

## 5. Zur Kenntniss der Bildung und Umbildung von Silicaten.

Von Herrn J. LEMBERG in Dorpat.

I. Nachdem in einer früheren Arbeit (diese Zeitschrift 1883, p. 576) dargethan, dass kaolinartige Zersetzungsproducte und besonders Kaolin selbst sich leicht mit Silicaten der Alkalien und alkalischen Erden zu zeolithartigen Verbindungen vereinigen, war eine nähere Untersuchung dieser letzteren geboten. Nach den Ergebnissen einer späteren Arbeit (diese Zeitschr., 1885, p. 991) war zu erwarten, dass Kaolin mit Natronsilicat-Lösung bei hoher Temperatur behandelt, in Silicate der Analcim-Reihe umgewandelt wird, was durch folgende Versuche wahrscheinlich gemacht wird. Es wurde Kaolin (von Carlsbad) 190 Stunden lang bei  $200-220^{\circ}$  C. erhitzt mit folgenden Lösungen:

No. 1. Mit  $\text{Na}_2\text{O SiO}_2$ -Lösung; es hatten sich neben spärlichen feinen Säulen, die durch Schlämmen möglichst entfernt wurden, runde Körner von radialfaserigem Gefüge gebildet<sup>1)</sup>. Aehnliche Silicate waren früher aus Seebachit, Herschelit und Phillipsit dargestellt worden; auch das in der älteren Arbeit (1883, p. 577) untersuchte Silicat No. 20 muss ein basischer Analcim sein, und nicht, wie vermuthet wurde, ein Natrolith.

Der Analcim No. 1, mit KCl-Lösung bei  $210^{\circ}$  100 Stunden lang behandelt, geht in den zugehörigen Leucit No. 1a über; die weiter folgenden Leucite sind genau in derselben Weise aus den entsprechenden Analcimen dargestellt.

No. 2. Mit  $\text{Na}_2\text{O } 2 \text{ SiO}_2$ -Lösung; runde Körner.

No. 2a. Zugehöriger Leucit.

No. 3. Die Zusammensetzung des gelösten, einwirkenden Natronsilicats liess sich durch folgende Formel ausdrücken:  $\text{Na}_2\text{O } 2\frac{2}{3} \text{ SiO}_2$ ; runde Körner mit etwas feinen Säulen vermengt, die durch Schlämmen meist entfernt werden konnten.

No. 3a. Zugehöriger Leucit.

No. 4. Mit  $\text{Na}_2\text{O } 3 \text{ SiO}_2$ -Lösung; es hatten sich neben runden Körnern mehr feine Säulen gebildet als bei dem Ver-

<sup>1)</sup> Alle in dieser Arbeit mitgetheilten Analysen wurden an lufttrockenem Material ausgeführt.

such No. 3, liessen sich jedoch durch Schlämmen meist entfernen.

No. 4 a. Zugehöriger Leucit.

No. 5. Mit  $\text{Na}_2\text{O} 4 \text{SiO}_2$ -Lösung; im oberen Theil des Digestors, dessen Temperatur zeitweilig auf  $230^\circ$  gestiegen war, waren feste zusammenhängende Krusten abgelagert, die vollkommen getrennt werden konnten von dem unten befindlichen Gemenge von runden Körnern und kleinen abschlämmbaren Säulen. Die Analyse gibt die Zusammensetzung der Körner an.

No. 5 a. Zugehöriger Leucit.

Bei allen Versuchen von No. 1 an wurden auf 1 Mol. Kaolin ( $2 \text{H}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{SiO}_2$ )  $1\frac{1}{2}$  Mol. Natronsilicat ( $\text{Na}_2\text{O} n \text{SiO}_2$ ) genommen, und es enthielt die Lösung immer 15 pCt.  $\text{Na}_2\text{O} n \text{SiO}_2$ .

No. 6. 1 Mol. Kaolin mit 2 Mol.  $\text{K}_2\text{O} \text{SiO}_2$  in Lösung von 15 pCt. 200 Stunden bei  $210-220^\circ$  behandelt; unregelmässige Körner und sehr feine Säulen zu Garben und Stengeln vereinigt.

No. 6 a. No. 6 100 Stunden bei  $210-220^\circ$  behandelt mit einer Lösung, die 15 pCt.  $\text{NaCl}$  und 5 pCt.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  enthielt. In schlecht entwickelten regulären Würfeln krystallisirter Analcim, dem sehr spärliche Säulen beigemischt waren; durch Behandeln mit  $\text{KCl}$ -Lösung wurde dieser Analcim in einen Leucit mit 0,86 pCt.  $\text{H}_2\text{O}$  übergeführt, die Bestimmung der übrigen Stoffe vereitelte ein Unfall.

	No. 1.	No. 1a.	No. 2.	No. 2a.	No. 3.	No. 3a.
$\text{H}_2\text{O}$ . . .	8,27	0,95	8,76	0,98	8,39	0,85
$\text{SiO}_2$ . . .	51,23	51,56	55,11	55,89	59,16	59,65
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	25,22	25,93	22,66	23,13	20,21	20,98
$\text{K}_2\text{O}$ . . .	—	21,56	—	20,00	—	18,52
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	15,28	—	13,47	—	12,24	—
	100	100	100	100	100	100
	No. 4.	No. 4a.	No. 5.	No. 5a.	No. 6.	No. 6a.
$\text{H}_2\text{O}$ . . .	8,34	0,87	8,48	1,06	11,42	8,36
$\text{SiO}_2$ . . .	58,98	59,77	58,02	58,94	47,13	51,73
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	20,57	20,93	20,93	21,46	22,18	25,24
$\text{K}_2\text{O}$ . . .	—	18,43	—	18,54	19,27	—
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	12,11	—	12,57	—	—	14,67
	100	100	100	100	100	100

Die Einwirkung von Alkalisilicat-Lösung auf Kaolin verläuft nicht glatt, namentlich nicht bei Kalisilicat, wie ange stellte Versuche lehrten. Eine erneute systematische Unter-

suchung über diesen Gegenstand ist durchaus erforderlich, wobei, ausser der Zusammensetzung des Alkalisilicats, auch die Temperatur der Einwirkung und die Concentration der Lösung variiert werden muss<sup>1)</sup>.

Doch darf man mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die oben analysirten Na-Silicate der Analcimreihe angehören, und durch KCl-Lösung in die entsprechenden Leucite übergeführt werden. Nach diesen Versuchen darf es nicht auffallen, wenn gewisse stark zersetzte Gesteine bisweilen eine Fülle von Analcim-Krystallen aufweisen: Kaolin und kaolinartige Verbindungen sind in solchen Gesteinen ja wohl anzutreffen, durchsickern dann Natronsilicat-Lösungen bei mässig erhöhter Temperatur<sup>2)</sup> diese Gesteine, so sind alle Bedingungen zur Analcimbildung vorhanden; bei niedriger Temperatur wird sich unter genannten Umständen wahrscheinlich Na-Gmelinit bilden.

Auffallend ist es, dass bis jetzt in der Natur nur ein Glied der Analcim-Reihe ( $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 4$ ) angetroffen ist: ein Grund dafür liegt wohl darin, dass dieses Glied das beständigste ist, weshalb die Bedingungen seiner Bildung sich in der Natur am häufigsten vorfinden. Die  $\text{SiO}_2$ -reichen Analcime geben an alkalische Lösungen leicht einen Theil der Kieselsäure ab, die basischen Analcime nehmen leicht  $\text{SiO}_2$  auf oder verbinden sich mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zu Cancrinit, worüber später berichtet wird.

In der früheren Arbeit (1885, p. 1000) war die Vermuthung ausgesprochen, dass der Grund für das Vorkommen nur eines Leucits in der Natur in dessen Beständigkeit bei hohen Temperaturen zu suchen ist, dass Leucite von anderem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt beim Schmelzen sich in den gewöhnlichen Leucit und Orthoklas oder  $\text{K}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  spalten würden. In dem bekannten Buche von FOUQUÉ und LÉVY (Synthèse, p. 137) findet sich folgende Angabe, die mir früher entgangen ist. HAUTEFEUILLE hat bei Versuchen, einen Kali-Oligoklas herzustellen, ein Silicat erhalten, dessen Eigenschaften von denen der Feldspäthe abweichen (leider nicht angegeben, vielleicht

<sup>1)</sup> Der mir zur Verfügung stehende Digestor besitzt einen geringen Rauminhalt, sodass bei Anwendung verdünnter Lösungen zu wenig Ausbeute an neugebildeten Silicaten erzielt wird, deshalb musste ich von einem weiteren experimentellen Verfolgen des fraglichen Gegenstandes leider abstehen. Da einerseits festgestellt ist, dass die Concentration der Lösung, unter sonst gleichen Umständen, von Einfluss auf die Zusammensetzung des sich bildenden Silicats, andererseits die in der Natur vorkommenden Lösungen sehr verdünnt sind, so ist es durchaus nothwendig, Versuche mit verdünnten Lösungen anzustellen.

<sup>2)</sup> Analcim-Glas und Na-Chabasit werden durch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung schon bei  $100^\circ$  analcimisirt (diese Zeitschr. 1885, p. 973).

lag ein saurer Leucit vor) und welches bei hoher Temperatur leicht in Orthoklas und gewöhnlichen Leucit zerfällt. Auch wenn das fragliche Silicat bloß metamer war mit einem sauren Leucit, so darf man nun mit Sicherheit erwarten, dass letztere Verbindung beim Schmelzen in Orthoklas und gewöhnlichen Leucit zerfallen wird.

Die Darstellung des basischen Endgliedes der Analcim-Reihe von der Form  $3 (\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 4 \text{H}_2\text{O}$  ist bis jetzt nicht gelungen. Bei den zahlreichen Versuchen, dasselbe herzustellen, wurde folgendes Silicat erhalten.

No. 7. 10 g Kaolin mit 4,8 g NaHO, in 30 g  $\text{H}_2\text{O}$  gelöst, 190 Stunden lang bei  $210-220^\circ$  behandelt. Es bildeten sich fast nur Krystalle, kleine Säulen, vermengt mit sehr wenig amorphen Flocken, die sich abschlämmen liessen; ein Gehalt des NaHO an  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ist möglichst zu vermeiden, da letzteres sich mit dem Silicat zu Cancrinit verbindet.

No. 7a. Derselbe Versuch wiederholt.

Der Formel  $4 (\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 5 \text{H}_2\text{O}$  entspricht ein  $\text{H}_2\text{O}$ -Gehalt von 7,34 pCt., der Formel  $5 (\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2) + 6 \text{H}_2\text{O}$  ein solcher von 7,07 pCt.

Der Ersatz des Na durch K in diesem Silicat gelang sehr unvollständig; nach  $1\frac{1}{2}$  monatlicher Einwirkung von KCl-Lösung bei  $100^\circ$  auf No. 7 war das Silicat No. 7b hervorgegangen, welches letztere gegen weitere Einwirkung von KCl-Lösung sich sehr unempfindlich zeigt, denn nach 170stündiger Behandlung bei  $220^\circ$  war nur wenig Na durch K ersetzt, No. 7c, während der  $\text{H}_2\text{O}$ -Gehalt etwas gestiegen ist. Wurde No. 7 von vorn herein mit KCl-Lösung bei  $230^\circ$  195 Stunden lang behandelt, so bildete sich das mit No. 7b übereinstimmende Silicat No. 7d.

No. 7e. No. 7 mit  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -Lösung (20 pCt.) 190 Stunden bei  $220-230^\circ$  erhitzt, ergab das Silicat  $\text{K}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ , welches schon früher (1885, p. 966) aus den verschiedensten Verbindungen erhalten wurde. Da das Silicat neben kleinen schlecht entwickelten Säulen Tafeln des hexagonalen Systems  $\infty P. oP$  aufweist, so wird man es theilweise wenigstens als einen Kali-Nephelin deuten dürfen.

	No. 7.	No. 7a.	No. 7b.	No. 7c.	No. 7d.	No. 7e.
$\text{H}_2\text{O}$ . . .	7,25	7,26	4,37	5,16	4,43	0,57
$\text{SiO}_2$ . . .	39,20	39,09	39,70	39,84	39,99	37,94
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	34,00	33,33	33,43	32,93	33,03	32,06
$\text{K}_2\text{O}$ . . .	—	—	10,39	11,36	9,66	29,43
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	20,25	20,32	12,11	10,71	12,89	—
	100,70	100	100	100	100	100

II. Nachdem die Umwandlung von Kaolin in Zeolithe durch Einwirkung von Alkalisilicat-Lösung gelungen, war es wichtig zu erfahren, ob auch Alkalicarbonat-Lösungen ähnlich wirken, wobei die Kohlensäure in Freiheit gesetzt werden muss, nach folgender Gleichung:  $2 \text{H}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O Al}_2\text{O}_3, 2 \text{SiO}_2$ . Es wurde Kaolin 200 Stunden bei  $220^\circ$  mit folgenden Lösungen behandelt, wobei zur Absorption der frei werdenden Kohlensäure in den Digestor ein kleines Platingefäss mit etwas concentrirter KHO-Lauge eingesetzt war.

No. 8. Mit  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -Lösung (30 pCt.); neben amorphen Verbindungen hatten sich meist schlecht entwickelte hexagonale Tafeln gebildet, also ein K-Nephelin.

No. 8 a. Mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3, 10 \text{H}_2\text{O}$ , welches im Krystallwasser vorsichtig geschmolzen war. Wie erwartet, hat sich ein sehr feinpulveriger Cancrinit gebildet, welcher nur mit kaltem Wasser und nicht zu lange ausgewaschen werden darf, da er an Wasser etwas  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  abgibt. Auf 1 Mol. Kaolin wurden bei No. 8 3 Mol., bei No. 8 a 5 Mol. Alkalicarbonat genommen.

	No. 8.	No. 8a.
$\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	2,23	8,49
$\text{SiO}_2$ . . . . .	38,25	35,51
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	31,43	29,51
$\text{K}_2\text{O}$ . . . . .	27,52	—
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	—	17,93
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ . . . . .	—	8,60
	<hr/>	<hr/>
	99,43	100,04

Diese Versuche haben ein allgemein geologisches Interesse, insofern sie die Ursachen der natürlichen Kohlensäure-Quellen mehr aufhellen; letztere werden ja als Folge der in der Tiefe vor sich gehenden Rückbildung von Carbonaten in Silicate gedeutet, wobei durch freie Kieselsäure oder saure Silicate Carbonate zerlegt werden. Die obigen Versuche thun dar, dass auch der basische Kaolin bei verhältnissmässig niedriger Temperatur sehr leicht Alkali-Carbonate zerlegt; dass manche künstliche Zersetzungsproducte basischer Silicate schon bei gewöhnlicher Temperatur Alkali-Carbonat spalten, ist in einer früheren Arbeit (1876, p. 579) ermittelt worden. Die Rückbildung von Kaolin zu Thonerde-Alkali-Silicat kann übrigens auch erfolgen, ohne dass gerade unmittelbar Alkali-Carbonat hinzutritt; enthält Kaolin  $\text{CaCO}_3$  beigemischt, und tritt heisse  $\text{NaCl}$  ( $\text{KCl}$ )-Lösung hinzu, so bildet sich zunächst  $\text{CaCl}_2$  und  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , und letzteres setzt sich dann mit Kaolin um, und

zwar ist zu erwarten, dass neben Cancrinit auch Sodalith gebildet wird. Als auf Kaolin, der mit  $\text{CaCO}_3$  vermengt war,  $\text{KCl}$ -Lösung 200 Stunden bei  $220^\circ$  einwirkte, konnte eine schwache Umwandlung des Kaolins erkannt werden, aber der Vorgang spielt sich wegen grosser Verdünnung der  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -Lösung sehr langsam ab, und wurde daher von weiterem Verfolgen der Frage Abstand genommen.

In früheren Perioden, wo die jetzt gebundene  $\text{CO}_2$  zum grössten Theil in der Atmosphäre war, muss in der obersten Kruste der Erde die Bildung von Kaolin und kaolinartigen Silicaten in grossem Maassstabe vor sich gegangen sein. Senkte sich nun ein Kaolinlager in wärmere Tiefen, wo zugleich weniger freie Kohlensäure Zutritt hat, und wurde dann von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung (bezw.  $\text{NaCl} + \text{CaCO}_3$ ) durchsickert, so musste sich ein Cancrinit- (Sodalith) Lager bilden; enthielt der Kaolin wie gewöhnlich Quarz beigemengt, so bildete sich noch  $\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$ . Dieses Na-Silicat wandelt nun, wie wir gesehen haben, Kaolin in Analcim um, während Eisenhydroxyd, was ja ebenfalls ein häufiger Begleiter von Kaolin ist, nach früheren Versuchen (1883, p. 598) sich mit Na-Silicat zu einem Akmit-ähnlichen Silicat ( $\text{Na}_2\text{O} \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2$ ) verbindet. Nun findet man aber in der Natur Cancrinit mit Eudnofit (Analcim) und Akmit oft vergesellschaftet, es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass diese Minerale sich oft auf dem eben beschriebenen Wege gebildet haben.

In den Fällen, wo Feldspath (Perthit) und Elaeolit zusammen mit Cancrinit vorkommen und eine spätere Umbildung des Elaeolits in Cancrinit (1883, p. 607) ausgeschlossen ist, muss auch den beiden erstgenannten Mineralien eine hydrochemische Entstehungsweise zugeschrieben werden. Eine plutonische Bildung des Cancrinites ist höchst unwahrscheinlich, da dieses Mineral beim Schmelzen  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$  verliert, man also gezwungen ist, weitere Voraussetzungen zu machen, um die Gegenwart von  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$  zu erklären. Die durch obige Versuche nachgewiesene leichte Rückbildung des Kaolins in Alkali führende (Baryt; 1883, p. 578) Silicate lässt die Gegenwart von Kaolin in den sogenannten krystallinischen Schiefen wenig wahrscheinlich erscheinen.

III. In einer früheren Arbeit (1885, p. 1000) war die Annahme gemacht, dass alles Wasser in den Zeolithen Krystallwasser ist, und dass ihre Constitution wesentlich die gleiche ist, wie die der Feldspäthe; dieselben Kräfte, welche in den Zeolithen die Krystallwasser-Moleküle an das Molekül des Silicats binden, verketteten in den Feldspäthen die Moleküle unter einander zu innigeren Tagmen, daher ihre langsamere

Zerlegbarkeit durch Säure<sup>1)</sup>. Natürlich ist diese Hypothese so unbestimmt, wie die heutige Vorstellung von der Atombindung überhaupt, soll die Hypothese aber auch nur statthaft sein, so müssen sich aus Feldspäthen durch einfache Substitutionen Zeolithe herstellen lassen, anderenfalls ist die Hypothese fallen zu lassen. Es wurden nun mit dem Labrador von Helsingfors in Finland folgende Versuche angestellt.

No. 9. Labrador 395 Stunden bei 210—215° erhitzt mit einer Lösung, die 18 pCt.  $K_2CO_3$  enthielt und ausserdem mit KCl gesättigt war; es ging etwas  $SiO_2$  in Lösung, der abgeschiedene  $CaCO_3$  wurde hier, wie in allen folgenden Versuchen, nach dem früheren Verfahren (1883, p. 571) durch  $NH_4Cl$  getrennt. Das neu gebildete Product zeigte schlecht ausgebildete Säulen, die meist zu Garben und Stengeln vereinigt sind.

No. 9 a. No. 9 20 Tage mit NaCl-Lösung bei 100° behandelt. Das Silicat No. 9 hat dieselbe Zusammensetzung wie die früher (1885, p. 979 u. 987) aus Herschelit und Phillipsit erhaltenen Kali-Substitutionsproducte, und wie diese wird es auch in denselben Analcim und Leucit umgewandelt.

No. 9 b. In Würfeln ausgebildeter Analcim, dem spärliche Säulen beigemischt waren; derselbe wurde erhalten durch 100stündige Digestion von No. 9 a bei 200—210° mit einer Lösung, die 5 pCt.  $Na_2CO_3$  und 15 pCt. NaCl enthielt. In der Folge soll die Anwendung des eben beschriebenen Verfahrens mit dem Ausdruck „analcimisiert“ bezeichnet werden, wobei die Stundenzahl, während welcher die Analcimisierung dauerte, in Klammern beigefügt wird.

No. 9 c. Leucit, erhalten durch 100stündige Digestion von No. 9 b bei 210° mit KCl-Lösung; durch secundäre Wirkung des heissen Wassers ist etwas Kali vom Silicat abgespalten, überhaupt werden basische, durch HCl rasch zerlegbare Kali-Silicate durch  $H_2O$  mehr angegriffen, als die entsprechenden Na-Verbindungen.

In der Absicht, den Labrador unmittelbar in einen Analcim überzuführen, wurde ersterer 324 Stunden bei 215° mit einer  $Na_2CO_3$ -Lösung von 15 pCt. behandelt, No. 10; der Vorgang verläuft nicht glatt; unter geringem  $SiO_2$ -Austritt hatten sich, neben vorwiegenden Körnern, feine Cancrinitssäulen gebildet. Auf diese Neigung basischer Analcime bei  $Na_2CO_3$ -

<sup>1)</sup> Ein ähnlicher Fall: Kaolin-artige Silicate ( $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2$ ), die reicher an Krystallwasser sind als Kaolin, müssen durch Säuren rascher zerlegbar sein als letzterer; in der That wird Halloysit durch HCl leicht zerlegt; auch das  $H_2O$ -reiche Kaolin-artige Zersetzungsproduct des Phonolits von Aussig (1883, p. 559, No. 3 C) ist durch HCl zersetzbar.

Gegenwart in Cancrinit überzugehen, kommen wir noch später zurück.

No. 10 a. No. 10 bei 210° 78 Stunden mit KCl-Lösung behandelt; der beigemengte Cancrinit ist nicht in einen Leucit, sondern in ein H<sub>2</sub>O-reicheres Kali-Silicat umgewandelt.

	No. 9.	No. 9a.	No. 9b.	No. 9c.	No. 10.	No. 10a.
H <sub>2</sub> O . . .	11,55	16,83	8,51	0,92	9,02 <sup>1)</sup>	2,92
SiO <sub>2</sub> . . .	45,47	46,21	49,99	51,63	49,77	50,24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	22,62	23,35	25,60	26,07	25,00	25,56
K <sub>2</sub> O . . .	20,36	0,67	—	21,38	—	21,28
Na <sub>2</sub> O . .	—	12,94	15,90	—	16,21	—
	100	100	100	100	100	100

Es wurde Labrador zu einem klaren Glas geschmolzen und dann folgender Behandlung unterworfen.

No. 11. 369 Stunden bei 215° mit derselben Lösung wie No. 9 behandelt.

No. 11 a. No. 11 mit NaCl-Lösung 15 Tage bei 100° behandelt.

No. 11 b. No. 11 a analcimisirt (75 Stunden); Würfel.

No. 11 c. No. 11 b bei 210° 78 Stunden mit KCl-Lösung behandelt.

	No. 11.	No. 11a.	No. 11b.	No. 11c.
H <sub>2</sub> O . . .	12,24	17,45	8,29	0,74
SiO <sub>2</sub> . . .	45,15	46,08	51,09	51,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	22,60	23,06	25,17	26,22
K <sub>2</sub> O . . .	20,01	0,58	—	21,20
Na <sub>2</sub> O . .	—	12,83	15,45	—
	100	100	100	100

Geschmolzener und natürlicher Labrador verhalten sich somit gegen K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung bei 200° gleich.

Geschmolzener Labrador 7 Monate mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung von 20 pCt. bei 100° behandelt, geht in das H<sub>2</sub>O reichere Silicat No. 12 über. Natürlicher Labrador wird nach früheren Versuchen (1883, p. 605) unter denselben Umständen sehr langsam umgewandelt.

No. 12 a. No. 12 mit NaCl-Lösung 20 Tage bei 100° behandelt.

Beide Silicate zeigen grosse Aehnlichkeit in der Zusammensetzung mit den früher (1885, p. 978) untersuchten Um-

<sup>1)</sup> Und CO<sub>2</sub>.

wandlungsproducten des Seebachits und Herschelits, und lassen sich auch in einen gleichen Analcim umwandeln, wie letztere.

No. 12 b. No. 12 a analcimisirt (100 Stunden); Würfel, denen spärliche Säulen beigemischt sind.

	No. 12.	No. 12a.	No. 12b.
H <sub>2</sub> O . . .	16,57	20,77	8,50
SiO <sub>2</sub> . . .	43,35	44,47	50,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	21,00	21,99	25,48
K <sub>2</sub> O . . .	19,08	—	—
Na <sub>2</sub> O . . .	—	12,77	15,83
	<hr/> 100	<hr/> 100	<hr/> 100

Mit dem Andesin von Pojo-skaven in Finnland No. 13 wurden folgende Versuche angestellt.

No. 13 a. No. 13 bei 210° 396 Stunden mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung von 8 pCt. behandelt; unter geringer SiO<sub>2</sub>-Abspaltung hat sich der Andesin in den normalen, in eckigen Körnern ausgebildeten Analcim umgewandelt, welcher nach 100stündiger Behandlung mit KCl-Lösung bei 200° in den Leucit No. 13 b übergeht.

Die Umwandlung des Andesins  $\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$  in den normalen Analcim darf wohl als eine Stütze dafür angesehen werden, dass letzteres Mineral eine Feldspath-ähnliche Constitution besitzt und aus gleichen Molekülen eines sauren und basischen Endgliedes zusammengesetzt ist.

	No. 13.	No. 13a.	No. 13b.
H <sub>2</sub> O . . .	0,43	8,52	0,85
SiO <sub>2</sub> . . .	59,65	54,03	54,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	25,32	23,33	23,71
CaO . . .	6,22	—	—
K <sub>2</sub> O . . .	0,93	—	21,04
Na <sub>2</sub> O . . .	7,45	14,12	—
	<hr/> 100	<hr/> 100	<hr/> 100

Andesin wurde mit mit einer Lösung, die 10 pCt. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> enthielt und ausserdem mit KCl gesättigt war, 983 Stunden<sup>1)</sup> bei 210° behandelt; unter geringer SiO<sub>2</sub>-Abspaltung bildete sich das Silicat No. 14.

No. 14 a. No. 14 bei 200° 17 Tage mit NaCl-Lösung behandelt.

<sup>1)</sup> Erst nach dieser Zeit war die Umwandlung von 8 g Andesin völlig beendigt.

No. 14 b. No. 14 a analcimisirt (100 Stunden); runde Körner und sehr schlecht entwickelte Würfel.

No. 14 c. Leucit; No. 14 b 54 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt.

	No. 14.	No. 14a.	No. 14b.	No. 14c.
H <sub>2</sub> O . . .	9,51	13,88	8,13	0,61
SiO <sub>2</sub> . .	49,85	49,92	53,35	54,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	21,51	22,39	24,08	24,22
K <sub>2</sub> O . . .	19,13	4,10	—	21,00
Na <sub>2</sub> O . .	—	9,71	14,44	—
	100	100	100	100

Wird Andesin zu einem Glas geschmolzen und dann bei 210° mit einer Lösung, die 10 pCt. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> enthielt und ausserdem mit KCl gesättigt war, behandelt, so erfolgt die völlige Umwandlung sehr viel rascher, nämlich in 198 Stunden, auch ist das gebildete Kalisilicat No. 15 wasserreicher als das Umwandlungsproduct des natürlichen Andesins No. 14.

No. 15 a. No. 15 bei 100° 18 Tage mit NaCl-Lösung behandelt.

Die beiden Silicate sind wohl übereinstimmend mit den früher (1885, p. 983) mitgetheilten Umwandlungsproducten des geschmolzenen Analcims, des Leonhardits und Laumontits.

No. 15 b. No. 15 a analcimisirt (100 Stunden); runde Körner.

No. 15 c. No. 15 b 60 Stunden bei 200° mit KCl-Lösung.

	No. 15.	No. 15a.	No. 15b.	No. 15c.
H <sub>2</sub> O . . .	12,13	16,84	8,52	0,55
SiO <sub>2</sub> . .	48,76	49,53	54,24	54,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	20,49	20,71	23,21	23,66
K <sub>2</sub> O . . .	18,62	1,48	—	21,23
Na <sub>2</sub> O . .	—	11,44	14,03	—
	100	100	100	100

Wird geschmolzener Andesin mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung von 15 pCt. bei 100° 2¼ Monate behandelt, so geht er in das wasserreichere Silicat No. 16 über.

No. 16 a. No. 16 bei 100° 10 Tage mit NaCl-Lösung behandelt.

Beide Silicate sind wohl übereinstimmend mit den früher (1885, p. 972) aus geschmolzenem Analcim und aus Chabasit dargestellten Verbindungen.

No. 16 b. No. 16 a analcimisirt (100 Stunden); runde Körner.

No. 16 c. No. 16 b 54 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt.

	No. 16.	No. 16a.	No. 16b.	No. 16c.
H <sub>2</sub> O . . .	16,39	20,72	8,36	0,56
SiO <sub>2</sub> . .	46,57	47,42	54,45	54,99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	19,56	19,86	23,02	23,46
K <sub>2</sub> O . . .	17,48	—	—	20,99
Na <sub>2</sub> O . .	—	12,00	14,17	—
	100	100	100	100

Man darf wohl sagen, Analcim und Andesin verhalten sich nach dem Schmelzen gegen Alkalicarbonat-Lösungen gleich.

Oligoklas von Ytterby No. 17 wird sehr langsam verändert; nach 780stündiger Behandlung mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung von 8 pCt. bei 220° war er, unter starker Abspaltung von SiO<sub>2</sub>, in den normalen Analcim No. 17a umgewandelt; runde Körner.

No. 17b. No. 17 a 100 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt.

	No. 17.	No. 17a.	No. 17b.
H <sub>2</sub> O . . .	0,37	8,75	0,79
SiO <sub>2</sub> . . .	63,38	54,06	54,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	22,98	23,07	23,39
CaO . . .	3,62	—	—
K <sub>2</sub> O . . .	0,55	—	21,19
Na <sub>2</sub> O . .	9,10	14,12	—
	100	100	100

Weitere Versuche mit SiO<sub>2</sub>-reichen Plagioklasen mussten aufgegeben werden, weil es bis jetzt nicht gelang, geeignete Methoden der Umwandlung ausfindig zu machen, bei denen eine starke SiO<sub>2</sub>-Abspaltung vermieden wird.

Anorthit mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung bei 200° behandelt geht, wie früher (1885, p. 967) mitgeteilt, in das Silicat K<sub>2</sub>O Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2SiO<sub>2</sub> über. Anorthit 16 Monate mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung von 20 pCt. bei 100° behandelt, gibt das wasserreiche Silicat No. 18; dasselbe besteht aus kleinen Säulen, gemengt mit etwas unzersetztem Anorthit.

No. 18a. No. 18 mit NaCl-Lösung 10 Tage bei 100° behandelt.

(Siehe die Analysen auf pag. 570.)

Leider reichte das etwas schwer zu beschaffende Material zu weiteren Versuchen nicht aus, namentlich nicht zur Entscheidung der Frage, ob das gebildete Kalisilicat ein Gemenge

	No. 18.	No. 18a.
H <sub>2</sub> O . . .	11,98	19,70
SiO <sub>2</sub> . . .	33,53	34,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	27,74	28,08
CaO . . .	1,50	1,30
K <sub>2</sub> O . . .	24,19	—
Na <sub>2</sub> O . . .	—	16,01
	<hr/> 98,94	<hr/> 99,11

ist; es wäre möglich, dass bei der Einwirkung von K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung auf Anorthit sich zunächst ein wasserreicheres Silicat bildet, was allmählich in ein wasserärmeres übergeht.

Bei künftigen Versuchen wird es zweckmässig sein, schon nach kurzer Einwirkungsdauer der K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung die Analyse des gebildeten Silicats auszuführen.

Aus der sehr geringen Zahl von Versuchen lässt sich Folgendes schliessen. Durch Einwirkung von Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung bei 200° gehen die Feldspäthe in Analcime über und zwar um so langsamer, je SiO<sub>2</sub>reicher sie sind; Anorthit wandelt sich nach einem früheren Versuch (1883, p. 605) in ein Cancrinitartiges Silicat um. Geschmolzene Feldspäthe mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung bei 100° behandelt, geben Verbindungen, die den aus den Mineralen der Chabasit-Reihe dargestellten ähnlich sind. Geschmolzene Feldspäthe mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung bei 200° behandelt, wandeln sich in ähnliche Verbindungen um, wie sie aus Phillipsit, Leonhardt und geschmolzenem Analcim erhalten wurden. Vielleicht stehen die Feldspäthe zu den entsprechenden verschiedenen Zeolithen (Desmin-Chabasit-Analcim-Reihe) in einem ähnlichen Verhältniss, wie die verschiedenen Metaphosphor-Säuren zu einander; auch die auffallende Thatsache, dass die chemische Natur der Basis von Einfluss ist, tritt uns bei der Darstellung sowohl der Metaphosphor-Säuren als auch der Zeolithe entgegen. Beispielsweise lässt sich die Analcim-Reihe nur aus den Na-Verbindungen der anderen Zeolith-Reihen herstellen, während sich die Kali-Verbindungen nicht in den dem Analcim entsprechenden Leucit überführen lassen.

IV. Mit Skapolith von Ersby No. 19<sup>1)</sup> wurden folgende Versuche angestellt.

No. 19 a. 195 Stunden mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (18 pCt.) bei 215 — 220° behandelt; unregelmässige Körner und kleine, schlecht entwickelte Säulen.

<sup>1)</sup> Derselbe enthält eine geringe Menge CO<sub>2</sub> mit dem Silicat verbunden, deren Bestimmung unterbleiben musste, weil leider das Material ausgegangen war.

No. 19b. No. 19a 10 Tage mit NaCl-Lösung bei 100° behandelt.

No. 19c. No. 19b 390 Stunden mit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung (10 pCt.) bei 215—225° behandelt; das feinpulverige Silicat ist wahrscheinlich ein basischer Analcim, welcher durch 100-stündige Behandlung mit KCl-Lösung bei 200° in den entsprechenden Leucit No. 19d übergeht. Dabei wird jedoch etwas KHO vom Silicat abgespalten.

	No. 19.	No. 19a.	No. 19b.	No. 19c.	No. 19d.
H <sub>2</sub> O . . .	0,66	12,02	16,96	8,33	1,17
SiO <sub>2</sub> . . .	49,30	43,66	44,58	48,66	49,45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	26,99	23,67	24,22	27,34	27,73
CaO . . .	15,59	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . .	0,69	20,65	1,74	—	21,65
Na <sub>2</sub> O . . .	3,48	—	12,50	15,67	—
NaCl . . .	1,35	—	—	—	—
	98,06	100	100	100	100

No. 19e. No. 19 bei 210—220° 956 Stunden mit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung (10 pCt.) behandelt; der meist als Sulfat abgeschiedene Kalk wurde nach dem bekannten Verfahren durch NH<sub>4</sub>Cl getrennt. Das in unregelmässigen Körnern ausgebildete Silicat ist wahrscheinlich mit No. 19c übereinstimmend und geht durch 100-stündige Behandlung mit KCl-Lösung in den Leucit No. 19f über, wobei gleichfalls etwas KHO vom Silicat abgespalten wird.

No. 19g. No. 19 bei 210—220° 460 Stunden mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (16 pCt.) behandelt, wobei bedeutende Mengen SiO<sub>2</sub> abgespalten werden. Nach 360-stündiger Einwirkung der Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung war die Umsetzung beendet, der abgeschiedene CaCO<sub>3</sub> wurde durch NH<sub>4</sub>Cl gelöst, der Rückstand mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung auf dem Dampfbade behandelt, um die gebildeten Ammoniak-Silicate wieder in Natron-Verbindungen überzuführen, und dann 100 Stunden bei 220° mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung erhitzt. Diese wiederholte Behandlung bei 200—220° ist immer erforderlich, wenn das neugebildete Silicat ein Cancrinit ist; bei der Behandlung mit NH<sub>4</sub>Cl-Lösung wird nämlich vom Cancrinit etwas Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> abgespalten, welches sich nur bei höherer Temperatur mit dem Silicat wieder vereinigen lässt. Der gebildete Cancrinit besteht aus sehr feinen Säulen, die meist zu Stengeln zusammengefügt sind; er gelatinirt mit HCl; auch die geringe Menge CaO rührt nicht von beigemengtem unverändertem Skapolith her, da letzterer von HCl sehr langsam zerlegt wird, sondern es muss sich ein Kalknatron-Cancrinit gebildet haben, der durch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung sehr wenig

verändert wird <sup>1)</sup>. Der SiO<sub>2</sub>-reiche Cancrinit enthält auf 2 Mol. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 Mol. CO<sub>2</sub>.

Der Analcim No. 19c 165 Stunden bei 210—215° mit einer Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (18 pCt.) erhitzt, war unter beträchtlicher SiO<sub>2</sub>-Abspaltung in den Cancrinit No. 19h übergeführt; derselbe war in feinen Säulen krystallisiert, enthielt jedoch noch unverändertes Silicat No. 19c beigemischt.

	No. 19e.	No. 19f.	No. 19g.	No. 19h.
H <sub>2</sub> O . . .	8,72	1,95	6,61	6,36
SiO <sub>2</sub> . . .	48,55	49,12	40,32	43,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	26,54	27,06	25,09	26,84
CaO . . .	—	—	1,06	—
K <sub>2</sub> O . . .	—	20,16	—	—
Na <sub>2</sub> O . .	16,29	0,78	14,55	16,31
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .	—	—	13,17	7,48
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,10	99,07	100,80	100,02

Mit Skapolith von St. Lawrence, No. 20, wurden folgende Versuche gemacht.

No. 20a. 297 Stunden mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (8 pCt.) bei 215° behandelt. Unter geringer SiO<sub>2</sub>-Abspaltung hat sich der in unregelmässigen Körnern auftretende normale Analcim gebildet, welcher durch 100 stündige Behandlung mit KCl-Lösung bei 210° in den Leucit No. 20b übergeht. Auch die Umwandlung dieses Skapoliths, dessen Zusammensetzung ange- nähert durch folgende Formel ausgedrückt wird

$\text{CaO} + 3(\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + 2\text{NaCl} + 3(\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2)$   
in einen Analcim, darf als eine weitere Stütze dafür angesehen werden, dass letzteres Mineral eine Feldspath-artige Constitution besitzt.

	No. 20.	No. 20a.	No. 20b.
H <sub>2</sub> O . . .	0,28	8,53	0,66
SiO <sub>2</sub> . . .	55,04	53,67	53,78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	23,62	23,61	24,18
CaO . . .	9,38	—	—
K <sub>2</sub> O . . .	0,73	—	21,38
Na <sub>2</sub> O . .	6,29	14,19	—
NaCl . . .	3,69	—	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,03	100	100

No. 20c. No. 20 bei 220° 300 Stunden mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (10 pCt.) behandelt; unregelmässige Körner, die chemische Zu-

<sup>1)</sup> Natürlicher Kalknatron-Cancrinit von Brevig wird durch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung bei 200° äusserst langsam angegriffen.

sammensetzung zeigt Uebereinstimmung mit dem aus Andesin erhaltenen Product No. 14. Wurde No. 20c noch weitere 396 Stunden mit  $K_2CO_3$ -Lösung bei  $200^\circ$  erhitzt, so war der Wassergehalt auf 9,66 pCt. gestiegen, bei noch längerem Erhitzen wird vielleicht das erwartete Maximum von etwa 12 pCt. eintreten, welches die Kali-Substitutionsproducte des Laumontits und des geschmolzenen Analcims und Andesins zeigen.

No. 20d. No. 20c 11 Tage mit NaCl.-Lösung bei  $100^\circ$  behandelt.

No. 20e. No. 20d analcimisirt (100 Stunden); feine Körner.

No. 20f. No. 20e 78 Stunden mit KCl-Lösung bei  $200^\circ$  behandelt.

Da Skapolith ohne Verlust von NaCl nicht geschmolzen werden kann, so wurde Skapolithpulver 10 Stunden bei Hellrothgluht erhitzt, wobei das Pulver kaum zusammenbackte, aber eine kleine NaCl-Verflüchtigung stattfand. Das gegluhte Pulver wurde 290 Stunden mit  $K_2CO_3$ -Lösung (10 pCt.) bei  $220-230^\circ$  behandelt, wobei sich eine wasserreichere Verbindung No. 20g bildete.

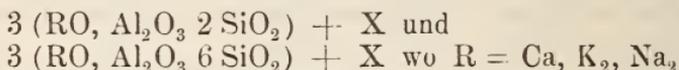
	No. 20c.	No. 20d.	No. 20e.	No. 20f.	No. 20g.
$H_2O$ . . .	8,73	15,50	8,49	0,47	10,77
$SiO_2$ . . .	49,98	49,72	53,06	53,79	48,80
$Al_2O_3$ . .	21,89	21,97	24,10	24,31	21,26
$K_2O$ . . .	19,40	0,80	—	21,43	19,17
$Na_2O$ . . .	—	12,01	14,35	—	—
	100	100	100	100	100

Leider konnten andere Glieder der Skapolith-Reihe nicht beschafft werden, doch darf man wohl schon aus diesen wenigen Versuchen schliessen, dass Skapolithe und Feldspäthe wesentlich die gleichen Zeolithe liefern, wenn sie mit denselben Lösungen behandelt werden, und weiter: dass Skapolithe und Feldspäthe in ihrer chemischen Structur einander sehr nahe stehen.

TSCHERMAK hat die sehr wahrscheinliche Hypothese aufgestellt, dass die Skapolithe, ähnlich den Plagioklasen, durch Verbindung zweier Endglieder mit einander: des Mejonits und Marialiths zu Stande kommen. Vielleicht haben diese Endglieder eine ähnliche Constitution wie die Minerale der Sodalith-Gruppe (Sodalith, Hauyn, Cancrinit etc.); Mejonit wäre eine Verbindung von Anorthit-Molekülen mit CaO, der Marialith eine Verbindung von Albit-Molekülen mit NaCl, also ein  $SiO_2$ -reicher Sodalith. In früheren Arbeiten wurden die Annahmen gemacht, 1. dass dieselben Kräfte, die die Moleküle unter einander zu innigeren Molekülcomplexen binden, auch im Stande

sind, Krystallwasser zu binden, wobei dann die Bindung der neuen Krystallwasser-haltigen Complexe unter einander eine weniger innige wird, und 2. dass  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  etc. in den Mineralien der Sodalith-Gruppe die Rolle von Krystallwasser spielen. Nach dieser Vorstellung müssen die Moleküle im Albit inniger mit einander verbunden sein als im Marialith, letzterer muss, unter sonst gleichen Umständen, von Säuren rascher zerlegt werden als Albit; ebenso müssen gemischte Skapolithe von Säuren rascher zerlegt werden als gemischte Plagioklase, wenn in beiden Mineralen das Verhältniss von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  zu  $\text{SiO}_2$  dasselbe ist. Versuche in dieser Richtung mussten unterbleiben, weil die Beschaffung des Materials nicht gelang, als aber Andesin von Pojo-skaven und Skapolith von St. Lawrence beide 10 Stunden lang mit gleich starkem  $\text{HCl}$  auf dem Dampfbade behandelt wurden, waren im ersten Falle 5 pCt., im zweiten 38 pCt. zerlegt worden. Es ist ferner zu erwarten, dass Skapolithe in der Natur rascher kaolinisirt werden, als die entsprechenden Plagioklase, worüber Beobachtungen fehlen.  $\text{NaCl}$  im Marialith und 1 Molekül  $\text{CaO}$  im Mejonit spielen nach obiger Hypothese dieselbe chemische Rolle, sie sind Vertreter von Krystallwasser. Vielleicht darf als Fingerzeig angeführt werden, dass bei der Einwirkung von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung auf gemischte Skapolithe 2  $\text{NaCl}$  und  $\text{CaO}$  gleichzeitig austreten und bei sauren Skapolithen durch Wasser, bei basischen durch Wasser und  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ersetzt werden.

Dasselbe Molekül-Verhältniss von Silicat zu  $\text{CaO}$  (2  $\text{NaCl}$ ) = 3 : 1 findet sich bei vielen natürlichen und künstlichen Gliedern der Sodalith-Gruppe (1885, p. 969) wieder, und in gleicher Weise wie die Skapolithe spalten auch die Minerale der Sodalith-Gruppe bei der Einwirkung von Alkalicarbonat-Lösung  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$  etc. ab. Vielleicht lässt sich die Zusammensetzung der Endglieder der Skapolith-Reihe durch folgende allgemeinere Formel ausdrücken:



und  $\text{X}$  sein kann: ein Oxyd, Sulfid, Chlorid, Sulfat, Carbonat, Silicat ( $\text{RSiO}_3$ ) von  $\text{Ca}$ ,  $\text{K}_2$ ,  $\text{Na}_2$ , und Wasser; hierbei können alle diese Verbindungen einander gleichwerthig ersetzen, ohne den chemischen Typus des gebildeten Skapoliths zu ändern<sup>1)</sup>. Als Fingerzeige für die Möglichkeit derartiger Silicate

<sup>1)</sup> In der früheren Arbeit (1885, p. 971) war angedeutet, dass möglicher Weise die Apatite den Gliedern der Sodalith-Gruppe analog constituirt sind: es würde sich lohnen, Versuche anzustellen über die Umwandlung des Apatits  $\text{CaCl}_2 + 3(\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8)$  in Verbindungen, die statt  $\text{CaCl}_2$ :  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$  enthalten. Aus der Existenz solcher

kann das Vorkommen geringer Mengen Schwefel- und Kohlensäure <sup>1)</sup> in manchen Skapolithen angeführt werden, und dass sich  $\text{NaHO}$ ,  $\text{NaHS}$  und  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  leicht mit  $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  vereinigen, ist in früheren Arbeiten dargethan. Auf die Möglichkeit der Vertretung von  $\text{CaO}$  und  $\text{NaCl}$  durch  $\text{RSiO}_3$  wäre in den Fällen zu achten, wo die Skapolith-Analysen sich der TSCHERMAK'schen Formel nicht fügen; durch Experimental-Untersuchungen wäre ein etwaiges verschiedenes chemisches Verhalten dieses additiven Silicats und des Feldspath-artigen Moleküls zu ermitteln. Im Uebrigen ist es fraglich, wie ja auch TSCHERMAK andeutet, ob die Zusammensetzung aller Skapolithe sich durch obige Formel ausdrücken lässt; nach der Analogie mit den Sodalithen, Hauynen, Cancriniten wird wohl auch bei den Skapolithen das Verhältniss von dem Feldspath-artigen Silicat zu dem additiven Glied ( $\text{CaO}$ ,  $\text{NaCl}$  etc.) innerhalb gewisser Grenzen schwanken.

Die Skapolithe enthalten nur  $\text{Na}$  und  $\text{Ca}$ , nicht aber  $\text{K}$  und  $\text{Ca}$  oder  $\text{K}$  und  $\text{Na}$ ; schon in früheren Arbeiten (1883, p. 618) ist auf die sehr viel grössere Anzahl von Kalknatron-Silicaten als von Kalkkali-Silicaten hingewiesen und dienen als Belege: die Plagioklase, Skapolithe, die meisten Zeolithe <sup>2)</sup>, Hauyn, Ittnerit, Cancrinit, manche Sodalithe (nur der sehr seltene Mikrosommit zeigt Kalk und Kali zusammen) und Jadeite, Glaukophan, Aegirin; ferner die  $\text{SiO}_2$ - und  $\text{ZrO}_2$ -führenden Minerale: Katapleit, Eudialyt, Wöhlerit. Das ist sicher kein Zufall, sondern spricht für eine Wahlverwandtschaft der Kalk- und Natron-Silicate; die den Kalknatron-Silicaten entsprechenden Kalkkali-Verbindungen werden sich wohl nur künstlich unter ganz besonderen Umständen herstellen lassen.

Gewöhnlich wird die Existenz von Kalknatron-Feldspäthen und das Fehlen der Kalkkali-Verbindungen aus dem Isomorphismus von Albit und Anorthit hergeleitet, und auch die Molekularformel des letzteren verdoppelt, um dieselbe Atomanzahl wie in dem Albit-Molekül zu erhalten. Zu diesem Verfahren liegt kein Grund vor, und wird durch dasselbe auch

---

Apatite dürfte man auch folgern, dass das Molekül des gewöhnlichen Chlor-Apatits durch obige Formel ausgedrückt wird, und nicht durch eine solche, die bloß die halbe Atomanzahl enthält.

<sup>1)</sup> Versuche über die Umwandlung von Mejonit in einen Cancrinit  $3(\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + \text{CaCO}_3$  wären wünschenswerth.

<sup>2)</sup> Besonders schlagend ist der 1883, p. 617 mitgetheilte Versuch, einen Kali-Pektolith herzustellen unter Umständen, unter welchen die Bildung des Natron-Pektoliths leicht gelingt. Synthesen von Kalkkali-Plagioklasen wären sehr wünschenswerth und namentlich Untersuchungen über das Verhalten derselben bei hohen Temperaturen; wahrscheinlich treten Spaltungen in andere Silicate ein.

nichts erklärt. Die Lehre, wie sie MITSCHERLICH aufstellte, verlangt für isomorphe Verbindungen gleichartige chemische Constitution, gleiche Atomzahl ist nicht nothwendig, wie der Isomorphismus von K und  $\text{NH}_4$  darthut. Dass Albit und Anorthit gleichartig constituirt sind, wird man nicht behaupten dürfen, die häufig angeführte Ueberwachsung von  $\text{CaCO}_3$  durch  $\text{NaNO}_3$ , als Stütze für den Isomorphismus verschieden constituirter Verbindungen bei gleicher Atomzahl im Molekül, wäre nur dann zu berücksichtigen, wenn die Plagioklase aus mechanisch trennbaren Albit- und Anorthit-Lagen beständen, oder wenn  $\text{CaCO}_3$  sich mit  $\text{NaNO}_3$  wirklich legirte. Wenn angeführt wird, dass die grossen Löslichkeits-Unterschiede von  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{NaNO}_3$  das Zusammenkrystallisiren verhindern, so ist wohl die Frage erlaubt, warum denn  $\text{AgCl}$  und  $\text{NaCl}$  oder  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  allerdings nicht in wechselnden Verhältnissen, aber doch immerhin zu wenig beständigen, durch Wasser zerlegbaren Verbindungen zusammentreten? Nach Allem muss man annehmen, dass dem Silicat-Molekül die Eigenthümlichkeit zukommt, sich mit anderen verschieden constituirten Silicat-Molekülen in wechselnden Verhältnissen zu vereinigen. Vielleicht findet sich diese Eigenthümlichkeit bei Molekülen, die Atome sehr hochwerthiger Elemente enthalten, also z. B. Si, Ti, Nb, Wo<sup>1)</sup>, Mo und wahrscheinlich C. Die Vergeblichkeit der Versuche, chemische Formeln für die Gruppe der Albuminate aufzustellen, hat vielleicht darin ihren Grund, dass bestimmte verschieden constituirte Moleküle sich in wechselnden Verhältnissen zu dem vereinigen, was man mit dem Sammelbegriff Albuminate bezeichnet. Selbstverständlich ist zuzugeben, dass das Ueberwachsen von  $\text{CaCO}_3$  durch  $\text{NaNO}_3$ , das Zusammenkrystallisiren von Anorthit und Albit, von Schwefel- und Selen-Verbindungen u. dergl. in Zukunft einheitlich, als besondere Fälle einer allgemeinen Erscheinung erklärt werden können, heute ist jedoch die Bezeichnung aller dieser Fälle als Isomorphismus verfrüht; erklärt wird dadurch nichts, wohl kann man aber dadurch abgehalten werden, den Unterschieden nachzuspüren.

Die Frage, ob in gemischten Plagioklasen (Skapolithen) die Mischung der Endglieder im Krystall-Molekül erfolgt, dieses also dieselbe Zusammensetzung hat, wie der ganze Krystall, oder ob die Krystall-Moleküle von den einzelnen Endgliedern gebildet werden, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden. Erstere Annahme erscheint als die wahrscheinlichere, weil 1. das chemische Verhalten des einen Endgliedes durch die Gegenwart

<sup>1)</sup> Besonders interessant ist das Zusammenkrystallisiren der verschieden constituirten Bor- und Kiesel-Wolframsäuren.

des anderen beeinflusst wird und 2. die Mischung sich gegen chemische Agentien wie ein einheitliches Ganzes verhält. Anorthit (Mejonit) wird durch Säure sehr rasch, Albit (Marialith) sehr langsam zerlegt; mit je mehr Albit sich der Anorthit legirt, desto langsamer wird er zerlegt, umgekehrt nimmt die Zerlegungs-Geschwindigkeit des Albits zu mit der Menge des legirten Anorthits; dasselbe gilt auch von der Einwirkungs-Geschwindigkeit von Salzlösungen. Wenn die einzelnen Krystall-Moleküle von den einzelnen Endgliedern gebildet werden, so liegt es nahe zu erwarten, dass bei der Behandlung von Misch-Plagioklasen mit Säure, die Anorthit-Substanz sehr viel rascher gelöst wird als die Albit-Substanz; statt dessen wird der Plagioklas als Ganzes zerlegt. Dieses konnte in einer früheren Arbeit (1876, p. 523) für den Labrador von Helsingfors dargethan werden<sup>1)</sup>, und aus folgender Analyse ist ersichtlich, dass sich der Skapolith von St. Lawrence No. 20 ebenso verhält. Nach 10stündiger Behandlung mit HCl waren 38 pCt. zerlegt, No. 21 gibt die Zusammensetzung des zerlegten Antheils; das Cl im gelösten Skapolith wurde nicht bestimmt.

## No. 21.

SiO <sub>2</sub> . . . .	55,96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	24,53
CaO . . . .	9,81
K <sub>2</sub> O . . . .	0,83
Na <sub>2</sub> O . . .	8,87

---

 100

Allerdings zeigen die Partial-Analysen geringe Abweichungen von der Bausch-Analyse, doch ist zu berücksichtigen, dass die vorliegende Frage nur durch Analyse ausgesucht reinen Materials zu entscheiden ist, was mir nicht zur Verfügung stand; bei den Plagioklasen ist ferner zu beachten, ob auch alle Zwillingslamellen dieselbe chemische Zusammensetzung haben. Dann bleibt noch Folgendes zu berücksichtigen. Nach der älteren Ansicht, die ruhende Moleküle und Atome annahm, mussten alle chemischen Vorgänge glatt verlaufen. nach der heutigen braucht das im Allgemeinen nicht der Fall zu sein; auch wenn ein Plagioklas vollkommen homogen ist, und wir nehmen an, dass die Mischung der Endglieder im Molekül erfolgt, so wäre es doch möglich, dass in einzelnen Tagmen die Anorthit-Moleküle rascher zerlegt werden als die Albit-Moleküle.

<sup>1)</sup> Später hat JANNASCH dasselbe für den Labrador von der Paulsinsel bestätigt gefunden. N. Jahrb. f. Min. etc. 1884, II.

Wenn  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung auf einen Misch-Plagioklas einwirkt, und man nimmt an, dass die einzelnen Krystall-Moleküle von den einzelnen Endgliedern gebildet werden, so sollte man erwarten, dass die Anorthit-Moleküle in einen Natron-Cancrinit ( $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 + n \text{Na}_2\text{CO}_3$ ), die Albit-Moleküle entweder in ein Hydrat ( $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2 + m \text{H}_2\text{O}$ ) verwandelt werden oder unverändert bleiben. Ein Misch-Plagioklas wird aber durchaus als Ganzes ungewandelt; wird der Kalk in der Anorthit-Substanz des Andesins durch Natron ersetzt, so geht das Ganze in Analcim über: ( $\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ ) +  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + (\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O})$ . Ebenso hat ein Ersatz des Kalks durch Natron in der Mejonit-Substanz des Skapoliths zur Folge, dass das  $\text{NaCl}$  des Marialiths abgespalten wird und das Ganze zu einem Analcim wird.

Ferner wird vom Albit durch Alkalicarbonat-Lösung bei erhöhter Temperatur sehr viel  $\text{SiO}_2$  abgespalten, mit je mehr Anorthit-Substanz der Albit sich legirt hat, desto weniger  $\text{SiO}_2$  geht in Lösung, es ist, als wenn die  $\text{SiO}_2$  des Albit-Moleküls auch durch die Basen des Anorthit-Moleküls angezogen wird. Alles zusammengefasst, erscheint die Annahme, dass die Moleküle der Endglieder zu besonderen zusammengesetzten Molekülen, Tagmen, verbunden sind, wahrscheinlicher als die andere Voraussetzung. Macht man noch die Annahme, dass jedem Element ein bestimmtes Maximum der Valenz<sup>1)</sup> zukommt, d. h. von Angriffspunkten chemischer Anziehung, und dass diese für ein und dasselbe Element nicht alle gleichwirkend sind, so folgt auch, dass die Anzahl von verschiedenartigen Molekülen, die sich zu einem neuen, zusammengesetzten Molekül vereinigen können, eine begrenzte sein muss; es muss ein bestimmtes Maximum von Anorthit-Molekülen geben, was von einem Albit-Molekül gebunden werden kann, und umgekehrt, ferner muss auch die Anzahl der verschiedenen Misch-Plagioklase eine begrenzte sein, da die Summe der in einem Misch-Molekül enthaltenen Anorthit- und Albit-Moleküle eine bestimmte Grenze nicht überschreiten darf. Da das absolute Maximum der Valenz eines Elements zur Zeit unbekannt ist, so empfiehlt es sich zunächst festzustellen, ob bei dem Zusammenschmelzen von Albit mit überschüssigem Anorthit und Krystallisirenlassen des Gemenges, bei einem gewissen Verhältniss von Albit zu Anorthit die Schmelze nicht mehr gleich-

<sup>1)</sup> Von der durchaus künstlichen Unterscheidung der Atombindung in zusammenhängender Kette und sogenannter Anlagerung angeblich gesättigter Moleküle aneinander wird hier abgesehen; wenn 2 Moleküle sich durch „Anlagerung“ verbinden, so müssen noch freie Valenzen da sein.

artig als gemischter Plagioklas, sondern als Gemenge von Anorthit und gemischtem Plagioklas krystallisirt; ebenso Versuche, bei welchen Anorthit mit überschüssigem Albit verschmolzen wird. Man erfährt so die für bestimmte Temperaturen geltenden Maxima von Molekülen des einen Endgliedes, die sich mit einem Molekül des anderen Endgliedes verbinden können. Es sind Versuche anzustellen, ob gewisse Misch-Plagioklase sich unter sehr abweichenden Bedingungen aus Schmelzfluss bilden, also durch eine gewisse Beständigkeit vor anderen ausgezeichnet sind; ferner unter welchen Umständen ein geschmolzenes Gemenge von Orthoklas und Albit wieder zu denselben Mineralien erstarrt und wann zu einem Kalinatron-Sanidin; es scheint, dass Albit sich nur aus kalkarmen Gesteinsmagmen abscheidet, in kalkreichem Magma bilden sich Misch-Plagioklase.

V. Eisenarmer Prehnit von Dumbarton No. 22 wurde 390 Stunden bei  $210^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  mit  $K_2CO_3$ -Lösung (14 pCt.) erhitzt und gab, unter beträchtlicher  $SiO_2$ -Abspaltung, das in schlecht entwickelten Säulen krystallisirte Kalisilicat No. 22a; nur die Hälfte des Kalks im Prehnit ist durch Kali ersetzt worden, es hat sich ein Zeolith-artiges Silicat gebildet.

No. 22 b. Prehnit 394 Stunden bei  $210^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  mit  $Na_2CO_3$ -Lösung (16 pCt.) behandelt, wobei viel  $SiO_2$  in Lösung ging. Nach 290 stündiger Einwirkung von  $Na_2CO_3$ -Lösung war die Umsetzung beendet, und es wurde dann wie bei dem Versuch No. 19 g verfahren, mit der geringen Abweichung, dass das gebildete Ammoniak-Silicat durch Digestion mit  $K_2CO_3$ -Lösung auf dem Dampfbade in Kali-Silicat umgewandelt wurde, dann das Kali-Silicat durch  $Na_2CO_3$ -Lösung bei  $100^{\circ}$  in Natron-Silicat übergeführt, und schliesslich letzteres mit  $Na_2CO_3$ -Lösung im Digestor erhitzt wurde. Manche Ammoniak-Silicate werden nämlich durch  $Na_2CO_3$ -Lösung sehr langsam zerlegt, durch  $K_2CO_3$ -Lösung dagegen immer rasch, sodass das obige anscheinend umständlichere Verfahren schneller zum Ziele führt. Es hat sich ein meist in feinen Nadeln krystallisirter Cancrinit gebildet von derselben Zusammensetzung, wie der aus dem Skapolith No. 19 g dargestellte; die kleine Menge  $CaO$  gehört nicht unverändertem Prehnit, sondern einem Kalknatron-Cancrinit an.

(Siehe die Analysen auf pag. 580.)

VI. Mit Skolecit von Island No. 23 wurden folgende Versuche angestellt.

No. 23 a. 197 Stunden bei  $210$  —  $215^{\circ}$  mit  $K_2CO_3$ -Lösung (18 pCt.) behandelt.

No. 23 b. No. 23 a mit  $NaCl$ -Lösung einen Monat bei  $100^{\circ}$  behandelt; es hat sich ein Natrolith gebildet.

	No. 22.	No. 22a.	No. 22b.
H <sub>2</sub> O . . .	4,70	7,44	6,55
SiO <sub>2</sub> . . .	43,45	42,08	39,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	24,96 <sup>1)</sup>	26,86	25,90
CaO . . .	26,89	—	1,99
K <sub>2</sub> O . . .	—	23,62	—
Na <sub>2</sub> O . .	—	—	13,96
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .	—	—	13,13
	100	100	100,87

No. 23c. No. 23b mit CaCl<sub>2</sub>-Lösung (20 pCt.) 170 Stunden bei 220° behandelt; der Natrolith ist zum grössten Theil in einen Skolecit zurückgebildet.

No. 23d. No. 23b 174 Stunden mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (16 pCt.) bei 210°—220° behandelt; es ging wenig SiO<sub>2</sub> in Lösung und hat sich etwas Cancrinit gebildet.

	No. 23.	No. 23a.	No. 23b.	No. 23c.	No. 23d.
H <sub>2</sub> O . . .	14,00	10,58	10,37	13,41	9,49
SiO <sub>2</sub> . . .	45,94	43,28	46,75	45,76	45,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	25,73	24,33	26,77	26,27	27,03
CaO . . .	14,10	—	—	10,38	—
K <sub>2</sub> O . . .	—	21,81	—	—	—
Na <sub>2</sub> O . .	0,23	—	16,11	4,18	16,43
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .	—	—	—	—	1,35
	100	100	100	100	100

Wurde der Skolecit zuerst zu einem Glas geschmolzen und dann mit Salzlösungen behandelt, so verliefen die Umwandlungen anders.

No. 24. Geschmolzener Scolecit 396 Stunden mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (18 pCt.) bei 210°—215° behandelt. Unter geringer SiO<sub>2</sub>-Abspaltung hat sich ein meist in unregelmässigen Körnern, seltener in kleinen Säulen ausgebildetes Kali-Silicat gebildet, welches vielleicht mit dem aus dem Skapolith von Ersby erhaltenen No. 19a übereinstimmend ist.

No. 24a. No. 24 bei 100° 20 Tage mit NaCl-Lösung behandelt.

No. 24b. No. 24a 174 Stunden bei 210°—220° mit Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (16 pCt.) behandelt; unter geringer SiO<sub>2</sub>-Abspaltung hat sich ein Cancrinit gebildet; runde Körner und feine Säulen.

No. 24c. No. 24a 390 Stunden bei 215°—225° mit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung (10 pCt.) erhitzt, war in einen in Würfeln

<sup>1)</sup> Darin 1,16 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

krystallisirten Analcim umgewandelt. Der Vorgang verlief nicht ganz glatt, insofern etwas NaHO abgespalten wurde und Spuren von  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  vom Silicat aufgenommen wurden.

No. 24d. No. 24c 190 Stunden bei  $200^\circ$  mit KCl-Lösung behandelt. Die Umwandlung des basischen Analcims in einen Leucit ist, wie schon früher (No. 19 d u. f) beobachtet, mit einer geringen KHO-Abspaltung vom Silicat verbunden.

No. 24e. No. 24a 390 Stunden bei  $215^\circ$ — $225^\circ$  mit NaCl-Lösung (10 pCt.) behandelt; in Würfeln krystallisirter Analcim.

No. 24f. No. 24e 100 Stunden bei  $200^\circ$  mit KCl-Lösung behandelt; geringe KHO-Abspaltung, ein beträchtlicher Theil des Natrons durch Kali nicht ersetzt.

Wesentlich anders verläuft der Vorgang, wenn statt KCl-Lösung eine Lösung, die 10 pCt.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  enthält und ausserdem mit KCl gesättigt war, auf den Analcim No. 24c einwirkt; nach 120 stündiger Einwirkung bei  $210^\circ$  hat sich das meist in kleinen Säulen krystallisirte Silicat No. 24g gebildet, welches wohl mit No. 24 übereinstimmend sein dürfte. Doch ist der Vorgang nicht glatt verlaufen, denn auffallender Weise hat sich etwas KCl zum Silicat addirt.

	No. 24.	No. 24a.	No. 24b.	No. 24c.	No. 24d.
$\text{H}_2\text{O}$ . . .	12,23	17,28	6,10	8,64	1,05
$\text{SiO}_2$ . . .	43,01	43,74	43,31	49,37	49,99
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	23,73	24,02	25,67	27,03	27,56
$\text{K}_2\text{O}$ . . .	21,03	2,29	8,65 <sup>1)</sup>	—	20,23
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	—	12,67	15,60	14,96	0,66
	100	100	99,33	100	99,49
		No. 24e.	No. 24f.	No. 24g.	
$\text{H}_2\text{O}$ . . . .		8,83	2,32	10,47	
$\text{SiO}_2$ . . .		48,10	49,05	42,48	
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . .		27,11	27,39	23,79	
$\text{K}_2\text{O}$ . . . .		—	18,16	21,48	
$\text{Na}_2\text{O}$ . . .		15,96	3,08	—	
KCl . . . .		—	—	1,78	
		100	100	100	

VII. Natrolith von Leipa No. 25 wurde zu Glas geschmolzen und dann 290 Stunden bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  mit  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -Lösung (15 pCt.) behandelt; es bildete sich das Silicat No. 25a. Der Vorgang verläuft nicht gleichmässig, bei Wiederholung des

<sup>1)</sup>  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Versuchs, der jedoch 100 Stunden dauerte, enthielt das Silicat 12 pCt.  $H_2O$  und noch 1 pCt.  $Na_2O$ .

In der Absicht No. 25a zu analcimisiren, wurde dieses Silicat mit einer Lösung von 15 pCt.  $NaCl$  und 5 pCt.  $Na_2CO_3$  148 Stunden bei  $200^\circ - 215^\circ$  erhitzt; der Vorgang verläuft nicht glatt, neben einem in Würfeln krystallisirten Analcim bildet sich ein  $NaCl$ -haltiges Silicat, und es gibt No. 25b die Zusammensetzung des Gemenges an. Der Erfolg war derselbe, wenn statt obiger Lösung nur  $NaCl$ -Lösung einwirkte.

No. 25c. No. 25b mit  $K_2CO_3$ -Lösung (20 pCt.) 126 Stunden bei  $210^\circ - 215^\circ$  behandelt; es hat sich das Silicat No. 25a zurückgebildet.

	No. 25.	No. 25a.	No. 25b.	No. 25c.
$H_2O$ . . . .	9,69	10,34	6,12	10,87
$SiO_2$ . . . .	46,95	42,56	45,96	41,83
$Al_2O_3$ . . .	27,07	24,88	27,02	25,12
$K_2O$ . . . .	—	22,22	—	22,18
$Na_2O$ . . .	16,29	—	16,77	—
$NaCl$ . . .	—	—	4,13	—
	100	100	100	100

Zur Darstellung des dem Natrolith entsprechenden Analcims wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Geschmolzener Natrolith ein Jahr mit  $K_2CO_3$ -Lösung (20 pCt.) bei  $100^\circ$  behandelt, war in das Silicat No. 25d umgewandelt.

No. 25e. No. 25d 10 Tage mit  $NaCl$ -Lösung bei  $100^\circ$  behandelt. Diese beiden Silicate stellen vielleicht ein basisches Glied der Chabasit-Reihe vor; auf geschmolzenen Skolecit wirkt  $K_2CO_3$ -Lösung bei  $100^\circ$  äusserst langsam ein.

Es wurde nun No. 25e mit reinem Wasser 590 Stunden bei  $210^\circ - 220^\circ$  behandelt; unter geringer Abspaltung von  $NaHO$  hatten sich vorherrschend Würfel gebildet, No. 25f, etwas vermengt mit flockigen Silicaten, die sich jedoch meist abschlämmen liessen.

	No. 25d.	No. 25e.	No. 25f.
$H_2O$ . . . .	16,46	20,76	8,24
$SiO_2$ . . . .	40,48	41,59	48,87
$Al_2O_3$ . . .	22,73	23,59	27,15
$K_2O$ . . . .	20,33	—	—
$Na_2O$ . . .	—	14,06	15,74
	100	100	100

Es wurde ferner geschmolzener Natrolith 13 Monate bei  $100^\circ$  mit  $Na_2CO_3$ -Lösung (15 pCt.) behandelt in der Absicht,

einen Analcim darzustellen<sup>1)</sup>. Das gebildete Product enthielt 16 pCt.  $H_2O$  und war offenbar ein Gemenge; es wurde daher 588 Stunden bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  mit reinem Wasser behandelt und gab genau dasselbe Ergebniss wie der vorige Versuch, nur waren die Würfel viel schlechter entwickelt, No. 25 g.

No. 25 h. No. 25 g 105 Stunden mit KCl-Lösung bei  $210^\circ$  behandelt; beträchtliche Abspaltung von KHO.

No. 25 i. No. 25 g 165 Stunden mit  $Na_2CO_3$ -Lösung (16 pCt.) bei  $210^\circ$ — $215^\circ$  behandelt; unter theilweiser  $SiO_2$ -Abspaltung hat sich der Analcim meist in einen, in feinen Säulen krystallisirenden Cancrinit verwandelt.

Geschmolzener Natrolith vom Hohentwiel 200 Stunden bei  $210^\circ$ — $215^\circ$  mit  $Na_2CO_3$ -Lösung (16 pCt.) behandelt, war unter theilweiser  $SiO_2$ -Abspaltung in den Cancrinit No. 25 k verwandelt; unregelmässige Körner und wenig feine Säulen.

	No. 25g.	No. 25h.	No. 25i.	No. 25k.
$H_2O$ . . .	8,27	1,16	6,77	6,97
$SiO_2$ . .	48,89	49,70	44,33	43,85
$Al_2O_3$ . .	27,10	27,41	26,54	26,07
$K_2O$ . . .	—	21,73	—	—
$Na_2O$ . .	15,74	—	16,22	15,83
$Na_2CO_3$ .	—	—	5,02	6,65
	100	100	98,88	99,37

Geschmolzener Skolecit und Natrolith scheinen dieselben Umwandlungsproducte zu geben wie der Skapolith von Ersby und der Prehnit, doch verlaufen die Umsetzungen wenig glatt, und es müssen erst bessere Methoden ausfindig gemacht werden, um sichere Ergebnisse zu erhalten.

VIII. Es wurde Thomsonit von Fassa 147 Stunden mit  $K_2CO_3$ -Lösung (30 pCt.) bei  $200^\circ$ — $210^\circ$  behandelt und das Silicat No. 26 erhalten.

No. 26 a. Derselbe Versuch wiederholt.

Auffallender Weise hatte sich bei beiden Versuchen die ursprüngliche Gestalt der Thomsonit-Theilchen nicht verändert.

No. 26 b. No. 26 mit NaCl-Lösung 17 Tage bei  $100^\circ$  behandelt; wurde jedoch bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  mit NaCl-Lösung digerirt, so verlief der Vorgang nicht glatt, neben anderen bildeten sich auch NaCl-haltige Silicate.

No. 26 c. No. 16 b 198 Stunden bei  $210^\circ$ — $215^\circ$  mit  $Na_2CO_3$ -Lösung (16 pCt.) behandelt, war in einen Cancrinit umgewandelt; feines Pulver.

<sup>1)</sup> Es war früher nach diesem Verfahren (1885, p. 973) geschmolzener normaler Analcim wieder hydratisirt worden.

In der Absicht, den dem Thomsonit entsprechenden Analcim herzustellen, wurde No. 26 b mit reinem Wasser 588 Stunden bei  $210^{\circ}$ — $220^{\circ}$  erhitzt. Erst nach dieser Zeit waren alle eckigen Stücke des Pulvers verschwunden und in ein sehr feines gleichmässiges Pulver umgewandelt, No. 26 d, auch war durch das Wasser etwas NaHO vom Silicat abgespalten.

Dieses Silicat kann jedoch nicht als ein Analcim angesehen werden, da es durch KCl-Lösung nicht in einen wasserfreien Leucit umgewandelt wird. Nach 194-stündiger Digestion mit KCl-Lösung bei  $210^{\circ}$ — $220^{\circ}$  wurde das Silicat No. 26 e erhalten, wobei etwas KHO vom Silicat abgespalten wurde.

	No. 26.	No. 26a.	No. 26b.	No. 26c.	No. 26d.	No. 26e.
H <sub>2</sub> O . . .	9,23	9,16	18,06	7,06	8,41	6,45
SiO <sub>2</sub> . . .	36,22	36,62	36,25	36,04	42,24	41,68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	29,09	28,75	28,68	29,05	31,92	31,10
K <sub>2</sub> O . . .	25,46	25,47	—	—	—	16,05
Na <sub>2</sub> O . .	—	—	17,01	17,83	17,43	4,72
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .	—	—	—	8,91	—	—
	100	100	100	98,89	100	100

IX. Es wurde Spodumen von Norwich 786 Stunden bei  $215^{\circ}$ — $225^{\circ}$  mit einer Lösung, die 10 pCt. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> enthielt und ausserdem mit KCl gesättigt war, erhitzt, nach welcher Zeit, unter theilweiser Abspaltung von SiO<sub>2</sub>, sich das Silicat No. 27 gebildet hatte; runde Körner und sehr schlecht entwickelte Säulen. Das abgespaltene Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> wurde hier, wie in allen folgenden Versuchen, durch Behandeln mit Wasser entzogen; auch ist es zweckmässig, die Digestion bei hoher Temperatur nicht in einem Zuge auszuführen, sondern einmal in der Zwischenzeit das abgeschiedene Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> zu entfernen; dasselbe umhüllt unzersetzte Silicattheilchen und hindert dadurch ihre Umwandlung.

No. 27 a. No. 27 durch 96-stündiges Erhitzen bei  $210^{\circ}$ — $220^{\circ}$  mit einer Lösung von 5 pCt. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> und 15 pCt. NaCl analcimisirt; feines Pulver.

No. 27 b. No. 27a 78 Stunden mit KCl-Lösung bei  $200^{\circ}$  behandelt.

Dass geschmolzener Spodumen sich mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung sehr viel rascher umsetzt und ein wasserreicheres Product gibt als der natürliche Spodumen, ist früher (1885, p. 996) dargethan worden. Wenn man Spodumen-Pulver 10 Stunden bei Hellrothgluth erhitzt, wobei jedoch das Pulver, welches während des Glühens von Zeit zu Zeit umgerührt wird, noch nicht zusammenbackt, und dann dasselbe 193 Stunden bei  $220^{\circ}$ — $230^{\circ}$

mit einer Lösung, die 10 pCt.  $K_2CO_3$  enthielt und ausserdem mit KCl gesättigt war, behandelt, so erhält man unter theilweiser  $SiO_2$ -Abspaltung das Silicat No. 27 c, welches mit dem aus geschmolzenem Spodumen dargestellten übereinstimmt.

Hier haben wir eine neues (1883, p. 605 u. 611) sehr schlagendes Beispiel dafür, dass blosses Glühen ohne Schmelzung ein Silicat derart verändert, dass es sich mit Salzlösungen rascher und bisweilen anders umsetzt als das nicht geglühte Silicat; es ist schon darauf hingewiesen, wie diese Eigenthümlichkeit der Silicate Anlass zur Bildung von Contact-Säumen und Einschlüssen (Buchit) geben kann.

	No. 27.	No. 27a.	No. 27b.	No. 27c.
$H_2O$ . . .	3,69	8,47	0,76	12,43
$SiO_2$ . . .	52,00	52,86	53,63	47,81
$Al_2O_3$ . .	23,30	24,03	24,21	21,30
$K_2O$ . . .	21,01	—	21,40	18,46
$Na_2O$ . .	—	14,64	—	—
	100	100	100	100

Die unmittelbare Umwandlung von Spodumen in einen Analcim erfolgt sehr langsam. Spodumen 1368 Stunden mit einer  $Na_2CO_3$ -Lösung (8 pCt.) bei  $220^\circ$ — $225^\circ$  behandelt, ergab unter theilweiser  $SiO_2$ -Abspaltung das Silicat No. 27 d; Körner und spärliche feine Säulen.

No. 27e. No. 27d 78 Stunden mit KCl-Lösung bei  $200^\circ$  behandelt.

Es wurde Spodumen zu Glas geschmolzen und dann 4 Monate bei  $100^\circ$  mit einer  $K_2CO_3$ -Lösung (20 pCt.) behandelt; unter theilweiser  $SiO_2$ -Abspaltung bildete sich das Silicat No. 27 f.

No. 27g. No. 27f 10 Tage mit NaCl-Lösung bei  $100^\circ$  behandelt; diese beiden Silicate dürften wohl der Chabasitreihe angehören.

No. 27h. No. 27g mit einer Lösung von 15 pCt. NaCl und 5 pCt.  $Na_2CO_3$  100 Stunden bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  erhitzt; runde Körner und schlecht entwickelte Würfel.

No. 27i. No. 27h 78 Stunden mit KCl-Lösung bei  $200^\circ$  erhitzt.

	No. 27d.	No. 27e.	No. 27 f.	No. 27g.	No. 27h.	No. 27i.
$H_2O$ . . .	8,10	0,72	16,48	20,22	8,28	0,54
$SiO_2$ . .	52,67	53,17	45,42	46,72	53,07	53,81
$Al_2O_3$ . .	24,52	24,76	20,10	21,05	24,10	24,28
$K_2O$ . . .	—	21,35	18,00	0,30	—	21,37
$Na_2O$ . .	14,71	—	—	11,71	14,55	—
	100	100	100	100	100	100

X. Es war zu erwarten, dass der dem Spodumen ähnlich zusammengesetzte Jadeit  $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$  auch ähnliche Umwandlungsproducte geben wird wie Spodumen. Durch folgende Versuche wird dieses bestätigt.

No. 28. Jadeit von Birma; weiss mit einem Stich in's Grünliche.

No. 28a. Dasselbe Mineral einer anderen Sendung angehörig.

Es wurde der Jadeit No. 28 bei  $220^\circ$ — $230^\circ$  1566 Stunden erhitzt mit einer Lösung, die 10 pCt.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  enthielt und ausserdem mit KCl gesättigt war. Erst nach dieser Zeit war der Jadeit, unter theilweiser  $\text{SiO}_2$ -Abspaltung, in das Silicat No. 28b umgewandelt; unregelmässige Körner und sehr schlecht entwickelte Säulen. Der abgeschiedene  $\text{CaCO}_3$  wurde, hier und in den folgenden Fällen, nach dem bekannten Verfahren durch  $\text{NH}_4\text{Cl}$  gelöst, wobei die Magnesia nur spurenweise in Lösung ging. Die Magnesia kann somit nicht als Carbonat vorhanden gewesen sein, und es liefern diese Versuche einen neuen Beitrag zu der früher (1876, p. 563; 1877, p. 479; 1883, p. 573) festgestellten Thatsache, dass Magnesia-Silicate sehr viel schwieriger durch Alkali-Carbonat zerlegt werden als Kalk-Silicate. No. 28b dürfte mit dem aus geschmolzenem Analcim oder aus Phillipsit (1885, p. 983) oder aus geglühtem Spodumen, No. 27c, erhaltenen Kali-Silicat übereinstimmend sein. Wie wir gesehen haben, liefert natürlicher Spodumen unter den gleichen Umständen eine wasserärmere Verbindung, No. 27.

No. 28c. No. 28b durch 98-stündiges Erhitzen bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  mit einer Lösung von 15 pCt. NaCl und 5 pCt.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  analcimisirt; meist Würfel neben runden Körnern.

No. 28d. No. 28c 100 Stunden mit KCl-Lösung bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  erhitzt.

	No. 28.	No. 28a.	No. 28b.	No. 28c.	No. 28d.
$\text{H}_2\text{O}$ . . .	0,44	0,30	11,78	8,38	0,85
$\text{SiO}_2$ . . .	58,56	58,95	46,97	52,04	52,59
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	25,20 <sup>1)</sup>	25,17 <sup>2)</sup>	21,49	24,60	25,05
$\text{CaO}$ . . .	0,37	0,41	—	—	—
$\text{K}_2\text{O}$ . . .	—	—	19,28	—	21,11
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	14,72	14,70	—	14,49	—
$\text{MgO}$ . . .	0,71	0,47	0,48	0,49	0,40
	100	100	100	100	100

Während Spodumen durch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung in 1368 Stunden analcimisirt wurde, No. 27d, geht die Einwirkung obiger Lösung auf Jadeit so langsam vor sich, dass die Fortführung des Ver-

1) Darin 0,63  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .    2) Darin 0,58  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

suchs aufgegeben wurde. Es wurde ferner Spodumen und Jadeit, jedes Mineral für sich, mit überschüssigem  $\text{Na}_2\text{O SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , welches im Krystallwasser geschmolzen war, 168 Stunden bei  $200^\circ$ – $210^\circ$  erhitzt, in der Absicht, diese Minerale in die früher (1885, p. 961) untersuchte Verbindung  $3(\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  überzuführen. Auch hier musste die Fortführung der Versuche aufgegeben werden, weil die chemische Umsetzung viel zu langsam verläuft.

Während Jadeit im natürlichen Zustande durch HCl äusserst langsam zerlegt und durch Salzlösungen verändert wird, ist er nach dem Schmelzen zu Glas durch HCl ziemlich leicht zersetzbar geworden und tritt auch mit Salzlösungen rasch in Wechselwirkung; durch das Schmelzen ist auch die Härte von etwa 7 bis zu 6 gesunken, die Dichte des Glases konnte wegen zahlreicher sehr kleiner Luftblasen nicht bestimmt werden.

Geschmolzener Jadeit wurde 170 Stunden bei  $210^\circ$ – $220^\circ$  mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung (8 pCt.) behandelt, um ihn unmittelbar in Analcim überzuführen. Unter theilweiser  $\text{SiO}_2$ -Abspaltung bildete sich das Silicat No. 28e, runde Körner. Wie aus dem hohen Wassergehalt ersichtlich, muss noch ein anderes Silicat beigemischt sein, aus demselben Grunde weist auch der Leucit No. 28f einen hohen Wassergehalt auf. No. 28f wurde durch 100-stündige Digestion von No. 28e bei  $210^\circ$ – $220^\circ$  mit KCl-Lösung erhalten.

No. 28g. Geschmolzener Jadeit 194 Stunden bei  $200^\circ$ – $210^\circ$  mit einer  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -Lösung (20 pCt.) behandelt; es ging etwas  $\text{SiO}_2$  in Lösung und es bestand das neugebildete Product meist aus unregelmässigen Körnern vermengt, mit kleinen Säulen.

No. 28h. No. 28g 12 Tage mit NaCl-Lösung bei  $100^\circ$  behandelt.

No. 28i. No. 28h durch 100-stündiges Erhitzen bei  $210^\circ$ – $220^\circ$  mit einer Lösung von 15 pCt. NaCl und 5 pCt.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  analcimisirt; schlecht entwickelte Würfel und sehr spärliche Säulen.

No. 28k. No. 28i 100 Stunden mit KCl-Lösung bei  $210^\circ$ – $220^\circ$  behandelt.

	No. 28e.	No. 28f.	No. 28g.	No. 28h.	No. 28i.	No. 28k.
$\text{H}_2\text{O}$ . .	9,15	1,20	12,10	17,44	8,70	0,77
$\text{SiO}_2$ . .	53,46	53,11	48,32	48,45	53,18	53,75
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	23,13	23,61	20,88	21,09	23,68	24,04
$\text{K}_2\text{O}$ . .	—	21,49	18,20	1,25	—	21,03
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	13,46	—	—	11,24	14,00	—
$\text{MgO}$ . .	0,80	0,59	0,50	0,53	0,44	0,41
	100	100	100	100	100	100

Geschmolzener Jadeit 3 Monate mit  $K_2CO_3$ -Lösung (30 pCt.) bei  $100^\circ$  behandelt, ging unter theilweiser  $SiO_2$ -Abspaltung in das Silicat No. 28l über.

No. 28 m. No. 28l 10 Tage mit NaCl-Lösung bei  $100^\circ$  behandelt; diese beiden Silicate gehören wohl der Chabasit-Reihe an.

No. 28 n. No. 28n durch 100-stündiges Erhitzen bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  mit einer Lösung von 15 pCt. NaCl und 5 pCt.  $Na_2CO_3$  analcimisirt; runde Körner und schlecht entwickelte Würfel, vermengt mit sehr spärlichen Säulen.

No. 28 o. No. 28n 100 Stunden mit KCl-Lösung bei  $210^\circ$ — $220^\circ$  behandelt.

	No. 28l.	No. 28m.	No. 28n.	No. 28o.
$H_2O$ . . .	15,70	20,08	8,65	0,85
$SiO_2$ . . .	46,60	46,99	52,75	53,60
$Al_2O_3$ . .	19,82	20,50	23,77	24,13
$K_2O$ . . .	17,39	—	—	20,92
$Na_2O$ . . .	—	11,92	14,30	—
$MgO$ . . .	0,49	0,51	0,53	0,50
	100	100	100	100

Geschmolzener Spodumen und Jadeit verhalten sich gegen Alkalicarbonat-Lösung durchaus so, wie geschmolzener Analcim und Andesin; geschmolzener Analcim und Jadeit sind höchst wahrscheinlich wesensgleich. Es gibt zur Zeit 3 metamere Silicate von der Form  $Na_2Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ : 1. Jadeit, 2. geschmolzener Jadeit oder Analcim, 3. durch schwaches Glühen entwässerter Analcim; letztere Verbindung verhält sich zu natürlichem Analcim wie schwach gebrannter Gyps zu natürlichem Gyps, und wird durch  $K_2CO_3$ -Lösung bei  $200^\circ$  in Leucit übergeführt (1885, p. 982). Wie früher (1885, p. 981) dargethan, nimmt der schwach geglähte Analcim alles Krystallwasser wieder auf, wenn er bei  $200^\circ$  mit Wasser erhitzt wird; aber auch zu Glas geschmolzener Analcim (Fassathal) hat sich nach 630-stündiger Behandlung mit Wasser bei  $215^\circ$ — $225^\circ$  vollkommen zurückgebildet, wie aus der Analyse No. 29 ersichtlich ist. Das Wasser reagirte nach der Einwirkung äusserst schwach alkalisch; die Digestion wurde nach 380 Stunden unterbrochen, um das sehr stark zusammengebackene Product von neuem zu pulvern und dadurch die weitere Hydratation zu beschleunigen. Durch 120-stündige Behandlung von No. 29 mit KCl-Lösung bei  $200^\circ$ — $210^\circ$  hat sich der Leucit No. 29 a gebildet.

Der zu Glas geschmolzene Jadeit No. 28 a verhält sich ebenso wie verglaster Analcim. Wurde ersterer 339 Stunden

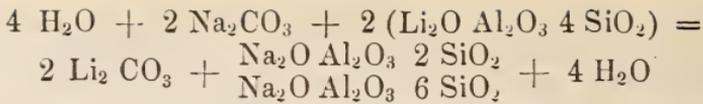
bei 225°—235° mit reinem Wasser behandelt, so wandelte er sich in den Analcim No. 29 b um; unregelmässige Körner und spärliche, schlecht entwickelte Würfel. Das Wasser reagierte nach der Einwirkung schwach alkalisch.

Wird geschmolzener Analcim mit  $K_2CO_3$ -Lösung bei 200° behandelt, so könnte man nach den angeführten Versuchen erwarten, dass sich zunächst Analcim zurückbildet, der dann in Leucit umgewandelt wird; es bildet sich jedoch (1885, p. 983) eine wasserreiche Verbindung von 12—13 pCt.  $H_2O$ , es ist aber möglich, dass derselben eine kleine Menge Leucit beige-mengt ist und die Schwankungen im Wassergehalt von einer solchen wechselnden Leucit-Beimengung herrühren.

Geschmolzener Analcim 339 Stunden bei 225°—235° mit KCl-Lösung behandelt, wandelt sich in das wasserärmere Silicat No. 29 c um; wie schon oft, sehen wir auch hier die verschiedene Wirkung von neutral und alkalisch reagirenden Alkali-Salzen hervortreten. Im Uebrigen bietet sich in den Versuchen No. 29 und No. 29 b ein neues einfaches Verfahren dar, wasserfreie Silicate zu hydratisiren, nämlich dieselben erst zu schmelzen und dann mit reinem Wasser bei hoher Temperatur zu behandeln. Wie weit dieses Verfahren anwendbar ist, darüber müssen Versuche entscheiden, ausser für Analcim und Jadeit ist auch für Labrador eine verhältnissmässig rasche Hydratisirbarkeit festgestellt, doch sind die Versuche noch nicht zum Abschluss gelangt.

	No. 29.	No. 29a.	No. 29b.	No. 29c.
$H_2O$ . . .	8,76	1,03	9,10	6,37
$SiO_2$ . . .	54,57	55,12	54,36	54,10
$Al_2O_3$ . .	23,13	23,31	22,91	21,73
CaO . . .	—	—	0,31	—
$K_2O$ . . .	—	20,54	—	17,15
$Na_2O$ . .	13,54	—	12,92	0,65
MgO . .	—	—	0,40	—
	100	100	100	100

Man deutet den Spodumen und Jadeit gewöhnlich als Salze der 2-basischen Kieselsäure. Durch einfache Substitution werden sie in Analcim übergeführt, für den wir eine Feldspathartige Constitution wahrscheinlich zu machen suchten. Obiges vorausgesetzt, müsste also bei der Einwirkung von Alkalicarbonat-Lösung auf den Spodumen und Jadeit eine Molekularumlagerung und Veränderung der Basicität der Kieselsäure stattfinden.



Das ist möglich, allein es könnten Jadeit und Spodumen auch eine Feldspath-artige Constitution besitzen und aus gleichen Molekülen  $\text{R}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$  und  $\text{R}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$  ( $\text{R} = \text{Li}, \text{Na}$ ) bestehen; es ist möglich, dass diese Glieder auch getrennt, oder in wechselnden Verhältnissen mit einander verbunden, darstellbar sind, sie wären mit den entsprechenden Molekülen in der Feldspath-Reihe (Albit und Silicat des Sodaliths, Noseans u. s. w.) bloss metamer, jedoch leicht in diese überführbar. Für die sehr innige Bindung dieser Endglieder im Spodumen und Jadeit würde die hohe Härte und Dichte und die langsame Zerlegbarkeit durch Säuren sprechen. Eine Stütze für die eben entwickelte Ansicht würde geliefert sein, wenn sich Spodumene und Jadeite auffinden liessen, die ein anderes Molekularverhältniss von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  zu  $\text{SiO}_2$  als 1:4 zeigen; sonst lässt sich noch die bekannte Umwandlung von Spodumen in ein Gemenge von Albit und Eukryptit anführen. Man deutet den Petalit gewöhnlich als ein Augit-artiges Mineral, gewissermaassen als einen kieselsäurereichen Spodumen; ist diese Auffassung richtig, so kann sie wohl als Fingerzeig gedeutet werden für die Möglichkeit eines Lithion-Augits von der Form  $\text{Li}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ .

Neuerdings ist darzuthun gesucht <sup>1)</sup>, dass 4-basische Silicate von der Form  $3 \text{RO}, \text{R}_2\text{O}_3, 3 \text{SiO}_2$  (Syntagmatit) als Augite auftreten; ist diese Auffassung richtig, so ist eine neue Stütze gefunden für die Hypothese, dass auch 4-basische Silicate von der Form  $\text{R}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$  ( $\text{R} = \text{Li}, \text{Na}$ ) im Stande sind, als Augite zu krystallisiren. Manche Augite (Hornblendes) werden als Verbindungen 2-basischer Silicate von der Form  $\text{R SiO}_3$  mit 4-basischen Silicaten von der Form  $3 \text{RO}, \text{R}_2\text{O}_3, 3 \text{SiO}_2$  gedeutet; es ist wichtig zu erfahren, ob in solchen Augiten, wenn sie in Glimmer, Epidot, Chlorit umgewandelt werden, nur das 4-basische Silicatmolekül diese Umwandlung erleidet, während  $\text{R SiO}_3$  einfach zerlegt wird in  $\text{SiO}_2$  und  $\text{RCO}_3$ , die durch Lösungen fortgeführt werden. Der Umstand, dass obige Umwandlungs-Pseudomorphosen meist porös sind, spricht wenigstens nicht gegen diese Auffassung. Da auch die Feldspäthe in Glimmer, Chlorit und Epidot umgewandelt werden, so darf man wohl annehmen, dass in Feldspäthen und gewissen Augiten Silicatmoleküle von ähnlicher Constitution vorhanden sind.

<sup>1)</sup> SCHARITZER. N Jahrbuch f. Miner. etc., 1884, II, p. 143.

XI. Werden Andesin, Labrador, Spodumen, Jadeit, Analcim und Natrolith, nachdem sie zu Glas geschmolzen sind, mit  $K_2CO_3$ -Lösung bei  $100^\circ$  behandelt, so bilden sich Kali-Silicate mit einem Wassergehalt von etwa 16 pCt., welche durch NaCl-Lösung bei  $100^\circ$  in Natron-Verbindungen mit etwa 20 pCt.  $H_2O$  übergeführt werden; letztere bei  $200^\circ$  mit  $H_2O$  oder alkalisch reagirenden Na-Salzlösungen erhitzt, gehen in die entsprechenden Analcime über. Durch Versuche wurde festgestellt (1885, p. 973), dass die Kali- und Natron-Substitutionsproducte der Chabasite (Gmelinit, Herschelit, Seebachit) den entsprechenden Umwandlungsproducten oben genannter Minerale recht ähnlich sind, und ebenfalls durch Erhitzen mit Wasser bei  $200^\circ$  analcimisirt werden. Es ist somit einige Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die Umwandlungsproducte oben genannter verglaster Silicate der Chabasit-Reihe angehören. Die Darstellung des sauersten Endgliedes der Chabasit-Reihe ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden, da die chemischen Vorgänge nicht glatt verlaufen; nach mehrfachen Tastversuchen wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Zu Glas geschmolzener Albit von Viesch wurde bei  $100^\circ$  mit einer Lösung von 14 Theilen  $Na_2O$  2  $SiO_2$  in 50 Theilen  $H_2O$  8 Tage lang behandelt; es bilden sich runde, durch HCl rasch zerlegbare Körner, No. 30. Die Einwirkung der Lösung auf das Glas geht rasch vor sich und ist ein häufiges Umrühren des Pulvers nothwendig, um ein Zusammenbacken zu grösseren Klumpen zu verhindern. Die Lösung ist mit einer etwa 1 cm dicken Schicht geschmolzenen Parafins bedeckt, um eine  $CO_2$ -Absorption aus der Luft möglichst zu verhindern. Wie aus dem Molekülverhältniss von  $Al_2O_3$  zu  $SiO_2 = 1 : 5,37$  ersichtlich, hat eine theilweise  $SiO_2$ -Abspaltung während der Hydratation stattgefunden<sup>1)</sup>.

No. 30a. No. 30 mit KCl-Lösung 5 Tage bei  $100^\circ$  behandelt.

No. 30b. No. 30 analcimisirt durch 198-stündige Behandlung bei  $210^\circ - 220^\circ$  mit einer Lösung von 2 Theilen Borax und 10 Theilen NaCl in 70 Theilen  $H_2O$ ; runde Körner.

No. 30c. No. 30b 75 Stunden mit KCl-Lösung bei  $210^\circ - 220^\circ$  behandelt.

---

<sup>1)</sup> Derselbe Versuch hatte unter denselben Umständen ein anderes Ergebniss zur Folge, worüber früher (1885, p. 1004) berichtet wurde; da zu jedem Versuch der Albit besonders geschmolzen wurde, so müssen die Unterschiede in der chemischen Structur des Glases gelegen haben.

	No. 30.	No. 30a.	No. 30b.	No. 30c.
H <sub>2</sub> O . . .	20,54	16,29	9,10	1,06
SiO <sub>2</sub> . . .	52,72	52,50	60,00	61,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	16,67	16,36	18,82	19,22
K <sub>2</sub> O . . .	—	14,85	—	18,29
Na <sub>2</sub> O . .	10,07	—	12,08	—
	100	100	100	100

No. 31. Der Versuch No. 30 wiederholt, jedoch wurde statt Albit zu Glas geschmolzener Na-Desmin (1885, p. 990) in Arbeit genommen.

No. 31 a. No. 31 mit KCl-Lösung 4 Tage bei 100° behandelt.

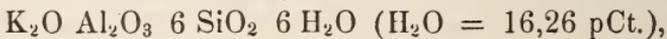
No. 31 b. No. 31 a 16 Tage mit CaCl<sub>2</sub>-Lösung bei 100° behandelt.

No. 31 c. No. 31 analcimisirt wie No. 30 b.

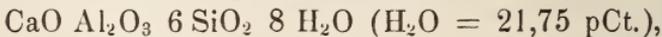
No. 31 d. No. 31 c 78 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt.

	No. 31.	No. 31a.	No. 31b.	No. 31c.	No. 31d.
H <sub>2</sub> O . . .	20,30	15,98	21,32	8,82	1,05
SiO <sub>2</sub> . . .	53,63	53,20	52,54	60,93	61,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	16,31	16,30	16,40	18,54	19,34
CaO . . .	—	—	7,70	—	—
K <sub>2</sub> O . . .	—	14,52	2,04	—	18,01
Na <sub>2</sub> O . .	9,76	—	—	11,71	—
	100	100	100	100	100

Da die Umsetzungen nicht glatt verlaufen, so können, wie schon früher (1885, p. 969) bemerkt, aufgestellte chemische Formeln nur eine vorläufige Geltung beanspruchen. Sieht man die oben untersuchten Silicate als zur Chabasit-Reihe gehörig an, so liesse sich das Kali-Substitutionsproduct des sauersten Gliedes durch folgende Formel ausdrücken:



für die Kalk-Verbindung käme die Formel:



die schon von STRENG aufgestellt ist, für die Natron-Verbindung bleibt es unentschieden, ob man 8 Moleküle (21 pCt.) oder 7 Moleküle (19,38 pCt.) Krystallwasser anzunehmen hat.

Die Darstellung des basischen Endgliedes der Chabasit-Reihe ist bis jetzt nicht gelungen; zu Glas geschmolzener Thomsonit und Eläolith setzen sich bei 100° mit K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung sehr langsam um, bei den verschiedenen Versuchen der

Darstellung eines basischen Chabasits wurde folgende Verbindung erhalten.

No. 32. Kaolin  $1\frac{1}{2}$  Monate bei  $100^{\circ}$  mit einer Lösung<sup>1)</sup> von 27 g  $K_2S$  in 90 g  $H_2O$  behandelt, wobei das Pulver oft ungerührt werden muss, um ein Zusammenbacken zu Klumpen zu verhindern; runde Körner aus radial angeordneten Krystallen bestehend. Bei der Behandlung mit  $H_2O$  wird etwas  $KHO$  vom Silicat abgespalten.

No. 32 a. No. 32 bei  $100^{\circ}$  10 Tage mit  $NaCl$ -Lösung behandelt.

No. 32 b. No. 32 bei  $100^{\circ}$  18 Tage mit  $CaCl$ -Lösung behandelt.

No. 32 c. Der Versuch No. 32 wiederholt.

No. 32 d. No. 32 c 16 Tage mit  $NaCl$ -Lösung bei  $100^{\circ}$  behandelt.

	No. 32.	No. 32a.	No. 32b.	No. 32c.	No. 32d.
$H_2O$ . . .	16,17	20,95	20,95	15,82	20,65
$SiO_2$ . . .	31,83	34,04	33,92	32,09	34,84
$Al_2O_3$ . .	27,93	29,29	29,51	27,03	28,86
$K_2O$ . . .	23,42	0,59	1,15	23,10	0,63
$Na_2O$ . . .	—	15,13	14,47 <sup>2)</sup>	—	15,02
	99,35	100	100	98,04	100

Der Wassergehalt dieser Silicate ist allerdings derselbe wie bei den entsprechenden Gliedern der Chabasit-Reihe, allein während letztere sich in Analcime überführen lassen, findet dies bei den eben untersuchten Verbindungen nicht statt. Allerdings wird No. 32 a durch 564-stündige Digestion mit reinem Wasser bei  $215^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  in das in regulären Würfeln krystallisirte Silicat No. 33 übergeführt, wobei gleichzeitig etwas  $NaHO$  vom Silicat abgespalten wird. Allein während Analcime, mit  $KCl$ -Lösung behandelt, in die entsprechenden wasserfreien Leucite übergehen, gab No. 33 nach 12-tägiger Digestion mit  $KCl$ -Lösung bei  $100^{\circ}$  das wasserreiche Silicat No. 33 a. Da möglicher Weise die starke  $NaHO$ -Abspaltung bei der Bildung von No. 33 die Ursache sein konnte, so wurde No. 32 a 194 Stunden bei  $210^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  mit einer  $NaHO$ -Lösung von 5 pCt. erhitzt. Der Vorgang verlief nun gänzlich verschieden, es bildete sich das in Säulen krystallisirte Silicat No. 33 b, welches mit den unter No. 7 und No. 7 a analysirten wesensgleich ist.

<sup>1)</sup> Die Lösung war mit einer 1 cm dicken Schicht geschmolzenen Paraffins bedeckt, um eine  $CO_2$ - und  $O$ -Absorption möglichst zu verhindern.

<sup>2)</sup>  $CaO$ .

No. 33c. No. 32 mit  $K_2CO_3$ -Lösung (30 pCt.) 197 Stunden bei  $220^\circ - 230^\circ$  behandelt, wird in das schon oft untersuchte Silicat  $K_2O Al_2O_3 2 SiO_2$  umgewandelt; meist 6-seitige Tafeln des hexagonalen Systems  $\infty P. 0P$  neben schlecht entwickelten Säulen. Da man annehmen durfte, dass das Silicat No. 32 möglicher Weise bloss in Folge der hohen Temperatur in das wasserfreie Silicat No. 33c übergang, so wurde ersteres 107 Stunden bei  $220^\circ - 230^\circ$  mit reinem Wasser behandelt, wodurch der Wassergehalt des Silicats von 16,17 pCt. auf 14,78 pCt. gesunken war; es wurde ferner No. 32 bei  $200^\circ - 215^\circ$  192 Stunden mit gesättigter KCl-Lösung behandelt, der Wassergehalt betrug nun 13,30 pCt., auch war eine geringe Menge KCl mit dem Silicat verbunden worden. Es ist somit wohl möglich, dass durch sehr lange Einwirkung von reinem Wasser oder KCl-Lösung auf No. 32 das wasserfreie Silicat (Kalinephelin) erhalten wird, doch wurde von der Fortführung der Versuche abgesehen, da dieselben nicht glatt verlaufen, namentlich wird recht beträchtlich KHO vom Silicat abgespalten. Diese Versuche liefern übrigens einen neuen Beleg dafür, dass das alkalisch reagirende  $K_2CO_3$  anders wirkt als das neutrale KCl.

	No. 33.	No. 33a.	No. 33b.	No. 33c.
$H_2O$ . . .	8,37	7,64	7,21	0,63
$SiO_2$ . . .	41,57	40,71	39,53	37,78
$Al_2O_3$ . .	33,07	32,55	33,06	32,70
$K_2O$ . . .	—	12,06	—	28,89
$Na_2O$ . .	16,99	7,04	20,20	—
	100	100	190	100

Die in diesem Absatz (XI) mitgetheilten Versuche können keinen anderen Werth beanspruchen als den von Anregungen zu künftigen Untersuchungen.

Zu Glas geschmolzene Silicate werden nicht nur rascher durch Säuren zerlegt und setzen sich rascher mit Salzlösungen um, sondern sie haben auch eine ganz besondere Neigung, wasserreiche Umwandlungsproducte zu geben. Thonerdealkali-Gläser werden geradezu bei erhöhter Temperatur hydratisirt, ohne dass sonst eine stoffliche Aenderung stattfindet, und es erfolgt diese Hydratation bei Gegenwart von alkalisch reagirenden Salzlösungen rascher als bei Gegenwart von reinem Wasser. Eine Erklärung dieser die Hydratation begünstigenden Wirkung der alkalischen Lösungen lässt sich zur Zeit nicht geben. Da das Verglasen von Silicaten einerseits eine Cohäsions-Verminderung (Abnahme von Dichte und Härte, Zunahme der Zerlegungs-Geschwindigkeit durch Säure) an-

dererseits oft eine Neigung zu Hydratbildung zur Folge hat, so hat die Annahme eine gewisse Stütze, dass ein Theil derselben Kräfte, die in dem ungeschmolzenen Silicat die Moleküle zu innigeren Tagmen band, durch das Schmelzen eine bleibende Verrückung erfuhr (als Folge derselben: eine Cohäsions-Verminderung), nun aber im Stande ist, Krystallwasser-Moleküle an die Silicat-Moleküle zu binden. Aus der grossen Neigung geschmolzener Silicate Wasser aufzunehmen, erklären sich wohl auch zum Theil <sup>1)</sup> folgende Erscheinungen: Palagonitglas (Sideromelan) findet sich meist in stark wasserhaltigem Zustande vor; der Gehalt an Glas bedingt wohl grösstentheils die hydraulischen Eigenschaften von Trass, Puzzolane und ähnlichen Tuffen; durch kaltes Wasser abgeschreckte Hohofenschlacken geben einen viel besseren hydraulischen Cäment als solche, die langsam abkühlten, also wohl zum Theil entglasten. Die Glasmasse von Buchiten (1883, p. 563) enthält recht viel Wasser; wurden durch den glühenden Basalt einzelne Silicate der Sandsteine geschmolzen und kamen sie später mit H<sub>2</sub>O in Berührung, so waren die Hydratations-Bedingungen recht günstig. Wiederholt ist darauf hingewiesen, dass der Pechstein möglicher Weise durch Hydratation glasig erstarrter Tuffe entstanden ist und kein ursprüngliches Erstarrungsproduct vorstellt. Es ist beachtenswerth, dass der Pechstein in Verbindung mit Gesteinen (Quarzporphyr, Liparit) auftritt, die theilweise glasig erstarrte Silicate führen, wo also unter Umständen sehr glasreiche Tuffe zu Tage gefördert werden konnten; nie findet man Pechstein mit Granit verbunden, obwohl letzteres Gestein oft dieselbe procentische Zusammensetzung zeigt wie Quarzporphyr oder Liparit, aber frei von glasig erstarrten Silicaten ist. Gewöhnliches Glas ist oft hygroskopisch; man nimmt an, dass sich auf der Oberfläche eine Wasserhaut niederschlägt, die nachweislich (Faraday, Warburg und Ihmori in WIEDEM. Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. 27, p. 481) mit der geringen, durch Wasser aus dem Glase abspaltbaren Menge Alkalis zusammenhängt. Man darf sich die Frage vorlegen, ob nicht ein Theil des sogenannten hygroskopischen Wassers nichts weiter ist, als locker gebundenes Krystallwasser, dessen Menge bekanntlich durch die Temperatur und den Druck des Wasserdampfes in der Umgebung bestimmt wird; ist diese Vorstellung richtig, so muss ein Silicat im krystallisirten Zustande weniger hygroskopisch sein als im amorphen. Auch BUNSEN (WIEDEM. Annalen, 1886, Bd. 29, p. 164) weist auf die chemische Zersetzung des Glases durch capillare Wasserschichten hin.

<sup>1)</sup> Die chemische Zusammensetzung kommt selbstverständlich ausserdem in Betracht.

Ein und dasselbe glasig erstarrte Silicat gibt oft unter denselben Umständen etwas verschieden zusammengesetzte Umwandlungsproducte, besonders ist der Wassergehalt schwankend; offenbar sind unter diesen Umständen die Gläser nicht wesensgleich, und es ist durch systematische Versuche festzustellen, welchen Einfluss ein Schmelzen bei verschiedenen Temperaturen, verschiedene Schmelzdauer bei derselben Temperatur und verschiedene Abkühlungs-Geschwindigkeit auf die spätere hydrochemische Umwandlung haben.

Es wurden Versuche über Schmelzbarkeit verschiedener Silicate angestellt, die zwar keine besondere Genauigkeit beanspruchen, aber über den Grad der Schmelzbarkeit Aufschluss geben. Aus dünnem Platinblech angefertigte kleine Schälchen von etwa  $\frac{1}{10}$  cm Inhalt, welche die auf ihre Schmelzbarkeit zu prüfenden Silicate (immer als feines Pulver) aufnahmen, wurden in einen kleinen Platintiegel gebracht und dann einer allmählich gesteigerten Gluht eines Gasgebläses ausgesetzt. Das Ergebniss war: die untersuchten Kali-Verbindungen sind ausnahmslos schwerer schmelzbar als die entsprechenden Natron-Verbindungen. Alle in dieser und der früheren Arbeit (1885) untersuchten Analcime sind leichter schmelzbar als die zugehörigen Leucite, der Kali-Nephelin  $K_2O Al_2O_3 2 SiO_2$  (No. 33 c) ist kaum gefrittet bei einer Temperatur, bei welcher das Silicat No. 33 b ( $Na_2O Al_2O_3 2 SiO_2$  im wasserfreien Zustande) schmilzt, Albit von Miask schmilzt früher als Adular vom St. Gotthard.

XII. In früheren Arbeiten ist die Annahme gemacht, dass  $NaCl$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $Na_2CO_3$  u. s. w. in den Gliedern der Sodalith- und Skapolith-Gruppe als Vertreter von Krystallwasser anzusehen sind; im Folgenden sind weitere Versuche mitgetheilt zur Stütze dieser Annahme. Krystallwasser wird durch Glühhitze völlig ausgetrieben; wenn nun dieselbe Kraft, welche Krystallwasser bindet, auch  $NaCl$ ,  $Na_2SO_4$  u. s. w. mit dem Silicat-Molekül verkettet, so muss durch Glühen eine völlige Trennung von Silicat- und das Krystallwasser vertretenden Salz-Molekülen eintreten. Solches lässt sich zur Zeit nur für das flüchtige  $NaCl$  nachweisen, natürlich darf der folgende Versuch nicht als ein entscheidender Beweis obiger Annahme gelten, er steht mit derselben nur nicht im Widerspruch.

No. 34. Sodalith erhalten durch 78-stündige Behandlung von Kaolin bei  $200^\circ$  mit einer  $NaHO$ -Lösung von 20 pCt., die mit  $NaCl$  gesättigt war; sehr feines Pulver. Es wurden nun 3,5 g dieses Sodaliths 20 Minuten lang bei Weissgluht erhalten, wobei fast alles  $NaCl$  entwich und der Rest ( $Na_2O Al_2O_3 2 SiO_2$ ) No. 34a zu einem trüben Glase geschmolzen war.

	No. 34.	No. 34 a.
H <sub>2</sub> O . . . .	1,70	—
SiO <sub>2</sub> . . .	36,01	41,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	31,66	36,07
Na <sub>2</sub> O . . .	19,53	22,43
NaCl . . .	11,12	0,20
	<hr/>	<hr/>
	100,02	100

Dieser Versuch steht durchaus mit den Ergebnissen einer früheren Arbeit (1876, p. 602) im Einklang; während Elaeolith, bei beginnender Hellrothgluth mit geschmolzenem NaCl behandelt, in Sodalith übergeht, verbindet er sich bei heftiger Weissgluth nicht mit NaCl. Versuche, den Marialith nach demselben Verfahren darzustellen, wie den Sodalith, haben bis jetzt keine Erfolge gehabt; es ist wichtig zu erfahren, ob der Marialith bei niederer Temperatur das NaCl fahren lässt als der Sodalith, und ferner, ob das NaCl in den Skapolithen um so stärker zurückgehalten wird, je SiO<sub>2</sub>-ärmer die Skapolithe sind.

Zur Zeit als die Erde lebhaft glühte, mussten die flüchtigen Alkali-Chloride <sup>1)</sup> zusammen mit dem Wasser sich vorherrschend in der Atmosphäre befinden, erst bei sinkender Temperatur konnten sich Sodalith-artige Silicate bilden, die sich vorherrschend in den oberen Lagen der Erde ansammelten, wie aus den Bildungsumständen selbst und dem geringen specifischen Gewicht des Sodaliths (2,3), welches eine Mischung mit dem tiefer gelegenen Magma wenig begünstigte, ersichtlich ist. Bei noch stärkerer Abkühlung erfolgte die Condensation von Wasser auf der Oberfläche der Erde, und es begann die vereinte Wirkung von H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub> auf die Silicate, wobei die sehr leicht zersetzbaren Sodalithe rasch zerstört werden mussten; das abgespaltene NaCl wurde vom Wasser gelöst. Ueber die räumliche Vertheilung der Elemente in der Erdkugel können zur Zeit meist unsichere Vermuthungen aufgestellt werden. Dass das meiste Wasser (gebundenes und im freien Zustande) in den oberflächlichen Theilen der Erdkruste sich befindet, ist höchst wahrscheinlich; das Chlor ist in den krystallinischen Gesteinen meist nur in Spuren enthalten, dagegen führen die Sediment-Formationen sehr bedeutende Mengen Cl in Form von NaCl-Ablagerungen, und auch im Meere ist sehr viel Cl vorhanden. Sollte sich in der That herausstellen, dass

<sup>1)</sup> In Folge der Wechselwirkung von Chloriden, Wasserdampf und den Silicaten musste sich auch HCl bilden; ob Chlor-Apatit bei heftiger Gluth CaCl<sub>2</sub> abgibt, ist zur Zeit unbekannt, ebenso ob derselbe beim Glühen in Wasserdampf CaO + 3 (Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) gibt.

die oberste Lage der Erdkruste das meiste Cl enthält, so gibt das Verhalten des Sodaliths bei hoher Temperatur hierzu die Erklärung.

No. 35. Cancrinit von Brewig.

No. 35 a. No. 35 bei  $210^{\circ}$ — $215^{\circ}$  198 Stunden mit  $K_2CO_3$ -Lösung (30 pCt.) behandelt, war unter  $SiO_2$ -Abspaltung in die bekannte Verbindung  $K_2O Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$  verwandelt.

No. 35 b. No. 35 a 198 Stunden bei  $210^{\circ}$ — $215^{\circ}$  mit  $Na_2CO_3$ -Lösung (16 pCt.) behandelt, war in Cancrinit verwandelt; runde Körner.

Der Versuch, in dem Cancrinit No. 35 CaO durch  $Na_2O$  zu ersetzen, wurde nicht zu Ende geführt, weil der Cancrinit nach 175-stündiger Behandlung mit  $Na_2CO_3$ -Lösung (16 pCt.) bei  $210^{\circ}$ — $220^{\circ}$  nur eine äusserst geringe Veränderung zeigte.

No. 35 c. Der künstliche Sodalith No. 34 392 Stunden bei  $215^{\circ}$ — $220^{\circ}$  mit einer  $Na_2CO_3$ -Lösung (16 pCt.) behandelt, war unter NaCl-Abspaltung in einen Cancrinit verwandelt; runde Körner.

Nosean-Hydrat (1883, p. 580) derselben Behandlung unterworfen, wird äusserst langsam verändert, sodass der Versuch nicht weiter geführt wurde.

	No. 35.	No. 35a.	No. 35b.	No. 35c.
$H_2O$ . . .	3,12	0,44	6,69	7,95
$SiO_2$ . . .	37,01	38,16	34,82	34,86
$Al_2O_3$ . .	26,42	32,15	30,30	30,24
CaO . . .	7,19	—	—	—
$K_2O$ . . .	—	29,25	—	—
$Na_2O$ . . .	18,36	—	18,41	18,38
$CO_2$ . . .	7,27	—	—	—
$Na_2CO_3$ .	—	—	8,94	8,00
	99,37	100	99,16	99,43

Sodalith lässt sich in Cancrinit, Kalk-Cancrinit in Nosean-Hydrat (1885, p. 964), Hauyn in Sodalith und umgekehrt (1883, p. 590) umwandeln; die nachgewiesene gegenseitige Verdrängung von NaCl,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $CaCO_3$  in obigen Verbindungen lässt die Annahme nicht ganz unwahrscheinlich erscheinen, dass die 4 Salze in den Silicaten dieselbe chemische Rolle spielen, wenn auch die Leichtigkeit der Verdrängung eine verschiedene ist. Für die Annahme, dass die Salze Krystallwasser vertreten, können vielleicht folgende Versuche geltend gemacht werden.

Es wurde das Silicat No. 7 a mit folgenden Lösungen behandelt.

No. 36. 198 Stunden bei  $210^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung (16 pCt.); runde Körner und sehr wenig unveränderte Krystalle.

No. 36 a. 198 Stunden bei  $210^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  mit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -Lösung; unregelmässige Körner.

$\text{NaCl}$ -Lösung zeigte unter denselben Umständen keine Einwirkung.

Es wurde das Silicat No. 32 d mit folgenden Lösungen behandelt.

No. 36 b. 96 Stunden bei  $210^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung (16 pCt.).

No. 36 c. 171 Stunden bei  $210^{\circ}$  —  $220^{\circ}$  mit  $\text{NaCl}$ -Lösung.

No. 36 d. 197 Stunden bei  $220^{\circ}$  —  $230^{\circ}$  mit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -Lösung.

Die drei Silicate stellten feine Pulver dar.

	No. 36.	No. 36a.	No. 36b.	No. 36c.	No. 36d.
$\text{H}_2\text{O}$ . . .	6,09	4,85	7,99	1,90	5,69
$\text{SiO}_2$ . . .	34,73	34,46	35,42	38,40	35,20
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	30,38	29,79	30,00	31,70	28,46
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	18,46	17,21	18,23	17,88	16,22
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ .	9,36	—	8,17	—	—
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ .	--	13,56	—	—	12,44
$\text{NaCl}$ . . .	—	—	—	10,12	—
	99,02	99,87	99,81	100	98,01

Von diesen Versuchen lässt sich No. 36 c ganz besonders als Stütze dafür anführen, dass die Salze Krystallwasser vertreten. Während das Silicat No. 32 d (mit 20,65 pCt.  $\text{H}_2\text{O}$ ) durch sehr lange andauernde Einwirkung von heissem Wasser in eine wasserärmere (8 pCt.) Verbindung No. 33 übergeht, verdrängt  $\text{NaCl}$  in kurzer Zeit das Wasser vollständig, es bildet sich ein wasserfreier Sodalith; die noch vorhandene Wassermenge von 1,9 pCt. rührt von beigemengtem, theilweise zersetztem Silicat her. Es ist nicht zu bezweifeln, dass sich auf diesem einfachen Wege auch in der Natur Sodalithe gebildet haben. Ausserdem bestätigen diese Versuche die Erfahrung, dass sich das Krystallwasser durch die verschiedenen Salze ungleich leicht ersetzen lässt.

In einer früheren Arbeit (1883, p. 608) war schon festgestellt, dass die Minerale der Sodalith-Gruppe leicht in  $\text{SiO}_2$ -reichere Verbindungen übergehen, wobei die Salze ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  u. s. w.) abgespalten und durch Wasser ersetzt werden. Die Vermuthung, dass diese Umwandlungsproducte Analcime seien, wurde schon damals ausgesprochen, und es sind zur weiteren Begründung dieser Vermuthung folgende Versuche angestellt.

No. 37. Der künstliche Sodalith No. 34 mit einer 7-procentigen Lösung von  $\text{Na}_2\text{O}$  3  $\text{SiO}_2$  243 Stunden bei  $210^\circ$  —  $215^\circ$  behandelt; auf 1 Mol. des Silicats im Sodalith wurden 2 Mol.  $\text{Na}_2\text{O}$  3  $\text{SiO}_2$  genommen (1 [ $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3$  2  $\text{SiO}_2$ ] + 2 [ $\text{Na}_2\text{O}$  3  $\text{SiO}_2$ ]). Es hatten sich meist schlecht entwickelte Ikositetraëder gebildet neben sehr spärlichen Säulen, auch war eine kleine Menge Sodalith noch unverändert geblieben.

No. 37a. Genau derselbe Versuch, nur statt Sodalith: Nosean - Hydrat (1883, p. 580); meist schlecht entwickelte Ikositetraëder neben runden Körnern und spärlichen Säulen.

No. 37b. Wie No. 37, nur statt Sodalith: das Silicat No. 7a; runde Körner.

No. 37c. No. 37b 48 Stunden bei  $215^\circ$  —  $220^\circ$  mit KCl-Lösung behandelt.

	No. 37.	No. 37a.	No. 37b.	No. 37c.
$\text{H}_2\text{O}$ . . .	7,63	8,18	8,34	1,13
$\text{SiO}_2$ . . .	53,68	54,62	54,10	55,14
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	23,46	22,70	23,28	23,56
$\text{K}_2\text{O}$ . . .	—	—	—	20,17
$\text{Na}_2\text{O}$ . . .	15,23	14,50	14,28	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100	100	100	100

Das Auftreten von Analcim in Gesteinen, die Sodalith und Nosean führen, ist nach diesen Versuchen verständlich, und überhaupt haben basische Thonerdealkali-Silicate ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  :  $\text{SiO}_2$  = 1 : 2) eine grosse Neigung, in den gewöhnlichen Analcim überzugehen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [39](#)

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

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Bildung und Umbildung von Silicaten. 559-600](#)