u>	<u>100,00</u>

*) Wie weit sie sich in die Tiefe erstrecken, konnte nicht ermittelt werden; es wären dazu Sprengungen nöthig gewesen.

No. 7. Grauer, quarzreicher Saum, die Spitze einer Graniteinlagerung bildend. Sauerstoffverhältniss von $R^2 O^3 : RO = 3 : 1,15$.

No. 7a. 4'' lange Einlagerung, von No. 7 circa 1' entfernt; besteht in ihrer ganzen Masse aus einem Gemenge von Quarz und Kalkfeldspath. Sauerstoffverhältniss von $R^2 O^3 : RO = 3 : 1,168$. Zur Analyse wurden die quarzärmeren Partien von No. 7 und 7a. verwandt.

No. 7b. Quarzhaltiger, sehr spärlich eingesprengter Labrador aus No. 7. Sauerstoffverhältniss von $R^2 O^3 : RO : Si O^2 = 3 : 1,05 : 6,81$.

Aus dem Vergleich der Analysen No. 7 und 7a. ergibt sich, dass der feldspathartige Bestandtheil der kleinen Schmitze und des Saumes der grösseren dieselbe Zusammensetzung haben. Labrador lässt sich nur in spärlicher Menge erkennen, was auch die Analysen bestätigen. Denn während im Labrador der Kalkgehalt circa $\frac{1}{3}$ der Thonerde beträgt, weisen die Bauschanalysen für beide Elemente ein Verhältniss von circa 1 : 2 auf. Der Hauptbestandtheil*) muss daher sehr kalkreich sein, und nach dem niedrigen Kieselsäuregehalt von No. 7, in dem noch eine grosse Menge Quarz inbegriffen ist, zu schliessen, ist eine Annahme von Skapolith sehr wahrscheinlich. Auch das Sauerstoffverhältniss von $R^2 O^3 : RO$ in No. 7 = 3 : 1,15, in No. 7a. = 3 : 1,16 stimmt mit dem vielen Skapolithe überein.

Parallel und in der Nähe der eben beschriebenen Einlagerungskette wird der Kalk von breiteren und schmälern Schmitzen durchzogen, die wesentlich denselben äusserlichen Habitus besitzen. Die circa 1'' breiten und bisweilen mehrere Fuss langen Adern zeigen an der Grenze zum Kalk einen nur wenige Linien dicken, aber deutlich erkennbaren, grauen, quarzreichen Saum. Bei den $\frac{1}{3}'$ — $\frac{1}{2}'$ mächtigen Einlagerungen (No. 8) variiert die Dicke des Saumes selbst auf den kürzesten Entfernungen von $\frac{1}{4}$ bis zu einem Zoll. In allen Fällen schliesst der feinkörnige Saum einen grosskrystallinischen, fleischfarbigen oder bläulichen Orthoklasgranit ein.

*) Lässt sich durch Salzsäure sehr unvollkommen zerlegen.

	No. 8.	No. 8 a.
H O	0,40	1,11
Ca O C O ²	0,94	1,28
Si O ²	68,88	73,07
Al ² O ³	15,84	14,17
Fe ² O ³	0,65	0,75
Ca O	0,91	5,04
K O	10,85	1,22
Na O	1,16	2,53
Mg O	0,33	0,39
	<u>99,96</u>	<u>99,56</u>

No. 8. Mittelzone einer 3" breiten Ader aus Quarz und grosskrystallinischem Orthoklas bestehend.

No. 8 a. $\frac{1}{4}$ —1" breiter Saum; umgibt No. 8 und besteht aus Kalkfeldspath und viel Quarz.

Das feine Korn des Saumes gestattet keine mechanische Isolirung des Feldspaths, aber die Bauschanalyse sowie das Sauerstoffverhältniss von $R^2 O^3 : R O = 3 : 1,06$ machen die Annahme von Labrador unzweifelhaft.

Der nordwestlich von dem Kalkbruche No. 1 (Fig. 1) gelegene Complex von Steinbrüchen gehört, wie schon erwähnt, einem einzigen Lager an. Die ganze Region wird von abwechselnden, aufrecht stehenden, und immer dieselbe Richtung beibehaltenden Kalk- und Silicatlamellen gebildet, deren Dicke eine sehr variable ist. Von einer Mächtigkeit von mehreren Faden (in dieser sind die Brüche angelegt) bis zu der von $\frac{1}{8}$ Zoll kann man die Kalklamellen in allen zwischenliegenden Stufen verfolgen. Das Gleiche gilt von den Silicatlamellen. Zwar ist ihre Maximalbreite geringer, sinkt aber herab bis zu einer Linie, in welchem Falle die Lamellen recht oft von isolirten Silicatpartien gebildet werden, ähnlich wie im Kalkbruche No. 1 die isolirten Glimmerblättchen als Fortsetzung grösserer Lagen auftreten. Besonders instructiv ist dieser Wechsel von Silicat und Carbonat an den oberflächlich gelegenen Partien wahrzunehmen, wo der leichter lösliche kohlen saure Kalk fortgeführt ist, so dass die Oberfläche durch die übrig gebliebenen Silicatadern ein canälirtes Aussehen erhält, wie aus Fig. 7 ersichtlich. Die Silicatadern sind theils Granit, seltener reiner Quarz, in der Regel sehr feinkörnige Gemenge von graugrünen,

kalkreichen Mineralien und fleischfarbigem Orthoklas von gleichem Habitus und Zusammensetzung wie die analysirten Proben No. 4 und 5. In der Regel beobachtet man auch hier, wenigstens an den breiteren Adern, zum Kalke hin ein Vorwalten von graugrünen, kalkreichen Mineralien, während die Mitte reicher an Orthoklas ist. Ein Unterschied im Korn des Saumes und der Binnenpartie ist kaum wahrnehmbar.

Ausserdem treten noch zahlreiche, sehr feinkörnige Adern auf, in denen man unter der Lupe neben Quarz einen weissen, wahrscheinlich feldspathartigen, und einen graugrünen hornblendeähnlichen Bestandtheil erkennt. Eine solche Probe (No. 9) wurde dem den Kalkbruch No. 2 nördlich begrenzenden Gesteine entnommen, eine andere (No. 9 a.) gehört einer 2 " breiten Ader zwischen den Brüchen No. 4 und 5 an.

	No. 9.	No. 9 a.
H O	0,88	1,49
Ca O CO ²	12,34	11,14
Si O ²	54,83	56,10
Al ² O ³	13,67	13,67
Fe ² O ³	3,69	3,58
Ca O	8,72	8,45
K O	3,37	2,64
Na O	1,22	1,41
Mg O	1,40	1,99
	<u>100,12</u>	<u>100,47</u>

Die Zusammensetzung ist eine recht constante. Bei diesen Adern beobachtet man gegen den Kalk hin keinen Saum, sie sind in ihrer ganzen Masse gleichförmig, zeigen dagegen stellenweise eine ausgebildete Lamellarstruktur, so dass die auf die Richtung der Adern senkrechten Bruchflächen ein Aussehen darbieten, wie der Schnitt eines Buches. Nicht immer ist diese Struktur deutlich wahrnehmbar, sie tritt mehr hervor, wenn der beigemengte kohlen saure Kalk theilweise fortgeführt ist, sei es in der Natur durch die lösenden Tagewasser, oder künstlich durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure. Die Adern sind demnach von verticalen, die Richtung der Ader beibehaltenden, mehr oder weniger kalkspathreichen Silicatlamellen gebildet. Das Gestein No. 9, welches von Granit-

adern durchsetzt wird, ist etwas nördlich von den Kalkbrüchen hornblende- und glimmerreich, und es lassen die Glimmerblättchen nicht selten den eben geschilderten Parallelismus erkennen.

Die Detailverhältnisse des Kalkbruches No. 2 sind aus Fig. 8 ersichtlich. Der etwas grau oder rosa gefärbte, ziemlich grobkristallinische Kalkspath wird von aufrecht stehenden, in der Richtung des Kalkbruchs verlaufenden, circa $\frac{1}{2}$ " breiten, dunkelgrauen Kalkstreifen durchzogen, die selten sich auf mehr als einen Faden continuirlich erstrecken, sondern meist in kleinen, unterbrochenen Partien auftreten, wie Fig. 9 deutlicher veranschaulicht. Bald ist die Grösse der Kalkspathkristalle in den dunklen Partien dieselbe wie in der Umgebung, und die Färbung wird in diesem Falle durch eingesprengte Graphitblättchen hervorgebracht, nicht etwa durch beigemengte Silicate. Denn die Menge der letzteren betrug nach einer Analyse im dunklen Streif: 2,37 pCt., in der unmittelbaren hellen Umgebung: 5,54 pCt. Bald sind die dunklen Bänder sehr feinkörnig, arm an Graphit, aber reich an ebenfalls feinkörnigen, unter dem Mikroskop in Säulchenform auftretenden Silicaten.*) Die graue Farbe der letzteren, sowie die grössere Lichtdispersion der kleinen Kalkspathkristalle rufen die dunkle Färbung hervor, und verleihen dem Kalkstein ein bandjaspisartiges Aussehen. Eine leichtere Spaltbarkeit an den Grenzen der Bänder ist nicht vorhanden.

Auf der Südseite des Bruchs kommt bei *a* eine aderartige Einlagerung vor, die aus einem sehr ungleichartigen, grosskristallinischen Gemenge von Quarz, Orthoklas und Hornblende

*) Die Zusammensetzung der Silicate ist folgende:

H O	1,09
Si O ²	59,78
Al ² O ³	15,23
Fe ² O ³	3,81
Ca O	6,52
K O	3,65
Na O	1,70
Mg O	8,22

Die kleinen Säulen sind wahrscheinlich Hornblende. Die Menge der Silicate betrug über 7 pCt. des Kalks, ausserdem war 0,28 pCt. Graphit und 1,48 pCt. Schwefel- und Magnetkies vorhanden.

besteht. Eine scharfe Grenze gegen den Kalk ist bisweilen gar nicht vorhanden, man sieht die Einlagerung durch Zwischenstufen von Silicaten und Kalk in letzteren allmählig übergehen. Ebenso wenig beobachtet man eine Grenzzone von kalkreichen Silicaten, wie bei den Adern des Kalkbruchs No. 1, sondern der Quarz und Orthoklas berühren unmittelbar den Kalk und oft sind beide Mineralien völlig isolirt im Kalk eingebettet. Etwas östlich tritt bei *b*, gewissermassen als Fortsetzung von *a*, ein Complex von schmalen, parallel laufenden, oft unterbrochenen Adern auf, die wesentlich aus denselben Mineralien bestehen und denselben Habitus aufweisen.

Die Nordseite des Kalkbruchs wird in ihrer ganzen Länge in der Richtung NO.—SW. von einer circa $\frac{1}{2}'$ breiten, verticalen, gegen den Kalk scharf abgegrenzten Ader durchzogen, deren etwas complicirte Construction durch Fig. 10 erläutert wird. Unmittelbar gegen den Kalk grenzt eine dunkelgraue, feinkörnige, $\frac{1}{5}$ " dicke Schicht (No. 10), die durch eine sehr dünne helle Zone von der graugrünen, $\frac{1}{4}$ " breiten Schicht (No. 10a.) geschieden ist. Die Grenzen von No. 10 und 10a. sind recht scharf, jedoch nicht so, dass eine leichtere Spaltbarkeit hervorgerufen wird. Der Zone 10a. folgt eine circa 1,5" dicke helle Schicht (No. 10b.) von etwas grösserem Krystallgefüge, und geht in den circa 3" dicken, aus einem schwarzen und einem weissen Mineral bestehenden Kern (No. 10c.) der Ader über. Die Kernzone ist also beiderseits von 4 symmetrischen Zonen umgeben. Nicht überall treten sie in derselben Anzahl auf, namentlich sind die Zonen No. 10 bis 10a. oft zu einer einzigen reducirt; nie fehlt dagegen die Zone No. 10b., die an den schmälern Stellen der Ader breiter wird, an den schmalsten dagegen den Kern No. 10c. völlig verdrängt. An einer Stelle ist die Ader in der Mitte von einer Kalkschmitze durchsetzt (Fig. 11) und zeigt gegen letztere dieselbe graue Grenzzone No. 10 wie gegen den äusseren Kalk. Die Natur der Silicate in diesen Zonen konnte nicht ermittelt werden. Es sind wesentlich quarzarme Gemenge von Feldspäthen *) und hornblendeartigen Mineralien.

*) Eine mechanische Isolirung der weissen Krystalle in der Zone No. 10b. wurde versucht. Die Analyse stellte zwar unleugbar die Feldspathnatur fest, aber auch zugleich, dass das zerlegte Material aus einem Gemenge von Kalk-, Natron- und Kali-Feldspath bestand.

	No. 10.	No. 10a.	No. 10b.	No. 10c.	No. 10d.
H O	1,40	1,82	0,69	0,64	1,67
Ca O C O ²	10,94	Spur	0,31	0,59	4,51
Si O ²	59,53	62,68	59,61	58,70	55,38
Al ² O ³	12,07	14,83	20,51	21,29	13,80
Fe ² O ³	2,32	3,81	2,24	3,28	4,20
Ca O	10,53	10,71	9,02	7,70	14,20
K O	0,67	0,57	2,15	1,22	—
Na O		2,45	4,20	4,62	0,83
Mg O	2,17	3,34	1,96	2,15	4,07
	99,63	100,21	100,69	100,19	98,66

No. 10d. Die dem Kalk anliegende Schicht von einer anderen Stelle der Ader.

Berechnet man No. 10 nach Abzug des Kalkspathgehalts auf 100, so ergibt sich, dass die einzelnen Zonen, je näher zum Kalk, desto kalkreicher werden.

Die auf der Westseite in der senkrechten Wand des Kalkbruchs auftretende, circa 3' breite Ader No. 11 wird durch Fig. 12 erläutert. Der äussere Habitus, sowie die chemische Zusammensetzung stimmen mit denen der Einlagerung (No. 4, 5) überein.

No. 11.

H O	1,36
Ca O C O ²	1,54
Si O ²	56,33
Al ² O ³	15,49
Fe ² O ³	4,70
Ca O	8,63
K O	8,30
Na O	0,73
Mg O	3,49
	<hr/> 100,67

Es ist ein feinkörniges Gemenge von Orthoklas und Kalksilicaten. Die von vielen senkrechten Kalk-Einlagerungen und -Streifen (a) durchsetzte Ader wird nach der Tiefe zu schmaler. Die Verengung geschieht unter Bildung von treppenförmigen Ausläufern (b). In der Regel sind die dem Kalk anliegenden

Partien sowohl an den äusseren Grenzen der Ader, als auch bei den innenliegenden, von Kalk-Schnürchen und -Einlagerungen durchzogenen Stellen, von den graugrünen, kalkreichen Silicaten gebildet, während weiter ab die fleischfarbigen Orthoklaskristalle überwiegen.

Ein Complex von 1" — 1''' dicken Adern desselben Gesteins durchsetzt die Ostseite des nur einige Schritt entfernten Kalkbruchs No. 3 (Fig. 13), bei denen man bisweilen ein Auskeilen oder eine Fortsetzung in isolirten Schmitzen nach der Tiefe hin wahrnehmen kann, wie die Fig. 14 näher veranschaulicht.

An beiden Seiten des Kalkbruchs kommen circa $\frac{1}{2}'$ mächtige Granitadern vor, die an den Grenzen zum Kalk $\frac{1}{2}''$ breite, weisse, aus Quarz, Kalkfeldspath und wenig Hornblende bestehende Säume (No. 12 u. 13) zeigen, deren Korn etwas feiner ist, als das der eingeschlossenen Binnenzonen*) (No. 12a. u. 13a.), ganz so, wie das bei den Proben No. 6 und 8 beobachtet wurde.

	No. 12.	No. 12a.	No. 13.	No. 13a.
H O	0,85	0,74	0,55	0,52
Ca O C O ²	0,59	0,29	1,26	1,01
Si O ²	74,94	65,96	76,31	72,76
Al ² O ³	13,59	15,94	12,61	13,17
Fe ² O ³	1,02	1,73	0,89	1,56
Ca O	4,76	1,16	3,05	0,78
K O	0,55	11,16	0,87	8,71
Na O	4,21	1,12	3,63	1,07
Mg O	0,34	0,48	0,45	0,43
	100,85	98,58	99,62	100,01

Das feine Korn der Säume gestattete keine Isolirung des in ihnen enthaltenen Feldspaths; indessen kann nach der Bauschanalyse und dem Sauerstoffverhältniss von R² O³ : R O (in No. 12a. = 3:1,19, in No. 13a. = 3:1,03) nur auf einen Labrador geschlossen werden.

Die südliche Wand des Kalkbruches wird von einer Granit-

*) Aus Quarz und fleischfarbigem Orthoklas mit etwas Hornblende und Magnetkies bestehend.

ader durchsetzt, die gleichfalls labradorführende Säume zeigt, aber darin von allen bisherigen ähnlichen Gängen abweicht, dass 1) der Saum grosskrystallinisch ist, die Binnenzone (No. 14) bedeutend feineres Korn zeigt, und dass 2) im Saume neben Quarz und Labrador viel Orthoklas vorkommt, während in der orthoklasreichen Mitte Labrador, wenn auch spärlich, angetroffen wird.*)

	No. 14.	No. 14a.	No. 14b.
H O	0,94	0,61	0,38
Ca O C O ²	1,19	—	—
Si O ²	71,59	58,58	64,71
Al ² O ³	13,73	25,23	18,31
Fe ² O ³	1,18	0,30	0,38
Ca O	1,19	7,04	0,45
K O	8,38	1,77	14,13
Na O	1,57	6,29	1,50
Mg O	0,20	0,18	0,14
	<u>99,97</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

No. 14a. Etwas quarzhaltiger Labrador } aus dem Saume.
 No. 14b. Etwas quarzhaltiger Orthoklas }

Auf der Nordseite grenzt der Kalk an einen Orthoklasgranit, der gegen den Kalk hin labradorführend ist, jedoch ohne dass letztere Partie eine einigermaassen bestimmte Grenze gegen die orthoklashaltige Zone zeigt, oder constant ein feineres Korn besitzt. Der Kalk legt sich nun entweder unmittelbar an den labradorführenden Saum an, oder ist von letzterem durch eine $\frac{1}{8}$ — 1" breite Schicht geschieden, die wesentlich aus einem feinkörnigen Gemenge von Quarz und einem hellgrünen Mineral (Skapolith?) besteht. Auch diese Zone zeigt gegen den labradorhaltigen Granitsaum bisweilen verschwommene Grenzen.

*) Der Saum sowie die Mitte enthalten etwas schwarzen Glimmer.

	No. 15.	No. 15 a.
HO	1,11	0,96
Ca O CO ²	13,64	0,85
Si O ²	45,39	73,10
Al ² O ³	16,37	13,68
Fe ² O ³	3,64	0,67
Ca O	15,58	3,98
K O	—	2,40
Na O	0,96	3,09
Mg O	2,27	0,35
	<u>98,96</u>	<u>99,08</u>

No. 15. Halbzöllige, unmittelbar den Kalk berührende Schicht aus Quarz, hellgrünem Skapolith und einem spärlich eingesprengten dunkelgrünen Mineral bestehend; ist ziemlich scharf gegen den aus Quarz, Orthoklas und Labrador bestehenden Saum (No. 15 a.) abgegrenzt. Die Fig. 15 veranschaulicht diese Aufeinanderfolge.

In der südlichen Wand des zum grössten Theil verschütteten Kalkbruchs No. 4 ist eine aus Quarz und grosskrystallinischem Orthoklas bestehende Ader sichtbar, die gegen den Kalk weder scharfe Grenzen noch irgend einen Saum eines kalkreichen Silicats zeigt. Sie ist oft von Kalk unterbrochen, so dass man sie eigentlich mehr als eine dieselbe Richtung beibehaltende Kette von Quarz und Orthoklas bezeichnen kann. Aehnliches, wenn auch in kleinerem Maassstabe, wurde im Kalkbruche No. 2, unweit der Einlagerung *b*, beobachtet.

Der Kalkbruch No. 5 wird nördlich von einer Granitader begrenzt, deren dem Kalk anliegende Region durchaus dieselben Verhältnisse zeigt, wie die durch Fig. 15 erläuterte Ader. Allmälige Uebergänge bildend, nimmt der Orthoklasgranit gegen den Kalk hin Labrador auf, welcher Feldspath auch nicht selten mitten in der Ader angetroffen wird. Bald berührt der labradorhaltige Saum unmittelbar den Kalk, bald folgt ihm noch eine meist gut begrenzte Zone, die aus Quarz, einem hell- und einem dunkelgrünen Mineral besteht, ganz so, wie die Probe No. 15, nur tritt letzterer Bestandtheil stellenweis in grösserer Menge auf. Der grüne und der labradorführende Saum ist von wechselnder Dicke und zeigt meist feineres Korn als das Innere, der Granitader.

	No. 16.	No. 16 a.	No. 16 b.	No. 16 c.	No. 16 d.
H O	1,06	1,38	5,31	0,77	0,30
CaO CO ²	1,96	2,41	6,70	—	—
Si O ²	65,31	66,91	54,87	57,30	64,85
Al ² O ³	19,51	15,19	14,39	26,16	18,38
Fe ² O ³	1,37	2,27	7,06	0,68	0,35
Ca O	4,35	10,19	6,35	7,49	0,37
K O	1,43	0,25	1,34	1,08	14,14
Na O	4,34	0,83	0,34	6,32	1,49
Mg O	0,67	0,57	3,59	0,20	0,12
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	99,95	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

No. 16. Aus Quarz, dunkelrothem Labrador und wenig Orthoklas bestehender Saum der Granitader.

No. 16 c. Labrador aus No. 16.

No. 16 d. Bläulicher Orthoklas aus dem Innern der Ader.

No. 16 a. Zwischen dem labradorführenden Saume No. 16 und dem Kalke liegende 1" dicke Zone; besteht aus Quarz und einem hellgrünen Mineral (Skapolith?).

No. 16 b. Eine ebensolche Zone, nur stark durchsetzt von einem dunkelgrünen Mineral.

Den Kalkbruch No. 6 durchsetzt eine circa 1,5' breite Granitader, die, aus Quarz, sehr grosskrystallinischem Orthoklas und spärlich eingesprengtem Labrador bestehend, gegen den umgebenden Kalk hin in Quarz-Labradorzonen übergeht. Letztere berühren nicht unmittelbar den Kalk, sondern sind durch einen dünnen Anflug eines grünen Minerals von ihm geschieden.

	No. 17.	No. 17 a.
H O	0,95	0,90
Si O ²	58,45	58,30
Al ² O ³	25,04	25,65
Fe ² O ³	0,66	0,34
Ca O	7,08	6,14
K O	2,06	3,37
Na O	5,46	4,92
Mg O	0,30	0,38
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

No. 17. Weisser Labrador aus dem Saume.

No. 17 a. Weisser Labrador aus der orthoklasreichen Mittelzone der Ader.

Das Auftreten der gewundenen, aber dieselbe Richtung beibehaltenden Granitadern des Kalkbruches No. 7 wird durch Fig. 16 veranschaulicht. Die im Maximum 4" breiten Adern zeigen als Grenzschicht gegen den Kalk einen dünnen, kontinuierlichen Anflug*), wesentlich aus einem hellgrünen, hornblendartigen Mineral bestehend, welches in sehr geringer Menge auch im Innern der Adern angetroffen wird. Von diesem Anfluge wird ein aus Quarz und rothem Labrador bestehender Saum eingehüllt, der gegen das Innere der Ader gar keine bestimmte Grenze zeigt, sowie auch in seiner Breite ausserordentlich variiert. Hier drei Viertel der Aderbreite einnehmend, tritt er einige Zoll weiter bis zum Verschwinden zurück. Im Allgemeinen nimmt die Breite des Saumes in den engeren Partien der Adern zu, in den engsten ist kein Saum mehr vorhanden, die Ader besteht dann in ihrer ganzen Masse aus Quarz, Labrador und wenig Orthoklas. Fig. 17, wo durch die Schraffirung die labradorführenden Stellen bezeichnet sind, veranschaulicht die eben besprochenen Verhältnisse.

	No. 18.	No. 18 a.	No. 18 b.	No. 18 c.
HO	0,72	0,38	1,65	0,82
Ca O C O ²	0,95	1,14	10,94	—
Si O ²	71,16	69,76	48,15	60,00
Al ² O ³	16,43	14,97	2,43	24,39
Fe ² O ³	0,67	0,37	5,66	0,59
Ca O	3,87	0,49	17,91	5,18
K O	1,33	10,75	—	1,71
Na O	4,80	1,76	0,81	6,89
Mg O	0,40	0,32	12,45	0,43
	100,33	99,94	100,00	100,00

No. 18. Saum einer Ader, aus Quarz und rothem Labrador bestehend.

No. 18 c. Stark mit Quarz vermengter Labrador aus No. 18.

*) Erreicht stellenweise eine Dicke von 2 Linien; die Spitzen der Adern (a) bestehen aus Quarz.

No. 18 a. Die Binnenzone der Ader, aus Quarz und Orthoklas bestehend.

No. 18 b. Grüner Anflug; trennt den Saum No. 18 vom Kalk. Der Hauptbestandtheil, ein hellgrünes, hornblendartiges Mineral, wird von dunkelgrünen, asbestartigen Säulchen und sehr wenig rothem Labrador durchsetzt.

Etwa eine halbe Meile nordöstlich von Illo liegt nicht weit von einem Fjord entfernt der Kalkbruch von Brämboda. Er bildet (Fig. 18) den in nordöstlicher Richtung sich fortziehenden, etwas gewundenen Saum eines Granithügels, wird auf der Südost-Seite durch eine Wiese abgegrenzt und lehnt sich nach der entgegengesetzten Richtung an Granit an, unter Bildung einer Zwischenregion (No. 19), die durch aufrechtstehende, der Richtung des Kalklagers parallel laufende, von Kalk durchsetzte Silicatlamellen hervorgebracht wird. Diese sehr feinkörnigen Lamellen lassen unter der Lupe neben viel Quarz ein weisses, feldspathartiges und ein schwarzes, hornblendeähnliches Mineral erkennen; sie besitzen eine sehr ausgebildete, mit ihrer Längsrichtung zusammenfallende Parallelstructur, die durch Behandlung mit verdünnten Säuren noch mehr hervortritt, und zeigen gegen den Kalk keine Uebergangszonen. Ihre Structur und Lagerung ist der an den Proben No. 9 und 9 a. beobachteten gleich, ihre Zusammensetzung (No. 19 und 19 a.) abweichend.

	No. 19.	No. 19 a.*)
HO	0,92	1,21
Ca O CO ²	1,82	0,60
Si O ²	75,95	77,72
Al ² O ³	10,12	10,22
Fe ² O ³	1,87	2,19
Ca O	2,61	3,25
KO	3,38	1,64
Na O	1,84	2,49
Mg O	0,76	0,60
	<u>99,27</u>	<u>99,92</u>

Der stellenweise von Dolomit durchsetzte Kalk zeigt eine

*) Nicht weit von No. 19 entfernt.

Fülle von senkrecht stehenden, der Richtung des Lagers parallel laufenden, dunkel gefärbten Bändern, die aus einem mehr oder weniger innigen Gemisch von Kalkspath und Silicaten bestehen, ganz so, wie dies beim Kalkbruche No. 2 beobachtet wurde. Die Bänder erstrecken sich continuirlich auf recht weite Entfernungen und werden selten von reinem Kalk durchschnitten. Denselben Parallelismus zeigen auch die meisten Granit- oder sonstige Silicatadern, mit deren Beschreibung wir jetzt beginnen.

Auf der Südwest-Seite tritt eine Reihe von isolirten, $\frac{1}{4}$ bis 2" breiten Graniteinlagerungen auf (No. 20), die an der Grenze zum Kalk von einem grünen Anfluge umgeben sind. Dann folgt eine höchstens 2 Linien breite, mit dem Innern der Ader verschwimmende Zone, die aus Quarz und einem rothen Feldspath besteht; oft fehlt diese Zone, fast nie aber der grüne Anflug. Die Mitte der Ader ist aus einem feinkörnigen stellenweise von rothem Feldspath und einem grünlichen Mineral durchsetzten Gemenge von Quarz und Orthoklas gebildet.

	No. 20.	No. 20a.
H O	1,10	1,31
Ca O C O ²	0,77	2,30
Si O ²	73,57	60,62
Al ² O ³	14,18	21,05
Fe ² O ³	0,54	0,87
Ca O	2,00	4,11
K O	5,18	3,15
Na O	2,84	5,41
Mg O	0,24	0,90
	<u>100,42</u>	<u>99,72</u>

No. 20. Die Mittelzone, aus Quarz, Orthoklas und etwas rothem Feldspath bestehend.

No. 20a. 2''' breiter Saum; umgiebt No. 20 und besteht aus Quarz, rothem Feldspath und sehr wenig Orthoklas.

Der rothe Feldspath des Saumes konnte nicht isolirt werden, ist aber wohl, nach der Analogie mit den bisherigen Beobachtungen zu schliessen, Labrador.

Die äussere Gestalt beider Einlagerungen weicht insofern von der bisher wahrgenommenen ab, als die Schmitzen selten

in eine blattförmige Spitze auslaufen, sondern meist wie abgehackt erscheinen, wie die Figur 19 erläutert. Häufig bestehen diese Enden aus reinem Quarz (*a*), wie denn auch Quarzeinlagerungen (*b*) zwischen den Granitschmitzen angetroffen werden.

In der Nähe des eben erwähnten Punktes, aber auch anderswo, wird der Kalk von auskeilenden, circa 1" breiten Silicatschmitzen durchsetzt, die aus $\frac{1}{4}$ " bis liniendicken, aufrechtstehenden Lamellen zusammengesetzt sind. Diese durchaus unregelmässig abwechselnden Lamellen bestehen entweder aus hellgrünem Skapolith, oder fleischfarbigem Orthoklas, oder aus Gemengen beider Mineralien. Jede dieser Lamellen, auch die feinste, ist in der Regel durch einen dunkelgrünen, asbestartigen Anflug von der anderen geschieden. Die den Kalk berührenden Lamellen sind meist Skapolith, und wenn Orthoklas, so fehlt der grüne Anflug selten. Die Zusammensetzung des hellgrünen Skapoliths ist folgende:

No. 21.

H O	2,32
Si O ²	42,04
Al ² O ³	29,01
Fe ² O ³	1,53
Ca O	18,89
K O	0,70
Na O	0,67
Mg O	3,10
	<hr/>
	98,25

Im Südwest-Theil wird der Kalkbruch (bei *a*) von einer 1" breiten, feinkörnigen Granitader in der Richtung W—O durchschnitten, die gegen den Kalk weder eine an Kalkfeldspath reiche Zone, noch einen grünen Anflug zeigt. Abgesehen davon, dass ihre Richtung von der des Kalklagers abweicht, wird ihre spätere Entstehung noch durch eine Störungserscheinung bekräftigt. Der von der Ader durchschnitene Kalk ist nämlich sehr reich an den dunklen, oben erwähnten Bändern. Nun wird aber jedes bis zum Granitgang reichende Band auf der anderen Seite des Ganges nicht in derselben Richtlinie angetroffen, sondern etwas seitlich, ohne dass der Parallelis-

mus der getrennten Bandstücke aufgehoben ist. Die Figur 20 veranschaulicht dies deutlicher.

Im Nordost-Theil des Kalkbruchs tritt eine Reihe von circa $\frac{1}{4}$ ' breiten Einlagerungen (No. 22) auf, die dieselbe Structur zeigen wie die skapolithhaltigen Schmitzen No. 21, und nach dem äusseren Habitus und den Ergebnissen der Analyse zu urtheilen, auch dieselben Bestandtheile enthalten: grünen Skapolith, fleischfarbigen Orthoklas, dunkelgrünes, hornblendeartiges Mineral und wenig Quarz. Das feine Korn der Mineralien, sowie die kaum liniendicken Lamellen rufen eine ausgezeichnete Parallelstructur hervor, auch ist die Grenze zum Kalk meist von skapolithreichen Lamellen oder doch von dem dunkelgrünen Anflug gebildet.

	No. 22.	No. 22 a.
H O	1,67	1,29
Ca O CO ²	6,38	3,92
Si O ²	55,34	56,14
Al ² O ³	15,33	15,93
Fe ² O ³	5,48	4,62
Ca O	9,37	6,73
K O	2,94	6,91
Na O	1,45	0,76
Mg O	2,58	2,61
	<u>100,54</u>	<u>98,91</u>

No. 22. Dem Kalk anliegende Partie einer Einlagerung; besteht wesentlich aus Lamellen von Orthoklas, Skapolith und dunkelgrünem, hornblendeartigem Mineral. Orthoklas ist wenig vorhanden.

No. 22a. Vom Kalk entferntere Partie; besteht aus Lamellen von Orthoklas, Skapolith und dunkelgrünem Mineral.

Die etwas complicirten Lagerungs- und Structurverhältnisse dieser Schmitzen sollen durch die Figur 21 erläutert werden. 1) Zeigen die Schmitzen keine blattförmigen Spitzen, sondern dieselben abgehackten Enden wie die Ader No. 20. 2) Sind die Endflächen bisweilen parallel (*a a*), als hätten sie zusammengehört und wären später getrennt worden. 3) Sieht man in der Regel die Lamellen der Schmitzen nach den Enden hin convergiren. 4) Buchten die aufrechtstehenden, dunklen Kalk-

streifen der Umgebung in der Regel beiderseits in die circa 1' entfernten Lücken der Schmitzen ein (b).

Zwei der eben beschriebenen Einlagerungen werden von Granitadern schräg durchschnitten, die dieselbe parallele Verschiebung der dunklen Kalkstreifen hervorgebracht haben, welche die Figur 20 darthut. Diese Adern zeigen gegen den Kalk dieselben Contacterscheinungen, wie sie bisher oft wahrgenommen sind: einen Anflug eines dunkelgrünen, hornblendeartigen Minerals, der eine rothen Kalkfeldspath führende, gegen die Mitte der Ader schlecht contourirte Zone umschliesst. Die hier untersuchte Ader, deren tiefere Partien man in der senkrecht abgesprengten Wand verfolgen kann, wird nach unten zu schmaler. An dem circa 1,5" breiten oberen Theil der Ader konnte kein rother, kalkreicher Saum erkannt werden; je schmaler aber die Ader wird, um so deutlicher tritt er auf, und in der tiefsten, circa $\frac{1}{2}$ " breiten Partie besteht sie in ihrer ganzen Masse aus Quarz, wenig Orthoklas und viel rothem Feldspath. Eine Isolirung des letzteren war des feinen Kornes wegen nicht ausführbar; es dürfte aber wohl Labrador sein.

No. 23. 1,5" breiter, oberster Theil der Ader; besteht aus Quarz und Orthoklas.

No. 23a. $\frac{1}{2}$ " breiter Theil, etwa 1 Faden tiefer gelegen als No. 23. Besteht aus Quarz, rothem Feldspath und wenig Orthoklas und ist vom Kalk durch einen dunkelgrünen Anflug geschieden.

	No. 23.	No. 23a.
H O	0,52	1,31
Ca O CO ²	1,42	1,58
Si O ²	74,27	74,64
Al ² O ³	12,65	13,38
Fe ² O ³	0,42	0,93
Ca O	1,30	1,65
K O	6,87	2,28
Na O	1,89	3,46
Mg O	0,18	0,77
	<u>99,52</u>	<u>100,00</u>

Im mittleren Theil des Kalkbruchs beobachtet man in der senkrecht abgesprengten Wand eine circa 2" breite, zur Tiefe hin sich verjüngende Ader, die gleichfalls den Kalkbruch schräg

durchschneidet und dieselben Contactzonen zeigt, wie der eben untersuchte Gang No. 23. Sie spaltet sich unten in 2 Aeste, von denen der schmalere in seiner ganzen Masse dieselbe äussere und auch chemische Zusammensetzung besitzt, wie der rothe Saum, der die breiteren Stellen der Ader umgiebt.*)

	No. 24.	No. 24a.	No. 24 b.
H O	0,86	1,10	1,11
Ca O C O ²	1,55	0,78	2,89
Si O ²	70,87	71,92	71,35
Al ² O ³	14,17	14,83	14,40
Fe ² O ³	1,32	0,91	1,11
Ca O	1,22	2,87	2,94
K O	7,79	1,84	1,40
Na O	1,82	3,95	3,66
Mg O	0,60	0,70	0,85
	<u>100,20</u>	<u>98,90</u>	<u>99,71</u>

No. 24. Die Binnenzone der Ader, aus Quarz und Orthoklas bestehend; ist von rothem Feldspath (Labrador?) und einem grünen Mineral durchsetzt.

No. 24a. Saum der Ader, wesentlich aus Quarz und rothem Feldspath bestehend; enthält Orthoklas eingesprengt.

No. 24b. Die schmale Zweigader; besitzt dieselben Mineralbestandtheile wie No. 24a und ist etwa 2" von den Proben 24 und 24a entfernt.

Der sich windende mittlere Theil des Kalklagers wird von einer Reihe von Einlagerungen durchsetzt, deren Enden nicht blattförmig zugespitzt sind, sondern, wie schon öfter beobachtet, abgehackt erscheinen. Die Einlagerungen bestehen wesentlich aus sehr feinkörniger schwarzer Hornblende und sind meist vom Kalk durch einen bis 1" dick werdenden Saum von grüner Hornblende getrennt. Letztere tritt in grösseren Krystallen auf und findet sich bisweilen im Innern der Schmitzen vor. Recht oft trifft man an den abgehackten Enden rothen Skapolith an, der auch in den Lücken der Einlagerungen in

*) Ein Unterschied in der Grösse des Kornes der Saum- und Binnpartie ist nicht wahrnehmbar.

isolirten Massen vom Kalk umhüllt wird. Diese Erscheinung ist der an Fig. 19 erörterten durchaus analog.

	No. 25.	No. 25 a.	No. 25 b.
H O	1,61	2,53	2,87
Ca O CO ²	0,45	4,86	7,72
Si O ²	50,35	47,32	45,61
Al ² O ³	16,27	7,83	27,94
Fe ² O ³	9,27	10,39	1,12
Ca O	10,91	16,10	7,11
K O	0,44	0,73	3,97
Na O	3,46	0,86	2,75
Mg O	7,02	8,58	0,56
	99,78	99,20	99,65

No. 25. Mitte der Einlagerung, aus schwarzer Hornblende bestehend.

No. 25 a. Saum der Einlagerung: grüne Hornblende.

No. 25 b. Etwas zersetzter rother Skapolith von den Enden der Einlagerung.

Fasst man alle bisher beobachteten Thatsachen zusammen, so ergeben sich folgende Sätze, die selbstverständlich nur der Ausdruck der Majorität der Erscheinungen sind und keineswegs ausnahmelose Geltung haben.

1) Die senkrecht stehenden, den Kalk durchsetzenden Silicatadern und -Einlagerungen, sowie die durch Graphit oder Silicate dunkel gefärbten Kalkstreifen sind der Längsrichtung der Kalklager parallel.

2) Die aus Orthoklasgranit bestehenden Adern und Einlagerungen (No. 8, 18, 23 etc.) sind vom umgebenden Kalk durch einen Anflug eines grünen Minerals geschieden, welches in die Hornblendegruppe gehört und kalkreich ist.

3) Der grüne Anflug schliesst einen aus Quarz und kalkreichem Feldspath bestehenden Saum ein, dessen Dicke sehr wechselt. Die aus Quarz und Orthoklas bestehende Mitte der Adern ist von zwei symmetrischen Zonen umgeben. Der kalkreiche Feldspath des Saumes ist in den meisten Fällen Labrador.

4) Die aus einem Gemenge von Orthoklas und Kalkfeldspath (Skapolith?) bestehenden Adern und Einlagerungen (No. 4, 11, 21, 22) zeigen in der Regel gegen den Kalk hin ein Vorwiegen von Kalksilicat.

5) Adern, die in ihrer ganzen Masse kalkreich sind (No. 2, 10, 25), oder die schon verhältnissmässig viel Kalk enthaltende Grenzpartien zeigen (No. 15, 16), werden bisweilen in der Contactregion noch kalkreicher. In einer Ader (No. 17) weist sogar der Labrador des Saumes einen grösseren Kalkgehalt auf als der aus dem Innern.

Die Sätze 2 — 5 lassen sich allgemein so zusammenfassen: die Silicate in den Adern und Einlagerungen werden nach den Contactflächen hin kalkreicher.

6) Die aus Quarz und Labrador bestehenden Säume sind feinkörniger als das Innere der Adern.

7) Diese Säume sind quarzreicher als die eingeschlossenen Mittelzonen; meist ist auch der absolute Kieselsäuregehalt höher.

8) Die labradorführenden Säume nehmen meist an relativer Breite zu, in dem Maasse, als sich die Adern verengen. Die engsten Stellen, sowie die auslaufenden Spitzen sind in der Regel in ihrer ganzen Masse labradorreich.

Es dürfte nicht unpassend sein, der Besprechung der genetischen Fragen eine Beleuchtung der gangbaren Hypothesen über Kalkbildung in krystallinischen Gesteinen vorzuschicken. Der bekannte, von HALL und späteren Forschern angestellte Versuch schien den wichtigsten Einwand gegen eine pyrogene Bildung des Kalkes verschwinden zu lassen. Legt man die sehr wahrscheinliche KANT-LAPLACE'sche Hypothese eines ursprünglich feurig flüssigen Zustandes der Erde zu Grunde, so lässt sich a priori nichts dagegen einwenden, dass die zwei in ihrer Masse alle übrigen weit übertreffenden Säuren, die Kieselsäure und die Kohlensäure, sich in die Basen getheilt haben, proportional ihrer damaligen Masse und Affinität. Das feurige Magma hätte also ein Gemenge von Silicaten und Carbonaten dargestellt.

Mit welchen Basen hätte sich aber die Kohlensäure ver-

bunden? Der kohlen saure Kalk behält beim Glühen unter hohem Druck seine Kohlensäure; eine rein mechanische Kraft hält die sich abstossenden Elemente zusammen, lässt sie nach, so tritt Trennung ein. Die Bestandtheile des kohlen sauren Kalks befinden sich beim Glühen unter hohem Druck so zu sagen im Zustande der Spannung. Die kohlen sauren Alkalien lassen dagegen in der stärksten Gluth ihre Kohlensäure nicht fahren. Wie würde sich nun ein unter hohem Druck glühendes Gemisch von Kalkspath und Alkalisilicat umsetzen? Unter gewöhnlichem Druck zerlegt sich ein glühendes Gemenge von kieselsaurem Kalk und kohlen saurem Alkali in Alkalisilicat und Kalkcarbonat. Aber darf man diese Umsetzungsweise auch auf die durchaus verschiedenen Verhältnisse, die der Druck hervorbringt, ohne Weiteres übertragen? Muss man nicht nach allen bisherigen Erfahrungen annehmen, dass die Elemente nur zu solchen Verbindungen zusammentreten, in denen die, durch die jedesmaligen Umstände modificirten Affinitätskräfte ihr Gleichgewicht erlangt haben? Dass also im vorliegenden Falle die Kohlensäure an das Alkali, die Kieselsäure an den Kalk tritt? Es ist dann nirgends ein Trennungsbestreben der Elemente vorhanden. Ein Umstand würde allerdings modificirend gewirkt haben: der in der Erdatmosphäre vorhandene Wasserdampf. Die kohlen sauren Alkalien lassen in der Glühhitze bei Gegenwart von Wasserdampf ihre Kohlensäure fahren. Da aber der kohlen saure Kalk unter denselben Umständen noch leichter zerlegt wird, so zeigen die Alkalien immer noch die grössere Affinität zur Kohlensäure. Soll also eine für die Beurtheilung geologischer Erscheinungen überhaupt zulässige Thatsache gewonnen werden, so ist der HALLsche Versuch dahin abzuändern, dass ein Gemisch von kohlen saurem Kalk und Alkalisilicat unter hohem Druck geglüht wird. Sollte der wegen schwieriger Beschaffung luftdichter Gefässe nicht leicht ausführbare Versuch angestellt werden, so ist es nöthig, das etwa gebildete Alkalicarbonat noch während der Dauer der höchsten Temperatur vom Kalksilicat zu trennen; sonst dürften sich beim Abkühlen die ursprünglichen Verbindungen zurückbilden. Ich glaube, dass der Zweck dadurch erreicht wird, dass man den Hohlraum des Gefässes durch ein Diaphragma in zwei Kammern theilt, und nur eine der-

selben (a)*) mit dem Gemisch anfüllt. Hält man die Umsetzung für vollendet, so wird der Apparat um 90° (in der Richtung des Pfeiles) gedreht, jedoch ohne ihn aus dem Feuer zu nehmen, und dadurch dem Alkalicarbonat ein Ausfließen in die andere Kammer ermöglicht. Selbstverständlich muss durch anderweitige Vorversuche die passende Zusammensetzung des ursprünglichen Gemischs ermittelt werden, damit ein schwer- oder unschmelzbares Kalksilicat hervorgeht, auch ist ein Kalinatron-Silicat einem einfachen Alkalisilicat vorzuziehen, weil ein Gemisch der sich bildenden Carbonate leichtflüssiger ist als jeder seiner Bestandtheile. Auch wird es gut sein, das Innere des Gefässes mit Platinblech auszukleiden, um eine mögliche Zerlegung der Alkalicarbonate durch die Eisenwände zu verhindern.

Aber auch wenn die supponirte Umsetzung nicht stattfinden sollte, bleiben vor einer unbedingten Zulassung der Möglichkeit einer pyrogenen Kalkbildung noch zu lösende Bedenken übrig. Musste nicht das feurige Magma ein inniges Gemenge von Kalkcarbonat und Silicaten vorstellen? Wie lässt sich die Gegenwart mächtiger Kalklager mit der oft völligen Abwesenheit des Kalkspaths in den umgebenden Gesteinen vereinigen? Müsste man nicht die Kalklager am meisten in den basischen, kalkreichen Gesteinen antreffen, am seltensten dagegen in den kalkarmen Graniten und Gneissen? Will man die BUNSEN-WALTERSHAUSEN'sche Hypothese annehmen, dass die specifisch leichteren, sauren und kalkarmen Silicate das oberflächliche Magma bildeten, also nur sie einen Theil ihres Kalks an die Kohlensäure abtraten, während die tiefer liegenden, basischen und kalkreichen Verbindungen unangegriffen blieben, so ist das in den Kalklagern häufige Vorkommen von Wollastonit, Skapolith, Epidot, Vesuvian und anderen kalkreichen Mineralien schwierig zu erklären. Mussten nicht so basische Silicate am ersten zerlegt werden, ja konnten sie sich überhaupt bilden unter der Einwirkung der zwei Säuren, von denen die Kohlensäure durch Entziehen von Kalk, die freie Kieselsäure durch Sichverbinden mit demselben saure Silicate zu bilden bestrebt waren?

*) Fig. 22 stellt den auf das Diaphragma *bc* senkrechten Durchschnitt des Gefässes vor.

Die Entstehung auf nassem Wege drängt die Frage auf: sind die Kalklager in krystallinischen Gesteinen Meeresbildungen oder Producte der Tagewasser und warmen Quellen? Als auffallende Unterschiede zwischen den versteinierungsführenden Sedimentkalken und den in Rede stehenden stellen sich heraus: das Fehlen von Kalksilicaten (Wollastonit, Skapolith etc.), sowie das seltene und sehr locale*) Auftreten des kohlen-sauren Kalks in grösskrystallinischen Massen in den ersteren. Müssten nicht beide Erscheinungen ausserordentlich oft wahrgenommen werden, wenn die in krystallinischen Gesteinen auftretenden Kalke ebenfalls Sedimentbildungen sind? Einerseits kann aus dem Meerwasser die Kieselsäure nur durch Vermittelung von Organismen niedergeschlagen werden, für einen Absatz von Silicaten ist das Meerwasser zu verdünnt; andererseits ist die durch Infusorien oder durch Verdrängung der halbgebundenen Kohlensäure durch Luft in bewegtem Wasser hervor-gebrachte Kalkabscheidung, sowie die Gegenwart aufgeschwemmter, thoniger Substanzen einer guten Krystallausbildung hinderlich. Das Fehlen dieser Erscheinungen in Sedimentkalken ist also durchaus nicht auffallend, und man muss somit wohl die in krystallinischen Gesteinen vorkommenden Kalke als Absätze aus Tages- und Quellwasser ansehen.

Wenden wir uns jetzt zur Besprechung der hier unter-suchten Kalklager, so fragt sich zunächst: sind der Kalk und die ihn durchsetzenden Silicatadern und -Einlagerungen gleich-zeitig gebildet? Die den Kalkbruch von Brämboda durchschnei-denden Gänge (No. 23, 24) sind unzweifelhaft späteren Ur-sprungs, und auch die Entstehung der in Fig. 21 veranschau-lichten Einlagerungen ist nicht leicht als mit dem umgebenden Kalke gleichzeitig zu deuten. Beide Erscheinungen sollen später eingehend erörtert werden. Allen übrigen Adern kann man nur eine mit dem Kalk gleichzeitige Bildung zuschreiben. Gleichviel ob man den Kalk oder die Silicatlamellen als prä-existirend annimmt, gleichviel ob man die Durchsetzung des

*) In vielen Fällen, namentlich in der Umgebung von Rissen, lassen sich die in versteinierungsführenden Kalken auftretenden, aus grosskrystal-linischem Kalkspath bestehenden Partien als spätere Bildungen nach-weisen, nachdem die Schichten schon trocken gelegt waren. Es ist wich-tig, der Genesis solcher Erscheinungen mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden als bisher geschehen.

präexistirenden Gesteins auf nassem oder feurigem Wege vor sich gehen lässt, ganz unerklärlich ist die Zerklüftung des Gesteins in senkrechte, parallele Lamellen, zumal wir es nicht mit Glimmer- oder Chloritschiefer zu thun haben, deren Structur einer solchen Zerlegung noch am günstigsten ist. Die Thatsache, dass viele Silicatadern nach unten zu schmaler werden, (Fig. 12), dass manche sogar auskeilen (Fig. 14), könnte vielleicht zu Gunsten einer Ausfüllung des zerklüfteten Kalkes durch in Wasser gelöste Silicate gedeutet werden. Abgesehen davon, dass grosskrystallinischer, massiger Kalk überhaupt keine besonders ausgebildete Spaltungsrichtung zeigt, müsste im vorliegenden Falle sich auch eine solche nachweisen lassen.*) Das findet aber nicht statt; die im Kalk vorhandenen dunklen Bänder (Fig. 9) lassen sich von der Umgebung durchaus nicht abspalten, ja der Kalkbruch No. 2 ist am westlichen Ende von Rissen durchsetzt, die beinahe senkrecht auf der Richtung der dunklen Streifen stehen. Das Auftreten von isolirten Silicateinlagerungen, ja von einzelnen in Kalk eingebetteten Orthoklaskrystallen spricht durchaus gegen eine ungleichzeitige Bildung. Endlich legt auch das Auftreten der dunklen Streifen im Kalk, die ausgebildete Parallelstructur der bisweilen nur $\frac{1}{4}$ " dicken Silicatlamellen (No. 9, 10, 19), sowie die gleichfalls Parallelismus zeigenden, labradorreichen Säume der Granitadern, wo doch in keinem Fall eine andere als gleichzeitige Bildung stattgefunden, die Annahme nahe, dass dieselben Umstände, die im Kleinen die Parallelstructur hervorgerufen, auch bei der Entstehung der Lager im Grossen wirksam waren.

Lässt sich die Annahme eines feurig-flüssigen Zustandes mit der so regelmässigen Parallelstructur vereinigen? Müsste nicht das Lager ein regelloses Gemenge von Silicaten und Kalk darstellen? und selbst bei Annahme eines seitlich auf das flüssige Magma wirkenden Drucks, konnte eine so scharfe Sonderung der Silicatadern und -Einlagerungen vom Kalk hervorgerufen werden, wie sie hier beobachtet wird? müssten nicht die Adern durch ein regelloses Gemenge von Silicaten und

*) Nur wo Glimmer in grösserer Menge auftritt, lässt sich der Kalk leichter spalten; er findet sich aber nur im Kalkbruche No. 1 und fehlt anderswo. Eine frühere Existenz und spätere Fortführung des Glimmers ist durchaus unwahrscheinlich, da er zu den durch Atmosphärillen am schwierigsten zersetzbaaren Mineralien gehört.

Kalk mit dem letzteren verschwimmen? Diese Einwände lassen sich schwer beseitigen.

Prüfen wir jetzt die Hypothese einer neptunischen Entstehung. Aufrechte Chlorit- und Glimmergänge zeigen oft einen ausgebildeten Parallelismus ihrer Bestandtheile; die Blättchen stehen senkrecht, und sind der Richtung des Ganges parallel. Tropfsteinbildungen auf senkrechten Wänden werden durch Ablagerung unendlich dünner Kalkschichten gebildet, die gleichfalls der Wand parallel sind. Schlägt sich in einigen Schichten mit dem Kalk auch Eisen nieder, so entsteht eine Abwechslung von weiss und braun gefärbten aufrecht und der Wand parallel stehenden Zonen. Versuchen wir jetzt nach diesen Erscheinungen die Entstehung der Kalklager zu erklären. Sickerte kalkhaltiges Wasser senkrecht gegen die Richtung einer breiten Spalte in letztere hinab, so konnte auf der aufrechten Spaltenwand sich eine Kalkspathschicht niederschlagen. Wurden die Gewässer reicher an silicatbildenden Stoffen, so setzte sich als nächste Schicht ein inniges Gemenge von Kalk und Silicaten ab, welche letztere einer grösseren Krystallausbildung des Kalkspaths hinderlich waren. Es bildeten sich so die dunklen, sehr feinkörnigen, silicatreichen Kalkbänder.*) Isolirte oder gehäufte Glimmerblättchen mussten, wie schon anderweitig beobachtet, in der Richtung entstehen, in welcher das Wasser hinabsickerte, also aufrecht gestellt, und parallel der von ihnen bedeckten Fläche. Trat der kohlen saure Kalk zurück, reicherten sich dagegen die anderen Stoffe des Wassers an, so schlug sich auf der aufrecht stehenden Kalkwand eine Silicatschicht nieder, es bildete sich eine längere Ader. Traten Pausen in der Ablagerung ein, oder ein Wechsel in der Quantität der gelösten Stoffe, wodurch also abwechselnd kalkreiche und -arme Silicate gebildet wurden, so musste die Ader eine so ausgebildete Parallelstructur zeigen, wie wir sie bei den Proben No. 9, 10 etc. beobachten. Sickerte an einigen

*) In der Sammlung des Universitäts-Laboratoriums zu Dorpat befindet sich ein Stück Kochsalz aus dem Eltonsee, welches von abwechselnden, weiss und graubraun gefärbten Zonen gebildet wird. Die gefärbten Bänder entstanden dadurch, dass mit dem Kochsalz der durch Hochwasser zugeführte Thon zugleich niederfiel; nach Klärung des Wassers wurde reines Kochsalz abgesetzt. Diese Erscheinung ist den am Kalke beobachteten durchaus analog, nur dass im ersten Falle die Schichtung horizontal, im zweiten vertical ist.

Stellen silicat-*) , an anderen kalkreiches Wasser**) über die Wand, so bestand die sich bildende Schicht entweder aus Kalk, der durch Silicate, oder aus letzteren, die durch ersteren unterbrochen waren. Es gingen so die immer dieselbe Richtung beibehaltenden Silicateinlagerungen hervor. Ihre Entstehung lässt sich aber auch ohne diesen Wechsel so denken, dass nur silicatreiches Wasser, aber nicht allen Stellen, zugeführt wurde. Es bildeten sich auf der Wand isolirte Silicatpartien, und die Lücken zwischen ihnen wurden durch den in einer späteren Periode zugeführten Kalk ausgefüllt. Auch das Schmälerwerden nach der Tiefe hin, sowie das Auskeilen mancher Einlagerungen ist nach der eben entwickelten Entstehungsart verständlich.

Beleuchten wir jetzt den aus der Mehrzahl der Beobachtungen abstrahirten Satz 5. Die Silicate werden nach den Contactflächen zu kalkreicher, oder mit anderen Worten: zwischen den Säumen der Adern und dem umgebenden Kalkstein besteht ein causaler Zusammenhang. Hat der feurig-flüssige Kalk die Thonerde-Alkali-Silicate in Kalksilicate umgewandelt? ein Process, der in der Einleitung als möglich, ja wahrscheinlich hingestellt wurde. Aber wir müssten dann ausnahmslos die Adern von kalkreichen Silicaten umgeben finden, schmale Adern, deren Breite geringer ist als die der labradorreichen Säume mancher Gänge, müssten in ihrer ganzen Masse umgewandelt sein, ja es ist fraglich, ob selbst $\frac{1}{2}$ ' dicke Silicateinlagerungen einer Totalmetamorphose zu widerstehen gross genug waren. Nun herrscht aber eine solche Regelmässigkeit gar nicht; hier berührt der Orthoklas unmittelbar den Kalk, etwas weiter ist er durch einen dünnen grünen Anflug von ihm geschieden, noch etwas weiter durch eine breite Zone von Labradorgranit. Es fehlt uns jegliche Vorstellung über die Momente, die auf so kleinen Strecken des feurig-flüssigen Magmas stellenweise wirkten. Freilich sind aprioristische Vorstellungen für die Deutung geologischer Vorgänge von gerin-

*) Nicht so zu verstehen, als wenn das Wasser die fertigen Silicate als solche gelöst enthielt, sondern Wasser, das mit Kieselsäure und Basen gesättigt war.

**) Bei der durch Fig. 21 veranschaulichten Ader würde also beispielsweise bei den mit *b* bezeichneten Punkten kalkreiches, bei den zwischenliegenden silicatreiches Wasser hinabgesickert sein.

gem Werth, aber auch keine Beobachtung natürlicher oder künstlicher Erscheinungen bildet ein Analogon.

Kehren wir jetzt zur neptunischen Hypothese zurück und lassen wir das Kalklager durch Absätze aus Wasser entstehen, welches abwechselnd mit kohlensaurem Kalk und silicatbildenden Stoffen gesättigt war. Als nach einer Pause im Kalkabsätze die Bildung einer Silicatader eben begann, war das sickende Wasser noch für längere Zeit reich an Kalkverbindungen, die allmählig abnahmen, um dann wieder, gleichsam als Vorläufer des später folgenden Kalkbildungsprocesses aufzutreten. Die Annahme, dass während der ganzen Bildungsdauer einer Ader das Verhältniss der in Wasser gelösten Stoffe, mit Ausnahme des Kalks, nur wenig variierte, und dass letzterer Bestandtheil noch nach dem Aufhören und schon vor dem neuen Eintritt der Kalkspathbildung in grosser Menge vorhanden war, in der Zwischenzeit aber sein Minimum erreichte, hat nichts Gezwungenes.

Nun werden nach den Versuchen und Beobachtungen BISCHOF's Alkalisilicate durch Kalksalzlösungen*) in Kalksilicate umgesetzt, oder mit anderen Worten: die Kieselsäure zeigt unter Umständen eine grössere Verwandtschaft zum Kalk als zum Alkali. Es ist nun klar, weshalb in den beiden Perioden, in denen der Kalkgehalt sich seinem Maximum näherte, wesentlich Kalksilicate (Labrador, Skapolith), in der Zwischenzeit, wo er auf ein Minimum herabsank, wesentlich Alkalisilicate (Orthoklas) gebildet wurden. Es ist nicht mehr auffallend, dass kleine Schmitzen und die engeren Stellen der Adern oft in ihrer ganzen Masse aus kalkreichen Silicaten bestehen, da sie zu ihrer Bildung weniger Zeit beanspruchten als die breiteren Partien, mithin während der Periode, in welcher der Kalk am meisten vorhanden war, ihre volle Ausbildung erreichen konnten. Sie sind, so zu sagen, den kalkreichen Säumen der breiteren Adern äquivalent. Vielleicht dürfte sich auch der grössere Quarzgehalt in den Spitzen von Adern und Einlagerungen (Fig. 6, 16, 19) durch ein von BISCHOF angestelltes Experiment erklären lassen, wonach kieselsaure Alkalien sich mit doppelt kohlensaurem Kalk in Alkali- und Kalkcarbonat

*) Orthoklas, Oligoklas und Labrador sind einer Umwandlung in Epidot fähig.

einerseits, und freie Kieselsäure andererseits umsetzen. An den Endpartien der Adern, wo das silicatreiche Wasser sich oft mit an doppeltkohlensaurem Kalk reichem mischen konnte, waren die Bedingungen zu solcher Zerlegung gegeben.

Blieb der Kalkgehalt des silicatführenden Wassers immer ein beträchtlicher, so mussten sich Adern von der Zusammensetzung No. 10 bilden, blieb er ganz constant, so trat keine Zonenbildung ein, wie bei den Proben No. 9 und 19. Nun kann man den Einwand gegen die pyrogene Bildung auch hier wiederholen: weshalb sind die Alkalisilicate nicht ausnahmslos von Kalksilicaten umgeben? Die Antwort kann vorläufig nicht gegeben werden, aber wir kennen durchaus analoge Erscheinungen, Erscheinungen, die zweifellos ihre Entstehung neptunischen Processen verdanken, und deshalb bei der in Rede stehenden Frage als entscheidende Factoren gelten müssen. Sehr oft wird ein einzelner Krystall dermaassen umgewandelt, dass in den am meisten veränderten Theilen sich noch völlig unveränderte, mit dem ursprünglichen Glanz, ja mit feiner Zwillingstreifung versehene Partikeln eingebettet finden. Welche Momente bewirkten diese auffallende Erscheinung? Um ein Beispiel anzuführen, beginnt die Umwandlung von Orthoklas in Epidot nicht selten von der Mitte aus, während die Oberfläche völlig unalterirt ist. Wie war es möglich, dass das eindringende Wasser nicht die ganze Strecke von der Oberfläche des Krystalls bis ins Innere epidotisirte, sondern sie unverändert liess? Wir können keine befriedigende Antwort geben, aber nach dieser durchaus analogen Erscheinung ist auch der oben angeführte Einwand nicht stichhaltig.

Betrachten wir jetzt die Zusammensetzung der labradorbesäumten Granitadern näher, so ergibt sich, dass sie zum Kalke hin kalk- und natronreich, in der Mitte dagegen kalireich sind. War in den Perioden, wo das Wasser sein Maximum an Kalksalzen zeigte, auch der Natrongehalt am grössten, und machte dieser Stoff in der Zwischenzeit dem Kali Platz? Ein so complicirter und doch so regelmässiger Wechsel ist durchaus unwahrscheinlich, aber auch nicht nöthig anzunehmen. Halten wir daran fest, dass von allen silicatbildenden Stoffen des Wassers nur der Kalk grossen Schwankungen in seiner Menge unterworfen war, so lässt sich das überwiegende Auftreten in den Rändern noch immer dadurch erklären, dass der

Kalk eine weit grössere Neigung besitzt, sich mit Natron, als mit Kali zu verbinden. Sank der Kalkgehalt des Wassers, so bildete sich kalireicher Orthoklas und nicht ein beide Alkalien führender Oligoklas nach dem Gesetze, dass die auf nassem Wege sich bildenden Silicate zu solchen Verbindungen zusammentreten, die unter den ihre Bildung begleitenden Umständen die grösste Widerstandsfähigkeit in Bezug auf Zersetzung und Umwandlung zeigen. Der Orthoklas ist aber entschieden schwerer verwitterbar als der Oligoklas, und oft beginnt die Umwandlung des letzteren damit, dass Natron theilweise gegen Kali ausgetauscht wird.

Lässt sich nun nachweisen, dass der Kalk eine grössere Verwandtschaft zum Natron als zum Kali besitzt? Zunächst ist die Zahl der Kalk-Natron-Zeolithe bei weitem grösser, als die der Kalk-Kali führenden. Man wird einwenden, dass diese Mineralgruppe meist in Gebirgsarten angetroffen wird, die selbst an Kalk und Natron reich sind, und dass beide Stoffe bei der Zersetzung eher ausgeschieden werden, als Kali. Das ist richtig, aber dann müssten doch die zersetzten, kalireichen Porphyre und Granite eben so reiche Fundgruben von Kalk-Kali-Zeolithen sein, wie es die Basalte, Melaphyre etc. für Kalk-Natron-Zeolithe sind, was nicht stattfindet. Und lässt sich nicht nachweisen, dass das Kali eine geringe Verwandtschaft zum Kalk besitzt, wenn es wasserhaltige Silicate bildet? Wie findet man das bei der Zersetzung freigewordene Kali wieder? In Verbindung mit Magnesia und in Form von Glimmer, Glaukonit und glimmerähnlichen (Zersetzungsproducten*), deren Masse eine ungeheure ist. Wir schliessen hieraus auf eine grössere Verwandtschaft des Kalis zur Magnesia und auf eine geringere zum Kalk. Ferner giebt es keinen einzigen Kalk-Kali-Feldspath, andererseits sind alle Kalkfeldspäthe (Oligoklas, Andesin, Labrador, Skapolith) natronführend. Ein hoher Kaligehalt eines Kalkfeldspaths ist fast immer von einem bedeutenden Wassergehalt begleitet, mithin ein Product späterer Umwandlung, einer Umwandlung, die mit dem völligen Austritt von Kalk und Natron und Ersatz derselben durch Kali

*) Die ausgedehnten silurischen und devonischen Thone Russlands sind kali- und magnesiareich und haben eine glimmerähnliche Zusammensetzung.

und Magnesia aufhört. Es steht somit fest, dass nicht nur die Zahl der Kalk-Natron-Silicate grösser ist, als die der Kalk-Kali-Verbindungen, sondern, was von entscheidendem Gewicht ist, dass die Masse der ersteren (Feldspäthe) die der letzteren unendlich übertrifft. Das ist kein Zufall, sondern spricht ganz entschieden für eine grössere Verwandtschaft des Kalkes zum Natron.

Die labradorführenden Säume sind quarzreicher, als die eingeschlossenen Orthoklasgranitzone, ja in der Regel ist sogar der procentische Kieselsäuregehalt grösser. Auch das wird durch die Neigung des Kalks, möglichst basische Verbindungen einzugehen, hervorgebracht. Je grösser der Kalkgehalt eines Feldspaths, desto mehr sinkt die Kieselsäuremenge, und die kalkreichsten Mineralien sind auch zugleich die basischsten (Skapolith, Wollastonit, Epidot, Vesuvian, Granat). Bei der Bildung der labradorführenden Säume musste ein beträchtlicher Theil der gelösten Kieselsäure als Quarz niedergeschlagen, bei der Bildung der orthoklasreichen Binnenzonen mehr chemisch gebunden werden. Der absolute Mehrgehalt an Kieselsäure ist wohl demselben Prozesse zuzuschreiben, der bei der Bildung des Quarzes an den Spitzen der Einlagerungen angenommen wurde.

Sehr oft zeigen die labradorführenden Säume feineres Korn als die Binnenzonen; wahrscheinlich war die grössere Quarzausscheidung einer guten Krystallausbildung des Labradors hinderlich.

Wir wenden uns jetzt zur Frage: sind die den Kalkbruch von Brämboda schräg durchschneidenden, unzweifelhaft später entstandenen Granitadern plutonischen oder neptunischen Ursprungs? Wie schon erwähnt, besitzt die in Fig. 20 dargestellte Ader keine kalkreichen Randpartien, die anderen (No. 23 und 24) zeigen solche, wenn auch nicht überall, und zwar unmittelbar gegen den Kalk einen dunkelgrünen Anflug, dem ein an rothem Kalkfeldspath reicher Saum folgt. Die Adern werden nach der Tiefe zu schmaler, und bestehen dann in ihrer ganzen Masse wesentlich aus Quarz und Kalkfeldspath.

Nimmt man an, dass in die Spalten ein feurig-flüssiges Magma von unten hineingepresst wurde, so sind zwei Fälle möglich. Entweder war die Zusammensetzung des geschmol-

zenen Teiges eine solche, dass beim Erkalten ein Gemenge von Kalk- und Kali-Feldspath herauskrystallisirte, oder das Magma enthielt nur Alkalisilicate, und die kalkreichen Stellen sind Producte der Contactwirkung. Im ersten Falle müssten die Gänge in ihrer ganzen Masse ein inniges Gemenge von Orthoklas und Kalkfeldspath darstellen, eine solche Vertheilung beider Mineralien, wie sie hier beobachtet ist, kann durch die rein mechanische Kraft des Hineinpressens unmöglich hervorgebracht werden. Lässt man die Contactwirkung zu, so treten ausser den früher erörterten noch folgende Bedenken hinzu. Enthielt die im Maximum circa 2", im Minimum circa $\frac{1}{2}$ " mächtige Gangmasse soviel überflüssige Wärme, um den nicht innig beigemengten, sondern an den Spaltenwänden nur eine verhältnissmässig geringe Oberfläche darbietenden kohlen-sauren Kalk in ein Aufschliessungsmittel umzuwandeln, wenn wir einen chemischen terminus technicus gebrauchen wollen? Und das zugegeben, müssten nicht dann die kalkreichen Säume der breiteren Aderpartien absolut und relativ breiter sein, als die der schmälern, da erstere über einen grösseren Wärme-überfluss verfügten als letztere? Nun zeigt die Ader an der circa 2" breiten Stelle (No. 24) Säume, deren Breite zwischen $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ " variirt; etwa 2" tiefer spaltet sich die Ader in zwei Aeste, und der eine (No. 24 b.), etwa 1" breite ist in seiner ganzen Masse aus Quarz und Kalkfeldspath gebildet.

Noch ein Bedenken drängt sich auf. Trat mit der Injection die Contactwirkung ein, so wurden die Kalkwände von einer dünnen kalkreichen Schicht überzogen, die jede fernere Einwirkung des kohlen-sauren Kalkes verhindern musste, wenn nicht die geschmolzene Masse in beständiger Bewegung war, wodurch die umgewandelten Grenzpartien nach Innen, die unveränderten, mittleren Theile aber wieder dem begrenzenden Kalk zugeführt wurden. Das ist schon möglich, aber dann müssten die Adern ein wirres Gemenge von Quarz und den beiden Feldspäthen vorstellen, eine so regelmässige Vertheilung der letzteren konnte nicht mehr stattfinden.

Man wird einwenden, dass sich im Innern der Ader rother Kalkfeldspath eingesprengt vorfindet, und dass auch der Kalkgehalt der Säume keinen bedeutenden Ueberschuss aufweist. Um so ausgesprochener ist aber die Vertheilung der Alkalien:

in den Säumen herrscht Natron, in der Mitte Kali vor. *) Verband sich auch der Kalk eher mit dem Natron, als mit dem Kali, so blieb doch das freigewordene Kali an Ort und Stelle und bildete Silicate; wir können uns nicht vorstellen, wie letztere vom Rande der Ader zur Mitte wanderten, während die ebenfalls geschmolzenen Kalk-Natron-Verbindungen zurückblieben. Das relative Verhältniss beider Alkalien müsste überall dasselbe sein. Auf nassem Wege können wir diese Vertheilung erklären: das Kalk-Natron-Silicat krystallisirte heraus, das in Lösung bleibende Kali wurde fortgeführt. Nimmt man dagegen bei der feurigen Contactwirkung ein sofortiges Erstarren des sich bildenden Kalkfeldspaths an, so musste die dünnste Schicht desselben jeder ferneren Contactmetamorphose ein Ende machen. Völlig unerklärbar ist die Bildung des dünnen grünen Anflugs zwischen dem Kalk und dem kalkreichen Saum durch eine plutonische Contactwirkung.

Wir besitzen zahlreiche Beobachtungen über Lavaergüsse, und so werthvolle Beiträge sie auch für die physikalische Geologie geliefert haben, so ist es doch sehr zu bedauern, dass so günstige Verhältnisse wenig zur Beantwortung genetischer Fragen ausgebeutet sind. Es wäre von grossem Interesse, durch die chemische Analyse zu untersuchen, wie Lavaströme auf Kalkstein eingewirkt haben, und selbst die Schwierigkeiten, solche Verhältnisse künstlich herbeizuführen, dürften sich überwinden lassen. Es ist das der einzige Weg, sichere und zugleich brauchbare Thatsachen für die Beurtheilung von Contactwirkungen, wie die vorliegenden, zu gewinnen und uns von den sehr unsicheren, aprioristischen Deductionen zu befreien.

Betrachtet man die schräg durchschneidenden Adern als Spaltenausfüllungen auf nassem Wege, so schwinden eine Menge der eben aufgeführten Bedenken. Ihre Constitution und Structur

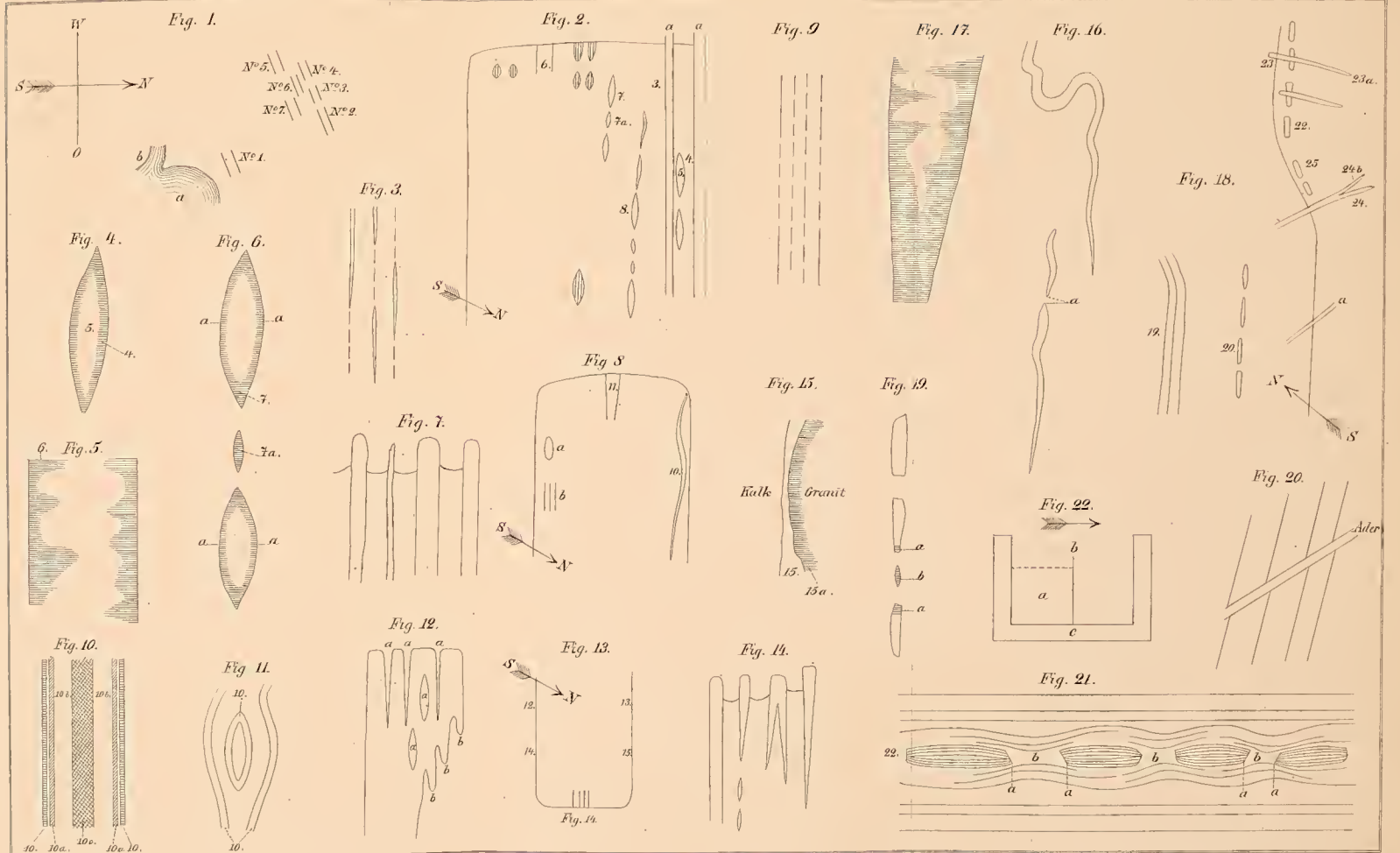
*) Der Kalkgehalt des oberen, keinen Saum zeigenden Theils der Ader No. 23 ist nur um $\frac{1}{4}$ geringer, als der in der tieferen, an rothem Feldspath reichen Partie No. 23a. Die Natronmenge der letzteren überwiegt dagegen die des ersteren ums Doppelte. Wir schliessen daraus, dass der rothe Feldspath der tieferen Partie in der oberen nur in sehr geringer Menge vorhanden ist, und der Kalk in letzterer einem anderen Silicat angehört. Leider ist das Gestein für eine nähere Untersuchung zu feinkörnig.

ist mit den in allen Kalkbrüchen sich vorfindenden, labradorbesäumten Gängen durchaus identisch. Was dort über die mögliche neptunische Entstehungsweise angeführt wurde, gilt auch hier. Es ist nicht einmal nöthig anzunehmen, dass das silicatführende Wasser in zwei getrennten Perioden kalkreich, in der zwischenliegenden Zeit kalkarm war. Da die Gänge den Kalkbruch quer durchsetzen, also die Richtung haben, in welcher das Wasser nach der oben entwickelten Hypothese sickerte, so konnte das kalkreiche, silicatführende Wasser zu gleicher Zeit an beiden Wänden der Spalten kalkfeldspathhaltige Säume bilden, und die tieferen schmälern Stellen ganz ausfüllen. Als der Kalkgehalt*) sank, wurden die Lücken ausgefüllt.

Die Bildungsweise der in Fig. 21 erläuterten Silicateinlagerungen ist ausserordentlich räthselhaft. Die bisweilen parallel abgehackten Enden der Schmitzen, sowie das Einbuchten der dunklen Kalkstreifen in die Lücken legen den Gedanken nahe, dass diese Einlagerungen ursprünglich eine zusammenhängende und dann getrennte Ader gebildet, und dass die entstandenen Lücken dann beiderseits von Kalk ausgefüllt wurden. Aber der Gang hätte sich dann isolirt und früher gebildet haben müssen, ein Process, den wir uns nicht vorstellen können. Andererseits spricht die Parallelstructur, sowie das oft wahrnehmbare Convergiere der dünnen Lamellen nach den Enden hin dafür, dass dieselbe Ursache, die den Parallelismus und das Einbuchten der dunklen Kalkstreifen bewirkte, auch dieselben, durchaus äquivalenten Erscheinungen an den Einlagerungen hervorrief, mit anderen Worten, dass der Kalk und die Einlagerungen gleichzeitig gebildet sind. Die Schmitzen sind nach der Tiefe hin nicht blossgelegt, und die wichtige Frage über ihren etwaigen Zusammenhang konnte nicht entschieden werden; wir unterlassen es deshalb, über ihre mögliche Entstehungsweise Hypothesen aufzustellen.

*) Oder präciser: der Gehalt an solchen Kalkverbindungen, die einer Feldspathbildung günstig waren. Wir wissen, dass die Umsetzungsweisen wesentlich durch die electronegativen Bestandtheile modificirt werden: kohlen-saures Alkali giebt mit kieselsaurem Kalk Alkalisilicat und Kalk-carbonat, Alkalisilicat mit Ca Cl oder Gyps kieselsauren Kalk und die entsprechende Alkalienverbindung.

Fassen wir alle in dieser Arbeit mitgetheilten Thatsachen zusammen, so ergibt sich, dass die Erklärung auf neptunischem Wege, weit entfernt von befriedigenden Aufschlüssen, und von keinem grösseren Gewicht, als dem einer reinen Hypothese, doch weniger Zweifel und Bedenken auftreten lässt, als die Annahme einer plutonischen Entstehung.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1869-1870

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Lemberg J.

Artikel/Article: [Chemisch-geologische Untersuchung einiger Kalklager der finnischen Schäreninsel Kimito. 803-840](#)