6. Ueber einige Umwandlungen finländischer Feldspathe.

Von Herrn J. Lemberg in Dorpat.

Auf zwei geognostischen Sommerreisen in Finland hatte ich Gelegenheit, den Granit in der Stadt Helsingfors zu untersuchen, und zwar den Observatoriumshügel sowie den Felsen, auf dem die neue russische Kirche erbaut ist. Im Sommer 1868 fand ich an genannten Stellen Sprengungen vor, durch welche interessante und zum Theil mir unbekannte Gesteinsumwandlungen blossgelegt waren. Da indess die chemische Untersuchung nicht abgeschlossene Resultate ergab, beschloss ich die Localuntersuchung im folgenden Jahre zu vervollständigen. Leider waren die gesprengten Stellen zum grössten Theil mit Kehricht und Gesteinstrümmern verschüttet oder, wie bei der russischen Kirche, mit Rasen belegt worden, und wie ich vernahm, ist es die Absicht, alle die nackten Felsen unter einer Vegetationshülle verschwinden zu lassen. Die nachträgliche Untersuchung konnte daher zum Theil gar nicht, zum Theil nur sehr unzulänglich, oft an losen abgesprengten Stücken ausgeführt werden, und für die chemische Untersuchung ergab sich noch der besondere Nachtheil, dass nicht immer zur Analyse ausreichendes Material gewonnen werden konnte. Trotzdem beschloss ich, die Arbeit fortzuführen, einerseits, da schon viele Analysen vorlagen, deren Resultat kein ganz uninteressantes war, andererseits, da man nicht annehmen konnte, alle hier beobachteten Verhältnisse hätten bloss lokale Bedeutung und könnten anderswo nicht näher untersucht oder controlirt werden. Im Gegentheil habe ich ähnliche Verhältnisse recht oft beobachtet; es scheint aber, dass man ihnen bisher keine nähere Aufmerksamkeit zugewandt hat. Soweit analytisches Material verschafft werden konnte, sind auch anderweitige Vorkommnisse berücksichtigt.

Die Methode der Analyse anlangend, wurden die Silikate mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen, Thonerde und Eisenoxyd durch essigsaures Ammon in der Siedhitze ge-

fällt, Kalk durch oxalsaures Ammon abgeschieden. Nach Abrauchung der Ammonsalze trennte man die Magnesia von den Alkalien durch Barytwasser, das Kali vom Natron durch Platinchlorid. Bei der Analyse des bloss durch Schwefelsäure zersetzten Silikatantheils wurde die abgeschiedene Kieselsäure dem unzersetzten Rückstande durch Kochen mit verdünnter Natronlauge entzogen.

I. Oestlich von der deutschen Kirche, unmittelbar hinter derselben, besteht der Granit des Observatoriumshügels aus Quarz, Orthoklas, Oligoklas und rothen eingesprengten Granaten, die bisweilen mit Beibehaltung der Form in Chlorit und Glimmer umgewandelt werden. Der hellrothe, feinkörnige Granit enthält stellenweise ader- und nesterartige Einlagerungen, die eine braunrothe Farbe zeigen und wesentlich aus Quarz und Oligoklas mit sehr wenig Orthoklas zusammengesetzt sind. Im Folgenden sollen die Zersetzungsproducte des in den Einlagerungen vorkommenden Oligoklases untersucht werden. Völlig unverändert, indessen nur selten sich so vorfindend, zeigt das Mineral eine beinahe weisse Farbe, die bei der Zersetzung durch verschiedene Nuancen von Roth in Rothbraun übergeht. Dabei nimmt der Glanz stark ab, während die Spaltungsrichtung selbst bei weit vorgeschrittener Umwandlung beibehalten wird. Die rothe Färbung erstreckt sich nicht immer gleichmässig auf einen ganzen Krystall; man beobachtet sehr oft hell- und dunkelrothe Partien neben einander, ja sogar völlig unveränderte neben rothbraunen ohne irgend einen Uebergang, ein Beweis, dass selbst bei so kleinen Dimensionen das Vermögen des Krystalls, Wasser durchzulassen, ein sehr ungleiches ist. Bei weiter fortgeschrittener Zersetzung verwandelt sich der Oligoklas in eine bröckliche, poröse, rothbraune oder gelbliche Masse, die noch hier und da Spaltbarkeit und sehr schwachen Glanz erkennen lässt.

1) Wenig veränderter Oligoklas, hellroth, etwas quarzhaltig.*)

---

*) Kleine Mengen von Quarz in Mineralien und krystallinischen Gesteinen, die mit der Lupe nicht mehr wahrgenommen werden können, lassen sich nachweisen, wenn man die zu prüfende Substanz mit einem geringen Ueberschuss verdünnter Flusssäure übergiesst und bei ca. 40° zur Trockne verdampft. Nach dem Behandeln des Rückstandes mit

2) und 3) Rothbraune Oligoklase von schwachem Glanz; eine mechanische Sonderung des beigemengten Quarzes konnte nicht bewerkstelligt werden.

4) Rothbrauner Oligoklas; brüchig und stellenweise von gelblicher thoniger Masse durchsetzt; zeigte oberflächlich hier und da einen Anflug von silberweissen Glimmerschüppchen, sowie von einem rothen, in Säulchen krystallisirenden Mineral, von dem später die Rede sein wird. Auch diese Probe enthielt etwas Quarz.

5) Bröcklicher, blassgelber, matter Oligoklas, von braunrothen Pünktchen durchsetzt und schwache Spaltungsrichtung zeigend.

	1.	O*)	2.	O	3.	O.
$H\ O$	1,12		1,43		1,85	
$Si\ O^2$	61,53	32,81	71,21		70,75	
$Al^2\ O^3$	21,03	9,80	16,25	7,57	15,85	7,38
$Fe^2\ O^3$	1,63	0,48	1,81	0,54	1,96	0,58
$Ca\ O$	2,97	0,84	1,62	0,46	1,57	0,44
$K\ O$	2,00	0,33	1,60	0,27	1,34	0,22
$Na\ O$	7,89	2,03	5,82	1,50	5,07	1,30
$Mg\ O$	0,31	0,12	0,25	0,09	0,40	0,16
	98,48		99,99		98,79	

	4.	O	5.	O
$H\ O$	2,92		4,44	
$Si\ O^2$	60,44	32,23	58,30	31,18
$Al^2\ O^3$	22,12	10,30	23,15	10,78
$Fe^2\ O^3$	3,82	1,14	4,09	1,22
$Ca\ O$	1,30	0,37	1,65	0,47
$K\ O$	2,72	0,46	2,52	0,42
$Na\ O$	6,14	1,58	5,26	1,35
$Mg\ O$	0,54	0,21	0,59	0,23
	100		100	

Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure bleibt ein beträchtlicher Theil des Quarzes unangegriffen zurück, selbst wenn seine ursprüngliche Menge sehr gering ist.

*) Sauerstoffgehalt.

Das Sauerstoffverhältniss der Thonerde zu den Monoxyden und zur Kieselsäure ist, wenn die Sauerstoffmenge der Thonerde = 3 gesetzt wird:

in No.	1.	2.	3.	4.	5.
für R O	1,01	0,918	0,861	0,762	0,687
für Si O^2	10,02			9,36	8,676

Bei fortschreitender Zersetzung nehmen die Monoxyde im Vergleich zur Thonerde ab; letztere leistet also den grössten Widerstand, und ohne weit von der Wirklichkeit abzuweichen, wollen wir sie als stabil annehmen und im Folgenden die Mengen der Monoxyde in den veränderten Oligoklasen auf gleichen Thonerdegehalt des unzersetzten Feldspaths No. 1 reduciren.

	$Al^2 O^3$	Ca O	K O	Na O	Mg O
No. 1.	21,03	2,97	2,00	7,89	0,31
No. 2.	—	2,09	2,07	7,53	0,32
No. 3.	—	2,08	1,77	6,72	0,53
No. 4.	—	1,23	2,58	5,83	0,51
No. 5.	—	1,49	2,28	4,77	0,53

Es ergiebt sich, dass Kalk und Natron fortgeführt, Magnesia etwas zugenommen, Kali dagegen unverändert geblieben, ja eher vermehrt als vermindert ist. Reducirt man überall die Natronmenge auf gleichen Kalkgehalt mit No. 1, so gelangt man zu folgenden Zahlen. Für Ca O = 2,97 ist die Natronmenge

in No.	1.	2.	3.	4.	5.
	7,89	10,69	9,59	14,07	9,50

Der Kalk ist demnach unverhältnissmässig stärker ausgeschieden worden als das Natron. Ausserdem lehren die Analysen, dass bei fortschreitender Zersetzung constant Wasser und Eisenoxyd aufgenommen, die Kieselsäure*) dagegen vermindert wird.

---

*) Nach No. 4 und 5; 2 und 3 lassen wegen des beigemengten, präformirten Quarzes eine Kieselsäureverminderung nicht erkennen.

In einer früheren Arbeit*) von mir sind Analysen von drei frischen und zersetzten Graniten mitgetheilt, die aus Quarz und Oligoklas bestehen. Uebereinstimmend mit vorliegender Untersuchung ergab sich auch dort, dass unter Aufnahme von Wasser, Eisenoxyd und Magnesia der Kalk stärker ausgeschieden wird als das Natron; das Kali ist vermehrt worden.

Der Zersetzungsprocess des Oligoklases verläuft folgendermaassen: Kalk, Natron, Kieselsäure werden ausgeschieden und zwar Kalk unverhältnissmässig mehr als Natron; Wasser, Eisenoxyd, Magnesia werden aufgenommen, letztere jedoch in sehr geringer Menge. Kali widersteht der Zersetzung am meisten und ist sehr oft vermehrt, sei es durch directe Addition eines Kalisilikats, sei es, was wahrscheinlicher ist, durch Austausch gegen Natron oder Kalk.

In einem Kalkbruch bei Illo, auf der Insel Kimito,**) kommt eine Ader vor, die aus Quarz und Labrador besteht. An der Grenze zum Kalkstein ist der Labrador in eine gelbliche, mehr oder weniger weiche, thonige Masse umgewandelt.

1. Feinkörniges Gemenge von Quarz und weissem Labrador.

2. Unzersetzter Labrador aus No. 1.

3. Grenzpartie von No. 1 zum Kalk zu; der Labrador ist matt und gelblich.

4. Feinkörniges Gemenge von Quarz und Labrador von einer anderen Stelle der Ader.

5. Unmittelbar dem Kalke anliegende Partie von No. 4; der Labrador ist in eine gelbliche, weiche Masse umgewandelt.

---

*) Die Gebirgsarten der Insel Hochland, zweite Abhandlung 1868, im Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, Serie I, Bd. IV, S. 381; auch besonders abgedruckt.

**) Grösste Schäreninsel westlich von Cap Gangend; eine Beschreibung der dortigen Kalklager wird demnächst veröffentlicht werden; da der Labrador dem Oligoklas nahe steht und seine Zersetzung sich durchaus nicht in einem Zusammenhange mit der Bildung des Kalklagers befindet, sollen die Analysen schon hier eingerückt werden.

	1.	2.	3.	4.	5.
$H\ O$	0,77	0,73	2,31	1,14	4,25
$Si\ O^2$	77,17	57,46	71,39	73,19	71,81
$Al^2\ O^3$	12,87	25,98	14,37	15,95	14,17
$Fe^2\ O^3$	0,45	0,27	0,79	0,41	0,86
$Ca\ O$	4,20	8,00	4,45	4,00	1,65
$K\ O$	0,71	1,40	0,63	0,81	1,53
$Na\ O$	2,86	6,02	2,22	3,43	1,28
$Mg\ O$	0,20	0,14	0,37	0,36	0,44
CaO, CO^2	0,75		3,50	0,71	3,79
	99,98	100	100,03	100	99,75.

6. Das Sauerstoffverhältniss im Labrador No. 2 von

$$R^2\ O^3 : R\ O : Si\ O^2 = 3 : 1{,}01 : 7{,}55.$$

Setzt man den Sauerstoffgehalt der Thonerde und des Eisenoxyds = 3, so ist die Sauerstoffsumme der Monoxyde

in No.	1.	3.	4.	5.
gleich:	1,03	0,90	0,90	0,53.

Uebereinstimmend mit dem Oligoklas nimmt auch bei der Zersetzung des Labradors das Verhältniss der Monoxyde zu den Sesquioxyden ab. Wasser und Eisen werden aufgenommen, Kalk und Natron ausgeschieden, während Magnesia und Kali sehr stabil bleiben. Allein das Verhältniss des ausgeschiedenen Kalks zum fortgeführten Natron ist ein anderes als beim Oligoklas.

In No. 1 ist das Verhältniss

von	$Ca\ O$	:	$Na\ O$
wie	4,2	:	2,86
in No. 3	4,2	:	2,11
in No. 4	4,0	:	3,43
in No. 5	4,0	:	3,11.

Natron ist demnach mehr ausgetreten als Kalk. Diese Anomalie erklärt sich aber leicht dadurch, dass das athmosphärische Wasser den den Labradorgranit berührenden Kalkstein gelöst und sich mit kohlensaurem Kalk beinahe gesättigt hatte; es konnte daher nicht mehr auf den Kalk im Labrador eine so energische Wirkung ausüben. Wie die Analyse lehrt,

sind die bei der Zersetzung entstandenen Poren durch kohlensauren Kalk ausgefüllt.

II. Auf dem Gipfel des Observatoriumshügels, östlich von der Sternwarte, kommen im Granit ähnliche oligoklasreiche Einlagerungen vor, wie die oben erwähnten. Die Umwandlung des unveränderten, blassrosa gefärbten Oligoklases beginnt damit, dass die Krystalle von braunrothen, amorphen Pünktchen durchsetzt werden, wodurch sie ein zerfressenes Aussehen erlangen. Indem diese Pünktchen sich vergrössern, werden die Krystalle in ein regelloses Gemenge amorpher Massen und glänzender Krystallfragmente verwandelt, welche letztere bei fortschreitender Zersetzung immer mehr zurücktreten, aber noch sehr lange starken Glanz, ja Zwillingsstreifung erkennen lassen. In anderen Fällen beginnt die Umwandlung damit, dass die Krystalle in ihrer ganzen Masse, wenn auch nicht überall in gleicher Intensität, roth gefärbt werden, die Zwillingsstreifung nicht mehr erkennen lassen und Fettglanz annehmen. Die Contouren der Krystalle verschwimmen immer mehr, die braunrothen amorphen Partien walten vor, und nur an einem schwachen Schimmer können die weniger veränderten Oligoklase erkannt werden.

Das Endprodukt der Umwandlung ist meist braunroth, aber auch stellenweise gelblichgrün gefärbt; kleine Quarzpünktchen, sowie recht oft Oligoklasfragmente durchsetzen dasselbe. Seine Härte ist geringer als die des Feldspaths, sein specifisches Gewicht = 2,627 — 2,591.

Die weniger veränderten Oligoklase (in der Tabelle durch ein der Nummer beigefügtes *a* bezeichnet) sind den stark umgewandelten (*b*) aus unmittelbarer Nähe entnommen. Leider liess sich kein völlig unzersetzter Oligoklas in zur Analyse ausreichender Menge gewinnen.

1 a. Hellrother, etwas veränderter Oligoklas.

1 b. Braunrothe Masse mit stark glänzenden Oligoklasfragmenten; der präformirte Quarz konnte nicht vollständig entfernt werden.

2 a. Oligoklaskrystalle, von rothbraunen Punkten durchsetzt.

2 b. Braunrothe, stellenweise gelblichgrün gefärbte Masse mit stark glänzenden Oligoklastrümmern.

3 a. Etwas rothbraun gefärbte Oligoklaskrystalle.

3b. Wie 2b, nur ohne gelblichgrüne Partien.

4a. Stark veränderte, braunrothe Oligoklaskrystalle; zeigen Fettglanz.

4b. Braunrothe, stellenweise gelblichgrüne Masse; Oligoklasfragmente nur an einem schwachen Schimmer zu erkennen.

5a. Rothe Oligoklaskrystalle, stellenweise von rothbraunen Pünktchen durchsetzt.

5b. Braunrothe Masse mit sehr wenig Oligoklasfragmenten.

	1a.	O	1b.	O
HO	1,10		2,41	
SiO^2	65,82	35,10	71,19	
Al^2O^2	19,74	9,19	12,67	5,90
Fe^2O^3	1,94	0,58	3,51	1,05
CaO	0,39	0,11	0,19	0,05
KO	2,40	0,40	3,81	0,64
NaO	8,13	2,09	3,18	0,82
MgO	0,48	0,19	3,04	1,21
	100		100	

	2a.	O	2b.	O
HO	1,50		1,71	
SiO^2	62,97	33,58	62,87	33,52
Al^2O^3	18,04	8,40	16,78	7,81
Fe^2O^3	2,88	0,86	3,90	1,17
CaO	0,77	0,22	2,23	0,63
KO	6,99	1,18	8,48	1,44
NaO	4,71	1,21	1,69	0,43
MgO	2,14	0,85	2,34	0,93
	100		100	

	3a.	O	3b.	O
HO	1,44		2,48	
SiO^2	64,21	34,24	62,38	33,26
Al^2O^3	17,62	8,21	17,16	7,99
Fe^2O^3	3,01	0,90	4,06	1,21
CaO	0,73	0,20	0,37	0,10
KO	4,09	0,69	5,97	1,01
NaO	7,14	1,84	4,17	1,07
MgO	1,76	0,70	3,41	1,36
	100		100	

	4a.	O	4b.	O
HO	2,79		6,40	
SiO^2	61,08	32,57	53,08	28,30
Al^2O^3	15,04	7,00	18,74	8,73
Fe^2O^3	5,60	1,68	4,31	1,29
CaO	0,53	0,15	2,54	0,72
KO	8,28	1,40	4,66	0,79
NaO	2,66	0,68	1,14	0,29
MgO	4,02	1,60	7,98	3,18
	100		98.85	

	5a.	O	5b.	O
HO	2,16		5,42	
SiO^2	62,61	33,39	58,99	31,44
Al^2O^3	19,02	8,86	15,42	7,18
Fe^2O^3	2,39	0,71	6,23	1,86
CaO	0,78	0,22	0,98	0,27
KO	2,70	0,45	4,53	0,76
NaO	7,71	1,99	1,73	0,45
MgO	2,63	1,05	6,69	2,67
	100		100	

Im Folgenden sind die Sauerstoffmengen der Sesqui-, der Mon-Oxyde und der Kieselsäure angegeben.

	R^2O^3	: RO	: SiO^2				
1 a.	9,77	2,79	35,10	=	3 :	0,856 :	10,77
1 b.	6,95	2,72		=	3	1,173	
2 a.	9,26	3,46	33,58	=	3	1,12	10,87
2 b.	8,98	3,43	33,52	=	3	1,14	11,19
3 a.	9,11	3,43	34,24	=	3	1,12	11,27
3 b.	9,20	3,54	33,26	=	3	1,15	10,84
4 a.	8,68	3,83	32,57	=	3	1,32	11,25
4 b.	10,02	4,98	28,30	=	3	1,49	8,47
5 a.	9,57	3,71	33,39	=	3	1,16	10,46
5 b.	9,04	4,15	31,44	=	3	1,37	10,43

Es ergiebt sich zunächst, dass bei fortschreitender Umwandlung die Monoxyde im Verhältniss zu den Sesquioxyden

zunehmen. Eisenoxyd und Wasser wird aufgenommen, Natron gegen Kali und Magnesia*) ausgetauscht. Mit einer Zunahme von Eisenoxyd ist in der Regel eine Thonerdeverminderung verbunden, und es fragt sich: ist ihre Menge unverändert geblieben und ihre Verminderung nur eine relative, durch Aufnahme anderer Stoffe bedingte, oder hat neben letzterem Vorgange auch eine Thonerde-Ausscheidung stattgefunden? Bei so geringen Schwankungen ist die Frage schwer zu entscheiden, indess theilt Bischof einen Versuch**) mit, der eine Verdrängung von Thonerde durch Eisenoxyd wahrscheinlich macht, und im Folgenden soll ein Umwandlungsproduct des Labradors dieser Ansicht eine Stütze bieten. Nimmt man vorläufig an, dass Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt sei, so lehrt die Tabelle***), in der die Sauerstoffmengen der Basen und Kieselsäure zusammengestellt sind, dass der absolute Sauerstoffgehalt von R^2O^3, RO und SiO^2 in den einzelnen Proben ziemlich gleich ist, und dass das Sauerstoffverhältniss von $R^2O^3 : RO : SiO^2$ sich weit mehr dem ursprünglichen 3 : 1 : 10 nähert, als wenn man die Thonerde stabil annimmt und für R^2O^3 bloss letztere ohne Eisenoxyd in Betracht zieht. Diese Uebereinstimmung bedeutet aber, dass das Natron im Oligoklas durch annähernd äquivalente Mengen Kali und Magnesia ersetzt sei; die Wahrscheinlichkeit einer Verdrängung der Thonerde durch Eisenoxyd wird somit eine grosse, es sei denn, dass man das Gesetz der äquivalenten Vertretung bei Umwandlungsprocessen von Silicaten nicht gelten lassen wollte, eine Ansicht, die jeder wissenschaftlichen Forschung den Boden entzieht. Die Tabellen für No. 4a., 4b. und 5b lehren, dass mit einem grösseren Magnesiagehalt auch das Sauerstoffver-

---

*) In die Proben 2b. und 4b. ist auch Kalk eingetreten; in beiden Fällen lassen sich aber in der braunrothen Masse grün-gelbliche Partien erkennen, und es dürfte wohl ein Gemenge mehrerer Silicate vorliegen; vielleicht sind diese Partien ähnlich zusammengesetzt wie ein kalkreiches, epidotartiges Umwandlungsproduct der Porphyre der Insel Hochland, deren Bildungsweise von mir untersucht ist. Siehe Archiv für Naturkunde Liv-, Est-, Kurlands, Serie I., Bd. IV., S. 189 u. 352.

**) Lehrbuch der chem. Geologie, 2te Aufl., Bd. I., 84.

***) Wenn man 1b. von der Betrachtung ausschliesst, da die grosse Menge beigemengten, praeformirten Quarzes einen Vergleich unstatthaft macht.

hältniss von $R^2 O^3 : R O$ sich immer mehr von dem ursprünglichen 3 : 1 entfernt; man kann demnach annehmen, dass das Natron durch etwas mehr als die äquivalente Menge Magnesia ersetzt ist. Diese Voraussetzung hat durchaus nichts Bedenkliches, wenn man erwägt, dass die Magnesia die einzige starke Basis ist, die in der Natur als Oxyd (Periklas), als Hydrat (Brucit) und als basisches Carbonat (Hydromagnesit, Predazzit) vorkommt, und dass sie gern basische Silicate (Serpentin) bildet, mit anderen Worten, dass sie ein verhältnissmässig geringeres Bestreben besitzt, sich mit Kohlen- und Kieselsäure zu sättigen, als andere starke Monoxyde. Nimmt man an, dass das auf Oligoklas wirkende Wasser eine hydromagnesitartige oder ähnliche Verbindung gelöst enthielt, so lässt sich gegen folgende Umsetzung a priori nichts einwenden:

$$4\,MgO,\ 3\,CO^2 + 4\,HO + 3\,(NaO,\ n\,SiO^2)$$
$$= 3\,NaO,\ CO^2 + 4\,MgO,\ 3n\,SiO^2 + 4\,HO.^{*)}$$

Das Gesetz der äquivalenten Vertretung bleibt gewahrt, aber es wird scheinbar verdeckt, wenn neben dem basischen Magnesiacarbonat auch ein neutrales oder saures sich umsetzte, oder wenn ein Gemenge verschiedener basischer Magnesiacarbonate sich mit dem Natronsilicat umsetzte.**)

Das Vorkommen kleiner Quarzpünktchen in den veränderten Oligoklasen sowie die Analysen No. 4b. und 5b. lehren, dass Kieselsäure ausgeschieden wird, zugleich zeigt der in allen Analysen nur wenig schwankende Kieselsäuregehalt, dass die

---

*) Bischof führt an, dass $MgO,\ 2\,CO^2$ sich mit $KO,\ n\,SiO^2$ umsetzt. Bd. I., 78.

**) Will man ein häufiges Vorkommen basisch kohlensaurer Magnesia in Gewässern nicht annehmen, so ist die Voraussetzung immer noch möglich, dass die einfach oder doppelt kohlensaure Magnesia die Alkalien bald im gleichen, bald im grösseren Aequivalentverhältniss ersetzte. Der letztere Process, bei dem Kohlensäure frei werden musste, ist der Umsetzung von halbphosphorsaurem Natron und salpetersaurem Silberoxyd in $3\,AgO,\ PO^5$ und freie Salpetersäure, sowie der von $\begin{matrix}CaO\\2\,HO\end{matrix},\ PO^5$ mit überschüssigem essigsaurem Eisenoxyd in basisch phosphorsaures Eisenoxyd und Essigsäure durchaus analog. Wennschon die starke Salpeter- und Essigsäure abgeschieden wird, so hat die Annahme eines Kohlensäureaustritts viel weniger Bedenkliches, zumal die Magnesia eine ebenso grosse Neigung hat, basische Verbindungen zu bilden, als die Phosphorsäure.

abgeschiedene Säure meist an Ort und Stelle als Quarz niedergeschlagen wurde. Der ganze Vorgang ist folgender: treffen eisen-, kali- und magnesiahaltige Gewässer mit Oligoklas zusammen, so wird Natron ausgeschieden und durch beinahe äquivalente Mengen Kali und Magnesia ersetzt; Wasser und Eisenoxyd werden aufgenommen, wobei Thonerdeaustritt stattfindet, Kieselsäure wird theilweise abgeschieden.

III. Im mineralogischen Museum zu Dorpat befindet sich ein Labrador von Helsingfors, der eine ähnliche Umwandlung erleidet, wie der eben untersuchte Oligoklas. Das fleischfarbige, ein schönes Farbenspiel zeigende Mineral wird von braunrothen Pünktchen durchsetzt, durch deren Vermehrung der ganzen Masse dieselbe Farbe ertheilt wird. Auch bei weit vorgeschrittener Umwandlung behält der Labrador die ursprüngliche Spaltungsrichtung bei und zeigt einen starken Glanz (Glas-Fettglanz). Indem die Spaltbarkeit immer mehr abnimmt, entsteht eine rothbraun mit einem Stich in's Grüne gefärbte Masse, die schwachen Fettglanz zeigt und dem Serpentin sehr ähnlich ist. Leider war von diesem Endproduct zu wenig vorhanden, um analysirt zu werden.

1. Fleischfarbiger Labrador, sehr wenig Quarz enthaltend.

2. Labrador, braunroth gefleckt, in unzersetzten Labrador allmälig übergehend; zeigt starken Glanz und Zwillingsstreifung auf den Spaltungsflächen; unter den braunrothen Partien kommen hier und da Stellen vor, die noch in Farben spielen.

3. Rothbrauner Labrador mit starkem Glanz auf den Spaltungsflächen; etwas quarzhaltig.

4. Wie 3.

5. Rothbrauner Labrador mit starkem Glanz und Zwillingsstreifung auf den Spaltflächen; geht in unveränderten allmälig über.

6. Rothbrauner Labrador; auf den ziemlich gut erhaltenen Spaltungsflächen Fettglanz; etwas quarzhaltig.

	1.	O	2.	O
HO	0,54		2,28	
SiO^2	56,12	29,92	55,67	29,68
Al^2O^3	26,89	12,53	21,22	9,88
Fe^2O^3	0,71	0,21	3,66	1,09
CaO	9,14	2,60	4,46	1,27
KO	0,92	0,15	5,81	0,98
NaO	5,43	1,40	2,74	0,70
MgO	0,25	0,01	4,16	1,66
	100		100	

	3.	O	4.	O
HO	2,28		2,17	
SiO^2	56,83	30,29	58,44	31,15
Al^2O^3	19,00	8,85	16,65	7,76
Fe^2O^3	4,89	1,46	5,84	1,75
CaO	2,99	0,85	1,54	0,43
KO	8,02	1,35	10,80	1,83
NaO	1,86	0,47	0,95	0,24
MgO	4,13 *)	1,65	3,61	1,44
	100		100	

	5.	O	6.	O
HO	1,59		4,17	
SiO^2	58,93	31,42	55,22	29,43
Al^2O^3	19,53	9,10	16,11	7,50
Fe^2O^3	3,84	1,15	6,45	1,93
CaO	2,41	0,68	1,27	0,36
KO	9,50	1,61	8,51	1,44
NaO	1,74	0,44	0,88	0,22
MgO	2,46	0,98	7,39 **)	2,95
	100		100	

Im Folgenden sind die Sauerstoffmengen von $R^2O^3 : RO : SiO^2$ angegeben.

---

*) Etwas manganhaltig.
**) Manganhaltig.

	R^2O^3	:	RO	:	SiO^2				
1.	12,74	:	4,16	:	29,92	=	3	: 0,97	: 7,04
2.	10,97		4,61		29,68	=	3	1,26	8,10
3.	10,31		4,32		30,29	=	3	1,25	8,81
4.	9,51		3,94		31,15	=	3	1,24	9,79
5.	10,25		3,71		31,42	=	3	1,08	9,19
6.	9,43		4,97		29,43	=	3	1,58	9,36.

Bei der Umwandlung sind Eisenoxyd und Wasser aufgenommen, Kalk und Natron ausgeschieden, aber durch Magnesia und Kali ersetzt worden. Mit einer Zunahme von Eisenoxyd ist eine Thonerdeverminderung verbunden. Ist die Thonerde stabil geblieben und ihre Verminderung bloss eine relative? Nimmt man das an, so müssten in den Proben 3), 4), 5) 40 pCt., 60 pCt. und 37 pCt. Substanz aufgenommen sein, eine Voraussetzung, die mit der gut erhaltenen Spaltungsrichtung und dem starken Glanz genannter Proben unvereinbar ist. Da der Kieselsäuregehalt nur wenig variirt, und man sowohl mit der Lupe sehr wenig Quarz wahrnimmt, der zum Theil schon praeformirt enthalten ist, als auch beim Behandeln mit verdünnter Flusssäure ein sehr geringer Rückstand unangegriffen hinterbleibt, so dürfte wohl die Kieselsäure der stabilste Stoff gewesen sein. Nun lehrt die Tabelle der Sauerstoffmengen, dass der Sauerstoffgehalt der Monoxyde und der Kieselsäure in allen Proben nicht sehr bedeutende Schwankungen zeigt, oder mit anderen Worten, dass die Monoxyde des Labradors durch beinahe äquivalente Mengen Kali und Magnesia ersetzt sind. Der äquivalente Ersatz, sowie die grosse Stabilität der Kieselsäure führen aber nothwendig zur Annahme einer Thonerdeausscheidung. Durch folgende Betrachtung soll diese Annahme noch wahrscheinlicher gemacht werden. Geht man von der Voraussetzung aus, dass das Plus an Wasser und Eisenoxyd in den veränderten Proben früher von Thonerde eingenommen wurde, und addirt man zu der Thonerdemenge jeder einzelnen Probe soviel Thonerde hinzu, als der Wasser- und Eisenoxydüberschuss beträgt, so gelangt man zu folgenden Ergebnissen. Zieht man die Wasser- und Eisenoxydmenge in No. 1.*) von der Wasser- und Eisenmenge in No. 2.

*) Es wurde unterlassen, alle Analysen auf gleichen Kieselsäuregehalt

ab, so ist: Fe^2O^3 (2—1) = 2,95 pCt., HO (2—1) = 1,74 pCt., die Summe = 4,69; so viel Thonerde wäre ausgetreten und durch Wasser und Eisenoxyd ersetzt. Addirt man 4,69 pCt. Thonerde zu 21,22 pCt., so ergiebt sich 25,91 pCt. Vergleicht man die folgenden Analysen in gleicher Weise mit No. 1., so gelangt man zu nachstehenden Zahlen.

	No.	(3—1)		(4—1)	(5—1)	(6—1)	(2—1)	1.
Fe^2O^3 =	4,18		+	5,13	3,13	5,74	2,95	
HO =	1,74			1,63	1,05	3,63	1,74	
	5,92		+	6,76	4,18	9,37	4,69	
	19,00			16,65	19,53	16,11	21,22	
Al^2O^3 =	24,92			23,41	23,71	25,48	25,91	26,89

Ist es bloss Zufall, dass die so berechnete Thonerdemenge sich sehr dem Thonerdegehalt in No. 1 nähert, und dass bei Ersatz des Wasser- und Eisenüberschusses durch Thonerde in jeder Probe das Sauerstoffverhältniss von $R^2O^3 : RO : SiO^2$ immer weniger von dem normalen 3 : 1 : 7 abweicht? Schwerlich dürfte man bei so complicirten Processen, wie sie bei der Umwandlung des Labradors stattgefunden haben, eine grössere Uebereinstimmung erwarten, und es ist wohl zweifellos, dass Thonerde ausgetreten und durch Eisenoxyd und Wasser ersetzt ist.

Mit welchen von den Monoxyden des unzersetzten Labradors haben sich nun Kali und Magnesia umgesetzt? Nach den Versuchen Bischof's*) können Natron- und Kalksilicate beide in Magnesia- und Kalisilicate umgewandelt werden. Die Analysen 4 und 5 thun dar, dass ein Theil des Kalks durch Kali ersetzt sein muss, da bei der Berechnung der dem Natrondeficit**) äquivalenten Menge Kali eine viel kleinere Zahl erhalten wird, als der Ueberschuss an Kali in No. 4 und 5 über 0,92 beträgt.

Subtrahirt man die Magnesia- und Kalimenge in No. 1

---

zu berechnen, da bei so kleinen Schwankungen die durch Reduction erzielte grössere Genauigkeit doch nur illusorisch ist.

*) Bd. I., S. 43 u. 75.

**) Natron von No. 1 (5,43) minus Natron von No. 4 (0,95) = 4,48 NaO äquivalent: 6,80 Kali; Ueberschuss des Kalis in No. 4 über No. 1 = 10,80 — 0,92 = 9,88 Kali.

von dem Gehalt derselben Stoffe in No. 2, so sind 4,16 — 0,25 = 3,91 pCt. Magnesia und 5,81 — 0,92 = 4,89 pCt. Kali in No. 2 aufgenommen; zieht man die Kalk- und Natronmenge in No. 2 von dem Procentgehalt derselben Elemente in No. 1 ab, so sind 5,43 — 2,74 = 2,69 pCt. Na O und 9,14 — 4,46 = 4,68 pCt. Ca O aus No. 2 ausgetreten. Diese Stoffe sind nun durch Magnesia und Kali ersetzt worden. Die 4,68 pCt. Kalk äquivalente Magnesiamenge ist 3,34; nach der Subtraction müssen 3,91 pCt. Mg O aufgenommen sein. Die 2,69 pCt. Natron äquivalente Kalimenge ist 4,08; die Subtraction ergab 4,89. Die Uebereinstimmung ist eine sehr grosse.*) Die Analysen No. 2, 3 und 6 zeigen, dass mit einem grösseren Magnesiagehalt auch die Sauerstoffmenge der Monoxyde zunimmt, was auch im vorigen Abschnitt beim Oligoklas beobachtet wurde. Die Magnesia dürfte demnach etwas mehr als in äquivalenter Menge des verdrängten Stoffes aufgenommen sein.

Eisen-, magnesia- und kalihaltige Gewässer haben den Labrador in folgender Weise umgewandelt. Thonerde ist theilweise ausgetreten und durch Eisenoxyd und Wasser ersetzt, Kieselsäure nur sehr wenig abgespalten; Natron und Kalk haben sich beide gegen Kali und Magnesia ausgetauscht. Durch völligen Austritt der Thonerde und gänzlichen Austausch der Alkalien und des Kalkes gegen Magnesia würde sich Serpentin bilden. Vielleicht dass in der oben erwähnten dünnen, Fettglanz zeigenden Schicht der Umwandlungsprocess in dieser Weise seinen Abschluss gefunden.

In einer früheren Arbeit**) von mir ist eine ähnliche Umwandlung des Orthoklases untersucht worden. Der Orthoklas wird in eine braunrothe, amorphe Masse umgewandelt unter Aufnahme von Wasser und Eisenoxyd, theilweiser Kieselsäureausscheidung, Austritt des grössten Theils der Alkalien und Ersatz derselben durch Magnesia. Eine ähnlich angestellte Berechnung ergab, dass auch dort Alkali durch etwas mehr als die äquivalente Menge Magnesia ersetzt worden.

---

*) Nimmt man an, dass Ca O durch K O, und Na O durch Mg O ersetzt sei, so gelangt man zu völlig differirenden Zahlen.

**) Gebirgsarten der Insel Hochland, im Archiv für Naturkunde Liv-, Est-, Kurlands, Serie I., Bd. IV., S. 385.

Fassen wir Alles zusammen, so ergiebt sich, dass magnesia-, eisen- und kalihaltiges Wasser alle Feldspathe in folgender Weise umwandelt. Wasser und Eisenoxyd werden aufgenommen, wobei theilweiser Thonerdeaustritt stattfinden kann; immer wird Kieselsäure ausgeschieden, besonders stark bei den säurereichen Feldspathen Orthoklas und Oligoklas. Alkalien und Kalk werden durch Magnesia, Natron und Kalk durch Kali ersetzt, wobei es scheint, dass Magnesia in etwas grösserer als äquivalenter Menge einen anderen Stoff verdrängt.

Ein vollständig umgewandelter Oligoklas unweit der Probe 5b. im Abschnitt II., sowie ein umgewandelter Labrador neben No. 6 wurden mit Schwefelsäure und Salzsäure behandelt, und die Lösung wie der Rückstand der Analyse unterworfen.

A. Durch Schwefel- und Salzsäure zerlegbarer Antheil des umgewandelten Oligoklases.

B. In den Säuren unlöslicher Rückstand.

C. Veränderter Labrador durch Säuren zerlegt.

D. In Säuren unlöslicher Antheil des Labradors.

	A.	B.	O.	C.	D.	O.
HO	6,53			3,97		
SiO^2	26,13	28,39	15,13	14,29	40,56	21,62
Al^2O^3	12,48	5,23	2,43	3,75	10,59	4,93
Fe^2O^3	5,99	0,20	0,06	6,71	0,21	0,06
CaO	1,05			0,25	0,30	0,08
KO	1,24	4,09	0,69	0,20	9,51	1,61
NaO	0,71	0,15	0,03	0,17		
MgO	6,88			8,27		
*) R	38,06			61,17		
	98,97	38,06		98,74	61,17	

Durch Säuren spalten sich die Umwandlungsproducte beider Feldspathe in ein Eisen-Magnesia- und in ein Thonerde-Kali-Silicat. In dem unlöslichen Rückstande des Labradors ist das Sauerstoffverhältniss von $R^2O^3 : RO : SiO^2 = 3 : 1,01 : 12,99$ genau mit dem des Orthoklases übereinstimmend, im

*) In Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure unlöslicher Rückstand.

Rückstande des Oligoklases ($R^2O^3 : RO : SiO^2 = 3 : 0,86 : 18,66$) weicht es nicht viel ab und würde noch mehr übereinstimmen, wenn man den beigemengten Quarz in Abzug bringen könnte. Kann man aus den Ergebnissen der Analyse auf die Coexistenz zweier Silicate schliessen, ist der Oligoklas und Labrador in ein inniges Gemenge von Eisen-Magnesia-Silicat und Orthoklas umgewandelt, oder liegen hier nur durch die Säuren bewirkte Spaltungsproducte eines Silicats vor? Wegen Mangel an Substanz konnten die weniger veränderten Oligoklase und Labradore in ihrem Verhalten gegen Schwefel- und Salzsäure nicht untersucht werden. Indess sind derartige Spaltungen auch anderweitig beobachtet worden, ohne dass ein Gemenge zweier praeformirter Silikate sich hätte nachweisen lassen. Die schwarze, dichte Grundmasse des Labradoritporphyrs auf Hochland*) spaltet sich durch Salzsäure in ein lösliches Eisen-Thonerde-Kalk- und unlösliches Thonerde-Kali-Silicat; im letzteren ist das Sauerstoffverhältniss von $R^3O^3 : RO = 3 : 0,9$. Die unterdevonischen Thone bei Dorpat**) zerlegen sich durch Schwefelsäure in ein Al^2O^3, Fe^2O^3, KO, MgO enthaltendes Silicat und in einen unlöslichen Rückstand, in dem Thonerde und Kali zu annähernd gleichen Aequivalenten vorkommen. In keinem Falle konnte die gebundene Kieselsäure des Rückstandes vom beigemengten Quarze getrennt werden, ebensowenig liess sich Orthoklas durch das Mikroskop nachweisen.

Die eben mitgetheilten Umwandlungen des Oligoklases und Labradors veranlassten mich, eine Reihe experimenteller Untersuchungen vorzunehmen, um so viel wie möglich die Processe in der Natur durch den Versuch zu erläutern. Wie schon erwähnt, stimmen die von Bischof in seinem bahnbrechenden Werke mitgetheilten geologisch-chemischen Experimente mit den Resultaten der Analyse überein. Die sehr mühevollen Versuche Bischof's sind aber fast alle an künstlichen Silicaten und qualitativ angestellt, und ich beschloss daher, den Austausch der Stoffe durch das Gewicht festzustellen.

Die Bedingungen, unter denen die Natur operirt, sind uns gänzlich unbekannt, und da die Constitution der chemischen

---

*) l. c. S. 342.

**) Von mir analysirt im Archiv f. Naturkunde, Serie I., Bd. IV., S. 85.

Verbindungen von den Umständen abhängt, unter denen sie sich bilden, so ist es klar, dass die Ergebnisse derartiger Versuche nicht ohne Weiteres auf natürliche Verhältnisse übertragen werden können. Sie thun eben nur dar, dass unter den und den Bedingungen sich das und das bildet. Aber die Versuche erlangen beweisende Kraft, wenn sie mit den Ergebnissen der Analyse der umgewandelten natürlichen Silicate übereinstimmen.

Die bekannte, von Wöhler ermittelte Thatsache, dass Apophyllit bei einer Temperatur von 180—190° sich als solcher in Wasser löst und beim Erkalten wieder herauskrystallisirt, bewog mich, das feingepulverte Mineral in zugeschmolzenen Glasröhren*) mit einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia bei oben genannter Temperatur zu erhitzen. Nach dem Erkalten hatten sich in der Röhre zierliche Gypskrystalle abgesetzt, und das Apophyllitpulver hatte eine schleimige Beschaffenheit, etwa wie Thonerdehydrat.

1. Apophyllit von der Seisser Alp.

2. **) Apophyllitpulver, $4\frac{1}{2}$ Stunden mit schwefelsaurer Magnesia bei 180° erhitzt (bei 100° zur Analyse getrocknet).

3. Apophyllitpulver, 15 Stunden mit schwefelsaurer Magnesia bei 180° erhitzt (bei 100° zur Analyse getrocknet).

4. Apophyllitpulver, 18 Tage mit schwefelsaurer Magnesia auf dem Dampfbade bei 90° behandelt.

	1.	2.	3.	4.
HO	16,20	13,78	12,31	18,81
SiO^2	53,13	57,04	58,99	53,09
CaO	25,23	13,41	4,49	15,47
KO	5,44	2,41	0,80	3,30
MgO	—	13,36	23,41	9,33
	100	100	100	100

Grössere, durchsichtige Apophyllitkrystalle wurden $1\frac{1}{2}$ Monate auf dem Dampfbade mit schwefelsaurer Magnesialösung

*) Metallröhren wären besser, da manche Glassorten bei hoher Temperatur durch schwefelsaure Magnesia angegriffen werden.

**) Das umgewandelte Pulver wurde durch Behandeln mit sehr viel Wasser vom Gyps befreit.

digerirt; es war etwas Kalk in Lösung gegangen, und die Krystalle hatten sich mit einer sehr dünnen, matten, weissen Schicht bedeckt. In allen Versuchen hat die höhere Temperatur die Umsetzung bloss beschleunigt; es ist kein Zweifel, dass sie auch bei gewöhnlicher Temperatur stattfinden wird.

Von thonerdehaltigen Zeolithen ergaben Versuche mit Analcim und Skolecit keine Resultate*); es wurde deshalb Chabasit gewählt, in der Voraussetzung, dass sehr wasserreiche Zeolithe auch leichter angegriffen werden. Leider standen sehr geringe Mengen seiner Substanz zu Gebote, so dass die Alkalien in dem umgewandelten Chabasit nicht bestimmt werden konnten. In der zugeschmolzenen Röhre fanden sich spärliche Gypskrystalle abgesetzt, und das Pulver war theilweise schleimig.

1. Chabasit von Aussig.

2. u. 3. Chabasitpulver, 12 Stunden bei 180° mit schwefelsaurer Magnesialösung erhitzt.

	1.	3.	3.
HO	21,19	23,43	26,28
SiO^2	49,61	49,34	48,02
Al^2O^3	18,11	19,36	18,00
CaO	9,46	4,20	4,00
KO	1,18	—	—
NaO	0,45	—	—
MgO	Spur	3,67	3,70
	100	100	100

Es wurde noch eine Versuchsreihe von einem künstlichen Thonerde-Kalk-Silicat vorgenommen, welches in folgender Weise dargestellt war.**) Thonerde, in einer Lauge gelöst, die Natron und Kali zu gleichen Aequivalenten enthielt, wurde mit einer Wasserglaslösung (zweifach kieselsaure), die eben-

*) Vielleicht deshalb nicht, weil die Temperatur wegen zu schwacher Wandstärke der mir zu Gebote stehenden Glasröhren nicht über 190°, ohne Zerspringen herbeizuführen, gesteigert werden konnte.

**) Das Silicat wurde bei Gelegenheit einer anderen Untersuchung dargestellt, um die Frage zu entscheiden, ob der Kalk, wenn er mit Kieselsäure, Thonerde und den beiden Alkalien zusammentritt, zu dem Kali oder Natron eine grössere Verwandtschaft besitze.

falls Kali und Natron zu gleichen Aequivalenten enthielt, zusammengebracht; in das klare Gemisch wurde Chlorcalciumlösung gegossen, wodurch ein flockiger, wesentlich aus Thonerde, Kalk und Kieselsäure bestehender Niederschlag entstand. Alle drei Lösungen wurden in ganz bestimmten Verhältnissen zusammengebracht, und zwar so, dass auf 2 Aequivalente $Al^2O^3 \left\{ \begin{matrix} \frac{1}{2} KO \\ \frac{1}{2} NaO \end{matrix} \right.$ 8 Aequiv. $\left. \begin{matrix} \frac{1}{2} NaO \\ \frac{1}{2} KO \end{matrix} \right\} 2SiO^2$ und 5 Aequiv. $CaCl$ kamen; nimmt man weniger Kalk, so ist die gebildete Verbindung zu leicht löslich in Wasser. Der voluminöse Niederschlag, der übrigens leicht Wasser durchlässt, wurde bei Anwendung von Saugfiltern mit grossen Wassermengen ausgewaschen, so lange, bis der durch Eindampfen einer Probe Waschwasser erhaltene und schwach erhitzte Rückstand beim Uebergiessen mit Wasser keine alkalische Reaction zeigte; letztere trat erst nach längerer Zeit ein, nachdem das Silicat sich wieder in Wasser gelöst hatte. Der feuchte Niederschlag wurde mit Salzsäure zersetzt und das Verhältniss der fixen Bestandtheile ermittelt. Für 2 besonders dargestellte Proben ergab die Analyse folgende Zahlen.

	SiO^2	Al^2O^3	CaO	KO
1.	58,48	18,61	20,69	2,21
2.	60,93	17,59	19,19	2,36

Es wurden nun zwei Proben dieses Silicats mit schwefelsaurer Magnesia auf dem Dampfbade digerirt; es war viel Kalk in Lösung gegangen, und das Silicat war in Wasser viel weniger löslich; eine Eigenschaft, wodurch sich alle Magnesiasilicate von den Kalksilicaten unterscheiden.

	SiO^2	Al^2O^3	CaO	MgO	KO
1.	61,10	20,29	3,05	14,92	0,64
2.	65,77	15,97*)	2,05	15,72	0,54

Beide Proben waren 18 Tage auf dem Dampfbade.

Durchaus übereinstimmend mit den Versuchen Bischof's und der oben untersuchten Umwandlung des Oligoklases und Labradors lehren die Versuche, dass Kalk und Alkalien

*) In der wässerigen Lösung war etwas Thonerde als Oxyd enthalten.

in Silicaten durch Magnesia ersetzt werden können.

Bischof theilt einen Versuch mit*), wonach NaO, SiO^2 sich mit KO, CO^2 zu KO, SiO^2 und NaO, CO^2 umsetzt; die folgenden Versuche wurden in ähnlicher Weise angestellt, und zwar folgendermaassen. Eine circa 14 procentige Natronwasserglaslösung ($NaO, 2SiO^2$) wurde mit einer circa 7 procentigen Lösung von kohlensaurem Kali zusammengebracht, und zwar immer in äquivalenten Verhältnissen. Zu dem Gemisch wurde das gleiche Volumen 80 procentigen Alkohols zugesetzt, wodurch ein starker Niederschlag entstand, der beim Schütteln zu einer käsigen, zähen Masse zusammenballte. Durch Vorversuche war ermittelt, dass bei obiger Concentration kein Alkalicarbonat mitgefällt wurde. Da der zähe, gerbsaurem Leim ähnliche Niederschlag sich nicht auf dem Filter auswaschen liess, wurde er so lange wiederholt mit Alkohol von 40 pCt. durchgeknetet, bis man annehmen konnte, alle Carbonate entfernt zu haben. Der Niederschlag wurde dann sofort durch Salzsäure zerlegt, um jede nachträgliche Kohlensäureabsorption zu verhindern und so jede Spur anhaftender Carbonate zu erkennen.

In der folgenden Tabelle sind die unmittelbar bei der Wägung erhaltenen Zahlen mitgetheilt.

I. 1 Aequiv. $NaO, 2SiO^2 + 1 KO, CO^2$

	**) 1.	2.
SiO^2	0,3540	0,3650
KO	0,0952	0,0902
NaO	0,0622	0,0657

Aequivalentverhältniss von

	NaO	:	KO	:	SiO^2
1.	1	:	1	:	5,89
2.	1	:	0,9	:	5,75

*) Bd. I., 73.

**) Sehr schwaches Brausen bemerkbar.

II. $1\,NaO,\ 2\,SiO^2 + 2\,KO,\ CO^2$

	1.	2.
SiO^2	0,3638	0,3522
KO	0,0946	0,0883
NaO	0,0291	0,0289

Aequivalentverhältniss von

	NaO	: KO	: SiO^2
1.	1	: 2,13	: 12,93
2.	1	: 2,01	: 12,63

III. $1\,NaO,\ 2\,SiO^2 + 3\,KO,\ CO^2$

IV. $1\,NaO,\ 2\,SiO^2 + \frac{1}{2}\,KO,\ CO^2$ *)

	III.	IV.
SiO^2	0,3900	0,3680
KO	0,1047	0,0807
NaO	0,0217	0,1155

Aequivalentverhältniss von

	NaO	: KO	: SiO^2
III.	1	: 3,20	: 18,9
IV.	1	: 0,46	: 3,28

Die Versuche lehren, dass das kohlensaure Kali sich mit einem Theil des kieselsauren Natrons umgesetzt hat. Der durch Alkohol erzeugte Niederschlag enthält Kali und Natron in demselben Verhältnisse, in welchem sie jedesmal zusammengebracht wurden. Je mehr kohlensaures Kali sich umsetzte, ein desto saureres Silicat wird durch Alkohol gefällt; es muss daher freies Alkali abgetrennt und vom Alkohol aufgenommen sein. Die Doppelsilicate I. und IV. lösen sich in Wasser, II. und III. aber nicht.

---

*) Beim Alkoholzusatz entstand kein käsiger Niederschlag wie bei den anderen Proben, sondern die Flüssigkeit trübte sich stark, ähnlich wie eine alkoholische Harzlösung auf Wasserzusatz. Nach längerem Stehen war die Trübung verschwunden, und das ausgefällte Silicat hatte sich am Boden des Gefässes als syrupartige, klare Schicht abgesetzt.

Eine Probe des Silicats II. wurde mit Wasser so lange ausgelaugt, als das Filtrat auf Lakmus reagirte. Die Analyse des Rückstandes und der Lösung ergab folgende Zahlen:

Rückstand:	SiO^2	0,1400
	Alkali	Spur

Lösung:	0,2004
KO	0,1053
NaO	0,0326

Aequivalentverhältniss von

NaO	:	KO	:	SiO^2
1	:	2,12	:	6,35.

Der durch Alkohol erzeugte Niederschlag besteht demnach aus einem Gemenge von Kieselsäure und zweifach kieselsauren Alkalien.

In der Meinung, dass NaO, CO^2 sich nicht mit $KO, 2SiO^2$ umsetze, wurde eine ca. 16 procentige Kaliwasserglaslösung mit einer ca. 6 procentigen Lösung von NaO, CO^2 immer in äquivalenten Verhältnissen gemischt und ein gleiches Volum Alkohol von 80 pCt. zugesetzt. In keinem Falle fiel ein käsiger Niederschlag heraus, sondern aus der milchigen Flüssigkeit schied sich nach längerem Stehen eine syrupartige Schicht ab, genau wie bei No. IV. in der vorigen Reihe. Die Analysen derselben ergaben folgende Zahlen.

I. $1\,KO, 2\,SiO^2 + 1\,NaO, CO^2$

	1.	2.
SiO^2	0,3720	0,3670
KO	0,1208	0,1203
NaO	0,0842	0,0842

Aequivalentverhältniss von

	KO	:	NaO	:	SiO^2
1.	1	:	1,05	:	4,83
2.	1	:	1,06	:	4,79

II. $1\,KO,\ 2\,SiO^2 + 2\,NaO,\ CO^2$

III. $1\,KO,\ 2\,SiO^2 + 3\,NaO,\ CO^2$

	II.	III.
SiO^2	0,3436	0,3411
KO	0,0704	0,0571
NaO	0,0969	0,1083

Aequivalentverhältniss von

	KO	:	NaO	:	SiO^2
II.	1	:	2,1	:	7,69
III.	1	:	2,9	:	9,46

Das kohlensaure Natron setzt sich also auch mit kieselsaurem Kali um, doch ist die Kieselsäureausscheidung nicht entfernt so beträchtlich wie bei der ersten Reihe. Diese Versuche beweisen, dass beide Alkalicarbonate sich mit den Alkalisilicaten umsetzen; der Austausch von Kalicarbonat gegen Natronsilicat ist aber der in der Natur häufiger vorkommende Process. Die Versuche liefern zugleich eine Bestätigung des Berthollet'schen Gesetzes, dass bei der Einwirkung zweier Salze auf einander 4 Verbindungen gebildet werden, und zwar bei gleicher Affinität proportional der Masse nach folgender Gleichung:

$$\left.\begin{matrix}NaO\\NaO\end{matrix}\right\}4\,SiO^2 + \left.\begin{matrix}KO\\KO\end{matrix}\right\}2\,CO^2 = \left.\begin{matrix}NaO\\KO\end{matrix}\right\}4\,SiO^2 + \left.\begin{matrix}NaO\\KO\end{matrix}\right\}2\,CO^2.$$

Die Trennung eines Theils von Alkalisilicat in freie Kieselsäure und freies Alkali modificirt den Process nur unwesentlich; sie rührt von der Wirkung des Alkohols her.

IV. In der Stadt Abo hatte man im Sommer 1868 behufs einer Strasse nach Bjerneborg einen Durchhau durch einen Granitfelsen getrieben, welcher von zahlreichen, von oben nach unten gehenden Rissen durchsetzt ist. Der rothe feinkörnige Granit besteht aus Quarz und Feldspath mit sehr wenig Glimmer und Hornblende; hier und da sind Granaten eingesprengt. Wegen der Feinheit des Korns konnte neben Orthoklas nur sehr wenig Oligoklas erkannt werden, er muss aber nach den

Ergebnissen der Analyse in sehr bedeutender Menge vorhanden sein. Auf den Rissflächen des Granits sieht man den Feldspa.h in eine graugrüne oder gelbliche, amorphe, weiche Masse umgewandelt, die manchen devonischen und silurischen Thonen der Ostseeprovinzen sehr ähnlich sieht. Meist tritt dieses Zersetzungsproduct als dünner Anflug auf, erreicht aber auch die Dicke von 3—4 Mm., in welchem Falle es meist von oberflächlich matten, im Inneren aber glänzenden Feldspathtrümmern und von Kalkspath durchsetzt ist. Nicht selten ist der Feldspath in den den Spalten naheliegenden Partien gleichfalls mit einem dünnen, graugrünen Anflug bedeckt.

1. Granit, aus Quarz, Orthoklas und Oligoklas bestehend; etwas Hornblende und Glimmer enthaltend.

2. Granit, dessen Feldspath mit graugrünem Anflug bedeckt ist.

3. Durch Schwefel- und Salzsäure zersetzbarer Antheil der 3—4 Mm. dicken graugrünen Partien mit eingesprengten Feldspathtrümmern, Kalkspath und Quarz.

4. In Säuren unlöslicher Rückstand von No. 3.

	1.	2.	3.	4.
HO	1,20*)	2,36	6,40	—
SiO^2	72,54	68,35	24,97	28,37
Al^2O^3	14,16	15,55	12,42	5,50
Fe^2O^3	1,53	2,15	3,72	0,28
CaO	0,84	0,12	0,10	0,09
KO	5,59	6,41	1,60	4,35
NaO	3,12	2,67	0,18	0,39
MgO	0,68	1,07	2,94	—
CaO, CO^2	—	1,21	7,73	—
Rückst.	—	—	38,98	—
	99,63	99,74	99,04	38,98.

In dem Rückstande 4, in dem man Feldspath erkennen konnte, ist das Sauerstoffverhältniss von $R^2O^3 : RO = 3 : 0{,}965$, also Orthoklas. Der Natrongehalt in ihm beträgt $\frac{1}{10}$ des Kalis, und da die Analyse 1. Kali und Natron in beinahe gleichen Aequivalenten enthält, so muss der Granit auch in bei-

*) HO + etwas CO^2.

nahe denselben Verhältnissen Orthoklas und Oligoklas führen. Das Fehlen von Oligoklas in der stark veränderten Probe 3, sowie die Abnahme von Natron gegen Kali in No. 2 thun dar, dass es wesentlich der Oligoklas ist, der die Umwandlung erleidet. Berechnen wir den durch Säure zerlegten Antheil auf 100, so ergiebt sich:

	HO	SiO	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	KO	NaO	MgO
	12,23	47,74	23,73	7,10	0,19	3,06	0,34	5,61
O	10,87	25,45	11,08	2,13	0,05	0,51	0,08	2,24

Sauerstoff von

HO	R^2O^3	RO	SiO^2
10,87	13,21	2,88	25,45
2,46	3	0,65	5,77.

Aus dem Oligoklas ist der grösste Theil der Alkalien fortgeführt und nur zum Theil durch Magnesia ersetzt; Wasser und Eisenoxyd sind aufgenommen, Kieselsäure ist zum Theil abgeschieden worden.

V. Etwa 2 Werst nördlich von Helsingfors, hart am Wege nach Gammelstaden, zeigt der grosskrystallinische, aus Quarz, Oligoklas und Orthoklas bestehende Granit auf seinen Kluftflächen ein ähnliches Zersetzungsproduct wie der Granit in Abo. Beide Feldspathe werden oberflächlich, aber nur in äusserst dünner, nicht continuirlicher Schicht, in eine gelbliche oder grünliche Masse umgewandelt, letztere von specksteinartigem Habitus. Indem dieser Process auch im Inneren vor sich geht, werden die Feldspathe in schlecht contourirte Krystallfragmente zerlegt, die von gelben und grünen Partien durchsetzt sind. Gleichzeitig treten dunkelgrüne, chloritartige Stellen auf. Es bilden sich jedenfalls verschiedene Zersetzungsproducte, die aber nicht isolirt werden konnten.

1. Fleischfarbiger Orthoklas.
2. Oligoklas, stellenweise gelblich und matt.
3. Granit, dessen Feldspath von hellgrüner Substanz und dunkelgrünem chloritartigen Mineral durchsetzt wird; in Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure löslicher Antheil.
4. In Säuren unlöslicher Rückstand von 3.

	1.	2.	3.	4.
HO	0,26	1,35	1.47	—
SiO^2	65,69	63,95	8,84	64,34
Al^2O^3	18,44	20,93	3,88	10,54
Fe^2O^3	0,31	1,23	1,37	0,21
CaO	0,20	1,24	0,13	—
KO	12,41	2,86	1,23	3,94
NaO	2,60	7,89	0,16	3,14
MgO	0,09	0,54	0,58	0,04
Rückst.	—	—	82,21	—
	100	100	99,87	82,21

Sauerstoffverhältniss im Rückstande 4:

$$R^2O^3 : RO = 3 : 0,897.$$

Eisenoxyd, Wasser und Magnesia sind aufgenommen, Kieselsäure und Alkalien theilweise ausgeschieden.

VI. Der Granitfelsen, auf dem die neue russische Kirche in Helsingfors erbaut ist, besteht aus Quarz, Orthoklas und Oligoklas. Er wird von aufrechten Chloritgängen durchsetzt, denen wechselnde Mengen Glimmer, stellenweise Epidot und vielleicht auch Serpentin*) beigemengt sind. Diese Gänge, in denen die Chlorit- und Glimmerblättchen unter einander und der Längen- und Tiefenrichtung der Gänge mehr oder weniger parallel sind, grenzen gegen den Granit bald scharf ab, bald zeigen sie Uebergänge, bald sind sie selbst von schmalen Granitgängen durchsetzt. In den Uebergangspartien, in denen die Glimmer- und Chloritblättchen ebenfalls Parallelismus zeigen, ist der Feldspath kleiner als im Granit und wird es noch mehr, selbst bis zur Grösse feiner Sandkörner, je mehr der Chlorit an Menge zunimmt. In letzterem Falle ist der Feldspath matt und zeigt nicht mehr regelmässige Contouren. Er hat den Habitus von Fragmenten, wie dies im Abschnitte II. bei der Umwandlung des Oligoklases beobachtet wurde. Auch in beinahe reinen Chloritgängen haben sich die Feldspathtrümmer**) erhalten. Stellenweise ist der Chlorit striemig, und

*) Es konnte zur Analyse keine hinreichende Menge seiner Substanz gewonnen werden.

**) Man beobachtet auch stellenweise Kalkspath.

zwar fallen die Striemen mit der Richtung der Falllinie der Gangfläche zusammen.

Die zuerst von Bischof aufgestellte und mit grossem Scharfsinn verfochtene Ansicht, dass aller Glimmer und Chlorit auf nassem Wege durch Umwandelung anderer Mineralien entstanden sei, hat in einer Menge von Pseudomorphosen eine Stütze erhalten. Die Möglichkeit einer derartigen Umwandelung ist ganz zweifellos, und es handelt sich bloss darum, die Metamorphose im vorliegenden Falle nachzuweisen.

Wie schon erwähnt, nimmt der Feldspath mit der Chloritvermehrung ab, und zwar erhält er einen breccienartigen Habitus. Es ist nicht einzusehen, weshalb bei gleichzeitiger Entstehung von Glimmer, Chlorit und Feldspath letzterer sich nicht in gleicher Grösse und Krystallentwickelung gebildet haben sollte wie im umgebenden Granit. Eine nachträgliche Umwandelung erklärt das aber. Indem das Wasser in den Feldspath eindrang und die Metamorphose begann, wurde durch den gebildeten Glimmer und Chlorit der continuirliche Zusammenhang aufgehoben, und da das Vermögen Wasser durchzulassen nicht überall ein gleiches ist, ging die Umwandelung an einer Stelle rascher, an einer anderen langsamer vor sich. Es ist klar, dass hierbei der Krystall in ein unregelmässiges Durcheinander von veränderter und unveränderter Substanz zersetzt werden muss. Es konnten ferner keine Uebergangsproducte von Feldspath zu Glimmer und Chlorit beobachtet werden; beide Mineralien grenzen gegen den Feldspath scharf ab. Das Fehlen von Uebergängen spricht aber durchaus nicht gegen die Metamorphose auf nassem Wege, da man recht oft in völlig umgewandelten Mineralien Fragmente von unveränderter Substanz antrifft.*) Es scheint, dass die Oberfläche eines Krystalls, die etwas angegriffen ist, dadurch für weitere Umwandelung, so zu sagen, empfindlicher gemacht ist, ähnlich wie angeätzte Metalle von Säuren leichter angegriffen werden. Das mit verschiedenen Stoffen beladene Wasser scheint auf eine etwas veränderte Oberfläche eines Krystalls eine bedeutend energischere Einwirkung auszuüben, als auf die unveränderten darunter oder daneben liegenden Partien. Erst wenn die veränderten Stellen stark oder völlig umgewandelt sind, kommen

*) Siehe den Abschnitt II.

die frischen an die Reihe. Dieser Verlauf des Processes scheint bei der Glimmer- und Chloritbildung ganz besonders stattzufinden. Feldspathkrystalle von verschiedenen Localitäten, die oberflächlich mit Glimmer bedeckt waren, zeigten kaum Spuren von Uebergängen beider Mineralien. Im ersten Stadium ist die Oberfläche von einem dünnen, continuirlichen Anflug zahlloser kleiner Glimmerblättchen bedeckt, die bei fortschreitendem Process an Grösse zunehmen und die Krystalloberfläche dem Auge entziehen. Die grösseren Blättchen sind scharf abgegrenzt, und nur bei den tiefer liegenden, kleinen, isolirten Schüppchen hat man bisweilen den Eindruck, Uebergänge zum Feldspath wahrzunehmen. Da indessen die Isolation derartiger Uebergangspartien ganz ausserordentlich schwierig ist, so dürfte es fraglich sein, ob bei den bis jetzt mitgetheilten Analysen halbfertiger Glimmer wirklich ein solches intermediäres Product vorlag oder ein Gemenge von fertigem Glimmer und Feldspath. Jedenfalls ergiebt sich, dass bei dem Glimmer- und Chloritbildungsprocess ein grosses Bestreben herrscht, auch in kleinsten Partien die fertigen Endproducte hervorzubringen und intermediäre Producte nur in äusserst geringer Menge zu bilden. Vielleicht lässt sich das Auftreten von Chlorit und besonders von Glimmer in Aggregaten äusserst dünner Lamellen aus dieser Eigenschaft erklären. Wird Hornblende in Serpentin *) oder Feldspath in Epidot oder kaolinartige Producte umgewandelt, so erstreckt sich die Metamorphose in der Regel auf einen grösseren Theil eines Krystalls, ja auf ganze Krystalle, und man beobachtet sehr ausgeprägte Uebergangspartien. Es ist klar, dass wenn der Krystall successive die intermediären Umwandlungen in einem grösseren Theil seiner Masse erleidet, seine Cohäsion nicht sehr schroff geändert wird, sondern gleichfalls Uebergänge zeigt. Anders beim

---

*) Auf der Insel Hochland lässt sich die Umwandelung von Hornblende in bastitartige Verbindungen, d. h. Zwischenstufen von Hornblende und Serpentin, sehr gut verfolgen. Im mineralogischen Museum zu Dorpat befindet sich in der Geschiebesammlung ein grosskrystallinischer Porphyr, dessen rother Orthoklas in Epidot umgewandelt wird. Manche Orthoklase haben in ihrer ganzen Masse die grüne Farbe des Epidots angenommen, unterscheiden sich aber nach der Analyse durch einen äusserst geringen Ueberschuss an Kalk und Eisenoxyd, sowie durch einen unbedeutenden Mindergehalt an Alkali vom unveränderten Orthoklas.

Chlorit und Glimmer. Mit geringer Neigung zu Uebergangsproducten begabt, werden beide Mineralien schon in äusserst dünner Schicht völlig fertig gebildet, und ist dadurch der Zusammenhang mit dem Mutterkrystall sehr stark gelockert. Wird die unter dem Glimmerblättchen liegende Krystalloberfläche in eine neue dünne Glimmerschuppe umgewandelt, so ist der Zusammenhang beider Lamellen ebenfalls ein geringer. Bischof führt an, dass manche Glimmer beim Erhitzen einen empyreumatischen Geruch entwickeln, also organische Substanz enthalten. Mit den organischen Stoffen konnten sich auch andere zwischen dem Glimmerblättchen und dem Mutterkrystall ablagern, zum Beispiel Eisen als Oxydhydrat oder die bei der Glimmerbildung ausgeschiedene Kieselsäure als Quarz, allerdings in unendlich geringer Menge, die aber ausreichte, den Zusammenhang noch mehr zu lockern. Man weiss, mit welcher Sorgfalt die Photographen die Negativplatte reinigen müssen, und dass ein schwaches Ueberfahren mit dem Finger über dieselbe das Anhaften der Collodiumschicht beeinträchtigt.

Der Chlorit zeigt stellenweise Striemen, deren Richtung mit der Falllinie des Ganges übereinstimmt. Diese Erscheinung lässt sich nur durch Umwandelung auf nassem Wege erklären. Konnte das Wasser über eine Kluftfläche nur an einzelnen Stellen hinübersickern, oder enthielt es nur an einzelnen Stellen die zur Chloritbildung nöthigen Stoffe*), so fand die Umwandelung nur da statt, wo das mit verschiedenen Stoffen beladene Wasser hinüberwegging, also in der Richtung der Falllinie der schiefen Ebene. Begann später die Umwandelung auf den unveränderten Partien, so war die Kluftfläche bereits von dünnen, isolirten Chloritstriemen bedeckt. Durch Wiederholung dieses Vorganges an verschiedenen Stellen erhielt die ganze Chloritschicht ein striemiges Aussehen. Aehnliches kann an der Tropfsteinbildung auf senkrechten oder geneigten Wänden oder bei der Entstehung von Eiszapfenbündeln unter Wasserrinnen beobachtet werden.

1. Granit, aus Quarz, Orthoklas und Oligoklas bestehend.
2. Orthoklas aus dem Granit No. 1.
3. Durch Schwefel- und Salzsäure zersetzbarer Antheil

*) Es konnte auch an verschiedenen Stellen ungleiche Mengen gelöster Stoffe enthalten.

einer Uebergangspartie eines Chloritganges in Granit; enthält Chlorit, Quarz und Feldspath. Letzterer ist feinkörniger als in No. 1 und meist oberflächlich roth gefärbt.

4. Durch Säuren unzersetzbarer Rückstand von No. 3, aus Quarz und Feldspath bestehend.

5. Chloritgang, aus Quarz, Chlorit, Glimmer und Feldspathtrümmern bestehend; die oft sandkorngrossen Feldspathfragmente sind oberflächlich matt und roth oder rosa gefärbt.

6. Durch Schwefel- und Salzsäure zersetzbarer Antheil von No. 5.; der Rückstand besteht aus Quarz und Feldspath.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
HO	0,63	0,47	2,55		3,52	3,52
SiO^2	73,26	64,57	10,43	60,23	67,46	16,10
Al^2O^3	14,05	19,29	5,08	6,27	11,02	7,26
Fe^2O^3	1,41	0,43	6,15	0,27	7,44	7,50
CaO	0,46	0,37	0,17	0,33	0,15	0,15
KO	5,57	11,88	0,34	2,90	4,86	1,75
NaO	3,47	2,89	0,13	1,26	0,24	
MgO	0,39	0,10	3,32	0,10	3,94	3,90
Rückst.	0,44 *)		71,36			59,46
	99,68	100	99,53	71,36	98,63	99,64

Ein Vergleich der Analysen 3 und 6 mit 1 und 2 zeigt, dass der Process folgendermaassen vor sich gegangen ist. Wasser und Eisenoxyd sind aufgenommen, Kieselsäure stark ausgeschieden, vielleicht auch etwas Thonerde; die Alkalien sind ausgetreten und durch Magnesia ersetzt. Die Analysen stimmen mit der von Bischof **) angeführten Erklärung überein, und der chemische Vorgang erhält seine Bestätigung durch die in den früheren Abschnitten mitgetheilten Mineralumwandelungen und Experimente. Denn die Chlorit- und Glimmerbildung stimmt, so weit es die chemische Untersuchung betrifft, vollkommen mit der Umwandelung von Oligoklas und Labrador in ein Eisen-Magnesia-Kalisilicat überein.

Zieht man die Menge der Basen in No. 6 von der in No. 5 ab, so ergiebt sich, dass 3,76 pCt. Al^2O^3, 3,11 pCt.

*) Kohlensaurer Kalk.

**) Bd. II., 415.

K O und 0,24 pCt. Na O durch Säuren unzersetzt geblieben; das Sauerstoffverhältniss in diesem Rückstande von $R^2 O^3 : R O = 3 : 0,94$, also gleichfalls mit dem normalen 3 : 1 übereinstimmend. Es ergiebt sich, dass in der am stärksten veränderten Probe 5 der Oligoklas vollständig in Glimmer und Chlorit umgewandelt worden, während der Orthoklas theilweise unverändert geblieben ist; ebenso lehrt die Analyse des Rückstandes 4, dass der Oligoklas unverhältnissmässig mehr metamorphosirt ist als der Orthoklas; denn die Kalimenge ist auf die Hälfte, der Natrongehalt auf ein Drittel derselben Stoffe in No. 1 gesunken. Der Oligoklas wird demnach weit leichter umgewandelt als der Orthoklas, was auch durch die Analyse des veränderten Granits von Abo (IV.) bestätigt wird. Die geringe Variation der Thonerdemenge in den Bauschanalysen 1, 3 + 4 und 5 thut dar, dass nur wenig Thonerde ausgetreten ist; man kann also ohne weitere Reduction die Analysen ganz gut mit einander vergleichen. Es ergiebt sich dann, dass auch hier die Alkalien durch etwas mehr als die äquivalente Menge Magnesia ersetzt sind. Bei der Umwandelung des Feldspaths in Magnesiaglimmer ist ein Theil des Kalis zurückgehalten worden, daher die beträchtliche Menge dieses Stoffes in No. 6.

Der Granit des Observationshügels ist von zahlreichen, mehr oder weniger senkrechten Glimmergängen durchsetzt, deren Blättchen meist Parallelismus zeigen. Es ist kein Zweifel, dass sie alle später durch Umwandelung des Feldspaths entstanden sind. In einer früheren Arbeit *) sind schon die Bedenken auseinandergesetzt, die sich bei Annahme pyrogener Bildung gegen den Parallelismus der Glimmerblättchen und deren aufrechte Lage aufdrängen. Durch neptunische Umwandelung eines Gesteins in der Richtung vorhandener Rissflächen erklärt sich die eigenthümliche Stellung der Glimmerblättchen vollständig. Ja vielleicht dürfte der Glimmer selbst die mehr oder weniger senkrechten Risse hervorgebracht haben. Indem er sich an und in den Feldspathkrystallen, in der Richtung, in welcher das Wasser eindringt, als scharf abgesetzte, dünne Schicht bildet, wird die oberflächliche Partie des Gesteins von zwar nicht parallelen, aber doch mehr oder weniger auf-

*) Gebirgsarten der Insel Hochland, Archiv S. 209.

rechten Glimmerblättchen durchsetzt, die dem Wasser ein leichteres Eindringen ermöglichen. Geht an einigen Stellen der Glimmerbildungsprocess schneller vor sich als an anderen, so wird bei den stärker umgewandelten Partien das Wasser noch leichter hindurchsickern; der Weg ist jetzt für das eindringende Wasser, so zu sagen, tracirt worden. Die Hauptrichtung dieser glimmerreichen Stellen würde die Streichlinie des sich bildenden Glimmerganges bestimmen. Es ist klar, dass der so bewirkte Parallelismus der Glimmerblättchen sich nicht weit erstrecken kann; es werden sich in den verschiedensten Richtungen gewundene und geschnörkelte Glimmergänge bilden. Ein Parallelismus der Blättchen auf grösserer Ausdehnung setzt entweder präformirte Spalten voraus, oder die Gesteinsstructur gestattete in einer Richtung dem Wasser einen ganz besonders leichten Durchgang.

Auch das unregelmässige, schmitzenartige Vorkommen der aufrechten Glimmergänge lässt sich aus der nicht überall stattgefundenen Zufuhr glimmerbildender Stoffe, sowie aus der verschiedenen Zusammensetzung des Granits erklären. Da einerseits der Oligoklas viel leichter umgewandelt wird als der Orthoklas, andererseits der Granit aber stellenweise Oligoklaseinlagerungen enthält, so ist wohl kein Zweifel, dass viele der scharf abgegrenzten Glimmergänge ursprünglich von Oligoklas eingenommen wurden.

VII. Der Granit östlich von der deutschen Kirche, wo die im Abschnitte I. untersuchten Oligoklaseinlagerungen vorkommen, ist von westöstlich gehenden, senkrechten Rissen durchsetzt, deren Flächen von einem hell- bis braunrothen, in kleinen, oft stark glänzenden Säulen krystallisirenden Mineral bedeckt sind. Unter der Lupe beobachtet man auch farblose Krystalle, die bisweilen oberflächlich roth gefärbt sind. Diesem Mineral sind bisweilen braunrothe oder gelbliche, amorphe Producte beigemengt, sowie etwas Chlorit und Glimmer.*) Die Krystalle bedecken die Rissfläche meist als dünner Anflug und sind gegen den Orthoklas und Oligoklas recht scharf abgegrenzt. Indem sie an Zahl zunehmen, wird der Granit in einen Complex mehr oder weniger senkrechter, abwechselnder Quarz- und Krystallschichten umgewandelt. In

*) Eine mechanische Sonderung dieser Producte war nicht ausführbar.

diesen Partien, die indessen selten grössere Ausdehnung erlangen, haben sich die Granaten des Granits meist unverändert erhalten.

1 und 2. Verschiedenen Stellen entnommenes, rothes, in Säulchen krystallisirendes Mineral; konnte nicht von dem in grosser Menge anhaftenden Quarze befreit werden.

3. Granit, aus Quarz, Oligoklas und Orthoklas bestehend; ist von Granaten durchsetzt.

4. Den Granit No. 3 durchsetzender und gegen ihn scharf abgesetzter Gang, der aus Quarz und braunrothen, sehr kleinen Säulchen besteht.

5. Durch Schwefel- und Salzsäure zerlegbarer Antheil von No. 4.*)

6. Durch Säuren zersetzbarer Antheil eines aus hellrothen Krystallen und sehr viel Quarz bestehenden Ganges, der den Granit No. 3 durchsetzt.

7. Durch Säuren unzersetzbarer Rückstand von No. 6.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
HO	10,19	9,43	0,56	3,34	3,34	3,14	—
SiO^2	57,94	50,03	73,43	76,20	14,36	12,10	74,28
Al^2O^3	24,08	29,78	13,67	12,39	8,62	7,69	0,84
Fe^2O^3	5,92	6,73	1,41	5,14	3,76	1,27	0,12
CaO	0,26	0,42	0,50	0,29	0,06	0,10	—
KO	1,19	2,41	6,27	1,75	1,04	0,33	—
NaO	—	0,72	3,27	0,73	0,19	0,33	—
MgO	0,42**)	0,48**)	0,20	0,38**)	—	—	—
Rückst.	—	—	—	—	68,58	75,24	—
	100	100	99,31	100,22	99,95	100,20	75,24

Der hohe Wassergehalt des rothen Minerals, sowie sein Vorkommen auf Spaltenflächen lassen gegen seine neptunische Entstehung keinen Zweifel aufkommen, und es ist höchst wahrscheinlich, dass es durch Umwandelung des Feldspaths her-

*) Durch Behandlung des Minerals mit kochender Schwefelsäure verschwindet die rothe Farbe nicht, sondern erst durch nachträgliche Digestion mit HCl. Dasselbe habe ich auch an anderen Silicaten beobachtet, ein Beweis, wie fest in manchen Silicaten das Eisen gebunden ist. S. Bischof's Geologie II., 583.

**) MnO haltig.

vorgegangen ist. Die Analysen bestätigen, was schon das Auge lehrt, dass die Zusammensetzung keine gleiche ist, oder genauer gesagt, dass ein Gemenge verschiedener Verbindungen vorliegt, die sich indessen sehr nahe stehen. Es sind wasserhaltige Thonerde-Eisensilicate. Bei der Umwandelung der Feldspathe müssen Wasser und Eisenoxyd aufgenommen, die Alkalien bis auf einen kleinen Theil ausgeschieden, die Kieselsäure sehr stark vermindert worden sein. Es ergiebt sich ferner, dass das aufgenommene Eisenoxyd und Wasser nicht die abgeschiedenen Alkalien und die Kieselsäure compensirt, selbst wenn letztere an Ort und Stelle als Quarz sich niedergeschlagen hätte. Der umgewandelte Granit wäre demnach locker geworden, wenn nicht Kieselsäure, von anderen Stellen herbeigeführt, die Poren ausgefüllt hätte. In der That weist der blosse Anblick sowie die Analysen 4 und 6 eine starke Quarzvermehrung nach. Es ist schwer zu entscheiden, ob die bedeutende Thonerdeverminderung in der allerdings sehr quarzreichen Probe 6 eine relative oder absolute ist; wenigstens zeigt ein Vergleich der Proben 3 und 4, dass die Thonerdeausscheidung eine geringe ist. Es werden bei der Probe 6 wohl beide Momente den Thonerdegehalt herabgedrückt haben.

VIII. Wie schon erwähnt, enthält der Granit östlich von der deutschen Kirche oligoklasreiche Partien. In diesen kommt schwarzer und rother Pyrargillit vor, der von viel Quarz, seltener von Glimmer durchsetzt ist. Uebergänge in Oligoklas konnten nicht beobachtet werden. Einige Pyrargillite zeigen parallelepipedische Gestalt, woraus jedoch nicht die Form des ursprünglichen Krystalls erkannt werden konnte. Auf das Vorhandensein von Pseudomorphosen gestützt, nimmt man an, dass aller Pyrargillit aus Cordierit hervorgegangen sei. Einerseits ist es auffallend, dass bei diesem Process der Cordierit spurlos verschwunden ist, andererseits legt das Vorkommen von Pyrargillit in orthoklasreichen Partien den Gedanken nahe, dass der Oligoklas in Pyrargillit umgewandelt sei. Vergleicht man die Zusammensetzung beider Mineralien mit einander, so ergiebt sich, dass Eisenoxyd und Wasser aufgenommen, die Alkalien vollständig, die Kieselsäure theilweise ausgeschieden sein müssten, eine Umwandlung, die der Oligoklas wirklich erleidet. Aber selbst bei Annahme der Stabilität der Thonerde würde die Menge der ausgetretenen Stoffe die der aufge-

nommenen überwiegen, und der gebildete Pyrargillit müsste porös sein, was er nicht ist. Eine bedeutende Volumenvergrösserung findet ebenfalls nicht statt, es bleibt somit die Annahme übrig, dass die Poren durch Quarz ausgefüllt wurden. Allerdings ist der Pyrargillit quarzreich, allein da der Quarz meist in grösseren Körnern vorkommt, ist es schwer zu sagen, ob er nicht schon vor der Pyrargillitbildung da war.

1. Oligoklas.

2. Von Quarz möglichst befreiter, rother Pyrargillit; hinterliess nach der Zerlegung durch SO^3 und HCl 18,05 pCt. beinahe reinen Quarz.

3. Durch Säuren zersetzter Antheil von No. 2, auf 100 berechnet.

4. Rother Pyrargillit, von schwarzem Glimmer durchsetzt; hinterliess beim Aufschliessen mit SO^3 und HCl 8,93 pCt. grösstentheils aus Quarz bestehenden Rückstand, in dem man noch einige silberweisse Glimmerblättchen wahrnehmen konnte.

5. Leberfarbiger Pyrargillit von Helsingfors, im mineralogischen Cabinet zu Dorpat befindlich. Im Oligoklasgranit eingebettet; zeigt parallelepipedische Form und ist von Quarz umgeben. Das dritte Mineral hinterlässt nach dem Aufschliessen mit Säuren bloss 1,80 pCt. Quarz. Spec. Gew. = 2,396. Nähere Angabe über den Fundort fehlt. Dieser Pyrargillit dürfte wohl ein umgewandelter Cordierit sein.

	1.	2.	3.	4.	5.
HO	1,12	13,28	16,02	13,46	19,64
SiO^2	61,53	31,66	37,81	34,88	36,61
Al^2O^3	21,03	27,12	32,75	29,29	34,80
Fe^2O^3	1,63	7,44	9,33	8,27	3,07
CaO	2,97	0,20	0,24	0,18	0,75
KO	2,00	0,80	0,96	2,18	0,43
NaO	7,89	0,49	0,59	—	0,78
MgO	0,31	1,91	2,30	2,14	2,80
Rückst.	—	18,05	—	8,93	1,80
	98,48	100,95	100	99,33	100,68

Wenngleich eine Umwandelung von Oligoklas in Pyrargillit nicht nachgewiesen werden konnte, so dürfte doch die

Möglichkeit dieser Entstehungsweise bei künftigen Untersuchungen berücksichtigt werden.

Fasst man die Umwandelungsprocesse der Feldspathe in den Abschnitten I.—VII. zusammen, so lassen sich zwei Hauptarten unterscheiden. 1) Die Feldspathe verlieren die Monoxyde fast vollständig, die Kieselsäure zum Theil, nehmen dagegen Wasser und Eisenoxyd auf. 2) Sie tauschen ihre Monoxyde gegen andere aus, und zwar Kalk und Alkali gegen Magnesia, Natron und Kalk gegen Kali; Kieselsäure und Thonerde werden theilweise ausgeschieden, Wasser und Eisenoxyd aufgenommen. In fast allen Fällen sind KO, MgO, HO und Fe^2O^3 in grösserer oder kleinerer Menge beisammen; nie wird NaO und nur in zwei Fällen CaO aufgenommen. Es scheint, dass die vier ersten Elemente eine grosse Neigung haben, bei Zersetzung und Umwandelung von Silicaten zusammenzutreten, daher man sie nicht nur in sehr vielen Arten von Zersetzungsproducten zusammen vorfindet, sondern auch in Verbindungen, die eine ausserordentlich grosse Verbreitung haben, wie Glimmer, Glaukonit und Grünerde, die silurischen und devonischen Thone Russlands.

Verbesserungen für Band XX.

Im Register für Bd. XI. bis XX. S. XXX. ist hinter Encrinurus einzuschalten:

Encrinus aculeatus, XIV., 309;

zwischen Entromostraca und Eocän sind einzuschalten:

Entrochus cf. Encrinus liliiformis, XIV., 309.
Entrochus dubius, XIV., 309.
Entrochus silesiacus, XIV., 309.

Auf derselben Seite sind:

Encrinus dubius,
Encrinus liliiformis,
Euomphalus silesiacus

zu streichen.

Verbesserungen für Band XXI.

S. 119 unter Aegirin lies: $Na^2 \overset{II}{R^2} \cancel{Fe} Si^6 O^{18}$, statt: $Na^2 \overset{II}{R} \cancel{Fe} Si^6 O^{18}$.

S. 120 Z. 4 v. oben lies: $\overset{II}{R} Si O^3$, statt $\overset{II}{R^2} Si O^3$.

S. 125 Z. 1 v. oben lies: $2(\overset{II}{R} \cancel{Al} Si^2 O^8) + 5\,aq$, statt: $\overset{II}{R} \cancel{Al} Si^2 O^8 + 5\,aq$.

Die Formel $\left\{\begin{matrix} \overset{II}{R} \cancel{Al} Si^4 O^{12} \\ H^2 \overset{II}{R} O^2 \\ H^6 \cancel{Al} O^6 \end{matrix}\right\} + 6\,aq$ ebenda ist zu streichen.

Zusätze zu S. 124 nach Prehnit:

7a. Axinit. $H \overset{II}{R^3} B \overset{VI}{\cancel{R}} Si^4 O^{16}$.

S. 125 hinter Datolith:

Gadolinit. $(Y, Be, La, Fe)^3 Si O^5$.

Hinter diesem:

3. Turmalingruppe.

Abthlg. I.

$$m \left\{\begin{matrix} \overset{I}{R^6} Si O^5 \\ \cancel{B} Si O^5 \\ 2\,\cancel{Al} Si O^5 \end{matrix}\right\} + n \left\{\begin{matrix} \overset{II}{R^3} Si O^5 \\ \cancel{B} Si O^5 \\ 2\,\cancel{Al} Si O^5 \end{matrix}\right\}.$$

Abthlg. II.

$$m \left\{\begin{matrix} \overset{I}{R^6} Si O^5 \\ 2\cancel{B} Si O^5 \\ 6\,\cancel{Al} Si O^5 \end{matrix}\right\} + n \left\{\begin{matrix} \overset{II}{R^3} Si O^5 \\ 2\cancel{B} Si O^5 \\ 6\,\cancel{Al} Si O^5 \end{matrix}\right\}.$$

Oder kürzer, da B aeq. Al, $\mathfrak{B} = \mathfrak{A}\mathrm{l} = \overset{\mathrm{VI}}{\mathfrak{R}}$:

$$\mathrm{I} = \mathrm{m}\left\{\begin{matrix}\overset{\mathrm{I}}{\mathrm{R}^6}\,\mathrm{Si\,O}^5\\ \overset{\mathrm{VI}}{3\,\mathfrak{R}}\,\mathrm{Si\,O}^5\end{matrix}\right\} + \mathrm{n}\left\{\begin{matrix}\overset{\mathrm{II}}{\mathrm{R}^3}\,\mathrm{Si\,O}^5\\ \overset{\mathrm{VI}}{3\,\mathfrak{R}}\,\mathrm{Si\,O}^5\end{matrix}\right\},$$

$$\mathrm{II} = \mathrm{m}\left\{\begin{matrix}\overset{\mathrm{I}}{\mathrm{R}^6}\,\mathrm{Si\,O}^5\\ \overset{\mathrm{VI}}{8\,\mathfrak{R}}\,\mathrm{Si\,O}^5\end{matrix}\right\} + \mathrm{n}\left\{\begin{matrix}\overset{\mathrm{II}}{\mathrm{R}^3}\,\mathrm{Si\,O}^5\\ \overset{\mathrm{VI}}{8\,\mathfrak{R}}\,\mathrm{Si\,O}^5\end{matrix}\right\}.$$

Noch kürzer wird die Formel beider so:

$$\left.\begin{matrix}(\overset{\mathrm{I}}{\mathrm{R}},\overset{\mathrm{II}}{\mathrm{R}})^2\,\mathrm{Si\,O}^5\\ \overset{\mathrm{VI}}{3\,\mathfrak{R}}\,\mathrm{Si\,O}^5\end{matrix}\right\} \qquad \left.\begin{matrix}(\overset{\mathrm{I}}{\mathrm{R}},\overset{\mathrm{II}}{\mathrm{R}})^2\,\mathrm{Si\,O}^3\\ \overset{\mathrm{VI}}{8\,\mathfrak{R}}\,\mathrm{Si\,O}^5\end{matrix}\right\}.$$

(Ob 8 wohl 9 sein möchte?)

S. 348	Z. 18	v. o.	ist zu lesen:	Vor statt:	Von.
- 350	- 19	v o.	- - -	Gabel st.	Gebel.
- 350	- 13	v. u.	- - -	Langenbach st.	Lengenbach.
- 350	- 1	v. u.	- - -	Blamich st.	Blemich.
- 352	- 4	v. o.	- - -	Almerswind st.	Almersried.
- 352	- 9	v. u.	- - -	Schichtung st.	Richtung.
- 352	- 2	v. u.	- - -	Fehrenbach st.	Fahrenbach.
- 357	- 13	v. o.	- - -	ebenflächiger st.	oberflächlicher.
- 358	- 20	v u.	- - -	untersilurischer st.	obersilurischer.
- 358	- 19	v. u.	- - -	Wickersdorf st.	Wichersdorf.
- 359	- 9	v u.	- - -	Meurerstein st.	Maurerstein.
- 361	- 15	v. u.	- - -	Hasenthal st.	Hohenthal. Ebenso S. 363 Z. 18 v u
- 362	- 16	v. o.	- - -	Gämichen st.	Gumechen.
- 364	- 4	v. o.	- - -	Garnsdorf st.	Gernsdorf. Ebenso Z. 6, S. 365 Z. 15 v o., S. 393 Z. 17 v. o., S. 396 Z. 11 v. o., S. 398 Z. 15 v. u.
- 364	- 9	v. o.	- - -	Pyrophyllit st.	Chrysotil. Ebenso S. 377 Z. 2 v. o. und S. 412 Z. 11 v. o.
- 366	- 7	v. o.	- - -	mürbe st.	mürbig.
- 373	- 2	v. o.	- - -	Homogeneität st.	Homogenität.
- 373	- 9	v. u	- - -	enthält st.	enthielt.
- 374	- 19	v. o.	- - -	Mikrodiagonale st.	Makrodiagonale.
- 374	- 11	v. u	- - -	Leutenberg st.	Lautenberg. Ebenso S. 378 Z. 15 v. u. und S. 382 Z. 19 v. u.
- 375	- 5	v u.	- - -	Tafelschieferbrüche st	Thonschieferbrüche.
- 376	- 18	v. o.	- - -	von st.	am.
- 377	- 8	v. o	- - -	Clepsydropsis st.	Clephydropsis
- 379	- 6	v. u.	- - -	Marktgölitz st	Marktpölitz.
- 381	- 19	v. o.	- - -	Mächtigkeit st.	Wichtigkeit.
- 382	- 19	v. u	- - -	Rabenhügel st.	Rebenhügel.
- 387	- 14	v u	- - -	Megalorhachis st	Megaloraehis
- 401	- 11	v. o.	- - -	Gartenkuppen st.	Gertenkuppen.

S. 401 Z. 13 v. u. ist zu lesen Zabelsdorfer statt: Zobelsdorfer. Ebenso S. 402 Z. 13 v. u.
- 404 - 12 v. u. - - - reichsten st. weichsten.
- 404 - 5 v u. - - - Herrschdorf st. Heerschdorf.
- 409 - 20 v. u. - - - weiches st. reiches.
- 411 - 2 v. o. - - - weichen st. reichen.
- 411 - 18 v. o. - - - Tauschwitz st. Teuschwitz.
- 411 - 9 v. u. - - - Judenbach st. Gudenbach.
- 414 - 5 v. o. - - - Fehrenberge st. Fahrenberge.
- 425 - 9 v. u. - - - zuoberst st. zuerst.
- 429 - 12 v. u. - - - Schauroth st. Schloth.
- 430 - 9 v. o. - - - Crock st. Hirschendorf.
- 431 - 17 v. u. - - - Röblitz st. Köblitz.
- 432 - 9 v. u. - - - dickgeschichteter st. dichtgeschichteter.
- 433 - 16 v. o. - - - Schalkau st. Schelkau.
- 433 - 17 v. u. - - - Kahle st. Kehle.
- 435 - 8 v. o. - - - Poppenwind st. Poppenried.
- 436 - 17 v. u. - - - Märbeln st. Märbern.

Bei Möhrenbach, Gersitz und Unterschöblingen liegen nicht, wie die Kolorirung der Karte angiebt, rothe Mergel, sondern Rothliegendes.

Verbesserungen für Band XXII.

S. 187 Z. 10 v. o. lies: solcher, statt: dieser. Ebendaselbst ist hinter: jene, z. Th. einzuschieben.

S. 187 Z. 14 v. o. lies: Stolberg, statt: Wolfsberg. Daselbst Z. 13 v. u. muss es an Stelle der Worte: das Wolfsberger Grauwackenlager, heissen: das Stolberger und das Wolfsberger Grauwackenlager.

S. 339 Z. 5 v. u. lies: Gangeud statt: Gangend.

S. 354 Z. 10 v. o. lies: reiner, statt: seiner. Ebenso S. 362 Z. 3 v. u.

S. 364 Z. 6 v. o. lies: nicht continuirlich, statt: continuirlich.

S. 366 Z. 7 v. u. lies: Umsetzung, statt: Untersuchung.

S. 370 Z. 8 v. u. lies: oligoklasreichen, statt: orthoklasreichen.

S. 371 Z. 17 v. u. ist „dritte" zu streichen.

S. 457 Z. 17 v. o. lies: 1 $\overset{\text{VI}}{\mathbf{R}}$, statt 1 $\overset{\text{VI}}{\text{R}}$.

S. 457 Z. 11 v. u. lies: eisenoxydreichen, statt: eisenerzreichen.

Druck von J. F. Starcke in Berlin.

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: Ueber einige Umwandlungen finländischer Feldspathe. 335-372