

Synthetische Studien.

Von

C. Doelter.

I. Über das künstliche Kalksilikat CaSiO_3 .

Literatur.

LECHARTIER: Compt. rend. LXVII. p. 41.

BOURGEAIS: Thèses présentées à la Faculté des sciences etc. Paris 1883.

GORGEU: Sur la production artificielle de la wollastonite. Compt. rend. 1884. Bd. C. p. 258.

J. VOGT: Studier of Slagger. Stockholm 1884.

Gelegentlich eines Versuches den Apophyllit zu schmelzen, fand ich, dass der grösste Theil der Masse zu Krystallen erstarrte, welche sich einaxig erwiesen. Ähnliches gaben Okenit, Pektolith. Dies veranlasste mich den von BOURGEOIS angestellten Versuch der Nachbildung des Wollastonites wieder aufzunehmen und das bei hoher Temperatur gebildete Kalksilikat näher zu studiren.

1. Um näheren Aufschluss zu erhalten, wurde vor Allem natürlicher Wollastonit von Auerbach (a. d. Bergstrasse) gepulvert, geschmolzen und im Fourquignon-Ofen einer langsamen Abkühlung unterworfen. Man erhält leicht schon nach wenigen Stunden eine grosskrystalline Masse, welche vollkommen aus Krystallen ohne Interposition von amorpher Substanz besteht. Das neue Product ist von dem natürlichen Wollastonit verschieden. Die rechteckigen Längsschnitte, welche meistens parallel gelagert sind, löschen genau gerade aus, zeigen Spaltbarkeit nach der Richtung der grösseren

Seite des Rechteckes; die Querschnitte sind entweder rundlich oder sie zeigen ein nicht ganz regelmässiges Sechseck, manchmal sind sie mehr quadratisch; die Längsschnitte zeigen lebhaft Interferenzfarben, roth, grün, die Querschnitte mildere Farben, manche bleiben nahezu dunkel zwischen gekreuzten Nicols. Im convergenten Lichte zeigen die Längsschnitte Austritt einer Axe, während die Querschnitte das schwarze Kreuz, das sich indessen beim Drehen etwas öffnet, sehen lassen. Wir haben also jedenfalls ein krystallographisch vom Wollastonit verschiedenes Mineral vor uns. Um die chemische Identität nachzuweisen, bedurfte es wohl keiner weiteren Untersuchung, da ja die beiden Elemente des Wollastonites nicht flüchtige sind.

Das specifische Gewicht konnte wegen einiger vorhandenen Hohlräume nicht ganz sicher bestimmt werden; Dr. E. HUSSAK fand dasselbe vermittelst der Westphal'schen Wage zu 2.88.

2. Es wurden nun mehreremale CaCO_3 und SiO_2 , sowie auch CaO und SiO_2 in den für die Mischung des Wollastonites erforderlichen Proportionen zusammengeschmolzen und einer langsamen Abkühlung unterworfen.

BOURGEOIS (l. c. p. 9) hat bereits nachgewiesen, dass man durch Zusammenschmelzen von CaO mit SiO_2 ein Product erhält, welches optisch nicht mit dem Wollastonit übereinstimmt. Doch ist derselbe der Ansicht, dass es monoklin mit sehr kleinem Axenwinkel sei und unter einem kleinen Winkel schief auslösche. Diese Ansicht kann ich nicht bestätigen.

Die bei meinen Versuchen erhaltenen Producte besitzen das spec. Gew. von 2.90 (nach Bestimmung des Dr. HUSSAK mittelst der Westphal'schen Wage). Um die chemische Zusammensetzung festzustellen, und hier einem etwaigen Einwande zu begegnen¹, wurde eine Analyse des Productes vorgenommen, welche ergab:

SiO_2	50.99
CaO	47.89
	98.88

¹ THOULET hat die Frage aufgeworfen, ob der bei vielen im Fourquignon'schen Ofen ausgeführten Versuchen auftretende Schaum nicht ein sogenanntes „produit de départ“ sei, so dass alsdann die geschmolzene Masse eine andere Zusammensetzung hätte, als die angewandte. Ich konnte

Je nach der rascheren oder langsameren Abkühlung erhält man Schmelzen, die grössere oder kleinere Krystalle aufweisen; aber alle sind vollkommen krystallinisch, ohne Spur von Zwischenmasse. Die grösseren Krystalle zeigen länglich-rechteckige Durchschnitte und Spaltbarkeit nach der langen Seite der Leisten, nach welcher stets die Auslöschung stattfindet. Die Querschnitte sind, wie bei der Umschmelzung des natürlichen Wollastonites, rundlich oder unregelmässig hexagonal. Die Längsschnitte zeigen im convergenten Lichte eine Hyperbel, die Querschnitte oft das schwarze Kreuz, welches sich beim Drehen des Präparates öffnet. Die Doppelbrechung ist positiven Charakters.

Die Durchschnitte sind manchmal aus parallelen Mikrolithen aufgebaut. In einigen Längsschnitten bemerkt man feine Streifen, die optisch verschieden sind von dem übrigen Theile des Schnittes und vielleicht als Zwillingstreifen zu deuten sind. Alle Längsschnitte polarisiren ungemein lebhaft und zeigen rothe oder grüne Färbung.

Die Querschnitte zeigen dunkelgraue Interferenzfarben, viele sind nahezu isotrop, während vollkommene Dunkelheit zwischen gekreuzten Nicols doch nur bei wenigen beobachtet wird; diese sind es, welche das schwarze Kreuz in der Mitte des Gesichtsfeldes zeigen, während es bei den anderen am Rande erscheint. Gewöhnlich liegen mehrere solcher hexagonaler oder rundlicher Querschnitte gruppenweise zusammen.

Bei einigen Versuchen waren die Krystalle sehr regelmässig parallel angeordnet, so dass von zwei zu einander senkrechten Schnitten der eine die Längsschnitte, der andere die Querschnitte zeigte; bei anderen Schmelzen war dies nicht der Fall.

Die Frage nach dem Krystallsysteme des bei hoher Temperatur (über 1200°) gebildeten Kalksilikates lässt sich nicht absolut feststellen. Man könnte vorerst geneigt sein anzunehmen, dass es vom Wollastonit nur optisch verschieden ist, dem steht aber die Form der Krystalle, lange Prismen von hexagonalem Durchschnitte, entgegen. Es liegt entweder ein

mich überzeugen, dass ganz derselbe Schaum entsteht, wenn man ein leeres Platinblech in demselben Ofen schmilzt (vergl. Bulletin de la soc. min. 1884, Heft 7).

hexagonales Prisma oder die Combination eines Pinakoides mit einem rhombischen Prisma vor.

Man muss also schliessen, dass ein rhombisches oder hexagonales Krystallsystem vorliegt. Die optischen Eigenschaften sprechen für ein rhombisches Krystallsystem mit sehr kleinem Axenwinkel, die spitze Bisectrix würde parallel zur Längsrichtung der Nadeln stehen.

Dies war auch die Ansicht Prof. C. KLEIN's, welchem ich zwei Schliche übersandte; er bemerkte, dass die optische Untersuchung einer rhombischen Gleichgewichtslage entspräche (nahezu einaxig). Indessen wäre auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass ein hexagonales Product vorliegt, das optisch anomal wäre. Hier ist nun auch der Ort von den aus Kalksilikat bestehenden, in Schlacken vorgefundenen hexagonalen Krystallen zu sprechen, welche obigem durch Synthese erhaltenen Product sehr nahe stehen, ja vielleicht damit ident sind. Nachdem schon früher HAUSMANN¹ und SCHNABEL solche hauptsächlich aus Kalksilikat bestehenden Schlacken nachgewiesen, hat J. VOGT nach einer soeben erschienenen Schrift (l. c. p. 87 u. f.) über Schlacken, welche mir indessen erst nach Beendigung meiner Versuche zukam, Krystalle untersucht, welche hexagonale Säulen repräsentiren und aus Kalk (mit etwas Magnesia, Eisen und Mangan) und Kieselsäure bestehen. Dieselben stammen von der Sayner Hütte und sind schon früher von SCHNABEL² untersucht worden. Die Zusammensetzung würde durch die Formel $\text{RO}_4(\text{SiO}_2)_4$ am besten ausgedrückt; doch kann meiner Ansicht nach wegen der Verunreinigung des Materiales diese Formel nicht ganz genau sein und ist die Wahrscheinlichkeit, dass hier das Silikat CaO, SiO_2 vorliege, eine sehr grosse, was auch VOGT zugiebt (p. 295). In optischer Hinsicht scheint dieses Silikat mit dem unserigen ebenfalls vollkommen übereinzustimmen; der Charakter der Doppelbrechung ist auch hier ein positiver.

Es führen also alle Untersuchungen dahin, dass ein anscheinend hexagonales Kalksilikat durch Zusammenschmelzen mit CaO und SiO_2 erzeugt wird, wodurch also der Dimorphis-

¹ Beitr. z. K. d. Eisenhochofen-Schlacken. Verein der bergmänn. Freunde p. 323. Göttingen 1854.

² Pogg. Ann. 1851, Bd. 160.

mus von CaSiO_3 nachgewiesen wäre; indess lässt sich nicht genau feststellen, ob das Product wirklich hexagonal ist, da die Möglichkeit, die Krystalle seien rhombisch, keineswegs ausgeschlossen ist.

Das specifische Gewicht dieses künstlichen Kalksilikates ist nur um ein geringes höher, als das des natürlichen; nach der Untersuchung des Dr. HUSSAK beträgt es 2.905; dieser Werth dürfte kaum zu hoch gegriffen sein, da bei der Bestimmung mit Körnern, wegen der eingeschlossenen Luftporen, der Werth eher etwas zu niedrig ausfällt. BOURGEOIS hatte für das von ihm hergestellte Kalksilikat 2.7 gefunden.

3. Um dem Wollastonit ähnliche Producte zu erhalten, ist jedenfalls eine hohe Temperatur zu vermeiden, da die Ursache des Dimorphismus offenbar auch in der verschiedenen Entstehungstemperatur liegen mag.

GORGEU (l. c. p. 259) erhielt Wollastonit durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit Chlorcalcium in einer mit Wasserdampf geschwängerten Atmosphäre in der Rothgluthhitze.

Das Product hatte die Zusammensetzung CaSiO_3 , das specifische Gewicht 2.88, die Härte 3.5, also geringer als die des natürlichen Kalksilikates. Die Krystalle sollen zweiachsig sein, aber gerade auslöschen, woraus man also, wenn wirklich Wollastonit vorlag, zu folgern hat, dass Durchschnitte nach dem Orthopinakoid vorlagen; da aber niemals tafelfartige, sondern nur säulenförmige Krystalle beobachtet wurden, so stimmen diese nicht mit der tafelfartigen Form der Wollastonit-Krystalle.

Die nur wenige Zeilen umfassende Beschreibung GORGEU's ist indessen so vag, dass man sich keineswegs überzeugen kann, ob die Krystalle in optischer Hinsicht mit dem natürlichen Wollastonit übereinstimmen, wenn auch die Zusammensetzung der Krystalle als CaSiO_3 nicht zweifelhaft ist; das monokline System ist aber für jene künstlichen Krystalle keineswegs erwiesen. Ganz im Widerspruche mit der Behauptung GORGEU's steht der Versuch LECHARTIER's (l. c. p. 41) und die Untersuchung des von ihm erhaltenen Productes durch BOURGEOIS (l. c. p. 10, 11), welche GORGEU merkwürdigerweise mit keiner Silbe erwähnt.

BOURGEOIS fand, dass die durch Zusammenschmelzen von

kohlensaurem Kalk und Kieselsäure in Chlorcalcium erhaltenen Krystalle nicht dem Wollastonit entsprechen, sondern einaxig seien.

Bei diesem Versuche war auch nur eine geringere Temperatur angewandt worden, und ist derselbe mit dem später von GORGEU ausgeführten fast ident, nur mit dem Unterschiede, dass LECHARTIER und BOURGEOIS kohlensauren Kalk dem Chlorcalcium zusetzten, was GORGEU unterlassen; dieser hat die Oxydation des Chlorcalciums in einem feuchten Luftstrom vorgenommen. Indessen musste dieser Unterschied nicht zu einem wesentlich verschiedenen Resultate führen, und lagen demnach hier zwei ganz entgegengesetzte Ansichten über das bei niedriger Temperatur (dunkle Rothgluth) erzeugte Kalksilikat vor.

Zur Aufklärung der Sache führte ich mehrere Versuche aus.

a) Ein erster Versuch, bei welchem Kieselsäure in Chlorcalcium bei Rothgluth geschmolzen wurde, gab büschelförmige Nadeln, die immer gerade auslöschten, doch war wegen der grossen Menge von Chlorcalcium eine weitere Untersuchung nicht möglich.

b) Bei einem weiteren Versuche, welcher diesesmal im Wasserstoffstrom ausgeführt wurde, ergaben sich schöne Leisten, ziemlich lebhaft polarisirend und Spaltbarkeit nach der Längsrichtung zeigend; dieselben löschen gerade aus und haben hexagonale Querschnitte, sie sind in Essigsäure unlöslich, in HCl löslich. Die Nadeln erinnern sehr an das hexagonale künstliche Kalksilikat.

c) Bei einem dritten Versuche, Wollastonit in Chlorcalcium im Wasserstoffstrom zu schmelzen, ergaben sich ebenfalls nur jene hexagonalen Nadeln, die parallel auslöschten.

Bei diesen Versuchen erhält man also nur das hexagonale Kalksilikat.

d) Es wurde nun natürlicher Wollastonit in Chlorcalcium bei Gegenwart von Wasserdampf bei gewöhnlichem Drucke geschmolzen; die ausgewaschene Schmelze zeigte keine hexagonalen Nadeln, wohl aber rechteckige Tafeln, die gerade auslöschten, aber zweiachsig sind; sie polarisiren weniger lebhaft, als die vorhin erwähnten Nadeln, zeigen Spaltbarkeit nach einer der Richtungen des Rechteckes, sind in kalter verdünnter Salzsäure wenig löslich, wohl aber in heisser, zeigen

eine geringe Härte und gehören jedenfalls einem Kalksilikate an; manche zeigen Seidenglanz und dürfte vielleicht Wollastonit, dem natürlichen ähnlich, hier vorliegen.

e) Bei einem zweiten Versuche, welchen ich genau nach GORGEU'S Beschreibung vornahm, erhielt ich ähnliche Tafeln.

f) Endlich habe ich den LECHARTIER-BOURGEOIS'schen Versuch nochmals unternommen und Kieselsäure mit Chlorcalcium zusammengeschmolzen und dann Stückchen von kohlen-saurem Kalk in die schmelzende Masse eingetaucht, ich erhielt dabei farblose wasserhelle lange Leisten, welche lebhaft polarisiren und gerade auslöschen und sehr an das hexagonale Kalksilikat erinnern, die Querschnitte dieser Nadeln waren jedoch zu klein, um die Einaxigkeit zu constatiren; dem GORGEU'schen Resultate entspricht dieser Versuch nicht, wohl aber der schon von BOURGEOIS hervorgehobenen Thatsache.

Wollastonitähnliche Massen entstehen nur bei der GORGEU'schen Methode, obgleich eine absolute Sicherheit, ob wirklich Wollastonit vorlag, nicht vorhanden ist.

Bei allen Versuchen, in denen also Wasserdampf fehlte, entstand sicher nur ein hexagonales Product; ebenso entsteht dieses bei Einwirkung einer hohen Temperatur. Natürlicher Wollastonit kann sich also entweder nur auf rein hydratogenem Wege oder bei einer niederen Temperatur in Gegenwart von Wasserdampf bilden.

Die Einwirkung eines Silikatmagmas auf Chlorcalcium bei Gegenwart von Wasserdämpfen könnte also die Bildung des Wollastonits erklären; es ist indessen fraglich, ob in der Natur häufig Chlorcalcium mitgewirkt hat; nicht ganz unwahrscheinlich wäre es, dass der kohlen-saure Kalk, welcher nach den Versuchen von HALL und G. ROSE in geschlossenem Raume schmilzt, auf ein Silikatmagma gewirkt hat, wodurch auch die Association des Wollastonites mit Calcit in den Contact-mineralien erklärt würde (vergl. unten p. 134).

Um diesen Punkt experimentell zu prüfen, suchte ich Kalkspath mit SiO_2 in Kohlensäure unter einem, wenn auch geringem Drucke in einem Porzellangefäss zu schmelzen. Es bildeten sich kleine Kalkspathrhomboëder, eine Schmelzung war jedoch nicht zu beobachten, auch waren keine Krystalle zu sehen, welche etwa als Wollastonit zu deuten gewesen wären.

II. Über den Pektolith und das Silikat $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$.

Es war von Interesse zu erfahren, ob das Silikat $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ sich ähnlich verhalte, wie das normale Kalksilikat. Bekanntlich wird dieses Silikat im Pektolith angenommen, welcher von manchen als isomorph mit Wollastonit angesehen wird¹; man kann allerdings die Formen aus denen des Wollastonites ableiten, optisch aber sind die beiden Mineralien gänzlich verschieden.

Es war daher nicht unwichtig zu wissen, ob der geschmolzene Pektolith sich verhalte, wie das aus Schmelzfluss erhaltene Silikat $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$, welches von KENNGOTT und GROTH als das Pektolithsilikat angesehen wird. Wäre der Pektolith hervorgegangen aus der Zersetzung dieses Silikates durch Wasseraufnahme, so müsste ein nicht stark zersetzter Pektolith sich beim Schmelzen ähnlich verhalten, wie obiges Silikat.

Es wurde nun Na_2O (als kohlen-saures Natron), CaO und SiO_2 in den geforderten Proportionen zusammengeschmolzen und langsam zur Erstarrung gebracht. Die Schmelze erstarrt ganz krystallinisch.

Das Schmelzproduct ist jedoch von dem bei Umschmelzung von Wollastonit erhaltenen gänzlich verschieden; man erhält rechteckige Leisten, sowie Körner, die graue oder graublau Interferenzfarben zeigen. Diese Leisten löschen nicht gerade, sondern unter einem Winkel, der $0-34^\circ$ beträgt, aus. Manchmal ist die Form der Längsschnitte eine mehr länglichhexagonale und zeigt sich Spaltbarkeit nach der Richtung der grössten Ausdehnung; bei einigen zeigen solche Schnitte im convergenten Lichte einen Hyperbelarm. Diese Durchschnitte erinnern mitunter an Augitdurchschnitte; die Querschnitte sind meistens von rundlicher Form.

Das spec. Gew. der Schmelze beträgt nach Dr. HUSSAK's Bestimmung mittelst der Westphal'schen Wage 2.766.

Es wurde hierauf Pektolith von Bergenhill umgeschmolzen. Das Resultat zeigt ein Product, welches dem sehr ähnlich ist, welches der Wollastonit ergab, nämlich optisch einaxige Krystalle, von länglicher Form, deren Längsschnitte

¹ GROTH: Tabell. Übersicht der Mineralien. II. Aufl. 103.

gerade auslöschten, während die hexagonalen Querschnitte nahezu einaxig sind. Die Interferenzfarben sind wie bei dem umgeschmolzenen Wollastonit sehr lebhaft. Doch ist das Product niemals ganz krystallin, sondern findet sich zwischen den Krystallen immer glasige Masse.

Das spec. Gew. dieser Schmelze beträgt nach Dr. HUSSAK'S Bestimmung 2.73; es ist also geringer als das des Silikates $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$.

Es scheint, dass bei dieser Umschmelzung nur das reine Kalksilikat in Krystallen erstarrte, während die amorphe Grundmasse das Natron enthält. Indess ist nicht ausgeschlossen, dass auch in ersterem das Natronsilikat isomorph beigemischt sei.

Aus den beiden Versuchen geht jedenfalls deutlich hervor, dass das Silikat $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ sich wie Augit verhält, dass dagegen der Pektolith beim Schmelzen sich wie CaSiO_3 verhält. Es ist daher unwahrscheinlich, dass der Pektolith ursprünglich aus $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ besteht, in diesem Falle müsste sich auch der geschmolzene Pektolith wie das geschmolzene Silikat $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ verhalten.

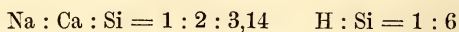
Übrigens sprechen eine Menge anderer Gründe gegen die Ansicht, als bestehe der Pektolith aus umgewandeltem Kalk-Natron-Silikat. Ein gewichtiger Grund ist z. B., dass sehr frischer, lebhaft polarisirender Pektolith, wie der von Bergenhill, der keine Spur von Umwandlung zeigt, immer Wasser enthält. Um nun darüber Gewissheit zu erhalten, habe ich vollkommen frischen Pektolith in dieser Hinsicht nochmals geprüft.

Der Pektolith verlor nach 14tägigem Trocknen auf conc. Schwefelsäure 0.405 Proc. seines Gewichtes. Bei 100° durch drei Stunden getrocknet verlor derselbe nur noch 0.09 Proc., bei 200° weitere 0.128 Proc., welche er an der Luft wieder aufnimmt. Der ganze Wasserverlust beträgt bei 300° 0.959 Proc., während der ganze Wassergehalt des Mineralen nach längerem Glühen im Platintiegel zu 4.09 Proc. bestimmt wurde.

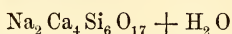
Der Pektolith ist demnach ein wasserhaltiges Mineral, das einen kleinen Theil seines Wassers schon über Schwefelsäure verliert; nur das bei 200° entwichene Wasser kann

wiederum aufgenommen werden, während das bei Rothgluth entwichene nicht wieder absorhirt wird. Es verhält sich demnach der Pektolith wie ein Zeolith.

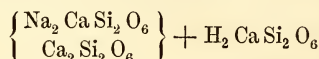
Berechnet man die besten Analysen des Pektolithes nach RAMMELSBURG¹, so erhält man:



Die Formel gestaltet sich zu:



was entsprechen könnte der Formel:



Manche Pektolithe enthalten aber, wie das auch bei dem früher genannten von Bergenhill der Fall war, mehr Wasser, als die Formel verlangt (3 Proc.), und da, wie oben constatirt wurde, ein Theil des Wassers schon früher entweicht, so wäre es denkbar, dass auch noch Krystallwasser vorhanden wäre. Jedenfalls, und dies will ich hier constatiren, ist das Verhältniss des Natronsilikates zu dem reinen Kalksilikat CaSiO_3 nicht 1 : 1, sondern 1 : 4; CaSiO_3 herrscht vor, beim Umschmelzen erhält man die hexagonale Form dieses, und $\text{CaNa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ scheint, wo es dem ersteren isomorph beigemengt ist, ebenfalls bei der Erstarrung diese Form anzunehmen oder glasisch zu erstarren, während es für sich allein in der Augitform krystallisirt.

III. Über einige Experimente behufs Nachahmung von Contactwirkungen.

Vor circa drei Jahren hatte ich einige Experimente angestellt, um durch Zusammenschmelzen von Kalkstein mit verschiedenen basaltischen Magmen Resultate zu erhalten, welche einigermaßen mit der Production der natürlichen Contactmineralien zu vergleichen wären. Ich trug darüber in der mineralogisch-geologischen Section der Naturforscherversammlung zu Freiburg im Jahre 1883² vor. Inzwischen habe ich noch einige weitere Versuche angestellt, welche vielleicht nicht ohne Interesse sind.

¹ Handbuch. II. Auflage, p. 382.

² Tageblatt d. Vers. d. Naturf. u. Ärzte. Freiburg 1883.

Wenn wir die Lagerstätten von Contactmineralien vom Monzoni, Predazzo, Banat, Auerbach etc., und die wahrscheinlich auf ähnliche Weise entstandenen Kalkblöcke des Mte. Somma und des Latio studiren, so wird uns sofort klar, dass bei vielen Mineralien, welche wir an diesen Fundorten finden, das Wasser als Agens der Bildung angesehen werden muss, und dass bei vielen, selbst wasserfreien, keine sehr hohe Temperatur geherrscht haben kann. Dass alle jene Vorgänge nur bei gewöhnlicher Temperatur stattgefunden oder durch warme Quellen erzeugt wurden, ist andererseits sehr unwahrscheinlich.

Ich selbst machte am Monzoni und Canzoccoli die Wahrnehmung, dass das Eruptivgestein sehr oft haarscharf von dem umgewandelten Kalke getrennt ist, und dass ersteres vollkommen frisch und unversehrt sei, was bei einer langsamen Einwirkung von warmem Wasser keineswegs wahrscheinlich wäre; auch andere Forscher haben diese Beobachtung gemacht.

Wir können die am Contact vorkommenden Mineralien in vier Gruppen nach ihrer Bildungsweise eintheilen:

1. Augit, Fassait, Anorthit, Labrador, Olivin, Meionit, Gehlenit, Spinell, Magnetit.
2. Granat, Hornblende.
3. Idokras, Humit, Glimmer, Wollastonit.
4. Serpentin, Zeolith, Brucit.

Wenn wir von den letztgenannten, offenbar secundären Producten absehen, so haben wir erstens Mineralien, welche aus Schmelzfluss bei sehr hoher Temperatur über 900° erstarrten, solche, welche aus Schmelzfluss bei Rothgluth, nicht aber bei Weissgluth sich ausscheiden können, endlich Mineralien, welche vielleicht bei gewöhnlicher Temperatur sich bilden können, aber auch bei 300° noch existenzfähig sind, die aber wegen ihres Wassergehaltes nur unter Mitwirkung von Wasserdämpfen sich gebildet haben können. Dass dieselben an den Contactstellen sich im Marmor finden, deutet jedenfalls auf eine Mitwirkung des letzteren hin, um so mehr, als sich beispielsweise der Idokras vom Canzoccoli in Spalten des Eruptivgesteines nicht findet, sondern nur im Marmor. Dass auch diese Mineralien sich bei einer Temperatur, die höher als $40\text{--}50^{\circ}$ war, abgesetzt haben, ist jedenfalls wahrscheinlich;

indessen können wir uns über die näheren Umstände noch kein richtiges Bild machen, und leider besitzen wir auch keine Apparate, in welchen es uns ermöglicht wäre, ein heisses mit Wasserdämpfen durchtränktes Magma auf Kalkstein wirken zu lassen.

Wir müssen uns also darauf beschränken, die Genesis der zwei ersten Classen experimentell zu prüfen. Dass bei denselben die hohe Temperatur des in den Kalkstein eindringenden Magmas von grosser Wichtigkeit war, scheint mir zweifellos, andererseits dürfte dieselbe auch bei hohem Druck, welcher die Kohlensäure am Entweichen hinderte, stattgefunden haben. Wenn man bedenkt, dass oft sehr grosse Massen von Kalkstein in Marmor umgewandelt waren, während die Contactmineralien meistens nur sehr nahe der Contactgrenze vorkommen, so wird man die Annahme, dass bei der Umwandlung des Kalksteins in Marmor nicht die Hitze in erster Linie, sondern der Druck thätig war, nicht zurückweisen können, bei vielen Contactmineralien dagegen scheint die höhere Temperatur ein unerlässlicher Factor gewesen zu sein.

Nach diesen Bemerkungen reduciren sich die behufs Prüfung der genetischen Hypothesen vorzunehmenden, uns überhaupt möglichen Experimente darauf, durch Einwirkung von geschmolzenen Magmen auf Kalkstein ohne Zuhilfenahme von Wasserdampf möglichst ähnliche Producte zu erzielen. Wir können geschmolzenes Magma einfach auf Kalkstein einwirken lassen, oder dasselbe in einer Kohlensäureatmosphäre ausführen, oder endlich unter Druck kohlen-sauren Kalk und Basalt unter Luftabschluss zusammenschmelzen, endlich auch Chlormetalle als Schmelzmittel anwenden.

Was jene Mineralien anbelangt, welche wie Gehlenit, Meionit, Anorthit, Augit, Spinell, Magnetit sich aus trockenem Schmelzflusse ausscheiden können, so lässt sich ihre Bildung durch die Berührung des basaltischen Magmas mit Kalkstein erklären, und war daher Aussicht vorhanden, dieselben durch das Experiment zu erhalten.

BOURGEOIS¹ hat bereits dadurch, dass er ein künstliches Feldspathglas mit Kalkstein erhitzte, Krystalle von Meionit

¹ l. c. p. 40 u. dies. Jahrb. 1884. II. 196.

und Anorthit erhalten, ebenso mit Basalt Mikrolithe von Augit und Plagioklas. Es schien mir indessen rationeller nicht Kunstproducte, welche in der Natur nicht vorkommen, als vielmehr die Gesteine selbst, welche solche Umwandlungen hervorbringen, anzuwenden.

Die ersten von mir ausgeführten Experimente bestanden darin, dass grössere Kalksteinfragmente in geschmolzenen Basalt — oder Melaphyr, Phonolith, Andesit, Diabas — getaucht wurden und circa 16 Stunden bei langsamer Abkühlung dieser Einwirkung ausgesetzt blieben, oder es wurde grobes Kalksteinpulver mit fein gepulverten Basalt zusammengesmolzen, wobei selbstverständlich der kohlen saure Kalk in Ätzkalk umgewandelt wurde. Ich will die einzelnen Versuche der Reihe nach angeben:

1. Zusammenschmelzen von grösseren Kalksteinbruchstücken mit Pulver des Augitit von Waltsch (aus Augit, Magnetit und Glasbasis bestehend).

Am Contact haben sich zahlreiche rothe bis nelkenbraune Augitkrystalle mit grosser Auslöschungsschiefe (circa 46°) gebildet, ferner sieht man häufig Magnetit. Im Kalk liegen namentlich in Spalten desselben zahlreiche Leisten eines tetragonalen, der Meionitgruppe angehörigen Minerals, welches mit HCl gelatinirt, ausser SiO_2 , Al_2O_3 noch CaO und MgO enthält, also Gehlenit oder Humboldtith ist.

1 a. Gestein von Waltsch mit sehr grobem Kalksteinpulver zusammengesmolzen. Man sieht allenthalben in der Nähe der Kalksteinkörnchen schönen nelkenbraunen Augit, mit grosser Auslöschung über 44° in Prismen mit der Hemipyramide. Weniger häufig ist ein einaxiges, in rechteckigen Durchschnitten vorkommendes, farbloses, wasserhelles Mineral, welches wohl der Meionitgruppe zugestellt werden muss.

Ferner kommen Magneteisen und grüner Spinell vor.

2. Nephelinbasalt von Waldra mit Dolomit von Schlern und Kalkstein von Grasstein. Man erhält hier wiederum an der Contactgrenze röthlichen Augit in deutlichen prismatischen Krystallen, Magneteisen oder Spinell und im Kalkstein das gehlenitähnliche Mineral, sowie auch einige Plagioklasmikrolithe.

3. Phonolith von Praya mit Marmor. Das Gestein selbst war ganz glasig erstarrt. Im Kalk sieht man kleine rect-

anguläre Leisten des als Gehlenit gedeuteten Mineralen, sowie zahlreiche wasserhelle Körner, welche sehr an Plagioklas erinneren. Der Augit fehlt gänzlich.

4. Hornblende-Andesit von der Pietra Mori in Siebenbürgen mit Marmor. Es ist dies ein mehr saures Gestein mit 60 Proc. SiO_2 . Das Gestein war nicht vollkommen geschmolzen, indem ein Theil des ursprünglichen Feldspathes unverseht blieb. Die Veränderungen sind hier nur geringfügige, dicht am Contact zeigen sich einzelne kleine Gehlenitkörnchen, Augitmikrolithe und Magnetit.

5. Melaphyr vom Bufaure, Fassa, mit grösseren Bruchstücken von Kalkstein. Röthlicher Augit in grösseren Krystallen ist hier wieder recht häufig an der Contactgrenze zu sehen. Ebenso Spinell und Magnetit. Im Kalkstein finden sich Gehlenitkrystalle, dann aber auch Plagioklasleisten mit grosser Auslöschungsschiefe.

Der Melaphyr vom Mte. Mulatto gab kein Resultat.

6. Diabas (Pyroxen-Monzonit) vom Canzoccoli mit Kalksteinbruchstücken. Das Gestein ist sehr augitreich und sehr kieselsäurearm; es schmilzt leicht¹ bei lichter Rothgluth. Ausgeschieden findet sich selten Augit, dagegen häufig Plagioklas in grösseren Krystallen, sowie Magnetit. Bei einem zweiten Versuche, wobei die Abkühlung rascher vor sich gegangen war, erhielt ich kleine Plagioklasleisten, der Auslöschungsschiefe nach Anorthit, welche oft büschelförmig angeordnet waren, dann kleine grüne Augite und Magnetit.

Es wurden nun Versuche in einer Kohlensäureatmosphäre angestellt, indem Basalt resp. Diabaspulver mit Kalkstein in einer Porcellanröhre zusammengeschmolzen wurden, welche mit einem Kohlensäureapparate in Verbindung stand, und war die Vorrichtung getroffen, dass der Zufuss von Kohlensäure stets grösser war als der Abgang, so dass in der Röhre ein merklicher Druck herrschte. Leider gelang von vier Versuchen nur einer gut, in zwei Fällen war die Temperatur zu

¹ LEMBERG, welcher sich gegen jede plutonische Contactwirkung erklärt, hebt die schwere Schmelzbarkeit des Monzonites besonders hervor; das von mir angewandte diabasartige, aus Plagioklas, Augit, Magnetit bestehende Gestein vom Canzoccoli ist aber leichter schmelzbar, als die meisten Basalte.

gering gewesen, um eine vollkommene Schmelzung hervorzu-
bringen. In allen Fällen war der Kalkstein zum grössten
Theil erhalten geblieben, in einem Falle war gepulverter Kalk-
stein mit Basalt gemengt worden, und liessen sich zahlreiche
neugebildete Kalkspathkrystalle beobachten¹, ohne dass dabei
weder Basalt noch Kalkstein geschmolzen waren.

Das Resultat des am besten gelungenen Versuches war
ganz ähnlich wie in den früher beschriebenen Fällen, die
Contactmineralien waren Augit von gelber Färbung, Gehlenit-
leisten, Plagioklas, Magnetit. Angewandt wurden als Magma
das Gestein von Waltsch und der Diabas von Predazzo. Der
Unterschied bestand nur darin, dass der Kalkstein nicht wie
bei den früheren Versuchen gänzlich zu Ätzkalk umgewandelt
war, sondern nur einen kleinen Theil der Kohlensäure ver-
loren hatte. Bemerkte muss noch werden, dass bei den früheren
Versuchen die neugebildeten Mineralien grösser und besser
auskrystallisirt waren, was jedenfalls nur dem Umstande zu-
zuschreiben ist, dass es in der verschlossenen Röhre sehr
schwer ist, die schmelzende Masse bei einer bestimmten Tem-
peratur (einige Grade unter dem Schmelzpunkte) zu erhalten,
was zur Erreichung von Krystallen nothwendig ist.

Endlich wurde noch kohlenaurer Kalk mit Basalt unter
Zusatz von Chlormetallen im Kohlensäurestrom geschmolzen.
Es wurde das Gemenge von Limburgit (Limburg), Chlorcal-
cium, Chlormagnesium und einem kleinen Zusatze von Mangan-
chlorür, mit grösseren Kalksteinbruchstücken wie früher in
einer Kohlensäureatmosphäre bei dunkler Rothgluth geschmol-
zen. Dabei schmolz fast der ganze Kalkstein, nur kleine
Bruchstücke blieben zurück. Die Erwartung bei diesem Ver-
suche zahlreiche Neubildungen zu erhalten, scheiterte. Man
sieht in der von den überschüssigen Chloriden durch Waschen
getrennten Masse nur Spinelloktaëder, dann Periklas in Ok-
taëdern, etwas Magnetit (vielleicht auch Hausmannit) und

¹ Es bestätigt dies ein Versuch BECKER's, welcher mir nachträglich
noch zur Kenntniss gelangte. Derselbe weist nach, dass kohlenaurer Kalk
in einer kohlen-sauren Atmosphäre selbst unter geringerem Drucke und ohne
Schmelzung umkrystallisirt wird, wodurch sich die Umbildung von Kalk-
stein in Marmor erklären lässt (TSCHERM. Mineral. Mitth. 1885. Heft 1).

einzelne kleine, gerade auslöschende, farblose Nadeln, vielleicht Olivin.

Auf trockenem Wege entstehen also nur die Mineralien der Augit- und Feldspathgruppe, die spinellartigen, der Meionit und die mit ihm verwandten, wahrscheinlich auch zur Olivin-Gruppe gehörigen Mineralien. Bemerkenswerth ist die Bildung grösserer Augite an der Contactgrenze; am Monzoni und bei Predazzo sieht man häufig das Vorkommen grösserer Augite am Contact mit Kalk¹, welches eine grosse Analogie mit den bei Versuch 1 und 2 erhaltenen Producten darbietet.

Selbstverständlich können wir uns solche Vorgänge, wie sie von den genannten Versuchen einigermaßen nachgeahmt werden, nur bei Gegenwart einer Kohlensäureatmosphäre denken, was ja nichts Unwahrscheinliches hat. Ich bemerke, dass man an mehreren Contactstellen des Monzoni (mit Ausnahme etwaiger secundärer Producte) nur solche Mineralien beobachtet, die zur Gruppe 1 gehören, und wäre bei diesen, nämlich Pesmeda, Ricoletta und z. Th. Toal della Foja, ein ähnlicher Vorgang recht gut denkbar. Wo hiezu noch Granat tritt, muss eine höhere Temperatur von vornherein ausgeschlossen bleiben, da derselbe in Anorthit resp. Meionit und Olivin (Monticellit) zerfallen muss; an obigen Fundstellen fehlt in der That der Granat.

Die Bildung des letzteren und der mit ihm in dieser Hinsicht gleichstehenden Mineralien kann nur dadurch erklärt werden, dass man annimmt, es sei durch Beimengung von Chloralkalien oder Chlorcalcium die Schmelztemperatur, wie dies auch wirklich der Fall ist, bedeutend ermässigt worden. Indessen zeigen die Versuche, dass dort, wo grössere Massen von Chlormetallen eintreten, auch der kohlen saure Kalk geschmolzen wird; es können daher in der Natur nur geringere Mengen derselben mitgewirkt haben.

Als Resultat der eben erwähnten Versuche und Betrachtungen möchte ich die Hypothese vertheidigen, dass an manchen Stellen, wo als Contactmineralien nur Mineralien der früher unter 1. angeführten Gruppe vorkommen, eine Einwirkung des geschmolzenen Magmas auf Kalkstein bei Gegen-

¹ Siehe: LEMBERG, Z. d. d. geolog. Gesellsch. 1872. p. 199.

wart von Kohlensäure zur Erklärung ihrer Bildung genügt, wo indessen noch die Mineralien der zweiten Gruppe hinzutreten dürfte jedenfalls keine so hohe Temperatur geherrscht haben, während endlich für viele Contactstellen, wo sich als gleichzeitige Bildungen wasserhaltige Mineralien wie Vesuvian, Glimmer ergeben, die directe Einwirkung eines geschmolzenen Magmas ausgeschlossen sein dürfte.

Anm.: Nachträglich erhielt ich von Herrn J. Vogt die Mittheilung, dass die chemische Zusammensetzung der von ihm untersuchten Schlacken wirklich dem normalen Kalksilikat entspricht; die Untersuchung der mir freundlichst zugesandten Schlicke ergab genau das für die künstlichen Krystalle erhaltene Resultat.

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: 1886

Band/Volume: [1886](#)

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

Artikel/Article: [Synthetische Studien 119-135](#)