

Ueber die künstliche Darstellung und die chemische Constitution einiger Zeolithe.

Von

C. Doelter in Graz.

Die in Folgendem angeführten Versuche wurden unternommen, um über die chemische Constitution der Zeolithe, über ihre Zersetzbarkeit und Löslichkeit bei höherem Drucke und über ihre Entstehungsweise Aufschluss zu erhalten.

Der schwierigste und unklarste Punkt in dem chemischen Verhalten der Zeolithe ist der Wassergehalt, resp. das Vorkommen von sog. Constitutionswasser und von Krystallwasser. Wenn es nun auch feststeht, dass eine Unterscheidung im Wassergehalte gemacht werden muss, so ist es doch ganz willkürlich, wie dies öfters geschehen, einen bestimmten Temperaturgrad für die Entweichung des Wassers anzunehmen und das, was unter demselben abgeht, als Krystall-, das übrige als Constitutionswasser zu bezeichnen. Auch chemisch gebundenes Wasser entweicht nicht alles bei einer bestimmten Minimaltemperatur, sondern erst allmählich. Diese Temperatur, bei welcher Constitutionswasser sich entfernt, dürfte bei den einzelnen Zeolithen sehr verschieden sein. Wichtiger für besagte Unterscheidung ist die Wiederaufnahmefähigkeit eines Theiles des Wassers, von welchem wohl angenommen werden kann, dass es Krystallwasser sei, obgleich nicht ausgeschlossen ist, dass auch chemisch gebundenes Wasser wieder aufnahmefähig ist.

Von Wichtigkeit endlich sind die Änderungen in dem optischen Verhalten bei verschiedenen Temperaturen, d. h.

bei verschiedenem Wassergehalt, wie sie von MALLARD, RINNE u. A. beobachtet wurden. Am Interessantesten erscheint der Heulandit, welcher bei 130° aus dem monoklinen System in das rhombische System übergeht, bis er endlich bei 180° trübe wird. Nach 180° kann der Heulandit nicht mehr in das monokline Krystallsystem übergehen, da er das Wasser nicht mehr aufnimmt. Bei 180° hat er 3 Molecüle, bei 150° 2 verloren.

Man ist hier offenbar berechtigt, zwei Hydrate anzunehmen, eines mit 5, das andere mit 3 aq, welche natürlich auch verschieden krystallisiren; in diesen Fällen liegt auch jedenfalls nur Krystallwasser vor. Was die restirenden zwei Molecüle Wasser anbelangt, so deutet die erfolgte Trübung bei weiterem Erhitzen darauf hin, dass die Verbindung $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_6 \text{O}_{16} + 2 \text{H}_2 \text{O}$ kein Wasser mehr abgeben kann, ohne zerstört zu werden, letzteres ist also die empirische Formel des vom Krystallwasser befreiten Heulandites. Es gibt also einen krystallwasserfreien Heulandit und zwei Hydrate, eines mit 3 aq bei 150° und eines mit 5 aq bei gewöhnlicher Temperatur.

Für den Heulandit ist die Sachlage ziemlich klar, für andere Zeolithe jedoch weit complicirter.

Die Idee, von welcher ich bei den Versuchen ausging, ist die, dass in den Zeolithen bestimmte, in der Natur bereits bekannte, wasserfreie Silicate sich finden, welche an einen Kieselsäurerest gebunden sind¹. Letzterer scheint es zu sein, welcher die Eigenschaft hat, bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Wassermengen aufzunehmen.

Diese sofort bei der Betrachtung der Zeolithe ins Auge fallende Thatsache schien mir einer weiteren Würdigung sehr werth, und werden, wenn dies beachtet wird, die Formeln der Zeolithe einfach darstellbar.

Es wurden Versuche angestellt, aus Thonerdesilicaten auf dem Wege der Lösung die entsprechenden Zeolithe zu bilden; doch wurde hier ein günstiges Resultat desshalb nicht erzielt, weil diese Mineralien sich erst bei einer Temperatur zersetzen, bei der die Zeolithe nicht mehr existenzfähig sind. Dagegen erhält man manche Zeolithe synthetisch sehr leicht aus den entsprechenden Lösungen ihrer Bestandtheile, andere aller-

¹ Vgl. TSCHERMAK, Mineralogie. III. Aufl. p. 495.

dings weniger gut. Ferner wurden Versuche gemacht, aus Wasser bei einer etwas erhöhten Temperatur in verschlossenen Röhren durch einfache Umkrystallisirung Zeolithe herzustellen, was auch gelingt. Erfolgt diese in flüssiger Kohlensäure, so genügt die normale Temperatur, und wurden in einzelnen Fällen Resultate erhalten.

Behufs Prüfung der chemischen Constitution wurden vielfach Lösungsversuche mit Zeolithen ausgeführt. Endlich wurden auch im FOURQUIGNON'schen Ofen die meisten Zeolithe geschmolzen und die Schmelze durch langsame Erstarrung zur Krystallisation gebracht.

Die synthetischen und Löslichkeitsversuche wurden in verschliessbaren Flintenläufen, die vernickelt waren, oder in einer mit Silber ausgeschlagenen Eisenröhre ausgeführt.

Bei diesen Versuchen wurde ich von Herrn J. UNTERWEISSACHER, welcher auch die Wasserbestimmungen und chemischen Untersuchungen vornahm, unterstützt, wofür ich demselben hier danke.

Apophyllit.

Die Umschmelzung des Apophyllites ergibt eine krystalline Schmelze, welche dem hexagonalen Kalksilicat vollkommen entspricht. Ich verweise auf meine 1886 in dies. Jahrb. I. 119 erschienene Arbeit über diesen Gegenstand¹. Das spec. Gew. der Schmelze ist 2.562. Das einaxige Verhalten der entstandenen Prismen konnte deutlich constatirt werden.

Synthese des Apophyllits.

1. Durch Umkrystallisiren.

Nach WÖHLER lässt sich der Apophyllit bei 180° in Wasser in einer verschlossenen Röhre umkrystallisiren, während nach BUNSEN bei gewöhnlicher Temperatur unter höherem Drucke keine Auflösung erfolgt.

Ich habe gepulverten Apophyllit (von Fassa) mit Wasser in einem verschlossenen Flintenlauf nach Einleiten von Kohlen-

¹ Aus Ca Si O_3 oder aus Zusammenschmelzen von Si O_2 und Kalk erhält man das hexagonale Kalksilicat, dagegen erhielt ich bei Zusatz von Fluorcalcium Wollastonit. GORGET's Angabe, dass man auch aus Ca Cl_2 bei Zusatz von Chlornatrium Wollastonit erhalte, erscheint mir nach seiner Beschreibung zweifelhaft (Bull. soc. min. 1887).

säure durch 3 Wochen zwischen 150—160° erhitzt und ein sehr gutes Resultat erhalten. Es bildeten sich kleine Krystalle, vollkommen durchsichtig, wasserhell, kurz säulenförmig, ein Prisma, die verwendete Pyramide und die Basis zeigend. Andere sind mehr tafelförmig, sie löschen gerade aus, auf der Basis wurde in einem Falle ein schwarzes Axenkreuz beobachtet.

2. Aus Okenit.

Okenit wurde mit kieselsaurem Kali und kohlenensäurehaltigem Wasser bei 200° in einem Flintenlauf durch ca. 30 Tage erhitzt.

Der Okenit löst sich vollständig auf, und bilden sich mehrere Neubildungen, worunter hauptsächlich Apophyllit recht charakteristisch hervortritt. Das Mineral zeigt sich in Krystallen von der Form $OP \cdot \infty P \cdot P$, die jedoch nur mikroskopisch sind, aber immerhin recht deutlich.

Ferner bildet sich Okenit als umkrystallisirte Neubildung in kleinen, gerade auslöschenden, schwach auf das polarisirte Licht einwirkenden Nadeln, die oft filzartig oder büschelförmig gruppirt sind, ähnlich wie bei dem Naturproducte selbst.

Wassergehalt des Apophyllits.

Da es für den Apophyllit von grosser Wichtigkeit ist, das Verhältniss von Krystallwasser zu fester gebundenem zu eruiiren, so habe ich, trotzdem schon von RAMELSBERG¹ Versuche ausgeführt wurden, noch weitere ausführen lassen. Dieselben hat Herr J. UNTERWEISSACHER angestellt.

1. Apophyllit vom Rammelsberg, Harz. Angewandte Menge: 1.61 gr. Nach zweistündigem Erhitzen auf 240° 0.1482 gr. oder 8.037 $\frac{0}{100}$. Nach vierstündigem Erhitzen bei Rothgluth weiterer Verlust von 9.204 $\frac{0}{100}$, also zusammen 17.241 $\frac{0}{100}$.

2. Apophyllit vom Fassathal. Angewandte Menge: 1.166 gr. Das Pulver wird im Luftbade durch zwei Stunden auf 260° C. erhitzt und verliert dabei 9.59 $\frac{0}{100}$ Wasser, es wird alsdann in feuchter Luft durch längere Zeit stehen gelassen, wobei das Wasser sehr langsam wieder angezogen wird, und zwar nach 40 Stunden nur 0.395 $\frac{0}{100}$, nach 332 Stunden 1.149 $\frac{0}{100}$.

¹ Mineralchemie. II. Aufl. p. 607.

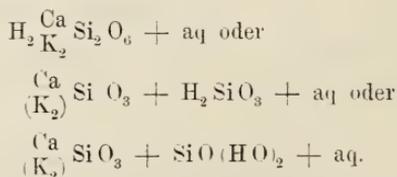
nach 524 Stunden 1.656 $\frac{0}{0}$, nach 758.5 Stunden 5.240 $\frac{0}{0}$, nach 2719 Stunden 7.724 $\frac{0}{0}$ und nach 3586 Stunden die Gesamtsumme des ursprünglich vertriebenen Wassers von 9.59 $\frac{0}{0}$.

3. Derselbe Apophyllit wird auf nur 200° erhitzt; Verlust: 2.456 $\frac{0}{0}$. Von diesem Wasser werden nach 4 × 24 Stunden 1.293 $\frac{0}{0}$ wieder aufgenommen, nach 7 × 24 Stunden 1.469 $\frac{0}{0}$, nach 12 × 24 Stunden 1.701 $\frac{0}{0}$, nach 17 × 24 Stunden 1.858 $\frac{0}{0}$, nach 24 × 24 Stunden 2.060 $\frac{0}{0}$, nach 32 × 24 Stunden 2.194 $\frac{0}{0}$. Die Wasseraufnahme wurde weiter nicht fortgesetzt.

Bei Erhitzen über ca. 270° tritt Trübung der Substanz ein, so dass man annehmen muss, dass hier lauter Constitutionswasser entweicht.

Aus diesen Versuchen geht hervor:

Der bei 240° entweichende, wieder aufnehmbare Wassergehalt beträgt also ca. 45 $\frac{0}{0}$ des totalen Gehaltes, bei 260° werden ca. 55 $\frac{0}{0}$ entweichen, welche nahezu ebenfalls wieder aufgenommen werden. Frühere Autoren hatten weniger gefunden. Im Ganzen dürfte man ungefähr die Hälfte des Wassers als aufnehmbar bezeichnen. Der Wassergehalt selbst schwankt, wie aus den Analysen hervorgeht, zwischen 16 und 19 $\frac{0}{0}$, daher auch die Menge des wieder aufgenommenen Wassers, letztere wird auch durch die verschiedene Ausführung der Versuche, durch hygroskopisches Wasser und durch ursprüngliche Zersetzung des Analysenmaterials beeinträchtigt. Nehmen wir die Hälfte des H₂O als Krystallwasser, so erhält man die Formel:



Dabei ist die geringe Fluormenge nicht berücksichtigt. Offenbar ist das Fluor ein Vertreter des Sauerstoffs; aber mit dem Kalium es in Zusammenhang zu bringen und dies in der Formel als Fluorkalium aufzuführen, erscheint mir nicht richtig, da manche Kali-haltige Apophyllite fluorfrei sind, so z. B. der von der Seisser Alpe.

Optisches Verhalten des Apophyllits in der Hitze.

Es war von Wichtigkeit, die Beziehungen zwischen Wasserverlust und optischem Verhalten in der Hitze zu prüfen. Da jedoch dazu eine Temperatur über 200° nothwendig ist, so kann mit den gewöhnlichen Erhitzungsapparaten nicht operirt werden. Ich habe daher einen sehr primitiven Apparat angewandt, mit welchem ich schon früher gearbeitet¹ hatte und eine Apophyllitplatte erhitzt, dieselbe ist zweiaxig. Die Vereinigung der beiden Hyperbeln trat bei $250\text{--}270^{\circ}$ ein, eine genauere Bestimmung war indessen nicht möglich. Da auch bei dieser Temperatur das Krystallwasser austritt, so könnte man annehmen, dass bei ca. 260° der Apophyllit, und zwar der Krystallwasser-freie, einaxig ist, während die Hydrate zweiaxig wären. Über 270° wird der Apophyllit ziemlich rasch zersetzt.

Okenit.

Der Okenit ergibt beim Schmelzen ein ganz analoges Resultat wie der Apophyllit.

In verschlossenen Röhren mit kohlen-saurem Wasser behandelt löst er sich und lässt sich umkrystallisiren; man erhält sehr feine charakteristische Nadeln.

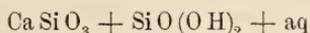
Okenit mit Chloraluminium und kohlen-saurem Natron in verschlossener Röhre mit kohlesäurehaltigem Wasser bei 220° durch längere Zeit behandelt, ergab zahlreiche Neubildungen, die u. d. M. weiter untersucht wurden.

Es sind drei verschiedene Zeolithe zu unterscheiden: 1. Analcim in sehr schönen deutlichen Ikositetraedern, mit scharfer Begrenzung. 2. Apophyllit in kleinen Krystallen $\infty P \cdot P$, sehr deutlich erkennbar. 3. Chabasit in Rhomboedern.

Die Formel des Okenits ist bekanntlich



was sich auch schreiben lässt:

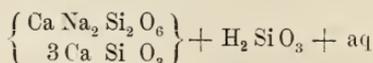


wenn man annimmt, dass ein Theil des Wassers Krystallwasser ist, eine Annahme, welche bei dem Umstande, dass

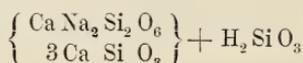
¹ Dies. Jahrb. 1884. II. 217.

ein Theil des Wassers schon bei 100° entweicht, wahrscheinlich ist. Der Okenit unterscheidet sich also nur durch Fehlen von Kalium und Fluor vom Apophyllit.

Hierher gehört auch der Pektolith, welchen ich zu den Zeolithen zähle, und nicht, wie manche Autoren, zum Wollastonit. Seine Formel ist meiner Ansicht nach:



unter der Annahme, dass der Pektolith $5\frac{0}{10}$ Wasser enthält, wovon ein Theil Krystallwasser ist. Sollte jedoch, was immerhin möglich ist, der $3\frac{0}{10}$ übersteigende Gehalt an Wasser nur durch Zersetzung des Minerals entstanden sein, so hätten wir:



vgl. darüber meine synthetische Studien in dies. Jahrb. 1886. I. 128.

Chabasit.

Schmilzt man Chabasit von Aussig und lässt ihn langsam erstarren, so erhält man Anorthit. Die Schmelze ist nahezu krystallinisch, die zahlreichen Krystalldurchschnitte werden als Anorthit erkannt, daneben findet sich jedoch auch Glasmasse.

Bei einem zweiten Versuche wurde Phakolith von Böhmischem-Leipa angewandt. Die Masse ist nicht ganz, aber vorwiegend krystallinisch und besteht zum grössten Theile aus sehr deutlichen, dem Anorthit nahe stehenden Plagioklasen, was der chemischen Zusammensetzung entspricht, indem das Silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ mit etwas Albitsilicat gemengt, krystallinisch ausgeschieden wird, während die überschüssige Kieselsäure in nichtkrystallisirtem Zustande verbleibt.

Künstliche Darstellung des Chabasits.

1. Durch Umkrystallisiren in kohlenstoffhaltigem Wasser.

Gepulverter Chabasit wurde in verschlossenem Flintenlauf mit Wasser, nach Einleitung von Kohlensäure durch ca. 9 Tage bei einer Temperatur von 150° erhitzt. Das erhaltene weisse Pulver zeigt schöne, einzelne, mit der Loupe erkennbare Rhomboëder. Der Rest zeigt u. d. M. ausser etwas un-

gelöst gebliebenem Pulver zahlreiche Neubildungen, meist etwas verschobene Rhomboëderdurchschnitte, deren Winkel zu $93-95^{\circ}$ gemessen werden konnte. Sie zeigen äusserst schwache Interferenzfarben, vorherrschend ist grau, und löschen schief bei ca. 20° aus.

1 a. Durch Auflösung und Umkrystallisirung in flüssiger Kohlensäure bei 30° .

In dem Eingangs beschriebenen Apparate, bestehend aus einer eisernen, mit Silber gefütterten Röhre wurde fein gepulverter Chabasit mit flüssiger Kohlensäure behandelt und bis ungefähr 25° durch ca. 21 Tage erwärmt.

Man erhält sehr kleine, aber deutliche Chabasitrhomboëder. U. d. M. sind die Durchschnitte sehr gut sichtbar, sie sind nur von geringer Einwirkung auf das polarisirte Licht, schwach doppelbrechend und zeigen auf den Rhomboëderflächen eine schiefe Auslöschung.

Der Winkel der Rhomboëder stimmt gut mit dem bei Chabasit beobachteten überein.

Die neugebildeten, scharf begrenzten Chabasitrhomboëder lassen sich gut von dem ungelöst gebliebenen, ursprünglich angewandten Chabasitpulver unterscheiden.

Löslichkeit des Chabasits in flüssiger Kohlensäure und Neubildung desselben.

Chabasit von Aussig wurde während 8 Tage mit flüssiger Kohlensäure bei ca. 25° C. in geschlossenem Gefässe (einer versilberten Eisenröhre) behandelt.

Gelöst wurden 14.403% . Dieselben bestehen aus:

SiO_2	=	44.1
Al_2O_3	=	17.5
CaO	=	38.4
		100.0

Bei gleichmässiger Löslichkeit sollten gelöst werden: SiO_2 64% , Al_2O_3 22% und CaO 14.6% , wenn man die Analysen des Chabasites von Aussig zu Grunde legt; man sieht daher, dass mehr Kalk und weit weniger SiO_2 gelöst wird, während die Menge der Thonerde nicht sehr abweicht.

Das ungelöste Pulver besteht z. Th. aus ursprünglichem, ausgelaugtem Chabasit, z. Th. aus Neubildungen (wie vorhin beschrieben).

2. Directe Synthese.

Ein Gemenge von gelatinöser, frisch gefällter Kieselsäure, von frisch gefällter Thonerde und Kalkhydrat wurde in kohlenensäurehaltigem Wasser in verschlossenem Flintenlauf durch längere Zeit bei einer Temperatur von 200° erhitzt. Man erhält in dieser Röhre zahlreiche kleine Kryställchen, bei denen sehr häufig die Form des Rhomboëders mit einem Winkel nahe 90° zu beobachten ist. Die Doppelbrechung ist sehr schwach, daher nur matte graue Farben zu beobachten sind. (Vergl. MICHEL-LÉVY et LACROIX, *Minéraux des roches. Tableau des biréfringences.*) Die Auslöschung auf den Rhomboëderflächen ist eine schiefe.

Constitution des Chabasits. Nach STRENG¹ sind die Chabasite Mischungen von



wodurch sich der nicht constante Kieselsäure-, sowie der schwankende Wassergehalt erklären würden. Diese Hypothese basirt jedoch auf der nicht erwiesenen und wohl auch unwahrscheinlichen Existenz des Feldspaths $\text{Ca Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ und seiner Hydrate. RAMMELSBERG² hat sich gegen dieselbe ausgesprochen und gezeigt, dass das Verhältniss der Kieselsäure zu den übrigen Bestandtheilen schwankt und nicht durch isomorphe Mischung von Kalk-Feldspäthen erklärt werden kann.

Die Existenz des Minerals $\text{Ca Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ ist eine hypothetische. Synthetisch konnte es nicht dargestellt werden, man erhält beim Schmelzen derselben Anorthit und Kieselsäure.

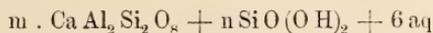
Bei dem Umstande, dass der Chabasit, wie aus den Versuchen von DAMOUR und RAMMELSBERG hervorgeht, sowohl Krystallisations- als auch Constitutionswasser enthält, indem ein Theil des Wassers wieder aufgenommen werden kann, wird dieser Unterschied, was in der STRENG'schen Formel nicht der Fall ist, auch in der Formel hervortreten müssen.

Es ist mir wahrscheinlich, dass $\text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ die Grundlage der Chabasitformel bildet. Da das Verhältniss von Ca : Al ein fixes ist, so ist nur das beider zu Si zu berücksichtigen:

¹ Ber. d. oberhess. Ges. f. Naturk. 1877. 74.

² Mineralchemie, Supplementband, 1885. p. 61.

dieses ist ein variables und schwankt zwischen 1 : 3 und 1 : 5. Man könnte dieses Verhalten dadurch erklären, dass man die Formel des Chabasits schreibt:



wobei meistens $n = 2$ ist.

Es ist dies nur eine Hypothese, die voraussetzt, dass der Kieselsäuregehalt schwanken kann, auch ohne die Existenz eines zweiten isomorphen Silicates als Beimengung vorzusetzen und welche ich erwähne, da keine der bisherigen Formeln mir unanfechtbar erscheint und die Hypothese von der Existenz des Hydrates $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_6 \text{O}_{46} + 8 \text{aq}$, welches nur Krystallwasser aufweist, mir nicht genügend erscheint. Ich will, ohne mich schon hier eingehender damit zu befassen, nur bemerken, dass man bei der bisherigen Annahme, dass ein schwankender Kieselsäuregehalt nur durch isomorphe Beimengung eines analog zusammengesetzten Silicates erklärt werden könne, zu der oft recht unwahrscheinlichen Existenz solcher Silicate verleitet wird und es vielleicht angezeigt wäre, zu prüfen, ob nicht eine andere Erklärung möglich ist.

Die schwankende Zusammensetzung des Nephelins erklärt sich z. B. recht gut durch Mischungen von



während man sonst zu einer complicirten Formel für Nephelin gelangt und die sowohl in der Natur vorkommenden, als auch künstlich so leicht darstellbaren Nepheline von der Formel $\text{Na}_2 \text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$ in eine ganz andere Gruppe verweisen muss, was wohl sehr wenig wahrscheinlich ist.

Nachträglich sehe ich, dass HINTZE in seinem soeben erschienenen Handbuche der Mineralogie I. Lieferung thatsächlich diesen, allerdings consequenten Standpunkt vertritt. Dadurch aber, dass man gezwungen wird, zwei ganz idente Producte in zwei ganz entfernte Gruppen zu trennen, wird eben die Hypothese, dem Nephelin liege kein Orthosilicat zu Grunde, meiner Ansicht nach ganz unwahrscheinlich. Ich glaube auf diese Anschauung aufmerksam machen zu müssen, welche möglicherweise die Constitution so vieler Silicate leichter erklären liesse, als die bisher allgemein adoptirte, von dem Vorkommen isomorpher Mischungen mit analoger Formel und

gleichem Sauerstoffgehalt. Sie ist zwar vorläufig ebenso hypothetisch wie letztere Theorie, würde aber in vielen Fällen zu einer leichteren und einfacheren Auffassung führen als diese. Der Umstand, dass eben letztere nur bei Feldspath, Granat und Olivin, etwa Pyroxen noch, sich begründen lässt, bei den übrigen aber nur durch Annahme complicirter, in der Natur nicht vorkommender und zum Theil sogar unwahrscheinlicher Silicate durchgeführt werden kann, lassen mich bezweifeln, ob denn nur durch Annahme solcher theoretischer Silicate von gleichem Sauerstoffgehalt die Constitution sich erklären liesse, oder ob nicht auch eine andere Art der Verbindung möglich sei und ich muss gestehen, dass mir letzteres viel wahrscheinlicher ist.

Heulandit.

Schmilzt man unter ähnlichen Bedingungen, wie früher erwähnt, dieses Mineral, so erhält man zwar kein sehr deutliches Resultat, in der erkalteten, halbkrySTALLINEN Schmelze kann man jedoch ein pyroxenartiges Mineral sehen, dann Anorthitleisten und amorphe Masse in nicht unbeträchtlicher Menge.

Synthese des Heulandits.

1. Durch Umkrystallisiren.

In kohlenensäurehaltigem Wasser löst sich Heulanditpulver, wenn dasselbe in verschlossener Röhre (Flintenlauf) bei 170° durch längere Zeit (11 Tage) erhitzt wird. Die Lösung lässt nun Neubildungen beobachten, welche mit dem Heulandit übereinstimmen.

Die erhaltenen Krystalle sind schon mit freiem Auge sichtbar, unter der Loupe betrachtet, sieht man grosse Tafeln, welche Perlmutterglanz zeigen und vorherrschend die Formen des Klinopinakoides, dann des Orthopinakoides, des Doma $P\infty$, der Basis aufweisen. U. d. M. erscheinen die Durchschnitte meist sechsseitig (Klinopinakoid) oder auch rechteckig (Orthopinakoid), erstere zeigen Auslöschungsschiefen von 0—20°. Die Spaltbarkeit längs der Symmetrieebene lässt sich auf den orthodiagonalen Schnitten gut beobachten. Die Doppelbrechung ist nicht stark, die Interferenzfarben graublau bis gelbgrau. Auf dem Klinopinakoid ist ein Axenbild mit einem Axenwin-

kel von $40-50^\circ$ und positivem Charakter der Doppelbrechung zu beobachten.

Die Analyse, welche Herr UNTERWEISSACHER an ausgesuchten Kryställchen ausführte, ergab:

SiO_2	=	58.90
Al_2O_3	=	14.02
CaO	=	8.53
H_2O	=	15.19
Na_2O	=	3.36
		100.00

Es ist jedoch zu bemerken, dass noch etwas Fe_2O_3 vorhandenen war, welches, als von der Eisenröhre herstammend, in Abzug gebracht wurde, und dass das Natron aus der Differenz bestimmt wurde. Die Analyse zeigt etwas weniger Thonerde und mehr Kalk als man bei dem Heulandit sonst findet, doch entspricht sie, bei dem Umstande, als sie auf Genauigkeit aus dem Grunde, weil nur eine geringe Menge, nämlich nur 0.306 gr zur Untersuchung verwendet werden konnte, nicht Anspruch erheben kann, doch so ziemlich der wirklichen Zusammensetzung des Heulandits.

2. Anorthit wurde in fein gepulvertem Zustande mit etwas frisch gefällter gelatinöser Kieselsäure in kohlenensäurehaltigem Wasser in einer verschlossenen Röhre bei 200° C. durch 14 Tage erhitzt.

Das erhaltene Pulver besteht theils aus Resten des angewandten Anorthits, theils aber auch aus Neubildungen. Unter letzteren wird Heulandit erkannt, es erscheinen wie bei der Umkrystallisirung dieses Minerals rechteckige Tafeln, sowie sechsseitige, erstere gerade, letztere unter ca. 20° auslöschend; die Interferenzfarben sind grau und blaugrau bis gelblichgrau. Der Axenwinkel konnte in einem Falle gemessen werden, wengleich auch nur sehr annähernd, er betrug ca. 50° . Die Spaltbarkeit ist sehr deutlich parallel $\infty P \infty$.

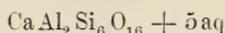
Daneben erscheinen aber auch rhomboëdrische Durchschnitte, welche mit dem künstlichen Chabasit grosse Ähnlichkeit besitzen. Das Resultat des Versuches ist demnach die Neubildung von Heulandit, welcher in tafelförmigen Krystallen wie im eben beschriebenen Falle auftritt, ferner von Chabasit.

Löslichkeit des Heulandits in 15%iger Lösung

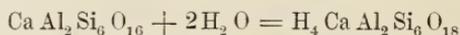
von Kohlensäurem Natron. Der Versuch wurde in einer verschlossenen eisernen Röhre ausgeführt, durch mehrere Tage lang das feine Pulver bei 100° mit dieser Lösung behandelt. Die Lösung enthält SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO .

Nach Abzug des aus der Röhre stammenden Eisens ergibt sich, dass 100 Theile in der Lösung enthalten sind: 67 % SiO_2 . Es ist also weit mehr Kieselsäure gelöst worden, als der Zusammensetzung entspricht, und lässt dies darauf schliessen, dass ein Theil der Kieselsäure lockerer gebunden ist und daher leichter in Lösung gelangt, während das Verhältniss des Kalkes zu der Thonerde dasselbe bleibt wie in dem Mineral, nämlich 1.3 : 5.

Constitution des Heulandits. Durch die Versuche von MALLARD und RINNE¹ ergibt sich, dass verschiedene Hydrate des Heulandits existiren, von denen eines bei Annahme der empirischen Formel



also 5 Molecüle Wasser enthält, das zweite, welches sich bei 150° bildet nur noch 3, das dritte, welches bei 180° existenzfähig ist, nur deren zwei enthält. Durch diese Versuche wird auch gezeigt, dass der von Krystallwasser befreite Heulandit die Formel



hat. Man kann nun auch hier das hypothetische Silicat (Kalkalbit) $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ annehmen und den Heulandit als Hydrat desselben bezeichnen. Dieser weniger wahrscheinlichen Ansicht glaube ich eher diejenige gegenüberstellen zu müssen, wonach auch hier neben einem Kalk-Thon-Silicate noch freie Kieselsäure enthalten ist. Es ist dies aller Wahrscheinlichkeit nach das Silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$, welches der Pyroxengruppe angehört und welches sich, wie wir sahen, auch bei der Umschmelzung des Laumontit bilden dürfte. Es wurde daher der Versuch gemacht, aus seinen Bestandtheilen das Silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ synthetisch darzustellen, die vielfach wiederholten Versuche ergaben allerdings kein ganz constantes Resultat, jedoch war, namentlich in einem Falle, die ganze Masse durch und durch krystallinisch und hier zeigten sich

¹ Dies. Jahrb. 1887. I. 17.

theils strahlenförmig angeordnete Säulen, theils grössere Körner sowie Leisten, welche alle mit lebhaften Farben gelb und blau polarisiren und dort wo eine Messung möglich war eine grosse Auslöschung zeigten, über 40° . In Salzsäure ist diese Masse nur schwer löslich, während dort, wo Anorthit sichtbar ist, dieser sich sehr leicht löst. Ich halte dieses Mineral für einen Pyroxen.

Bei anderen Versuchen war eine weitgehendere Zersetzung vor sich gegangen, indem neben obigem Mineral auch deutlich erkennbarer Anorthit und amorphe Masse auftrat.

Auf Grund dieser Versuche, verglichen mit den Resultaten früherer (bei Synthese des Pyroxens erhaltener¹) glaube ich, annehmen zu dürfen, dass die Existenz eines pyroxenartigen Minerals von obiger Zusammensetzung wahrscheinlich sei.

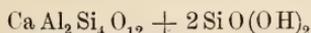
Andererseits wurde aber auch der Versuch gemacht, ob nicht etwa der hypothetische Kalkalbit $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ herzustellen sei. Ich habe daher Mischungen von dieser Zusammensetzung in ganz analoger Weise geschmolzen, wobei es sich ergab, dass das Silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ nicht krystallisationsfähig ist, dass es aber auch nicht als homogener Körper etwa amorph erstarrt, sondern sich zersetzt und Anorthit plus SiO_2 bildet. In der That besteht die erhaltene Schmelze aus deutlichem Anorthit mit dessen Auslöschungsschiefe und amorpher Masse, welche nichts anderes als SiO_2 ist.

Das spezifische Gewicht der Schmelze ist 2.47.

Ohne nun aus diesen Versuchen den Schluss ziehen zu wollen, dass das Silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ nicht existire, glaube ich doch auf die schwache Basis dieser Hypothese hinweisen zu müssen und entscheide mich in Anbetracht des Umstandes, dass auch der Löslichkeitsversuch des Heulandites, welcher einen bedeutenden Überschuss von Kieselsäure ergibt, dafür spricht, es sei locker gebundene Kieselsäure vorhanden, für die Formel



wobei dem vom Krystallwasser befreiten Silicate (also bei 180°) die Formel



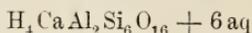
zukäme.

¹ Dies. Jahrb. 1886. II. 51.

Desmin (Stilbit).

Der in gleicher Weise durchgeführte Schmelzversuch ergab ein analoges Resultat, wie bei Heulandit. Es bildeten sich die büschelförmigen Nadeln des pyroxenartigen Minerals, oft aber auch Anorthit mit amorpher Masse.

Formel des Desmin. Auch bei diesem Mineral scheint zweierlei Wasser vorhanden zu sein: Krystall- und Constitutionswasser; nach den Versuchen DAMOUR's sind ca. zwei Drittel Krystallwasser, man hätte also



was sich analog dem Heulandit erklären lässt als



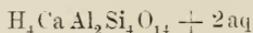
Den hierher gehörigen Philippsit konnte ich leider wegen Mangels an Material nicht untersuchen, ich glaube, dass er eine, diesen beiden Mineralien analoge Constitution hat, doch dürfte vielleicht ein analoger Fall, wie beim Chabasit, eintreten, nämlich dass das Verhältniss des Silicates zu $SiO(OH)_2$ schwankend ist.

Laumontit.

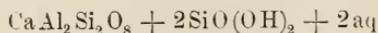
Laumontit, geschmolzen und langsam abgekühlt, ergab bei dem ersten Versuche hauptsächlich eine halbkrySTALLINE Masse aus vorherrschenden Anorthitleisten, ferner schief auslöschenden, lebhaft polarisirenden, nadelförmigen Krystallen, die pyroxenähnlich sind; das übrige ist amorphe Basis.

In einem zweiten Falle war das, ganz an die früher beschriebenen Bildungen, die durch Schmelzen von $CaAl_2Si_4O_{12}$ erhalten waren, erinnernde pyroxenartige Mineral vorherrschend, Anorthit aber ebenfalls sichtbar. Spec. Gew. der Schmelze 2.278.

Was die Constitution dieses Minerals anbelangt, so ist nach MALAGUTI's Versuchen die Hälfte des Wassers Krystallwasser, welches schon über Schwefelsäure entweicht, die Formel ist



oder

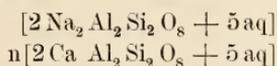


Es erklärt dies, warum sich hauptsächlich Anorthit bei der Umschmelzung bildet.

Thomsonit (Comptonit).

Thomsonit von der Seisser Alpe wurde, wie bei den bisherigen Versuchen, geschmolzen und langsam zur Erstarrung gebracht. Man erhält eine vollkommen krystalline Schmelze, die ganz aus grossen, deutlichen Anorthitkrystallen, meistens Zwillingen besteht. Hin und wieder erscheinen auch an den künstlichen Nephelin erinnernde Bildungen.

Meiner Ansicht nach ist der Comptonit ein Hydrat des Anorthits, welcher sich durch Zersetzung bei hoher Temperatur wieder bildet, neben dem Anorthitsilicat kommt das Nephelinsilicat vor. Seine Formel ist nach RAMMELSBERG



welche wohl der Wahrheit am nächsten kommen dürfte.

Analcim.

Die Umschmelzung des Analcims gibt nur ein negatives Resultat, man erhält keine krystallinische Schmelze.

Synthese des Analcims. Da diese schon früher erzielt wurde, insbesondere von SCHULTEN, so wurden in dieser Richtung keine weiteren Versuche angestellt.

Indessen bildete sich unbeabsichtigt bei mehreren Versuchen Analcim, und erscheint daher dieses Mineral sich am leichtesten unter allen Zeolithen zu bilden.

Überall wo sich bei einer Temperatur von 100—200° in verschlossenen Röhren Lösungen von Kieselsäure, Thonerde und Natron (resp. von Kieselsäure, Chloraluminium, kohlen-saurem Natron) auf einander wirken, bilden sich die charakteristischen Ikositetraëder, wie bereits bei Erwähnung anderer Versuche mitgetheilt wurde.

Formel des Analcims.

Was die chemische Zusammensetzung des Analcims anbelangt, so ist das vorhandene Wasser, 2 Molecüle, sicher kein Krystallwasser, denn DAMOUR betont ausdrücklich, dass der Analcim weder über Schwefelsäure noch bei 190° Wasser verliert, er sagt von dem Wasser „qui doit lui être unie par une forte affinité“¹.

¹ l. c. p. 453.

Es ist daher unrichtig, den Analcim $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 2\text{aq}$ zu schreiben, derselbe ist wohl $\text{H}_4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{14}$ oder $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 2\text{SiO}(\text{OH})_2$, also Nephelinsilicat plus Metakieselsäure. Auffallend ist allerdings, dass es bei der Umschmelzung des Analcims nicht gelungen ist, Nephelin zu erhalten.

Natrolith.

Der Natrolith, welcher bekanntlich aus Nephelin entsteht, lässt beim Schmelzen und Wiedererstarren wiederum dieses Mineral zur Bildung gelangen. Natrolith vom Hohenwiel in gepulvertem Zustande im LECLERQ-FOURQUIGNON-Ofen geschmolzen ergab eine Schmelze von wachsartigem Glanze und lichtgrüner Farbe, die hauptsächlich krystallinisch ist. Spec. Gew. = 2.508. U. d. M. erkennt man hauptsächlich Nephelin in hexagonalen Umrissen, oft deutlich einaxig, dann Skelette oder rudimentäre Krystalle von Nephelin, wie sie bei der Synthese des Nephelin entstehen und beschrieben wurden (vergl. meine Arbeit Zeitschr. f. Krystallographie Bd. IX, p. 321). Daneben findet man auch amorphe Masse.

Synthese des Natroliths.

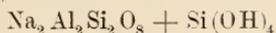
1. Durch Umkrystallisirung in kohlenensäurehaltigem Wasser.

Die künstliche Darstellung des Natroliths gelingt am leichtesten durch Auflösen des fein gepulverten Minerals in kohlenensäurehaltigem Wasser in einem verschlossenen Gefässe bei ca. 160°. Es wurden auch hier wieder Flintenläufe angewendet und das Mineral durch ca. drei Wochen darin erhitzt. Das Resultat war ein sehr gelungenes. Es zeigten sich büschelförmige Gruppen ganz ähnlich den natürlichen, dann einzelne Nadeln, die sehr gut krystallisirt erscheinen, obgleich sie sehr dünn sind. Man kann das Prisma und als Endflächen die Pyramide beobachten. Die Kryställchen sind meistens vollkommen wasserhell, zeigen Glasglanz. Mit Salzsäure gelatiniren sie. U. d. M. sieht man meistens leistenförmige, gerade auslöschende Durchschnitte, die dickeren zeigen schwache Interferenzfarben, die dünneren polarisiren ziemlich lebhaft.

2. Bei einem weiteren Versuche wurde ganz unter denselben Verhältnissen Natrolith in kohlenensäurehaltigem Wasser bei Zusatz von 3% doppelkohlen-säurem Natron behandelt.

Auch hier erhält man eine, wenngleich auch weniger deutliche doch unverkennbare Neubildung, die u. d. M. sich als Natrolith herausstellt, und der eben erwähnten gleich ist; auch diese löschen gerade aus, und sind als dünne Prismen ausgebildet, oft mit der Pyramide als Endflächen versehen.

3. Wenn der Natrolith sich, wie wir es als wahrscheinlich ansehen können, schreiben lässt



so sollte man glauben, dass sich aus Nephelin auch Natrolith durch Hinzufügung von Kieselsäure bilden könne. Ein in dieser Absicht unternommener Versuch, bei dem bei einer Temperatur bis zu 300° fein gepulverter Nephelin mit frisch gefällter Kieselsäure in kohlenensäurehaltigem Wasser erhitzt worden war, gab kein günstiges Resultat, wohl schon desshalb, weil der Nephelin nur bei dieser höheren Temperatur aufgelöst wird, hier aber die Bildung des Natrolithes schwer möglich erscheint.

4. Da Nephelin in Phonolithen und anderen Gesteinen sich zu Natrolith umsetzt, so wurde der Versuch gemacht, durch kohlen-saures Alkali und Kohlensäure in geschlossenem Gefässe bei ca. 200° zu zersetzen. Das Resultat war insofern kein sehr günstiges, als der grösste Theil des Nephelin unzersetzt blieb, unter den vorhandenen Neubildungen wurde vor Allem wieder der Analcim in deutlichen Ikositetraedern constatirt, daneben fanden sich gerade auslöschende, dünne Prismen, welche allerdings wahrscheinlich dem Natrolith angehören dürften.

Skolezit.

Der Skolezit lässt sich theoretisch von Anorthit durch Zusatz von Wasser und Kieselsäure ableiten. Umgekehrt muss sich durch Schmelzen des Skolezits Anorthit ergeben. Dies ist auch thatsächlich der Fall. Schmilzt man Skolezit (von Island) und lässt langsam abkühlen, so erhält man ein weisses Product, welches nicht vollkommen krystallinisch ist, aber wohl zum allergrössten Theil aus Anorthitkryställchen besteht. Es sind polysynthetische Zwillinge mit grosser Auslöschungsschiefe.

Der Rest besteht aus nicht krystallisirter Kieselsäure. Spec. Gew. der Schmelze 2.677.

Synthese des Skolezits.

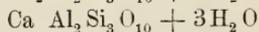
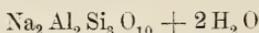
Aus Anorthit durch Zusatz von Kieselsäure gelingt dieselbe nicht, da sich hier, wie früher gezeigt, Heulandit und Chabasit bildet. Auch aus den entsprechenden Lösungen von Kieselsäure, Thonerde und Kalkerde erhält man eher diese Mineralien als Skolezit. Dagegen erhält man Skolezit auf analoge Weise wie Chabasit, Apophyllit, Natrolith durch Umkrystallisiren bei 150° in verschlossenem Rohre. Indessen gelang ein derartiger Versuch nicht so gut wie bei jenen; immerhin aber bildeten sich Krystalle, welche ganz dem natürlichen Skolezit gleichen, und in Prismen oder büschelförmig angeordneten, glasglänzenden, durchsichtigen Nadeln erscheinen.

Zersetzbarkeit des Skolezits.

Zunächst wurde Skolezitpulver in destillirtem Wasser bei 80° in verschlossener Röhre durch mehrere Tage lang behandelt. Der gelöste Theil war nur sehr gering, so dass eine quantitative Bestimmung unmöglich war, die kleine Menge gelöster Substanz bestand fast nur aus Kieselsäure. Nunmehr wurde dasselbe Pulver mit einer 10 %igen Lösung von kohlen-saurem Natron durch mehrere Tage in einer verschlossenen Röhre behandelt, bei einer Temperatur, die 80° nicht überstieg. Gelöst wurden 33.9%. Nach Abzug des kohlen-sauren Natrons wurde darin Kieselsäure, Thonerde und Kalkerde bestimmt, und ergab sich deren Verhältniss wie 12 : 1.6 : 2.8, während im Mineral diese Stoffe sich verhalten wie 12 : 7 : 5. Also auch hier wird mehr Kieselsäure in der Lösung gefunden.

Formeln des Natroliths und Skolezits.

Empirische Formeln sind:



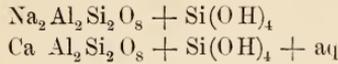
Schon LEMBERG gelangte bei seinen Studien¹, und zwar von einem ganz anderen Gesichtspunkte als ich ausgehend, zu dem Resultat, dass eines der Molecüle Wasser des Skolezits lockerer gebunden sein müsste, Krystallwasser sei.

Aus den Versuchen von RAMELSBERG und DAMOUR kann man schliessen, dass der Skolezit ca. ein Drittel des Wassers leichter abgibt, als den Rest, während man für den Natrolith

¹ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1876. Bd. 28. p. 568.

annehmen muss, es sei dieses Wasser in gleich starker Weise gebunden; da letzteres bei ziemlich hoher Temperatur erst (über 240°) entweicht, so wird man eher annehmen müssen, dass es sogenanntes Constitutionswasser sei.

Nach meiner Ansicht sind die Formeln beider Mineralien:



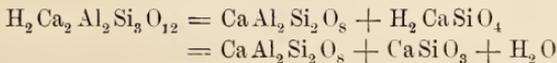
Prehmit.

Der Prehmit wird mitunter noch zu den Zeolithen gerechnet, jedenfalls irrthümlicher Weise, da sein Wassergehalt ein constanter ist und nicht in der Weise wie bei den Zeolithen gebunden erscheint. GROTH rechnet ihn daher zur Dioplasgruppe, was meiner Ansicht nach richtig ist, da er am meisten noch dem Friedelit sich nähert.

Wird Prehmit im LECLERQ'schen Ofen geschmolzen, und lässt man, wie schon beschrieben, die Schmelze zur Krystallisation gelangen, so erhält man ein Gemenge von zwei Körpern. denselben, welche auch bei der Zersetzung des Granats erhalten werden¹.

Das Schmelzproduct, welches durch Schmelzen des Prehnits von Fassa erhalten wurde, hat eine vollkommene krystalline Structur und ist lichtbräunlich gefärbt. U. d. M. bemerkt man zahlreiche, oft recht gut auskrystallisirte Plagioklaskrystalle, deren Auslöschungsschiefe bis zu ca. 45° geht, und ferner gerade auslöschende Säulen, welche wieder mit dem Umschmelzungsproduct des Wollastonits übereinstimmen. Das spec. Gew. der Schmelze ist 2.699.

Demnach lässt sich der Vorgang darstellen durch die Formeln:

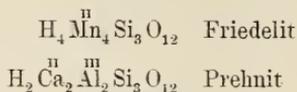


Das Wasser entweicht, es bleiben Anorthit und ein monokliner Pyroxen zurück. Wollastonit kann sich nicht bilden, da derselbe bei so hoher Temperatur nicht mehr existenzfähig ist². Es verhält sich demnach der Prehmit so, wie bei analoger Behandlung der Granat.

¹ DOELTER u. HUSSAK, dies. Jahrb. 1884. I. 158.

² s. DOELTER, dies. Jahrb. 1886. I. 120.

Der Prehnit gehört demnach seinem chemischen Verhalten nach, nicht zu den Zeolithen, um so mehr als das Wasser hier auch eine ganz andere Rolle spielt: er schliesst sich eher der Gruppe des Diopases an, sehr nahe steht ihm vom chemischen Standpunkt aus der Friedelit:



Resultate.

Die hier untersuchten Zeolithe sind alle bei erhöhtem Drucke in Wasser, insbesondere kohlen säurehaltigem löslich, und können derart umkrystallisirt werden. Die dazu angewandte Temperatur beträgt 120°—160° C. In flüssiger Kohlen säure lösen sich manche Zeolithe schon bei sehr wenig erhöhter Temperatur (25°) auf.

Aus Lösungen von Salzen, die Kieselsäure, Thonerde, kohlen sauren Kalk oder kohlen saures Natron enthalten, lassen sich in verschlossenen Röhren bei einer Temperatur von 130°—190° C. namentlich Analcim, Heulandit, seltener Chabasit erhalten.

Alle Zeolithe bestehen aus einem Nephelin-, Pyroxen- oder Feldspath-ähnlichen Silicat, zu welchem Meta- oder Orthokieselsäure tritt, ausserdem enthalten die Zeolithe in den meisten Fällen noch schwankende Mengen von Krystallwasser, wobei die Anzahl der Wassermolecüle von der Temperatur abhängig ist. Das Krystallwasser kann durch Temperaturerhöhung vertrieben werden, ist aber meistens wieder aufnehmbar. Die mit der Temperatur wechselnden Hydrate können verschiedene Krystallform besitzen.

Eine bestimmte Anzahl von Molecülen Wasser kann nicht ausgetrieben werden ohne die Verbindung zu zersetzen, dieses Wasser ist als Kieselsäure vorhanden. Durch Umschmelzen und Wiederkrystallisirenlassen lässt sich in manchen Fällen das die Basis des Zeolithes bildende Silicat, welches ein Ortho- oder Metasilicat ist, erhalten.

Die Formeln der Zeolithe lassen sich folgendermaassen darstellen:

Apophyllit	CaSiO_3	+	H_2SiO_3	+	aq	
	(K ₂)					
Okenit	CaSiO_3	+	H_2SiO_3	+	aq	
Pektolith	$\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$	+	H_2SiO_3			
Chabasit ¹	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	+	$n\text{SiO}(\text{OH})_2$	+	6aq	
Heulandit	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$	+	$2\text{SiO}(\text{OH})_2$	+	3aq	
Desmin	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$	+	$2\text{SiO}(\text{OH})_2$	+	4aq	
Laumontit	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	+	$2\text{SiO}(\text{OH})_2$	+	2aq	
Thomsonit	$2\left\{\begin{array}{l} \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \\ \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \end{array}\right\}$				+	5aq
Analcim	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	+	$2\text{SiO}(\text{OH})_2$			
Natrolith	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	+	$\text{Si}(\text{OH})_4$			
Skolezit	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	+	$\text{Si}(\text{OH})_4$	+	2aq	

¹ Wobei n = 2 oder grösser als 2.

grafico di alcune combinazioni solforiche. (Mit 1 Tafel.) — XV. E. ARTINI: Della forma cristallina di alcuni nuovi composti organici. (Mit 2 Tafeln.) — XVI. J. CHELUSSI: I porfidi quarziferi del colle di Buccione e del Monte Mesma sul lago d'Orta. — Kleinere Mittheilungen: J. G. GRATTAROLA: Realgar ed orpimento del Monte Amiata.

11) Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. 8^o. Jahrg. 1890. Moskau. [Jb. 1890. II. -462-.]

No. 2. — A. PAVLOW: Le Néocomien des montagnes de Worobiewo (pl. VI). 173. — E. KISLAKOWSKY: Über den Meteoriten von Turgaisk (pl. VII). 187. — Protokolle der Sitzungen (MARIE PAVLOW: Über den tertiären Hipparion Russlands und posttertiäre Pferde. 7. — A. PAVLOW: Erinnerung an Prof. M. NEUMAYR. 9. — E. KISLAKOWSKY: Über den Meteoriten von Turgaisk. 11. — A. PAVLOW: Erinnerung an Professor M. TOLSTOPIATOW. 12; — Über das geologische Alter der Worobiewy-Gory. 14.).

12) Berg-Journal, herausgegeben von dem Berg-Gelehrten-Comité. Jahrg. 1890. 8^o. St. Petersburg. (r.) [Jb. 1891. I. -190-.]

Bd. IV. Heft 1 (October). — W. OBRUTSCHEW: Eine geologische Skizze der Mineralwässer von Nilowa Pustyn. 92. — J. MILNES: Die Fortschritte der Seismologie in Japan. 142.

13) Berichte der geologischen Reichsanstalt. Jahrgang 1890. 8^o. St. Petersburg. (r.) [Jb. 1890. II. -462-.]

Bd. IX. No. 7. — Sitzungsbericht d. k. geolog. Reichsanstalt vom 19. April 1890. 31. — A. KRASNOPOLSKY: Geologische Untersuchungen am östlichen Abhänge des Ural (Werchne- und Nishne-Turinskaya und Bisserskaya Datscha). 177. — A. MICHALSKI: Vorläufiger Bericht über Untersuchungen, ausgeführt im Jahre 1889 (Gouv. Lublin und Kiew). 193.

14) Abhandlungen der geologischen Reichsanstalt. Jahrgang 1890. 4^o. St. Petersburg. (r.) [Jb. 1890. I. -490-.]

Bd. V. No. 5. — S. NIKITIN: Die Steinkohlen-Ablagerungen des Moskauer Gebietes und deren artesianische Wasser. 182 S. und 3 Taf.

Berichtigung.

Jahrg. 1890. Bd. I. p. 127 ist in der Formel des Chabasites statt 6aq zu setzen: **4aq**.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [1890](#)

Autor(en)/Author(s): Doelter Cornelius

Artikel/Article: [Ueber die künstliche Darstellung und die chemische Constitution einiger Zeolithe 117-139](#)