

Ueber gewisse Ursachen der Krystallverschieden-  
heiten des kohlensauren Kalkes;

von

**Dr. Hermann Credner,**

Professor in Leipzig.

(Hierzu eine Steindrucktafel.)

---

**Separatabdruck**

aus dem Journal für praktische Chemie

---

Leipzig,

Druck von Metzger & Wittig.

1870.

## I. Einleitende Bemerkungen.

Das Wesen eines Mineralindividuums äussert sich nicht allein in dessen streng gesetzlicher äusserer Form, sondern durchdringt und beherrscht die ganze Mineralsubstanz. Die verschiedenen Grade der Cohärenz der einzelnen Theilchen eines Krystalles in gewissen Richtungen (Spaltbarkeit), Härte, optische Eigenschaften mannigfacher und auffälligster Art, Wärmeleitung und endlich Thermoelektricität stehen im strengsten Abhängigkeitsverhältnisse zur Krystallgestalt. Vollkommene Verschiedenartigkeit zweier Krystallformen bedingt deshalb, auch wenn sie sich an ein und derselben Mineralsubstanz äussern sollte, einen totalen Wechsel der wesentlichen, physischen Eigenschaften dieser letzteren, eine Erscheinung, welche als Dimorphie bezeichnet wird.

Welche Ursachen aber sind es, die den Impuls geben zur Krystallisation derselben Substanz in unter einander vollkommen unähnlichen zum Theil zwar von einer Grundform abzuleitenden, zum Theil aber auch durchaus verschiedenartigen Gestalten? Ein kleiner Beitrag zur Beantwortung dieser Frage mag in folgender Mittheilung über einige Beobachtungen und Versuche, welche sich auf die Krystallverschiedenheit des kohlensauren Kalkes beziehen, geliefert werden.

Am kohlensauren Kalke ist die als Dimorphie bezeichnete Eigenthümlichkeit, in zweierlei Systemen zu krystallisiren, in hohem Grade entwickelt, indem er in der Natur bald als Kalkspath, bald als Aragonit auftritt. Beide erweisen sich durch die Verschiedenartigkeit ihrer Krystallform, ihrer Spaltungsrichtungen, ihrer optischen Eigenschaften, ihrer Härte und ihres spec. Gewichtes, endlich

durch ihr ungleiches Verhalten in höherer Temperatur, sowie bei Behandlung mit Säuren als vollkommen verschiedene Mineralspecies.

Die Tendenz des kohlensauren Kalkes zu wechselnder, ungleicher Krystallbildung bethätigt sich aber nicht allein in seiner Dimorphie, sondern auch innerhalb der Grenzen einer jeden der genannten beiden Species in auffälligster Weise. So kann der äussere Habitus des Aragonites entweder durch Vorwalten des Prisma und des Brachypinakoides ein säulenförmiger, oder in Folge des alleinigen Auftretens von spitzen Pyramiden und Domen ein nadelförmiger oder spiessiger sein. Der Kalkspath auf der anderen Seite ist reicher an Krystallgestalten als irgend ein anderes Mineral. Bereits vor 20 Jahren zählte Zippe 700 Formen desselben mit 42 verschiedenen Rhomboëdern, 85 Skalenoëdern, 7 Pyramiden und mehreren Prismen auf. Seitdem sind uns jedoch durch Hochstetter, Hesse, Berg, vom Rath u. A. noch zahlreiche neue Flächen und Combinationsformen bekannt geworden.

Beobachtungen über die Paragenesis des so ausserordentlich flächen- und formenreichen Kalkspathes an vielen Punkten seines Vorkommens überzeugten mich, dass zufällige Beimengungen seiner ursprünglichen Lösung auf den Habitus der resultirenden Krystalle modificirend eingewirkt haben müssen. Die grosse Häufigkeit und die allgemeine Verbreitung des Kalkspathes bedingte die Möglichkeit der mannigfachsten Verunreinigungen der Lösung, aus welcher er entstand und somit einen, je nach den verschiedenen Vorkommen wechselnden Formen- und Flächenreichtum. So zeichnen sich gewisse mit Apophyllit vergesellschaftete Kalkspäthe, welche in den Silbererzgängen von Andreasberg auftreten, durch ihren Reichtum an verschiedenen Rhomboëdern und Skalenoëdern, ihre Durchsichtigkeit, ihren fast diamantartigen Glanz und die Schärfe ihrer Kanten aus. Das geübte Auge unterscheidet sie augenblicklich von den zwar gleichalterigen, aber paragenetisch nicht an Apophyllit gebundenen Krystallen, welche verhältnissmässig combinationsarm und meist auf

die Flächen von  $\infty R$ ,  $R_3$ , —  $\frac{1}{2}R$  zum Theil mit  $oR$  beschränkt sind. Genau denselben einfacheren Habitus haben die Kalkspäthe, welche aus den Erzgängen von Clausthal, Freiberg, Schneeberg, Příbram, Bräunsdorf und Dillenburg stammen, — es fehlt ihnen der Flächenreichthum, welche die in Andreasberg mit Apophyllit vergesellschafteten Kalkspäthe aufzuweisen haben. Schien der Flächenreichthum gewisser Andreasberger Kalkspäthe in causalem Zusammenhange mit dem Auftreten des Apophyllites zu stehen, so findet diese Annahme ihre Bestätigung in der Einfachheit des Krystallhabitus der Kalkspäthe aus den sechs erwähnten Bergwerksdistrikten, in welchen Apophyllit nicht vorkommt. Lässt sich dieses Abhängigkeitsverhältniss zwischen Krystallform, Flächenreichthum und Schärfe der Kalkspathindividuen einerseits und Vergesellschaftung mit Apophyllit andererseits in den einzelnen Andreasberger Gängen, ja an einzelnen Handstücken auf das Ueberzeugendste verfolgen, besonders wenn wir einen derartigen Habitus mit der Flächenarmuth der Kalkspäthe anderer Vorkommen vergleichen, welchen Apophyllit fremd ist, so musste die Wahrscheinlichkeit, dass die apophyllitische Beimengung der Kalkspathsolution auf die Facies der resultirenden Krystalle modificirend eingewirkt habe, zur ziemlichen Sicherheit reifen, als es sich zeigte, dass auch die ausserordentlich flächenreichen, scharfen und klaren, den Andreasbergern in dieser Beziehung so ähnlichen Kalkspäthe aus den Kupfergängen am Lake Superior an das gemeinschaftliche Vorkommen mit Apophyllit gebunden sind.

Hatte die Beimengung von Kalksilicat zur Kalkbicarbonatlösung einen derartigen Einfluss auf den Habitus der sich bildenden Kalkspathkrystalle ausgeübt, so durfte man auch auf ähnliche Beeinflussungen von Seiten anderer fremdartiger Substanzen schliessen. Namentlich musste sich die Vermuthung aufdrängen, dass die geringe Beimengung von Strontian, welche fast alle, und von kohlen-saurem Blei, welche manche Aragonite zeigen, die Veranlassung zu dimorpher Ausbildung des kohlen-sauren Kalkes gegeben habe. Ferner sind die Paragenesis

des Aragonites mit Gyps, sowie seine Pseudomorphosen nach diesem zu auffällige Erscheinungen, um nicht den Gedanken wach zu rufen, dass auch die Gegenwart von schwefelsaurer Kalksolution den kohlensauren Kalk zur Annahme aragonitischer Formen veranlassen möge, eine Vermuthung, in der ich durch Becquerel's später zu erwähnenden Versuche noch bestärkt wurde.

Stellt sich die Wahrheit des aus der Paragenesis der kohlensauren Kalkmineralien gezogenen Schlusses heraus, dass fremdartige Beimengungen die Form der resultirenden Krystalle bestimmen, so erklärt sich zugleich die auffällige Seltenheit der reinen Grundrhomboëder des Kalkspathes aus der nur in seltenen Fällen möglichen vollkommenen Reinheit der ursprünglichen Lösung.

Aus Rose's mit Erfolg gekrönten krystallogenetischen Untersuchungen am kohlensauren Kalke, wie er sie im Jahre 1837 beschrieb<sup>1)</sup>, ging hervor, dass diese Substanz aus ihrer kalten Lösung als Kalkspath, aus heisser als Aragonit auskrystallisirt, dass somit Temperaturverschiedenheit der Lösung des kohlensauren Kalkes dimorphe Zustände des letzteren bewirkt.

Von vielen Mineralogen wurde diese Thatsache zum allgemein gültigen Satze gestempelt; aller Kalkspath sollte sich aus kalter, jeder Aragonitkrystall aus heisser Solution gebildet haben, obwohl gewisse Aragonit- und Kalkspathvorkommen vor einer unbedingten Verallgemeinerung des besprochenen Satzes hätten warnen sollen. Unklar bleibt von jenem Standpunkte aus z. B. die Vorstellung über die Ursachen der Entstehung von Aragonit und Kalkspath, wo diese in dünnen Lagen vielfach mit einander wechseln.

Gerade solche Vorkommen sind es auch, welche Bischof zu dem Schlusse gelangen lassen<sup>2)</sup>, dass sich Aragonit unter noch unbekanntem Bedingungen auch unabhängig von der Temperatur bilden könne und dass sich wohl der meiste Aragonit aus kalten Gewässern abgesetzt

---

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. 42, 353 ff.

<sup>2)</sup> Bischof, Geologie, 2. Aufl., 2, 119.

habe. Es ist dies eine Ansicht, welche bereits im Anfange dieses Jahrhunderts aufgetaucht war, nur dass man damals die den Dimorphismus bewirkenden Bedingungen bereits zu erkennen vermeinte. Als Stromeyer im Jahre 1813 in vielen Aragoniten einen Strontiangehalt nachwies, sprach er, sowie Hauy und seine Anhänger, diese Beimengung als Ursache der Verschiedenheit von Aragonit und Kalkspath an. Andere erblickten hingegen in dem Fehlen des Strontians in vielen Aragoniten einen scheinbar unwiderleglichen Einwand gegen eine solche Ansicht. Als wenn der Natur nur ein Weg offen stünde, um zu demselben Ziele zu gelangen!

Vierzig Jahre später stellte Becquerel Versuche in ähnlicher Richtung an, indem er eine Gypsplatte in eine Lösung von doppelt kohlensaurem Natron setzte. Je nach der grösseren oder geringeren Verdünnung dieser Lösung verwandelte sich der Gyps in Kalkspath oder Aragonit. Rose und Becquerel<sup>1)</sup> benutzten die Resultate dieses Versuches zur Deutung der Entstehung gewisser, in der Nachbarschaft von Gyps auftretenden Aragonite. Der Gyps sei durch doppelt kohlensaures Natron haltende Gewässer zersetzt worden, wodurch sich kohlensaurer Kalk gebildet habe, der mit dem schwefelsauren Natron fortgeführt worden sei und sich erst später in Form von Aragonit ausgeschieden habe.

Trotzdem die allgemeine Gültigkeit des Satzes, dass Temperaturunterschiede die alleinige Ursache der Dimorphie des kohlensauren Kalkes seien, mit Recht angefochten, vom Entdecker desselben auch nie in solcher Allgemeinheit hingestellt wurde, geriethen doch Stromeyer's und Becquerel's Ansichten und Versuche, so grosse Wichtigkeit sie auch für die Krystallogenesen hätten erlangen müssen, neben den Resultaten der Untersuchungen Rose's fast in Vergessenheit. Es ist dies um so auffälliger, als dem Chemiker eine grosse Reihe von Fällen bekannt sind, in denen durch Zusätze zur Lösung gewisser Salze, die

---

<sup>1)</sup> Bischof, Geologie, 2. Aufl., 2, 184.

Form der resultirenden Krystalle wesentlich modificirt wird. So krystallisirt, um nur einige der geläufigsten Beispiele anzuführen, Kochsalz bei Zusatz von Harnstoff, statt wie gewöhnlich in Würfeln, in Oktaedern und Hexakisoktaedern, — Alaun bei Gegenwart von Alkalien und Ammoniak in Würfeln statt in Oktaedern, bei Gegenwart von Salzsäure in Pentagondodekaedern, und endlich Salmiak, statt in Oktaedern und Ikositetraedern, in Würfeln, wenn Harnstoff oder Cyanursäure und Salzsäure zugesetzt werden. —

Rose setzte seine Untersuchungen über die Ursachen der Dimorphie des kohlen sauren Kalkes in der eingeschlagenen Richtung fort. Er gelangte dabei zu Resultaten<sup>2)</sup>, welche den von ihm früher aufgestellten Satz sehr wesentlich modificiren. In dem citirten Aufsätze wird gezeigt, dass sich Aragonit auch bei gewöhnlicher Temperatur aus doppelt kohlen saurer Kalklösung ausscheiden könne, sobald diese stark verdünnt ist, — während sich auf der andern Seite Kalkspath bei gehinderter Verdunstung und steigender Temperatur der Solution auch aus warmer Lösung bildet. Der frühere Satz: aus warmer Lösung von doppelt kohlen saurem Kalke resultirt Aragonit, aus kalter Kalkspath, muss deshalb etwa wie folgt abgeändert werden: aus kalter Lösung scheidet sich Kalkspath aus, falls sie nicht allzusehr verdünnt ist, — aus warmer Aragonit, falls die Verdunstung eine ungehinderte ist; sind die genannten Bedingungen nicht gegeben, so entsteht in ersterem Falle Aragonit, im zweiten Kalkspath.

Diese Beobachtungen Rose's bestätigen die Behauptung Bischof's, dass die Bildung von Aragonit unabhängig von der Temperatur erfolgen könne, doch glaubte ich vermuthen zu dürfen, dass die von Rose erkannten Umstände nicht die einzigen seien, unter welchen dies möglich ist. Die erwähnten Erfahrungen im Laboratorium

---

<sup>2)</sup> G. Rose, heteromorphe Zustände, III. Berl. Monatsber., 1860 S. 369 u. 575.

über den Einfluss gewisser Substanzen auf die Krystallform anderer, die angedeutete Paragenensis des natürlichen kohlsauren Kalkes, sowie die fast constanten Verunreinigungen der einen Facies desselben durch ganz bestimmte Substanzen veranlassten mich vielmehr, den Satz: „Gewisse fremdartige Beimengungen zu Minerallösungen haben bestimmend oder modificirend auf die resultirende Krystallfacies eingewirkt“ auf dem Wege des Experimentes auf seine Richtigkeit zu untersuchen.

## II. Krystallogenetische Versuche am kohlsauren Kalke.<sup>1)</sup>

Herstellung der Lösung. Zu Krystallisationsversuchen am kohlsauren Kalke pflegte man sich vorzugsweise der Methode zu bedienen, aus einer Lösung von Chlorcalcium den kohlsauren Kalk durch kohlsaures Ammoniak zu fällen. Bei den von mir angestellten Versuchen ahmte ich die von der Natur eingeschlagenen Wege möglichst nach. Die Kalkspäthe, welche die Wandungen der Drusenräume, Spalten und Höhlungen auskleiden, verdanken zum grössten Theil ihren Ursprung folgendem, bekanntem Prozesse: Kohlsäure-haltige Wasser circuliren in kohlsauren Kalkhaltigen Gesteinen, lösen einen Theil des kohlsauren Kalkes auf und entführen denselben in Form einer mehr oder weniger gesättigten Lösung von doppelt kohlsaurem Kalke. Gelangt diese in Hohlräume, so entweicht ein Theil der Kohlsäure und kohlsaurer Kalk scheidet sich aus.

Aehnliche Wege verfolgte ich bei sämmtlichen von mir angestellten krystallogenetischen Untersuchungen am kohlsauren Kalke. Ich stellte zuerst auf bekannte Weise

---

<sup>1)</sup> Ich fühle mich gedrungen, Hrn. Prof. Dr. Kolbe für die Zuvorkommenheit, mit welcher mir derselbe die zu meinen Versuchen nöthigen Materialien und Apparate zu Gebote stellte, und mich überhaupt durch Rath und That unterstützte, meinen ergebensten Dank auch an dieser Stelle auszusprechen.

eine Lösung von Kalkbicarbonat her, indem ich isländischen Doppelspath in Salzsäure löste, den kohlen-sauren Kalk in ausserordentlich fein vertheiltem Zustande mit kohlen-saurem Ammoniak aus der Solution von Chlorcalcium fällte, den Niederschlag abfiltrirte, sorgfältig zuerst mit kohlen-saurem Ammoniak, darauf mit destillirtem Wasser auswusch, dann denselben in destillirtes Wasser rührte, durch welches Kohlensäure 24 Stunden lang geleitet wurde. Der Strom dieses Gases besass, sobald Säure und Marmor im Generator öfters erneuert wurden, genügende Stärke, um die feinen krystallinischen Particelchen von kohlen-saurem Kalke, welche in dem von Kohlensäure gesättigten Wasser gelöst werden sollten, in dem Solutionsmittel suspendirt und somit in grösstmöglichem Contacte mit dem-selben zu halten.

Die vollkommene Reinheit der resultirenden doppelt kohlen-sauren Kalklösung, welche sich bei ruhigem Stehen-lassen durch Absatz der Trübe schnell geklärt hatte, wurde spectralanalytisch nachgewiesen.

a) Versuche mit reiner kalter Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalke.

Versuch 1. Ein  $2\frac{1}{2}$  F. hoher und 4 Zoll weiter Glaseylinder wurde mit kalter Lösung von reinem doppelt kohlen-saurem Kalke gefüllt. In die Achse des Gefäses wurde ein am Ende beschwerter und dadurch straff gespannter Faden gehängt in der Erwartung, dass an ihm Krystallindividuen von kohlen-saurer Kalkerde anschliessen würden. Ich wählte einen so hohen Cylinder, um durch den Druck der Wassersäule das Entweichen der Kohlen-säure und somit die krystallinische Ausscheidung des kohlen-sauren Kalkes so viel als möglich zu verlangsamen. Im Souterrain des Kolbe'schen Laboratoriums bei einer ziemlich constanten Temperatur, welche  $13^{\circ}$  R. nicht überstieg, aufgestellt, zeigten sich nach 14tägigem Stehen-lassen zwar an dem Faden nur da, wo er den Wasser-spiegel schnitt, zarte krystallinische Ausscheidungen, da-hingegen war die ganze Oberfläche der Lösung von einem

Netz von dendritischen, moosförmigen oder kettenartigen Krystallaggregaten bedeckt. Die in der Tiefe des Cylinders befindliche Flüssigkeit schmeckte noch stark säuerlich und enthielt noch doppelt kohlsauren Kalk in Lösung.

Erwiesen sich auch bei mikroskopischer Untersuchung und zwar 100—170 facher Vergrößerung die einzelnen, dicht aneinander gereihten Individuen durch gegenseitige räumliche Beeinflussung nur unvollkommen ausgebildet, so tragen doch die Enden der ästigen Verzweigungen in zahlreichen Fällen ausserordentlich scharfkantige und ebenflächige Rhomboëder. Dieselben sind so vollkommen wasserhell, dass man auf die eine Polecke sehend die Polkanten der entgegengesetzten Ecke ebenso scharf wie die nach Oben laufenden erkennt. Nach an zehn Individuen vorgenommenen Winkelmessungen mit Lesson's MikrokrySTALLometer betrug der Winkel der untersuchten Rhomboëder 106, 107, 105, 100, 103, 100, 101, 104, 105, 102°. Trotz der Schwankungen in dieser Zahlenreihe entfernt sich dieselbe von der für das Grundrhomboëder des Kalkspathes erforderlichen Winkelgrösse nur um wenig, so dass man bei der Unzulänglichkeit der Messungen annehmen darf, dass sie in der That dem Grundrhomboëder entspricht. Der aus reiner kalter Lösung krystallisirende Kalkspath hat somit die Gestalt des Grundrhomboëders. In seltenen Fällen treten an diesem das Pinakoid  $oR$ , oder ein spitzes Rhomboëder zweiter Ordnung —  $mR$ , häufig aber neben diesen rhomboëdrischen Formen radialstrahlige Scheibchen von Kalkspath auf. (Siehe Fig. 1.)

Nach ferneren acht Tagen wurden die neugebildeten Ausscheidungen untersucht. Dieselben erwiesen sich neben dendritischen Krystallgruppen von undeutlichen Individuen als ausserordentlich zahlreiche isolirte, vollkommen wasserhelle und sehr scharfe Grundrhomboëder von Kalkspath.

In dem erst beschriebenen Versuche hat nicht allein die Stärke der Lösung, sondern auch die Länge des Krystallisationszeitraumes ungünstig auf die Schärfe der resultirenden Krystallindividuen eingewirkt, denn nach ferneren 14 Tagen waren die in der Lösung gelassenen Rhomboëder

zwar bedeutend gewachsen, hatten aber ihre Schärfe und Wasserhelle eingebüßt. Nach weiteren 4 Wochen hatten sie fast vollkommen kugelige Formen angenommen, während deutliche Rhomboëder selten zu finden waren.

Nach fernerm 6wöchentlichem Stehenlassen (in Summa 3 Monate) beginnen sich neben den abgerundeten rhomboëdrischen Kalkspathen kleine zierliche z. Th. zu zweien unter schiefer Winkel verwachsene, prismatische Kryställchen von Aragonit in ausserordentlich grosser Zahl zu bilden. (Siehe Fig. 2.)

Versuch 2. Da sich aus Versuch 1 unter Anderem ergeben hatte, dass die Ausscheidung von kohlen saurem Kalke nur an der Oberfläche der Solution vor sich ging und deshalb hohe cylindrische Gefässe mit viel Inhalt entbehrlich seien, wurden zu den folgenden Versuchen Bechergläser von 180 Cc. Inhalt angewendet.

Bei Versuch 2 wurde das Becherglas mit gesättigter Lösung von doppelt kohlen saurem Kalke gefüllt. Bereits nach 3tägigem Stehenlassen hatten sich auf der Oberfläche der Lösung krystallinische Ausscheidungen gebildet. Unter dem Mikroskope erwiesen sie sich als unregelmässige Ketten von rhomboëdrischen z. Th. freilich abgerundeten Formen, zwischen welchen jedoch sehr viel wasserhelle, ausserordentlich scharfe Rhomboëder zerstreut liegen. An einigen Individuen tritt an den Polecken eine kleine dreieckige dunkle Fläche, das Pinakoid oR auf.

Versuch 3. In dem Becherglase wurden 100 Cc. gesättigter Lösung von doppelt kohlen saurem Kalke mit 80 Cc. destillirtem Wasser gemischt. Nach 3 Tagen ist die Oberfläche bedeckt von ausserordentlich zart dendritischen, sich vielfach verzweigenden und netzartig wieder vereinenden Ketten von selbst unter starker Vergrösserung nur als kleine Pünktchen erscheinenden, mikrokry stallinischen Ausscheidungen. Auf diesem Grunde treten zahlreiche grosse, wasserhelle Rhomboëder, einige wenige mit dem Pinakoide oR, sowie kreisrunde, radialstrahlige Scheibchen stark hervor.

Versuch 4. In dem Becherglase wurden 50 Cc. gesättigter Lösung von doppelt kohlensaurem Kalke mit 130 Cc. destillirten Wassers gemischt. Nach 3 Tagen haben sich ausserordentlich zarte, netzartige Ketten ausgeschieden, welche auf ein Glastäfelchen gebracht nur wie ein Hauch erscheinen. Die Form der einzelnen Individuen ist trotz 170facher Vergrösserung nicht erkennbar. Erst nach ferneren 10 Tagen sind dieselben zu deutlichen Rhomboëdern herangewachsen.

Versuch 5. Ein Becherglas wird mit 180 Cc. gesättigter Lösung von doppelt kohlensaurem Kalke gefüllt und in einen Raum gestellt, wo die Flüssigkeit eine Temperatur von  $20^{\circ}$  R. annimmt, während die im vorhergehenden beschriebenen Versuche mit Solutionen von  $13^{\circ}$  R. angestellt worden waren. Die Resultate blieben dieselben.

Aus diesen übereinstimmenden Versuchen lässt sich folgern, dass der kohlensaure Kalk aus chemisch reiner, gesättigter oder mässig verdünnter saurer Lösung bei gewöhnlicher Temperatur als Kalkspath und zwar in Form des Grundrhomboëders, bei zunehmender Verdünnung der anfänglichen Lösung jedoch als prismatischer Aragonit krystallisirt, — ein Resultat, welches mit dem der früheren Versuche Rose's vollkommen harmonirt.

**b) Versuche mit kalter Lösung von doppelt kohlensaurem Kalke bei Zusatz von kieselurem Kali.**

Versuch 6. Zu etwa 1000 Cc. Kalkbicarbonat-Lösung wird eine geringe Portion sehr stark verdünnter Lösung von kieselurem Kali getropft. Es bildet sich anfänglich eine geringe Trübung, die jedoch bald verschwindet. Nach 10 Tagen werden die Krystall-Ausscheidungen mikroskopisch untersucht. Sie ergeben sich durchweg als rein rhomboëdrische Formen von ausserordentlicher Schärfe und Klarheit. Neben höchst scharfkantigen, reinen Rhomboëdern tritt vorzugsweise die Combination von Rhomboëder und Pinakoid, R. oR auf und zwar erscheint oR stets, in welcher Lage sich die Rhomboëder auch befinden mögen, als dunkle Fläche neben den wasserhellen durchsichtigen

Rhomboëderflächen. Gruppenweise besitzen alle Rhomboëder  $oR$ , in andern Krystallgruppen tritt diese Fläche nur sehr vereinzelt auf. Das Pinakoid bildet entweder nur kleine dreieckige Abstumpfungen der Polecken des Rhomboëders, oder waltet so stark vor, dass die Kalkspathindividuen eine tafelförmige Facies annehmen. Auffällig sind die säulenförmig in die Länge gezogenen Rhomboëder, so dass vier Flächen von  $R$  eine Säule, die beiden anderen die Endflächen zu bilden scheinen. An dieser Verzerrung von  $R$  ist  $oR$  stets oder fast stets vorhanden.

Im Laufe der folgenden Tage wurden noch öfters die sich unterdessen gebildet habenden Ausscheidungen aus der Lösung herausgenommen. Ihre mikroskopische Untersuchung ergab constant dieselben Resultate wie die beschriebenen.

Versuch 7. Zu 120 Cc. von doppelt kohlenaurer Kalklösung werden 30 Tropfen sehr stark verdünnter Lösung von kieselsaurem Kali zugesetzt. Die nach drei Tagen erfolgten krystallinischen Ausscheidungen auf der Oberfläche der Lösung ergaben sich als lauter isolirte, nicht kettenartig gruppirte, ausserordentlich scharfe und wasserhelle rhomboëdrische Formen von Kalkspath. Die Rhomboëder sind entweder ganz rein oder es tritt an ihnen das Pinakoid auf. Kurzsäulenförmige oder tafelförmige Verzerrungen sind ziemlich häufig. Nicht selten sind die Rhomboëderflächen in der Richtung ihrer Diagonalen gebrochen, so dass sie wie ausserordentlich flache rhombische Pyramiden erscheinen. An die Stelle von  $R$  tritt somit eine rhomboëderähnliche Combination eines spitzen und eines flachen Scalenöeders.

Versuch 8. Zu 120 Cc. doppelt kohlenaurer Kalklösung werden 18 Tropfen stark verdünnter Solution von Kalisilicat gesetzt. Dieser Versuch ergibt fast genau dieselben Resultate wie der vorige, nur ist die Combination von zwei Scalenöedern noch gewöhnlicher als bei jenem, und waltet vor der Combination von  $R$ . $oR$ , welche aber immer noch häufig ist, vor.

Versuch 9. Einer Lösung von Kalkbicarbonat wird durch zwei dünne Faden stark verdünnte Solution von kieselsaurem Kali sehr langsam zugeführt. Wiederholte mikroskopische Untersuchungen der Krystallausscheidungen stimmen darin überein, dass sich die resultirenden rhomboëdrischen Formen durch Klarheit und Schärfe auszeichnen und dass, wie bei Versuch 6, 7 und 8, die Combination von R. oR eine ziemlich gewöhnliche ist. Es waltet dann entweder R oder oR vor, in letzterem Falle entstehen dicktafelartige Kryställchen.

Schlussfolgerung. Durch geringe Zusätze von kieselsaurem Kali zur Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalke wird ein grösserer Flächenreichthum, namentlich aber eine ausserordentliche Klarheit und Schürfe der als Kalkspath auskrystallisirenden kohlen-sauren Kalkerde bedingt.

Liess schon die Paragenesis der klaren, combinationsreichen Kalkspäthe von Andreasberg und vom Oberen See mit Apophyllit ahnen, dass die ausgezeichneten Eigenschaften des ersteren von der Gegenwart von Kalisilicat in dessen ursprünglicher Lösung bedingt seien, eine Vermuthung, welche ich bereits in meiner geognost. Beschreib. v. Andreasberg, Zeit. d. deut. geolog. Gesell. 1865, S. 225, ausgesprochen habe, so findet eine derartige Annahme in den Resultaten der beschriebenen Versuche ihre nachträgliche, factische Bestätigung.

c) Versuche mit kalter Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalke bei Zusatz von kieselsaurem Natron.

Versuch 10. Zu etwa 1000 Cc. gesättigter Lösung von Kalkbicarbonat wird eine sehr geringe Portion, etwa 20 Tropfen, von stark verdünnter kieselsaurer Natronsolution tropfenweise zugesetzt. Nach 10 Tagen haben sich auf der Oberfläche Krystallketten gebildet, welche aus zum grössten Theile abgerundeten, rhomboëdrischen Formen und nur vereinzelt scharfkantigen Rhomboëdern mit durch  $-\frac{1}{2}$  R und oR abgestumpften Polkanten und Polecken bestehen.

Versuch 11. Zu 120 CC. einer Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalke werden 25 Tropfen stark verdünnter Natronsilicatsolution gesetzt. Die sich nach drei Tagen gebildet habenden Ausscheidungen erweisen sich unter dem Mikroskope als Aggregate von dicht aneinander gedrängten, undeutlichen, grossen rhomboëdrisch erscheinenden Individuen. Einzelne Krystalle sind jedoch schärfer ausgebildet. Liegen dieselben günstig, so erkennt man, dass jede Fläche in der Richtung der Diagonalen durch eine flache Kante gebrochen ist. Die rhomboëderähnlichen Krystalle sind demgemäss Combinationen von 2 Skalenoëdern.

Versuch 12. Zu 120 CC. einer Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalke werden 10 Tropfen stark verdünnter Solution von kieselsaurem Natron gesetzt. Nach 3 Tagen haben sich Gruppen von Krystallen ausgeschieden, welche sich unter dem Mikroskope als Rhomboëder erweisen, deren Kanten durch schmale Flächen von  $-\frac{1}{2}R$  abgestumpft sind. An manchen Individuen der eben genannten Combination treten ausserdem noch Flächen eines spitzen Gegenrhomboëders untergeordnet auf. Auch kommt das Protoprisma in Combination mit dem Rhomboëder vereinzelt vor. Sämmtliche Krystalle besitzen ausgezeichnete Schärfe und Wasserhelle.

Versuch 13. In ein Becherglas mit gesättigter Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalke wird ein unten mit Pergamentpapier überspannter Cylinder gehängt und mit sehr stark verdünnter Solution von kieselsaurem Natron gefüllt. Nach 14 Tagen werden die Krystallausscheidungen auf der Oberfläche des äusseren Gefässes untersucht. Sie ergeben sich meist als kugelig abgerundete, rhomboëdrische Gestalten. Gruppenweise sind die einzelnen Individuen scharf ausgebildet, ihre Polkanten und Polecken sind dann durch die helleren Flächen von  $oR$  und  $-\frac{1}{2}R$  abgestumpft, während die Flächen von  $R$  dunkeler erscheinen.

Versuch 14. Einer Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalk wird durch zwei dünne Faden stark ver-

dünnte Solution von kiesel-saurem Natron zugeführt. Nach 14 Tagen haben sich zahlreiche ausserordentlich scharfkantige, vollkommen wasserhelle Rhomboëder gebildet, deren Polecken, wenigstens bei der Mehrzahl der Individuen, durch ein dunkles dreiseitiges Pinakoid abgestumpft wird. Von Zeit zu Zeit wurden die sich inzwischen gebildet habenden Krystallausscheidungen untersucht und ergaben dieselben Resultate, wie die oben beschriebenen.

Kiesel-saures Natron in geringen Mengen zu doppelt kohlensaurer Kalksolution gesetzt, hat demnach einen ganz ähnlichen Einfluss auf die resultirenden Kalkspathkrystalle, wie kiesel-saures Kali.

**d) Versuche mit kalter Lösung von doppelt kohlensaurer Kalke bei Zusatz von Kali- und Natron-Silicat.**

Versuch 15. Zu 120 Cc. doppelt kohlensaurer Kalklösung werden je 10 Tropfen Kali- und Natron-Silicat-Solution gesetzt. Die schärferen der sich nach drei Tagen gebildet habenden, sonst meist undeutlichen und abgerundeten krystallinischen Ausscheidungen zeichnen sich durch ihren Combinationsreichthum aus. (Siehe Fig. 3.) Mit dem Grundrhomboëder tritt ziemlich häufig das Protoprisma auf. An anderen Rhomboëdern werden die Pol- und Mittelkanten von zwei Skalenoëdern zugescharft, eine Combination, welche der in Naumann, Elemente d. Mineralogie, 7. Aufl., S. 249, Fig. 13 gegebenen Krystallgestalt bis auf die Horizontalität der Combinationskanten der Skalenoëder vollkommen entspricht. Sehr häufig verdrängen die eben erwähnten beiden Skalenoëder die Rhomboëderflächen vollkommen, so dass die schon früher besprochene dem Grundrhomboëder ähnliche Combination entsteht. Endlich treten Skalenoëder, anscheinend Grundrhomboëder, deren Flächen in der Richtung der von den Polecken auslaufenden Diagonale durch eine sehr flache Kante gebrochen sind, auf. Die Flächen dieser Skalenoëder erscheinen parallel den Mittelkanten fein gestreift.

Schlussfolgerung. Zusätze von Alkalisilicaten zu Kalkbicarbonatlösung haben nach obigen Versuchen einen

grösseren Flächenreichtum, sowie grössere Schärfe und Klarheit der resultirenden Kalkspathkrystalle zur Folge.

Mit den oben beschriebenen Ergebnissen stimmen die Resultate einer Anzahl von Versuchen, welche Herr Dr. Teuchert in Halle a. d. S., veranlasst durch einen vorläufigen Bericht über meine Untersuchungen, angestellt hat. Er erhielt aus einer Chlorcalciumsolution durch Fällung mit kohlen saurem Ammoniak unter Zusatz von kiesel saurem Kali ausserordentlich scharfe Kalkspathkrystalle, an welchen z. Th. mit blossem Auge die Flächen von R, oR und der dem Grundrhomboëder ähnlichen Combination von zwei Skalenoëdern erkennbar sind.

**e) Versuche mit kalter Lösung von doppelt kohlen saurem Kalke bei Zusatz von doppelt kohlen saurem Strontian.**

Mit kohlen saurem Ammoniak aus Chlorcalcium und salpetersaurem Strontian gefällte Pulver von kohlen saurem Kalk und kohlen saurem Strontian wurden zugleich in zufällig vorhandener, schwacher Lösung von doppelt kohlen saurem Kalke suspendirt und durch diese ein starker Kohlensäurestrom 24 Stunden lang geleitet. Nachdem sich die Lösung durch Absatz der Trübe geklärt hatte, wurde eine geringe Portion derselben eingedampft und im Rückstande das Vorhandensein von Strontian neben der Kalkerde spectralanalytisch constatirt.

Versuch 16. Aus der gesättigten Lösung, deren Darstellung eben beschrieben worden ist, hat sich nach 5 Tagen ein dichtes Gewirre von lauter prismatischen und spiesigen, sämmtlich längsgestreiften Krystallen ausgeschieden, welche zu radialstrahligen oder sternförmigen Gruppen zusammentreten. (Siehe Fig. 4). Die Flächen und Kanten der meisten Individuen sind nicht scharf und ausserdem noch durch Streifung verundeutlicht. Nur vereinzelt treten Individuen auf, welche die übrigen an Grösse bei Weitem überragen. Es sind dies Prismen, die durch Brachydomen zugeschärft werden.

Jede Andeutung rhomboëdrischer Formen, wie solche

aus sämtlichen vorherbeschriebenen Versuchen hervorgehen, fehlt.

In den ausgeschiedenen Krystallen wird spectralanalytisch Kalk und Strontian nachgewiesen. Sie sind demnach Aragonite.

Versuch 17. Eine Lösung, auf oben geschilderte Weise dargestellt, wurde mit gleichviel Solution von doppelt kohlen-saurem Kalke gemischt. Nach 8 Tagen haben sich auf der Oberfläche der Solution Ketten von verhältnissmässig sehr grossen Krystallen ausgeschieden. Der erste Blick in das Mikroskop überzeugt, dass man auch hier keinen Kalkspath mehr vor sich hat. Waren typische Kalkspathformen das Resultat sämtlicher im Vorhergehenden beschriebenen Versuche gewesen, mochten diese mit gesättigter, stark verdünnter, reiner oder mit kiesel-sauren Alkalien gemengter doppelt kohlen-saurer Kalksolution angestellt sein, unter den Krystallausscheidungen aus unserer Lösung von doppelt kohlen-saurem Kalk und Strontian zeigt sich kein einziges Rhomboëder, es sind vielmehr lauter stängliche, spiessige, namentlich aber keilförmige Gestalten. Die einzelnen Individuen sind büschelig oder rosettenförmig gestellt oder bilden kleine pallisadenförmige, zahnartig geordnete Reihen oder kettenförmige Aggregate, aus welchen dann nur einzelne Individuen deutlich hervortreten. Die keilförmigen und spiessigen Krystalle, welche den Aragonit-Varietäten von Alston, Heidelberg und Camsdorf z. Th. ganz ausserordentlich ähneln, lassen sich ebenso wie diese als Combination einer spitzen Pyramide mit spitzem Brachydoma und Pinakoid oder stumpfem Doma deuten. (Siehe Fig. 5). An den stängeligen Individuen scheint das Prisma oder eine sehr spitze Pyramide in Combination mit einem flachen dachähnlichen Doma aufzutreten. Alle Krystalle sind parallel ihrer Hauptaxe gestreift, was durch Verwachsung zahlreicher in paralleler Stellung befindlicher Individuen hervorgebracht sein kann, oder auch die Folge von Zwillingsbildung sein mag.

Neben den beschriebenen keilförmigen treten gruppenweise Tausende von hanfkornähnlichen Krystallausscheidungen in dichtem Gewirre auf. In allen aber wurde spectralanalytisch neben Kalkerde Strontianerde in Spuren nachgewiesen.

Nach dem Beobachteten und hier Wiederholten ist es zweifellos, dass wir die Ausscheidungen der beschriebenen Lösung von Kalk- und Strontianbicarbonat als Aragonit anzusprechen haben.

Mit neu dargestelltem Materiale und bei mit den Jahreszeiten gewechselt habenden Temperaturverhältnissen wurde dieser Versuch wiederholt und ergab vollkommen dieselben Resultate wie der ältere.

Versuch 18. Auf einer Lösung wie die zu Versuch 17 angewendete, jedoch stark mit destillirtem Wasser verdünnt, bildeten sich Krystallausscheidungen von genau demselben Habitus wie der eben beschriebene, nur ging die Krystallisation langsamer vor sich. Sehr zierliche und deutliche Kryställchen hatten sich namentlich an einigen mikroskopisch zarten Fäserchen abgeschieden. Neben dem Aragonit treten einzelne isolirt liegende, sehr spitze Rhomboëder mit Pinakoid oder einem stumpfen Rhomboëder derselben Ordnung, also Kalkspathindividuen auf.

Waren zu Versuch 16, 17 und 18 Solutionen angewendet worden, welche durch gleichzeitige Lösung von gemengtem kohlenurem Kalk und Strontian hergestellt waren, so wurden bei den noch zu beschreibenden Versuchen 19, 20, 21, 22 und 23 getrennt hergestellte Lösungen von doppelt kohlenurem Strontianerde in verschiedenen Verhältnissen gemischt.

Versuch 19. 280 Cc. Solution von doppelt kohlenurem Kalk werden mit 80 Tropfen Lösung von doppelt kohlenurem Strontian versetzt. Nach 7 Tagen haben sich sehr verschiedenartige Krystallgebilde an der Oberfläche ausgeschieden. 1) Kalkspath in Grundrhomböedern z. Th. rein, z. Th. mit Pinakoid, z. Th. mit durch zwei Skalenoëder zugeschärften Kanten. 2) Kalkspath in vollkommen kreisrunden, radialstrahligen, im Centrum mit

einem durchsichtigen Punkte versehenen Scheibchen. 3) Hanfkornähnliche Spiesschen und garbenförmige Büschel, welche letztere von verdünnter Salzsäure weniger schnell aufgelöst werden als die Rhomboëder, trotzdem diese viel grösser sind. 4) Keilförmige, flach säulenförmige, längsstreifige und mit Vorliebe mit einander pallisadenartig verwachsene Krystalle, welche ebenso wie die sub 3) erwähnten Ausscheidungen nach ihrer Analogie mit den aus den vorigen Versuchen erhaltenen Krystallgebilden als Aragonit zu betrachten sind.

Versuch 20. 280 Cc. Kalkbicarbonatlösung werden mit 40 Tropfen Lösung von doppelt kohlensaurem Strontian versetzt. Nach 3 Tagen haben sich bereits einzelne grosse Rhomboëder, zahlreiche radialstrahlige Scheibchen, namentlich aber garbenförmige Büschel ausgeschieden, zu welchen im Laufe der nächsten Tage noch stachelige Krystallketten treten, die aus lauter Spiesschen bestehen, welche wie die Nadeln eines Kieferzweiges um eine centrale Axe geordnet sind und vereinzelt grössere keilförmige Individuen tragen. Letztere kann ich nach ihrer Aehnlichkeit mit den oben beschriebenen nicht beanstanden, als Aragonit zu betrachten. Der Habitus dieser bei Zusatz von doppelt kohlen-saurem Strontian resultirenden stacheligen Ketten, sowie der garbenförmigen Büschel weicht so durchaus von den aus reiner doppelt kohlen-saurer Kalksolution erhaltenen rhomboëdrischen Krystallgebilden ab, dass, selbst wenn der Nachweis des Aragonites nicht immer möglich ist, das überraschende derartige Einwirkungen fremdartiger Zusätze nicht geschwächt wird.

Werden, wie im

Versuch 21 und 22 geschehen, zu 280 Cc. Kalkbicarbonat nur 15, resp. 10 Tropfen kohlen-saurer Strontianlösung zugesetzt, so nimmt die Menge der rhomboëdrischen Ausscheidungen zu, die der hanfkornähnlichen, Vorkommen des Aragonites nachgewiesen wurde, zugleich namentlich aber der büscheligen Gebilde ab, während die keilförmigen Krystalle ganz verschwinden. Die rhomboë-

drischen Kalkspathindividuen sind in diesem Falle sehr combinationsreich, indem an ihm ausser dem Grundrhomboëder, sowohl das Pinakoid, wie skalenoëdrische Kantenzuschärfungen in der grössten Klarheit auftreten.

Versuch 23. Einer Lösung von Kalkbicarbonat wird solche von doppelt kohlen saurem Strontian durch zwei dünne Fäden sehr langsam zugeführt. Die am 3., 8., 12. und 14. Tage auf einem Glasplättchen abgehobenen Ausscheidungen, welche die ganze Oberfläche hautartig bedecken, bestehen aus scharfen, wasserhellen Rhomboëdern, oft mit Pinakoid, — aus zierlichen sechsspeichigen Rädchen und Scheibchen, vor Allem aber aus an Zahl bei weitem vorwaltenden, hanfkornähnlichen, spiessigen Kryställchen und garbenförmigen Büscheln, wie sie bei jedem der oben beschriebenen Versuche durch einen Zusatz von doppelt kohlen saurem Strontian erzielt wurden. (Siehe Fig. 6).

Aus den letzt beschriebenen 8 Versuchen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen.

Aus einer gleichzeitig vorgenommenen Lösung von kohlen saurem Kalk und kohlen saurem Strontian in kohlen säurehaltigem Wasser krystallisirt der kohlen saure Kalk durchweg und selbst bei mässiger Verdünnung als keilförmiger, prismatischer oder spiessiger Aragonit aus.

Aus einer Lösung von Kalkbicarbonat, welcher man doppelt kohlen saure Strontianlösung zusetzt oder durch Dialyse zuführt, wird neben hanfkornähnlichem, spiessigem und keilförmigem Aragonit auch rhomboëdrischer Kalkspath ausgeschieden und zwar desto mehr, je geringer der Zusatz von Strontianerde ist.

In den resultirenden Aragonitkrystallen lässt sich spectralanalytisch neben dem Kalkgehalt eine Spur von Strontian nachweisen.

Solche Resultate machen es fast zweifellos, dass der geringe Strontiangehalt, welcher in zahlreichen natürlichen die Ursache seiner ihn zum Aragonite stempelnden physischen Eigenschaften gewesen ist.

f) Versuche mit kalter Lösung von doppelt kohlensaurem Kalke bei Zusatz von Gypssolution.

Versuch 24. Kohlensaurer Kalk und Gyps werden in Wasser suspendirt, durch welches Kohlensäure strömt. Aus der auf diese Weise erhaltenen Lösung haben sich nach 10 Tagen Krystallketten ausgeschieden, welche aus kleinen keilförmigen Individuen und zahlreichen stacheligen Nadeln bestehen. Neben ihnen treten ziemlich grosse deutlich rhomboëdrische Kalkspäthe (R.—mR) auf, so dass der Unterschied zwischen ihnen und den keil- und nadelförmigen Aragoniten sehr auffällig wird.

Ausser den kohlensauren Kalkkryställchen lassen sich zarte, kleine Durchwachsungs-Zwillinge von Gyps erkennen.

Versuch 25. 90 Cc. von doppelt kohlensaurer Kalklösung werden mit ebensoviel Gypswasser gemengt. Es resultiren nach 3 Tagen lange, sich vielfach verzweigende und dann wieder vereinende, also netzbildende Ketten von spiessigen, spitznadelförmigen, garbenähnlichen Kryställchen, zwischen welchen einzelne grössere Individuen eingereiht sind (s. Fig. 7). Letztere müssen, wie dies früher geschehen, z. Th. als spitze Pyramiden mit spitzem Doma oder mit Brachypinakoid, z. Th. als Prisma, Brachypinakoid und Brachydoma, endlich als Prisma und Brachydoma gedeutet werden, alle Formen aber sind, gerade wie die aus strontianhaltiger Lösung erhaltenen Krystallgebilde in der Richtung ihrer grössten Ausdehnung stark gestreift.

Löst man mit verdünnter Salzsäure den kohlensauren Kalk, so bleiben auf dem Glastäfelchen ausserordentlich zarte, aber sehr deutliche Gypskryställchen, nämlich Durchkreuzungszwillinge mit beiderseitig einspringendem Winkel zurück.

Einige Tage später herausgenommene Parthien bestehen aus kettenförmigen Aggregaten zarter, spitzer und langer Nadeln, welche sich an ihrer Spitze häufig büschelig oder garbenähnlich zertheilen, dazwischen einzelne grössere Individuen, Combinationen von spitzer Pyramide und spitzem Brachydoma.

Versuch 26. 150 Cc. doppelt kohlenaurer Kalklösung werden mit 30 Cc. Gypswasser gemischt. Die nach drei Tagen erfolgten Krystallausscheidungen bilden sich verzweigende Gruppen. Einzelne derselben bestehen aus fast lauter keilförmigen und nadelig prismatischen Individuen. An einigen der letzteren war die Combination von Prisma mit dem Brachypinakoide, einem spitzen Makrodoma und zuweilen dem Pinakoide  $\infty P$ , — sowie von spitzer Pyramide mit Pinakoid und Brachypinakoid und endlich von Prisma mit einem Brachydoma zu beobachten (siehe Fig. 7). Andere kettenförmige Gruppen bestehen aus lauter spiessigen oder nadelförmigen Individuen. Zwischen allen diesen augenscheinlich aragonitischen Gebilden treten isolirte Rhomboëder von Kalkspath meist in Combination mit  $\infty R$  oder  $-mR$  auf.

Die einige Tage später herausgefischten Krystallgruppen erweisen sich als stachelige Ketten von spitzen Nadeln mit einzelnen flach keilförmigen, fast tafeligen Krystallen, nämlich spitzen Pyramiden mit  $\infty P$  und  $mP$ .

Versuch 27. Zu etwa 1000 Cc. doppelt kohlenaurer Kalklösung werden 40 Tropfen gesättigter Gypssolution gefügt. Nach 10 Tagen haben sich auf der Oberfläche vereinzelt R von grosser Schärfe und Klarheit, oft mit  $\infty R$ , manchmal mit  $-mR$ , ebenso vereinzelt, sechsspeichige Scheibchen und zwischen ihnen ausserordentlich zahlreiche zarte Spiesschen und Nadelchen, welche z. Th. garbenförmig oder büschelig zusammentreten, ausgeschieden. In verdünnter Salzsäure lösen sich zuerst die grösseren Rhomboëder und dann erst die Krystallnadelchen, während sehr kleine Gypskryställchen und zwar deutliche Durchkreuzungszwillinge zurückbleiben.

Diese Versuchsreihe berechtigt zu der Schlussfolgerung, dass eine Beimengung von schwefelsaurer Kalklösung zu Kalkbicarbonatsolution einem Theile des resultirenden kohlenauren Kalkes den Anstoss zu aragonitischer Ausbildung geben kann. Daraus und aus Berücksichtigung gewisser paragenetischer Verhältnisse mancher Aragonite, geht ferner hervor, dass auch in der Natur eine ähnliche

Beeinflussung stattgefunden habe. Eine solche dürfte bei allen Aragoniten anzunehmen sein, welche wie die von Aragonien und aus den Pyrenäen mit Gyps verwachsen sind oder in dessen nächster Nachbarschaft auftreten, — ferner bei solchen, in welchen selbst schwefelsaurer Kalk nachgewiesen ist (Jacobsberg, Molina), — und endlich bei den Pseudomorphosen von Aragonit nach Gyps (Schauamkalk von Wiederstädt).

**g) Versuche mit kalter Lösung von doppelt kohlensaurem Kalke bei Zusatz von Bleisalzen.**

Versuch 28. In ein 600 Cc. haltendes Becherglas mit doppelt kohlensaurer Kalklösung, welcher etwas schwaches Schwefelwasserstoffwasser beigemischt ist, wird durch zwei Fäden eine stark verdünnte Lösung von salpetersaurem Blei langsam zugeführt. Auf diese Weise sind, sobald man von dem wesentlichsten Factor, der Zeit, absieht, die Bedingungen der natürlichen Kalkspath- und Bleierzbildung hergestellt, wenn es sich in diesem Falle auch nur um Erzielung des erstgenannten Mineralen handelt.

Nach einigen Tagen wurden die Ausscheidungen bei 170facher Vergrößerung untersucht und ergaben sich durchweg als rhomboëdrische Formen. Am häufigsten ist die Combination von zwei Skalenoëdern, welche einem Grundrhomboëder mit diagonal flach gebrochenen Flächen ähnelt. Da die zwei Scalenoëder horizontale Combinationskanten zu bilden scheinen, was bei der Kleinheit der Krystalle und der zum grossen Theile ungünstigen Stellung der einzelnen Individuen nicht mit vollkommener Sicherheit zu beobachten ist, so sind dieselben als  $R_2 + \frac{2}{5}R_2$  anzusprechen. Nicht selten sind die eben beschriebenen Formen noch combinirt mit R, eine Combination, die je nach dem Vorwalten der Rhomboëder- oder Skalenoëderflächen als R mit skalenoëdrischer Zuschärfung der Pol- und Mittelkanten, oder als Auftreten der R-flächen an der Skalenoëdercombination bezeichnet werden kann. Weniger häufig tritt die skalenoëdrische Zuschärfung der Mittelkanten an R für sich allein auf, ziemlich gewöhnlich hingegen ist die Abstumpfung der Polecken durch oR.

Versuch 29. 600 Cc. doppelt kohlenaurer Kalklösung werden mit sehr schwachem Schwefelwasserstoffwasser gemengt; hierzu wird eine stark verdünnte Solution von salpetersaurem Blei getropft. Sind unter den nach wenig Tagen resultirenden Ausscheidungen auch rhomboëdrische, den vorher beschriebenen ähnliche Formen zu bemerken, die selbst kleinere Gruppen ganz ausschliesslich bilden können, so werden sie doch an Zahl bei weitem übertroffen durch spiessig-garbenförmige oder büschelige Krystallgebilde, wie wir sie unter den aus strontianhaltigen Lösungen resultirenden Aragonitausscheidungen kennen gelernt haben (siehe Fig. 6) und genau so wie sie Rose als Absatz aus dem Harne des Kaninchens als Aragonit abbildet und beschreibt.

Versuch 30. Fein krystallinischer, mit kohlensaurem Ammoniak aus Chlorcalciumlösung gefällter kohlenaurer Kalk wird mit aus salpetersaurem Blei durch kohlensaures Ammoniak gefälligtem Bleicarbonat in Wasser suspendirt und in einen hohen engen Cylinder gebracht, dann wird für mehr als 30 Stunden Kohlensäure durch die Flüssigkeit geleitet. Nach Verlauf dieser Zeit wird eine geringe, als Probe herausgenommene Quantität der Lösung von eingeleitetem Schwefelwasserstoff schwach gebräunt. Bleicarbonat ist somit, wenn auch in geringer Menge, in der Solution enthalten.

Die nach 8 Tagen untersuchten Krystallausscheidungen besitzen durchweg den z. B. in Versuch 17 als aragonitisch bezeichneten lang keilförmigen, stark längs gestreiften Habitus, wie er bereits in Fig. 5 wiedergegeben ist.

Versuch 31. 150 Cc. genau derselben Lösung von doppelt kohlensaurem Kalke und Bleicarbonat, wie die zum vorigen Versuche benutzte, wurde mit 30 Cc. doppelt kohlenaurer Kalklösung gemengt. Nach drei Tagen erweisen sich die krystallinischen Ausscheidungen als isolirte, rhomboëdrische Individuen (R.—mR) mit abgerundeten Kanten, zwischen welchen zahllose, aber viel kleinere prismatische Krystalle, entweder einzeln, oder zu zweien unter scharfem Winkel durch einander gewachsen, zerstreut liegen.

(Siehe Fig. 8). Dass dieselben die Aragonitfacies des kohlen-sauren Kalkes repräsentiren, unterliegt keinem Zweifel. Nach ferneren 8 Tagen haben alle diese Ausscheidungen lang keilförmige Gestalt und kettenförmige Gruppierung angenommen. Nur selten sind dazwischen liegende rhomboëdrische Formen.

Versuch 32. Zu der kohlen-sauren Kalklösung wird wenig stark verdünnte Bleicarbonatsolution, jede für sich dargestellt, zugesetzt. Es resultiren zahlreiche rhomboëdrische Kalkspathkrystalle, und zwar fast durchgängig die dem Grundrhomboëder ähnliche Combination von 2 Skalen-oëdern (wie oben bemerkt wahrscheinlich  $R2 \cdot \frac{2}{3} R2$ ). Zwischen ihnen liegen noch zahlreichere spindel- oder spiessförmige, zu Büscheln gruppirte, einander schräg durchwachsende, oder isolirte Kryställchen, analog allem Obigen, von Aragonit.

Aus dieser Versuchsreihe geht auf das Ueberzeugendste hervor, dass kohlen-saurer Kalk bei Gegenwart einer genügenden Menge von Bleisalz-lösung als Aragonit auskrystallisiren kann, eine Beobachtung, welche wir in der Natur durch das Vorkommen des Tarnowitzites (eines bleihaltigen Aragonites) bestätigt finden. Geringe Zusätze von Bleicarbonat bedingen hingegen nur einen grösseren Flächenreichtum des resultirenden Kalkspathes.

### III. Allgemeine Schlussfolgerungen.

Ist auf der einen Seite durch Rose's Untersuchungen festgestellt worden, dass grössere oder geringere Stärke, sowie verschiedene Temperatur der Lösung heteromorphe Zustände des auskrystallisirenden kohlen-sauren Kalkes bewirken, so ergiebt die oben mitgetheilte, aus Beobachtung der natürlichen Vorkommen der kohlen-sauren Kalkerde hergeleitete Versuchsreihe folgende nachträgliche Sätze:

1) Gewisse Zusätze zu den Mineralsolutionen beeinflussen die Krystallgestalt und den Flächenreichtum der resultirenden Mineralindividuen.

2) Einer und derselben Mineralsubstanz kann durch gewisse Zusätze zu ihren Solutionen der Impuls zur Bildung ganz verschiedener Mineralspecies gegeben werden.

3) Kohlensaurer Kalk, der aus kalter, reiner Lösung von doppelt kohlensaurem Kalke, falls diese nicht allzu stark verdünnt ist, als Kalkspath krystallisirt, nimmt in Folge geringer Zusätze von kohlensaurem Blei, schwefel-saurem Kalke oder kohlensaurem Strontian zum Theil die Gestalt des Aragonites an.

4) Die Verschiedenheit der Temperatur und Stärke der Lösung sind demnach nicht die einzigen Ursachen der Dimorphie des kohlensauren Kalkes.

Es wird die weitere Aufgabe in dieser Richtung fort-gesetzter Versuche sein:

1) Durch zahlreiche Versuche die formende, gewisse Krystallcombinationen oder dimorphe Formen bedingende Beeinflussung aller der Stoffe auf den kohlensauren Kalk festzustellen, welche in der Natur, wie sich aus ihrer Para-genesis mit Aragonit und Kalkspath herausstellt, möglicher-weise einen solchen formangebenden Einfluss gehabt haben mögen.

2) Aus den Resultaten dieser Versuche Schlüsse zu ziehen über die Bedingungen, welche Substanzen erfüllen müssen, um namentlich heteromorphe Zustände anderer Substanzen zu bewirken, kurz eine Gesetzmässigkeit dieser Beeinflussung, einen bestimmten Zusammenhang zwischen formenden und bildsamen Stoffen zu erkennen.

Wie am kohlensauren Kalke wird sich auch an ande-ren Mineralkörpern eine formangebende Beeinflussung von Seiten fremdartiger Substanzen nachweisen lassen. Theilte mir doch Hr. A. Stelzner aus Freiberg bei Gelegenheit einer Besprechung der von mir am kohlensauren Kalke erzielten Resultate bereits mit, er ziehe aus der Paragenesis gewisser Quarze mit den aus fluor-, bor- oder chlorhaltigen Verbindungen entstandenen Mineralien der Zinn- und Titan-formation den Schluss, dass der trapezoëdrische Habitus des gleichzeitig mit diesen auskrystallisirenden Quarzes durch Gegenwart der sich bei Bildung der Zinnmineralien entwickelnden Fluorwasserstoffsäure bedingt sei.

Von einem derartigen neuen Gesichtspunkte aus be-trachtet werden sich die Beispiele für die Beeinflussung

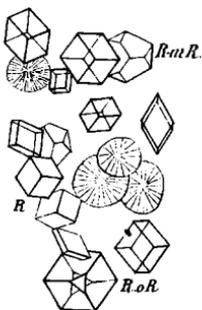
gewisser bildsamer Substanzen durch fremdartige, form-  
angebende rasch mehr und genügendes Material zur Auf-  
stellung allgemein gültiger Gesetze liefern.

Leipzig, Kolbe's Laboratorium, Sommer 1870.

### Erläuterung der zugehörigen Tafel.

- Fig. 1. Kalkspath, meist R, zuweilen mit  $-mR$  oder  $oR$ ,  
aus reiner, kalter, gesättigter Lösung von doppelt  
kohlen-saurem Kalke.
- Fig. 2. Abgerundete Kalkspathrhomböeder nebst  
zahlreichen prismatischen Aragonitkryställ-  
chen, aus stark verdünnter Kalkbicarbonat-  
lösung.
- Fig. 3. Kalkspath in zahlreichen rhomboëdrischen und  
skalenoëdrischen Combinationen; aus Kalkbicar-  
bonatlösung bei Zusatz von Alkalisilicaten.
- Fig. 4. Aragonit aus gesättigter Lösung von Kalk- und  
Strontianbicarbonat. (Versuch 16.)
- Fig. 5. Aragonit aus verdünnter Lösung von Kalk- und  
Strontianbicarbonat. (Versuch 17.)
- Fig. 6. Rhomboëder und sechsspeichige Rädchen von  
Kalkspath nebst hanfkornähnlichen, spiessigen  
und garbenförmigen Krystallausscheidungen von  
Aragonit; aus Dialyse von doppelt kohlen-  
saurem Strontian in Kalkbicarbonatlösung. (Ver-  
such 23.)
- Fig. 7. Krystallkette von stacheligen, spiessigen, büsche-  
ligen, sowie von grösseren deutlich ausgebildeten  
Aragoniten; aus Kalkbicarbonatlösung bei Zu-  
satz von Gypssolution. (Versuch 25.)
- Fig. 8. Kalkspath ( $R.mR$ ) nebst zahlreichen prisma-  
tischen, spiessigen Aragoniten; aus doppelt  
kohlen-saurer Kalklösung bei Zusatz von Blei-  
carbonat. (Versuch 31.)
-

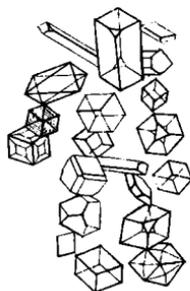
1.



2.



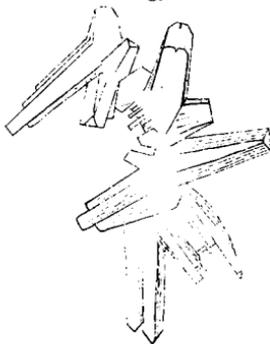
3.



4.



5.



6.



7.



8.

