

V e r s u c h e ,

die Kontraktion zu bestimmen, welche geschmolzene Massen erleiden, wenn sie in den festen Zustand übergehen und krystallinische Gesteine bilden,

nebst

allgemeinen Betrachtungen über diese Gesteine

von

Hrn. Prof. GUSTAV BISCHOFF.

Die Kenntniss der Kontraktion, welche die feurigflüssigen Massen einstens erlitten haben, als sie aus dem liquiden in den krystallinischen Zustand übergegangen sind und unsere krystallinischen Gebirge gebildet haben, dürfte für die Geologie von nicht geringer Wichtigkeit seyn.

Die Zusammenziehung, welche eine geschmolzene strengflüssige Masse von ihrem Schmelz- bis zu ihrem Erstarrungspunkte erleidet, ist eine Grösse, welche genau zu bestimmen sehr schwierig, ja kaum möglich ist. Bringt man ein strengflüssiges Gestein zum Flusse, so wird es in der Regel mehr oder weniger über seinen Schmelz-Punkt erhitzt werden. Könnte man auch mit Genauigkeit die Zusammenziehung messen, welche die geschmolzene Masse bis zu ihrer Erstarrung erleidet: so wäre damit doch noch nicht die Zusammenziehung von ihrem Schmelz- bis zu ihrem Erstarrungspunkte bestimmt; denn unter der Voraussetzung, dass die Masse über ihrem Schmelz-Punkte erhitzt worden wäre,

müsste von jener gefundenen Zusammenziehung diejenige abgezogen werden, welche sie bis zu ihrem Schmelz-Punkte erlitten hätte. Diese Zusammenziehung ist bei den Substanzen, welche in gewöhnlicher Temperatur liquide sind, eine sehr merkliche Grösse; sie wird daher bei den strengflüssigen in ihrem flüssigen Zustande ebenso bedeutend, vielleicht noch bedeutender seyn.

Wird ein strengflüssiges Gestein in einem feuerbeständigen Gefässe geschmolzen und bestimmt man sehr genau das Niveau der geschmolzenen Masse, so findet man nach der Erstarrung und Erkaltung eine Zusammenziehung, welche komplizirte Verhältnisse einschliesst. Die Erstarrung wird auf der Oberfläche, wo die geschmolzene Masse von der kalten Luft berührt wird, beginnen; es wird sich eine dünne feste, an dem Schmelz-Gefässe anschliessende Kruste bilden, welche sich zwar in Folge ihrer Erkaltung noch weiter zusammenziehen wird, aber nicht mehr der fortsehreitenden Zusammenziehung der inneren noch flüssigen Masse folgen kann. In der letzten müssen sich daher Höhlen-Räume bilden: sie wird porös werden.

Diese Verhältnisse zeigen sich auf eine sehr auffallende Weise beim Giessen grosser Metall-Stücke, z. B. beim Giessen eiserner Kanonen, und machen es so schwierig, kompakte, nicht poröse Massen darzustellen. Um die Entstehung von Höhlen-Räumen zu verhüten, werden bekanntlich auf den Eisenhütten mancherlei künstliche Vorrichtungen getroffen, welche darin bestehen, dass der Einguss im Verhältnisse zu dem zu giessenden Metall-Stücke eine beträchtliche Grösse erhält, so dass das darin befindliche flüssige Metall nachfliessen und die Entstehung von Höhlen-Räumen, in Folge der sich zusammenziehenden erstarrenden Masse, möglichst verhindern kann. Ich werde nachher anführen, dass dieser Kunstgriff bei meinen Versuchen benützt worden ist, um die Kontraktion des Basalts von seinem Schmelz- bis zu seinem Erstarrungs-Punkte zu bestimmen.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass die Zusammenziehung, welche man findet, wenn ein geschmolzenes Gestein in einem feuerbeständigen Gefäss erstarrt, herrührt:

erstens von der Zusammenziehung der auf der Oberfläche erstarrenden Kruste bis zu ihrem Schmelz-Punkte, sofern sie über denselben erhitzt worden ist (es ist also die liquide Zusammenziehung); zweitens von der Zusammenziehung dieser Kruste bei ihrem Übergange in den festen Zustand, und drittens von der Zusammenziehung derselben bis zu ihrer Erkaltung. Wäre die Dicke dieser Kruste bekannt, so würde die gemessene Zusammenziehung eine brauchbare Grösse seyn.

Die Höhlen-Räume in der inneren Masse sind das Resultat der Zusammenziehung derselben von ihrem flüssigen bis zum festen Zustande. Das Volumen aller dieser Höhlen-Räume lässt sich aus dem Volumen der erstarrten Masse und aus ihrem spezifischen Gewichte bestimmen *). Es versteht sich aber von selbst, dass das wahre spezifische Gewicht der Masse, d. h. dasjenige bestimmt werden muss, welches sie nach Abzug der Höhlen-Räume besitzt. Um diess zu finden, muss das spezifische Gewicht der erstarrten Masse im pulverförmigen Zustande bestimmt werden. Hierzu habe ich folgendes Verfahren angewendet, wodurch sehr genaue Resultate erhalten werden.

An eine $2\frac{1}{2}$ Zoll lange Glas-Röhre wurde eine Kugel von ungefähr $1\frac{3}{4}$ Zoll geblasen. Die Röhre war so weit, dass eine gewöhnliche Thermometer-Röhre von sehr feiner Öffnung, gleich einem kleinen Glas-Stopfen in sie eingeschlossen werden konnte. Dieser Apparat kann leicht so mit Wasser gefüllt werden, dass er stets gleiche Volumina Wasser enthält. Die Substanz, deren spezifisches Gewicht bestimmt werden soll, wird zu feinem Pulver gerieben, welches zur

*) Es können aber wohl Fälle eintreten, wo diese Höhlen-Räume zum Theil von Gasen herrühren, die sich während des Schmelzens aus dem Gestein entwickelt haben, oder von atmosphärischer Luft, welche zwischen dem Stein-Pulver eingeschlossen worden ist. Solche Fälle werden besonders dann statt haben, wenn die Masse nicht zum dünnen Flusse kommt, sondern zäh bleibt. Beim Basalt, Trachyt, Diorit ist diess nicht zu erwarten, da diese Gesteine zum dünnen Fluss kommen; wohl aber beim strengflüssigen Granit, Gneiss, Porphyr etc.

Entfernung der hygroskopischen Feuchtigkeit so lange erhitzt wird, als noch Wasser entweicht, und gewogen. Man bringt es dann in den Apparat, übergiesst es mit etwas destillirtem Wasser und kocht letztes ungefähr eine Stunde, um alle zwischen dem Pulver befindliche Luft fortzutreiben. Man füllt nun den Apparat ganz mit Wasser und lässt ihn in kaltem Wasser erkalten. Hierauf setzt man die als Stopfen dienende Thermometer-Röhre ein, trocknet das ausfliessende Wasser ab, und bringt den ganzen Apparat auf einer empfindlichen Wage ins Gleichgewicht. Hält man den Apparat während des Abtrocknens zwischen den Fingern, so dehnt sich das Wasser durch die Wärme der Hand etwas aus, und man bemerkt dann während des Wägens eine geringe Zusammenziehung der Flüssigkeit in der Haar-Röhre. Diess beträgt zwar so wenig, dass es kaum einen Einfluss auf die Gewichts-Bestimmung haben kann; man kann indess diesen Fehler leicht beseitigen, wenn man den Apparat während des Abtrocknens mit einem Tuche umwickelt. Nachdem er auf einer empfindlichen Wage ins Gleichgewicht gebracht worden, wird das Wasser mit dem darin enthaltenen Pulver in ein Gefäss gegossen, worin ein empfindliches Thermometer sich befindet und die Temperatur des Wassers bestimmt. Endlich füllt man den Apparat, unter Beobachtung derselben Vorsichts-Maasregeln, mit destillirtem Wasser und bestimmt den Gewichts-Verlust, der, in das absolute Gewicht des Pulvers dividirt, sein spezifisches Gewicht gibt. Es versteht sich von selbst, dass auch die Temperatur des zweiten Wassers bestimmt und, wenn sich ein Unterschied zeigt, eine Korrektion gemacht wird. Das Verfahren ist etwas mühsam; man erhält aber das spezifische Gewicht so genau, als man nur erwarten kann.

Das Niveau oder der Stand der geschmolzenen Masse im Schmelz-Gefässe wurde bestimmt, indem das letzte so schnell wie möglich aus dem Feuer genommen und unter einen senkrecht stehenden, unten zugespitzten Eisen-Draht gebracht wurde, der in einem Gestell mittelst eines Hebels auf- und ab-geschoben werden konnte. Durch ein Fern-Rohr, das ungefähr 3 Fuss von dem Tiegel abstand, beobachtete

man genau die Berührung der Spitze des Eisen-Drahts mit der Oberfläche der geschmolzenen Masse. Nach ihrer Erkalzung wurde durch Quecksilber, welches bis zur Draht-Spitze eingegossen wurde, das Volumen der Kontraktion bestimmt. Gleichzeitig und so lange, als die Masse noch im Flusse war, wurde der innere Durchmesser des Schmelz-Gefäßes am obern Rande an zwei markirten Stellen gemessen. Dieselbe Messung wurde vor dem Schmelzen und nach dem Erkalten gemacht, und so die Ausdehnung des Schmelz-Gefäßes im Feuer bestimmt.

Die Bestimmung der Kontraktion der geschmolzenen Masse während ihrer Erstarrung fordert die genaue Kenntniss ihres Volumens und ihres Gewichts. Es reicht aber nicht hin, das letzte bloß vor dem Schmelzen zu bestimmen; denn manche krystallinische Gesteine enthalten flüssige Bestandtheile, durch deren Entweichen während des Schmelzens ein Gewichts-Verlust herbeigeführt wird. So habe ich einen Diorit geschmolzen, der einen Gewichts-Verlust von 13,6 Proz. erlitt, welcher, wie ich nachher durch Prüfung des ungeschmolzenen Diorits mit Salzsäure fand, von eingesprengetem Kalkspath herrührte, dessen Menge also ungefähr 31 Proz. betrug. Kalkspath ist überhaupt, wie bekannt ist, ein ziemlich frequenter Bestandtheil krystallinischer Gesteine. *lit*

Die Gewichts-Veränderung nach dem Schmelzen würde sich am genauesten bestimmen lassen, wenn das Fossil im Platin-Tiegel geschmolzen würde. Die gewöhnlichen Platin-Tiegel besitzen aber keine solche Steifigkeit, dass sie nicht im Feuer ihre Form veränderten. Die Messung ihres Volumens vor und nach dem Schmelzen würde daher keine genauen Resultate geben. Wollte man auch Tiegel aus sehr starkem Platin-Blech anfertigen lassen: so würden sie dennoch in starker Hitze erweichen und ihre Form verändern. Überdiess würden solche Tiegel, wie ich zu meinem Nachtheil erfahren habe, durch solche Schmelzungen sehr beschädigt werden; denn, wenn auch der Inhalt nach dem Messen abermals geschmolzen und ausgegossen würde: so würde doch ein Theil der geschmolzenen Masse an den Wänden hängen bleiben, der selbst durch Schmelzen mit

kohlensaurem Kali und Natron nur unvollkommen herausgeschafft werden könnte.

Dieser Schwierigkeit wegen habe ich zu meinen Versuchen *hessische* Schmelztiegel angewendet. Die sogenannten Kalch-Tuten eignen sich hiezu am besten, da sie wegen ihres breiten Fusses einen festen Stand haben und in ziemlich senkrechter Stellung im Feuer erhalten werden können.

Aber auch bei Anwendung dieser Schmelz-Gefässe hat man mit verschiedenen Schwierigkeiten zu kämpfen. Die Bestimmung ihres innern Volumens vor dem Schmelzen mittelst Quecksilber kann mit grosser Genauigkeit geschehen. Setzt man sie aber ins freie Feuer, so verändern sie durch Anschmelzen der Asche ihr Gewicht. Unter diesen Umständen kann daher keine genaue Bestimmung des Gewichts des darin geschmolzenen krystallinischen Gesteins stattfinden; denn das Abwägen des Gesteins bloss vor dem Schmelzen kann keine genauen Resultate geben. Selbst, wenn auch nicht durch Verflüchtigung flüchtiger Bestandtheile eine Gewichts-Veränderung eintritt, so kann sie doch durch höhere Oxydation oder durch theilweise Desoxydation darin enthaltener Metall-Oxyde (Eisen- und Mangan-Oxyde) erfolgen.

Um eine Gewichts-Veränderung des Schmelztiegels während des Schmelzens so viel wie möglich zu beseitigen, muss er in einen anderen grösseren gestellt und der Zwischen-Raum mit Kohlen-Pulver ausgefüllt werden. Dadurch wird das Anschmelzen an den äussern Tiegel und das Anschmelzen von Schlacken beseitigt. Nichts desto weniger ist man doch nicht ganz sicher, dass nicht der Deckel mit dem Rande des innern Tiegels zusammenschmilzt. Um diess zu verhüten, muss der Rand des innern Tiegels etwas niedriger stehen, damit der Deckel, wenn er erweicht und einsinkt, doch nicht den Rand des innern Tiegels berühren kann.

Das Schmelzen geschah in einem SEFSTRÖM'schen Ofen mit erhitzter Gebläse-Luft, welche durch acht Öffnungen in den Feuer-Raum strömt. Die Hitze, welche in diesem Ofen hervorgebracht werden kann, ist so hoch, dass Platin darin zum anfangenden Schmelzen kommt. Gleichwohl habe ich die strengflüssigsten unter den angewandten krystallinischen

Gesteinen, namentlich Granit, Porphyr und Gneiss, nicht zum dünnen Flusse bringen können. Die leichtflüssigeren Gesteine, wie Basalt, Trachyt etc., wurden mit Holz-Kohlen, die strengflüssigeren mit Koaks geschmolzen.

Vor dem Schmelzen wurde das Volumen des leeren Tiegels mittelst Quecksilber ausgemittelt. Hierauf glühte man den Tiegel und bestimmte sein Gewicht. Die Gebirgsart wurde ziemlich fein gepulvert, zur Verjagung der Feuchtigkeit stark erhitzt, abgewogen und in den Tiegel eingetragen. Nach dem Schmelzen und Erkalten wurde der Tiegel wieder auf die Wage gebracht, und die Gewichts-Veränderung im Feuer, wenn eine solche statt fand, bestimmt.

Das Volumen, um welches die Masse sich während der Erstarrung zusammengezogen hatte, wurde, wie schon bemerkt worden, durch Quecksilber bestimmt, und auf gleiche Weise der ganze leere Raum über der erstarrten Masse. Durch Subtraktion dieses Quecksilbers von dem, welches den ganzen Tiegel anfüllte, ergab sich das Volumen der erstarrten Masse.

Hierbei musste die Kontraktion der erstarrten Masse zu klein gefunden werden; denn die geschmolzene Masse bildete eine konkave, das auf die erkaltete Masse gegossene Quecksilber hingegen eine konvexe Oberfläche. Das Niveau der geschmolzenen Masse, wie des Quecksilbers, wurde aber im Mittelpunkte gemessen.

Ich versuchte diesen Fehler durch Bestimmung der Kontraktion mittelst Wasser zu beseitigen. Allein diese Flüssigkeit drang durch feine Sprünge, die sich in der Masse während der Erstarrung gebildet hatten, in das Innere und in den porösen Tiegel, so dass auf diese Weise ein noch weniger genaues Resultat erhalten wurde.

Die Kontraktion, welche man auf dem angegebenen Wege findet, stimmt nicht überein mit derjenigen, welche die geschmolzenen Massen einstens erlitten hatten, als sie zu krystallinischen Massen erstarrten; denn eine schnelle Erstarrung, wie sie bei meinen Versuchen erfolgte, liefert nur glasige Massen. Mehre Erscheinungen zeigen aber, dass die Kontraktion viel bedeutender ist, wenn eine geschmolzene

Masse sich zu einem krystallinischen Gemenge ausbildet, als wenn sie bloss zu einer glasigen Masse erstarrt.

Es ist bekannt, dass die Dichtigkeit des Glases zunimmt, wenn es in sogenanntes REAUMUR'sches Porzellan umgewandelt wird, und umgekehrt wieder abnimmt, wenn das letzte sich wieder verglast. Es würde daher die geschmolzene Glas-Fritte eine grössere Zusammenziehung erleiden, wenn sie beim Erstarren sich in eine krystallinische Masse verwandelte, als sie bei dem gewöhnlichen Übergange in Glas erleidet.

Als ich vor sechs Jahren Basalt-Kugeln von 2 Fuss Durchmesser giessen liess, um das Gesetz der Abkühlung geschmolzener Massen zu finden, bildeten sich theils steinige, theils glasartige, aber nicht im mindesten krystallinische Massen. Das spezif. Gewicht eines Stückes von steiniger Beschaffenheit aus einer solehen Basalt-Kugel fand ich = 2,8495, das eines anderen Stückes, in welchem die steinigen und glasigen Bestandtheile in ziemlich gleichförmigem Gemenge waren = 2,7774, und eines Stückes, welches auf dem Boden der Hütten-Sohle sehr schnell erkaltet und ganz glasig war, = 2,5645. Das spezif. Gewicht des unveränderten Basalts war aber = 2,9418 *). Hieraus ergibt sich ganz deutlich, dass mit Abnahme der steinigen Beschaffenheit auch das spezif. Gewicht abnimmt, und dass der in Glas umgeänderte Basalt das geringste spezif. Gewicht hat. Später habe ich diese Bestimmungen wiederholt, indem die verschiedenen Stücke in Pulver-Form unter Wasser abgewogen wurden. Da auf diese Weise die wahren spezif. Gewichte, unabhängig von ihrer porösen Beschaffenheit, gefunden wurden: so stellten sich noch grössere Differenzen wie oben heraus.

Ähnliche und gewiss recht interessante Erscheinungen hat MAGNUS bei mineralogisch einfachen Fossilien beobachtet. Dieser Naturforscher fand **), dass sich das spezif. Gewicht des Vesuvians durch Schmelzen um $\frac{1}{4}$ vermindert, und dass diese bedeutende Abnahme des spezif. Gewichts auf dem

*) Siehe meine Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers, S. 454.

**) POGGENDORFF's Annal. XX. 477.

Übergänge aus dem krystallisirten in den nicht krystallisirten Zustand beruhe. Später *) fand er, dass ein grüner Granat durch Schmelzen fast um $\frac{1}{3}$ leichter wurde. Vergebens bemühte er sich, diese Erscheinung bei andern Fossilien wahrzunehmen, da fast alle leicht schmelzbaren Wasser enthalten, und von den wasserfreien nur sehr wenige bei der Temperatur, die wir in unsern Öfen hervorbringen können, schmelzen. So gelang es ihm schon nicht mehr, Feldspath (Adular) zum dünnen Fluss zu bringen. Ebenso ging es auch mir. Vergebens versuchte ich unter andern Diopsid in einem $\frac{1}{4}$ stündigen heftigen Gebläse-Feuer zu schmelzen; die Krystalle spalteten bloss in mehre kleinere Krystalle **). Eben so wenig konnte ich ihn in einem englischen Steinkohlen-Ofen, worin Biscuit gebrannt wird, zum Schmelzen bringen ***). Dass übrigens diese Verminderung des spezif. Gewichts beim Schmelzen eines krystallisirten Fossils kein bloss dem Vesuvian und Granat zukommendes Phänomen seyn könne, ist wohl nicht zu bezweifeln; sondern es ist vielmehr mit der grössten Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass es sich überall zeigen wird, wo der krystallinische Zustand durch Schmelzen zerstört wird.

*) Ebend. XXII. 391.

***) Ich muss indess bemerken, dass ich damals noch nicht den SEFSTRÖM'schen Gebläse-Ofen mit erhitzter Luft hatte.

****) Der Diopsid war darin einem 36stündigen Steinkohlen-Feuer ausgesetzt. Der Tiegel stand in einem der unterirdischen Züge, durch welchen die Flamme fortwährend strömte. Die kohlen saure Magnesia, womit der Zwischenraum zwischen Platin-Tiegel und dem hessischen Tiegel ausgefüllt war, war mit dem letzten zusammengeschmolzen und verglast. Die einzelnen Krystalle, in welche sich der Diopsid durch die vorhergegangene Erhitzung zerspalten hatte, hingen an einzelnen Stellen an den scharfen Kanten etwas zusammen; sie hatten sich daher bloss an diesen Stellen etwas erweicht.

Die Hülfsmittel, welche sich mir jetzt darbieten, würden es mir vielleicht möglich machen, den Diopsid und noch andere mineralogisch einfache Fossilien zum Schmelzen zu bringen, wenn ich die Absicht hätte, die Versuche nach dieser Seite hin zu verfolgen.

Bei den krystallinischen Gebirgs-Arten hat man nicht mit solchen Schwierigkeiten, wie bei den einfachen krystallinischen Gesteinen, hinsichtlich ihrer Schmelzbarkeit, zu kämpfen, da sie aus verschiedenen einfachen Fossilien bestehen, welche in der Hitze gegenseitig als Flüsse auf einander wirken. In geologischer Beziehung haben ohne Zweifel diese Versuche eine grössere Wichtigkeit, als die mit einfachen Fossilien angestellten.

Auf eine einfache und in die Augen fallende Weise kann die Vergrösserung des Volumens einer krystallinischen Gebirgsart, wenn durch Erhitzen ihre krystallinische Beschaffenheit zerstört wird, gezeigt werden. Umschüttet man sie nämlich in einem Schmelz-Tiegel mit einem Pulver, welches weder schmilzt, noch irgend eine merkliche chemische Veränderung auf sie ausüben kann: so lässt sich leicht ein solcher Hitze-Grad erreichen, dass sie bloss erweicht und ihre krystallinische Beschaffenheit zerstört wird, ohne aber in Fluss zu kommen. Am besten eignet sich hierzu Kohlen-Pulver. So habe ich ein Stück Basalt, ungefähr 3 Zoll ins Gevierte, in der Mitte durchgeschlagen und die eine Hälfte zunächst mit Kohlen-Pulver und dann mit Sand umschüttet in einem grossen hessischen Schmelz-Tiegel der Hitze eines Fayence-Ofens ausgesetzt. Das Gestein schmolz nicht, erweichte aber so weit, dass die krystallinische Beschaffenheit ganz zerstört wurde. Die äussern Flächen waren noch erdig, nicht im mindesten glasisg und glichen stark gebrannten grauschwarzen Ziegelsteinen. Die Olivine konnte man noch hier und da erkennen, sie hatten aber ihre Farbe und Glas-Glanz verloren und waren gleich-farbig mit der Grund-Masse des Basalts geworden. Die beiden Bruch-Flächen der geglühten und der nicht geglühten Hälfte passten noch ziemlich gut zusammen; jene hatte sich aber um $\frac{1}{3}$ in der kleinsten Dimension vergrössert.

Diese Zunahme des Volumens kommt indess nicht bloss auf Rechnung der zerstörten krystallinischen Beschaffenheit, sondern rührt zum Theil auch davon her, dass die Masse im Innern etwas porös geworden war.

Auf der andern Seite fand man aber auch im Innern noch unzerstörte Olivine, welche bloss ihre grüne Farbe mehr oder weniger verloren hatten und weiss geworden waren: zum Beweise, dass die Masse noch nicht das Maximum ihrer Ausdehnung durch völlige Zerstörung der krystallinischen Beschaffenheit erreicht hatte. Dieses Maximum kann auch nur bei völliger Umwandlung in eine glasartige Masse erreicht werden. Eine solche Umwandlung konnte aber in dem, in dem Fayence-Ofen erhitzten Tiegel nicht erfolgen, weil, wenn die Hitze auch hierzu hinreichend gewesen wäre, die Abkühlung viel zu langsam war, als dass eine völlig glasige Masse sich hätte erzeugen können.

Der folgende Versuch zeigte diess recht deutlich.

Basalt, der durch Schmelzen und rasches Erkalten ganz glasig geworden war, wurde einer 48stündigen Zämentation mit Kohlen-Pulver ausgesetzt. Er verlor seine glasige Beschaffenheit, wurde steinig und härter, denn er ritzte den glasigen Basalt. Mit dieser anhaltenden Erhitzung und langsamen Abkühlung war eine Kontraktion verbunden; denn das spezifische Gewicht des glasigen Basalts war 2,7595 und das des steinig gewordenen, beide im Pulver-förmigen Zustande bestimmt, 2,8804. Man sieht hieraus, dass, wenn eine glasige Masse sich einer krystallinischen Beschaffenheit nur eben nähert (denn der zämentirte glasige Basalt war noch lange nicht krystallinisch geworden), so erfolgt schon eine merkliche Kontraktion. Da das spezifische Gewicht des glasigen Basalts, als es an einem ganzen Stück bestimmt wurde, nur 2,629 betrug, so ergibt sich, dass er noch porös war. Noch poröser war aber der steinig gewordene; denn dessen spezifisches Gewicht, an einem ganzen Stück bestimmt, wurde nur 2,536 gefunden. Diese grössere Porosität ist ohne Zweifel die Folge der während des Zämentirens stattgefundenen Kontraktion des glasigen Basalts.

Es ist sehr wohl zu begreifen, wie ein 48stündiges Erhitzen eines glasigen Basalts ihn so weit erweichen konnte, dass seine kleinsten Theile verschiebbar wurden, und dass eine krystallinische Anordnung nach bestimmten Mischungsverhältnissen oder wenigstens eine Tendenz dazu eintreten

konnte, welche in Folge innerer Kontraktionen leere Räume verursachen musste*).

Die Verschiedenheit zwischen glasiger und steiniger Beschaffenheit kann man auf folgende Weise erklären. In einem geschmolzenen Fossil sind die sämmtlichen Bestandtheile (Erden und Metall-Oxyd) eben so gleichmässig verbreitet, wie mehre Salze in einer wässerigen Auflösung. Beide bilden homogene Gemische, die frei von sichtbaren Poren sind. Erstarrt jenes geschmolzene Fossil schnell, so dass keine Bildungen nach bestimmten Mischungs-Verhältnissen entstehen können, so wird die feste Masse von derselben Beschaffenheit, wie die flüssige seyn, d. h. ein homogenes Gemisch bilden. Es werden daher weder auf der Oberfläche noch im Innern sichtbare Poren vorhanden seyn, sondern sie wird ganz glatt erscheinen. Eine solche glatte Oberfläche, von welcher die Licht-Strahlen auf eine reguläre Weise zurückgeworfen werden, erscheint dem Auge glasig. Enthält die Masse keine färbenden Bestandtheile (Metall-Oxyde), oder doch nur in geringer Menge, so ist sie sogar durchsichtig, wenigstens an dünnen Stellen, und diese Durchsichtigkeit ist ohne Zweifel ebenfalls eine Folge ihrer Homogenität, da in einer homogenen Masse die Licht-Strahlen, wenn ihr Durchgang überhaupt stattfinden kann, nur nach einem Verhältnisse gebrochen werden. Erstarrt dagegen das geschmolzene Fossil sehr langsam, so haben die Bestandtheile

*) Dass Krystallisationen eintreten können, ohne vorhergegangenen flüssigen Zustand, ist längst bekannt. Die Feuer-Erscheinung, welche die Zirkon-Erde, das Chrom-Oxyd und andere Körper beim Erhitzen zeigen, ist höchst wahrscheinlich die Folge einer plötzlich eintretenden Kontraktion und diese die Folge einer Krystallisation. Beim phosphorsauren Blei-Oxyd scheint es gar nicht zweifelhaft zu seyn. Dass das Zinn-Oxyd beim Glühen krystallisirt, ist nach Fuchs um so wahrscheinlicher, weil es nachher in seinem chemischen Verhalten mit dem natürlichen krystallisirten Zinn-Oxyde (Zinnstein) übereinkommt. Es scheint auch dieselbe Härte zu haben, weil es, auf trockenem Wege dargestellt, zum Poliren harter Körper gebraucht wird. Dasselbe findet beim Eisen-Oxyde statt, das sich nach dem Glühen wie natürliches Eisen-Oxyd verhält.

Zeit, sich nach bestimmten Verhältnissen zu ordnen, und es bildet sich ein Aggregat verschiedener Krystalle, ebenso wie aus einer langsam erkaltenden oder verdampfenden Auflösung mehrer Salze ein Aggregat verschiedener Krystalle sich absetzt. Mit jenen krystallinischen Bildungen sind aber, wie wir gesehen haben, stets Kontraktionen verknüpft. Die einzelnen Krystalle, welche nur an einander haften, lassen zwischen sich Zwischenräume, und wenn auch jeder Krystall für sich eine vollkommen homogene Masse bildet, so hat doch jeder sein eigenes Brechungs-Verhältniss, und ihre der Oberfläche zugekehrten Krystall-Flächen liegen in den verschiedensten Ebenen. Die Licht-Strahlen werden daher nach den verschiedensten Richtungen zurückgeworfen, die Oberfläche des erstarrten Fossils erscheint nicht glatt, sondern rauh und steinig, die Durchsichtigkeit schwindet ganz, weil die erstarrte Masse aus einem Haufwerke irregulär gelagerter Krystalle besteht, wovon jeder sein eigenes Brechungs-Verhältniss hat, wenn er überhaupt durchsichtig ist.

Bilden sich, wie in Graniten und in einigen Trachyten, grössere Krystalle als Folge sehr langsamer Erkaltung oder begünstigt durch besondere Umstände, so erscheinen diese homogenen Massen gerade so, wie schnell erkaltete glasige Massen, wie z. B. der glasige Feldspath im Trachyt.

Merkwürdig ist es bei den obigen Versuchen, dass die 48stündige Hitze des Fajance-Ofens in dem natürlichen Basalt eine Expansion, in dem geschmolzenen glasigen Basalt hingegen eine Kontraktion bewirkte; denn ich bemerke, dass die verschiedenen, in dem Vorhergehenden angeführten Basalt-Stücke in demselben Schmelz-Tiegel, ein jeder aber für sich mit Kohlen-Pulver und Sand umgeben, sich befanden. In dem ersten wurde die krystallinische Beschaffenheit wenigstens der kleineren Krystalle vermindert; in dem letzten die ganz zerstörte krystallinische Beschaffenheit in unvollkommenem Grade wieder hervorgerufen. Dieses entgegengesetzte Verhalten kann übrigens nicht befremden, wenn man erwägt, dass, in Beziehung auf die Erkaltungs-Zeiten, der natürliche und der rasch erstarrte glasige Basalt Extreme darstellen. Die Erkaltung in dem Fajance-Ofen liegt aber

zwischen diesen beiden Extremen; sie nähert sich jedoch mehr der plötzlichen, als der äusserst langsamen Erstarrung, wie sie einstens bei der Bildung der Basalte in der Natur Statt fand. Daher kam es denn auch, dass die in dem glasigen Basalt erfolgte Kontraktion zwar eine Annäherung zur krystallinischen Bildung durch ihre steinige Beschaffenheit andeutete, ohne dass aber wirkliche Krystalle dem Auge sichtbar seyn konnten.

Die Kontraktion ist nicht nur bei langsamer und schneller Erkaltung geschmolzener Körper verschieden, sondern sie zeigt sich auch verschieden bei festen Körpern, je nachdem sie langsam oder schnell erkalten. Nach einer Mittheilung von dem Mechanikus MAUCH in *Köln* ist es eine allen Stahl-Arbeitern bekannte Erfahrung, dass Stahl beim Härten sein Volumen vergrössert. Z. B. ein massiver Zylinder von ungehärtetem Stahl, der in einen hohlen metallenen Zylinder genau passt, geht nicht mehr hinein, wenn er gehärtet wird. Die plötzliche Erkaltung, welche der glühende Stahl beim Eintauchen in kaltes Wasser erleidet, verursacht also eine geringere Kontraktion, als wenn er langsam erkaltet. In Beziehung auf Härte zeigt sich zwischen Stahl und oxydirten Massen (Basalt, Glas etc.) der Gegensatz, dass durch langsame Erkaltung die letzten an Härte zunehmen, während jener an Härte abnimmt. Es ist wohl nicht zu entscheiden, aber doch zu vermuthen, dass beim langsamen Erkalten des Stahls krystallinische Verbindungen aus Eisen und Kohlen-Stoff entstehen mögen, die sich während des schnellen Erkaltes nicht erzeugen.

Ich komme nun zur Mittheilung der Resultate meiner bis jetzt unternommenen Versuche die Kontraktion zu bestimmen, welche die plutonischen Gebirgsarten bei ihrem einstigen Übergange aus dem feurig-flüssigen in den krystallinischen Zustand erlitten haben.

Da die Ausdehnung, welche diese Gesteine beim Übergange aus dem krystallinischen Zustande in den glasigen er leiden, nur allein aus dem verschiedenen spezifischen Gewichte in diesen beiden Zuständen abgeleitet werden kann, so musste die grösste Sorgfalt auf die spezifische Gewichts-

Bestimmung gerichtet werden. Es wurden möglichst feinkörnige Gebirgs-Arten ausgewählt und dieselben fein gepulvert. Das Pulver mengte man recht innig durcheinander, um ein möglichst gleichartiges Gemenge zwischen den einzelnen Bestandtheilen der Gebirgsart zu erhalten. Eine Portion dieses Pulvers diente zur Bestimmung des spezifischen Gewichts, der Rest zum Schmelzen.

I. Bestimmung der Kontraktion, welche der Basalt beim Übergange aus dem feurig-flüssigen Zustande in den festen krystallinischen erlitten hatte.

	Gran.
Das Gewicht des Basalts vor dem Schmelzen	
war	3426,5
nach dem Schmelzen	3339,5
Das Gewicht des Quecksilbers, welches den	
Schmelz-Tiegel ausfüllte, war	29714

Schon nach einer halben Stunde kam der Basalt zum Schmelzen. Das Erhitzen wurde aber noch 40 Minuten fortgesetzt, um den Basalt recht dünnflüssig zu erhalten.

Der innere Durchmesser des kalten Tiegels war 24^{'''},08
des glühenden Tiegels 25^{'''}

Es verhielt sich daher das Volumen des Tiegels in gewöhnlicher Temperatur zu dem in der Glühe-Hitze wie 24³,08 : 25³ = 15253 : 15625.

Das Gewicht des Quecksilbers, welches den Raum erfüllte, um welchen sich der geschmolzene Basalt zusammengezogen hatte, betrug 483 Gran.

Das Gewicht des Quecksilbers, welches den leeren Raum im Tiegel über der erstarrten Masse erfüllte, war 13530 Gran.

Das Volumen des erstarrten Basalts ist daher nach dem Quecksilber-Gewicht 16184 Gran.

Dazu addirt 483 „
gibt 16667 Gran.

Multipliziert man diese Zahl mit $\frac{15625}{15253}$, = der Ausdehnung des Tiegels in der Glühe-Hitze, so erhält man für das

Volumen, welches der Basalt im geschmolzenen Zustande eingenommen hatte 17073,5 Gran.

Die Kontraktion, welche der Basalt während seines Übergangs aus dem geschmolzenen in den erstarrten Zustand erlitten hatte, betrug daher $\frac{17073,5 - 16184}{17073,5} = 0,0521$

seines Volumens im geschmolzenen Zustande.

Das spezifische Gewicht des Quecksilbers, welches zu obigen Bestimmungen gedient hatte, war 13,5888.

Das Gewicht des Wassers, gleich dem Volumen des geschmolzenen Basalts, nach Korrektion des Tiegels in der Glühe-Hitze, ist daher 1256,4 Gran, und das Gewicht des Wassers gleich dem Volumen des erstarrten Basalts ist 1191 Gran.

Diess ist aber das scheinbare Volumen, d. h. das, welches der erstarrte Basalt und die darin enthaltenen Poren einnehmen. Da nun das spezifische Gewicht der erstarrten Masse im pulverförmigen Zustande gleich 2,8301 gefunden wurde, so ist das wahre Volumen des erstarrten Basalts $\frac{3339,5}{2,8301} = 1180$ Gran.

Die wahre Kontraktion des Basalts von seinem geschmolzenen bis zu seinem erstarrten Zustande ist demnach $\frac{1256,4 - 1180}{1256,4} = 0,06$ seines Volumens im geschmolzenen Zustande.

Der geschmolzene und erstarrte Basalt hatte ganz das Ansehen des Obsidians.

Das spezifische Gewicht des natürlichen Basalts, der zu dem vorstehenden Versuche verwendet worden war, im pulverförmigen Zustande bestimmt, betrug 3,0438.

Könnte man daher den erstarrten glasigen Basalt in den krystallinischen Zustand überführen, so würde er eine abermalige Kontraktion erleiden, die $\frac{3,0438 - 2,8301}{3,0438} = 0,0702$ seines Volumens im glasigen Zustande betragen würde.

Das Volumen des zu dem vorstehenden Versuche verwendeten Basalts war $= \frac{3426,5}{3,0438} = 1125$. Da nun das

Volumen dieses Basalts in seinem geschmolzenen Zustande, nach der obigen Rechnung, gleich 1256,4 war, so würde die Kontraktion, welche der Basalt einstens bei seinem Übergange aus dem feurig-flüssigen Zustande in den krystallinischen erlitten hatte, $\frac{1256,4 - 1125}{1256,4} = 0,1046$ seines Volumens im flüssigen Zustande gewesen seyn, wenn er damals in seinem flüssigen Zustande eben so heiss und mithin ebenso ausgedehnt war, wie bei der künstlichen Schmelzung in meinem Versuche.

Setzt man das Volumen des Basalts im geschmolzenen Zustande = 1, so ist das, welches er im krystallinischen Zustande einnimmt, = $1 - 0,1046 = 0,8954$. Da nun

$$\sqrt[3]{1} : \sqrt[3]{0,8954} = 1 : 0,964,$$

so musste die Kontraktion, welche der Basalt einstens bei seinem Übergange aus dem flüssigen Zustande in den festen krystallinischen erlitten hatte, in jeder seiner drei Dimensionen 0,036 seiner Dimensionen im flüssigen Zustande betragen haben, wenn er damals in diesem Zustande eben so ausgedehnt war, wie bei der künstlichen Schmelzung in meinem Versuche.

Wir haben oben gesehen, dass der Basalt beim Schmelzen ungefähr 0,025 an seinem Gewichte verlor. Dieser Gewichts-Verlust musste einen Einfluss auf die Genauigkeit der Resultate haben.

Schon bei früheren Versuchen*) hatte ich gefunden, dass Basalt von verschiedenem Vorkommen, in welchem selbst mit bewaffnetem Auge kein eingesprengter Kalkspath wahrzunehmen war, in der Glühe-Hitze Kohlensäure-Gas, ja sogar Spuren eines brennbaren Gases entwickelte. Ich glaubte daher den Gewichts-Verlust, welchen der Basalt bei dem obigen Versuche während des Schmelzens erlitt, ebenfalls entwickelter Kohlen-Säure zuschreiben zu müssen. In dieser Vermuthung wurde ich um so mehr bestärkt, da Salzsäure in dem nicht geschmolzenen Basalt eine ganz deutliche Entwicklung

*) Wärmelehre, S. 316.
Jahrgang 1843.

von Gas-Bläschen bewirkte, und oxalsaures Ammoniak in der salzsauren Flüssigkeit, nach vorhergegangener Sättigung durch Ammoniak, oxalsauren Kalk niederschlug. Rührt jener Gewichts-Verlust allein von Kohlensäure her, so würde er auf 0,058 kohlen-sauren Kalk schliessen lassen *).

Dieser Umstand muss die Genauigkeit der gefundenen Resultate etwas beeinträchtigen; denn der geschmolzene und wieder erstarrte Basalt enthielt nicht dieselben Bestandtheile, wie der natürliche. Unabhängig von der Änderung des spezifischen Gewichts, welche der Basalt durch Schmelzen und rasches Erstarren erleidet, musste dieses Gewicht auch durch die Zersetzung des kohlen-sauren Kalks verändert werden. Es dürfte indess nicht schwierig seyn, zu entscheiden, ob dadurch eine Vermehrung oder eine Verminderung des spezifischen Gewichts herbeigeführt worden ist. Der oben erwähnte Diorit, welcher im Schmelzen einen Gewichts-Verlust von 13,6 Proz. erlitt, der unstreitig von entwickelter Kohlensäure herrührte, zeigte eine bedeutende Zunahme seines spezifischen Gewichts. Vor dem Schmelzen war es nämlich 2,8743, nach dem Schmelzen 3,1387. Hier fand also, ungeachtet der durch das Schmelzen und Erstarren herbeigeführten Abnahme des spezifischen Gewichts, eine bedeutende Zunahme desselben, in Folge der Zersetzung des kohlen-sauren Kalks, Statt. Dem gemäss scheint eine Zunahme des spezifischen Gewichts einzutreten, wenn der Kalk, welcher in einer krystallinischen Gebirgsart als Kalkspath vorhanden ist, in der Hitze zersetzt wird und sich

*) Da ich in einer an Basalt sehr reichen Gegend lebe, so habe ich mehre Basalte von verschiedenem Vorkommen mit Säuren geprüft, aber keinen einzigen gefunden, von dem ich die absolute Abwesenheit des kohlen-sauren Kalks hätte annehmen können. Die genaueste Prüfung scheint mir darin zu bestehen, dass der Basalt gepulvert, mit Wasser übergossen, und letztes eine Zeit lang gekocht wird. Dadurch wird die so leicht Täuschung verursachende atmosphärische Luft fortgetrieben. Hierauf wird die Säure zum Wasser gesetzt und die Flüssigkeit mit bewaffnetem Auge genau beobachtet. Auf diese Weise kann die geringste Gas-Entwicklung noch hemerkt werden. Am meisten frei von kohlen-saurem Kalk scheint der schöne säulenförmige Basalt vom *Mendeberg* bei *Linz* zu seyn.

mit den übrigen geschmolzenen Bestandtheilen mischt. Da nun der Diorit in seiner Zusammensetzung sich sehr dem Basalt nähert, so sind wir wohl berechtigt anzunehmen, dass auch in dem vorhin beschriebenen Versuch der Basalt, in Folge der Zersetzung des beigemengten Kalkspaths, eine Zunahme seines spezifischen Gewichts erlitten haben möge. Da indess die Menge dieses Kalkspaths viel geringer war, als in dem Diorit, so konnte sich keine Zunahme wie bei diesem durch das Schmelzen und Erstarren zeigen. Im Gegentheil, da beim Basalt die Ausdehnung in Folge der Zerstörung des krystallinischen Gefüges grösser war, als jene Zusammenziehung, so musste eine Erweiterung des Volumens eintreten.

Durch andere Betrachtungen kommen wir zu demselben Schlusse. Das spezifische Gewicht der krystallisirten Kieselerde im Berg-Krystall ist 2,69, das des reinen Kalks 2,3. Verbinden sich diese beiden Erden miteinander zu einem Silikat, das wir in der Natur im Wollastonit finden, so tritt eine bedeutende Kontraktion ein; denn das spezifische Gewicht dieses Fossils ist 2,805, während das des Kalkspaths nur zwischen 2,715 und 2,731 fällt. Wenn daher die Kalkerde des Kalkspaths, der dem Basalt beigemengt ist, nachdem sie in der Hitze ihre Kohlensäure verloren hat, sich mit einem Theil der Kieselerde des letzten zu einer krystallinischen, dem Wollastonit ähnlichen Verbindung vereinigt: so würde damit eine Zunahme des spezifischen Gewichts verknüpft seyn. Nun kann zwar beim Schmelzen und schnellen Abkühlen des mit Kalkspath gemengten Basalts keine krystallinische, sondern bloss eine glasartige Masse erzeugt werden; es ist aber doch erlaubt anzunehmen, dass auch diese Masse ein grösseres spezifisches Gewicht haben möchte, als diejenige, welche entstehen würde, wenn Basalt mit Kalkspath unter Umständen geschmolzen würde, wobei die Kohlensäure nicht verflüchtigt würde. Bekanntlich würden solche Umstände stattfinden, wenn Basalt und Kalkspath unter hohem Drucke zum Schmelzen kämen.

Auch der Augit und insbesondere der Diopsid kann, da er ein Kalk- und -Magnesia-Silikat ist, als ein Beispiel

angeführt werden, dass die Magnesia wie der Kalk durch ihre Verbindungen mit Kieselerde bedeutende Kontraktionen herbeiführen. Das spezifische Gewicht des Diopsids = 3,2435 übertrifft noch das des Wollastonits, während das der reinen Magnesia nur 2,3 und das des Magnesits nur 2,88 bis 2,97 ist. Wenn die feurig-flüssigen Massen, woraus sich unsere krystallinischen Gebirge gebildet haben, vor dieser Erstarrung nie im festen, sondern seit der Schöpfungs-Periode unseres Planeten im flüssigen Zustande existirt haben: so muss eine geschmolzene Masse, aus welcher sich z. B. Basalt oder Diorit mit eingesprengtem Kalkspath gebildet hat, in ihrer ursprünglichen Mischung schon Kohlensäure enthalten haben. Betrug diese Kohlensäure so viel, dass sie allen Kalk, welchen man im Basalt findet, in kohlen-sauren Kalk hätte umwandeln können, so hätten sich, da wir Kalk als Bestandtheil in dem Basalt selbst finden, während der Erstarrung bedeutende Quantitäten Kohlensäure entwickeln müssen. Diese Entwicklungen hätten nicht bloß ans dem Basalt an der Oberfläche, sondern auch aus dem in der Tiefe eines Basalt-Berges stattfinden können, da durch die während der Abkühlung eingetretene säulenförmige Absonderung in der ganzen Masse des Berges so viele Zerklüftungen entstanden sind, dass die ausgeschiedene Kohlensäure ohne Schwierigkeit hätte entweichen können. War hingegen die Kohlensäure, welche in der ursprünglichen flüssigen Masse enthalten war, nicht hinreichend, um allen Kalk in kohlen-sauren Kalk umzuwandeln: so fand im Moment der Erstarrung eine Theilung des Kalkes Statt; ein Theil ergriff die Kohlensäure, um Kalkspath zu bilden, ein anderer vereinigte sich mit den übrigen Erden, um andere krystallinische Verbindungen (Augit, Zeolithe etc.) darzustellen. In diesem Falle würden keine Kohlensäure-Entwicklungen stattgefunden haben.

Nehmen wir den, wie mir scheint, minder wahrscheinlichen Fall an, dass die krystallinischen Gebirgsarten sich durch Schmelzung ursprünglich im festen Zustande vorhanden gewesener Gesteine gebildet haben, so können verschiedene Fälle gedacht werden. Kalksteine konnten mit andern

Massen, die Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd etc. enthielten, zusammenschmelzen und nach dem langsamen Erkalten Basalt mit Kalkspath geben. Solche Massen würden nach aufgehobenem Drucke ebenfalls Kohlensäure entwickelt haben. Schmolzen hingegen Kalksteine mit Massen zusammen, die schon Kalk enthielten, so konnten während ihrer Umwandlung in Basalt und Kalkspath keine Kohlensäure-Entwicklungen stattgefunden haben, weil die ursprünglich mit dem Kalk verbunden gewesene Kohlensäure auch im Kalkspath vorhanden blieb. In beiden Fällen würden nach dem Obigen bedeutende Kontraktionen eingetreten seyn: d. h. die aus nicht krystallinischen Gesteinen durch Schmelzen gebildeten krystallinischen Massen würden sich in Folge dieser Umwandlung bedeutend zusammengezogen haben.

Es ist indess nicht zu übersehen, dass Kalkspathe in krystallinischen Gebirgsarten auch auf anderen Wegen sich gebildet haben können. So konnte eine feurig-flüssige Masse, indem sie durch ein Kalk-Gebirge trat, kohlensuren Kalk daraus aufnehmen. Oder es konnte sich durch theilweise Zersetzung der schon erstarrten krystallinischen Masse mittelst Kohlensäure Kalkspath bilden. Nehmen wir z. B. an, dass eine feurig-flüssige Masse durch Steinkohlen- oder Braunkohlen-Flötze getreten sey, so wird sich durch Zersetzung dieser organischen Überreste durch Hitze, ausser brennbaren Gasen, Kohlensäure-Gas gebildet haben, das so lange fort durch die Klüfte, welche durch die säulenförmige Absonderung gebildet worden waren, strömte, als die erstarrte Masse noch heiß war *). Ja dieser Prozess findet ohne allen Zweifel jetzt noch da Statt, wo Kohlensäure-Gas durch zerklüftete krystallinische Gebirge ununterbrochen fort strömt, obschon diese Kohlensäure gewiss nicht von Zersetzung organischer Überreste durch Hitze herrührt, da sie sonst von brennbaren Gasen begleitet seyn müsste.

*) Der Umstand, dass Kohlen-Flötze in unmittelbarer Berührung mit krystallinischen Gesteinen (Porphy) ihre flüchtigen Bestandtheile verloren und eine säulenförmige Struktur angenommen haben, spricht sehr zu Gunsten jener Voraussetzung.

Ich habe vor 15 Jahren *) zu zeigen mich bemüht, dass man diesen Kohlensäure-Entwicklungen und den in Folge derselben in krystallinischen Gebirgsarten eintretenden theilweisen Zersetzungen die Bildung derjenigen Mineralquellen zuschreiben müsse, welche reich an Kohlensäure und kohlen-saurem Natron sind, und die so häufig in den Umgebungen der Basalte und anderer krystallinischer Gesteine vorkommen. Der verstorbene STRUVE **) hat späterhin dargethan, dass wirklich kohlen-saure Alkalien aus solchen Gesteinen ausgeschieden werden können, wenn unter starkem Drucke Kohlensäure und Wasser auf sie einwirken. So wie nun die leicht löslichen Karbonate, wie das kohlen-saure Natron, durch Wasser fortgeführt werden und in den Mineralquellen zum Vorschein kommen: so mögen auf der andern Seite die im Wasser schwer oder gar unlöslichen kohlen-sauren Erden, wie namentlich der Kalkspath, welche sich auf dieselbe Weise gebildet haben, in den krystallinischen Gebirgsarten eingeschlossen zurückbleiben. Da also, wohin Kohlensäure und Wasser im Basalt-Gebirge dringen kann, können auch Kalkspathe entstehen, und es kann nicht befremden, sie in Höhlen-Räumen und in den Zwischenräumen zwischen den Basalt-Säulen zu finden, welche diesen Flüssigkeiten zugänglich sind.

Endlich mögen sich auch krystallisirte Karbonate in krystallinischen Gesteinen durch Mineralquellen selbst bilden, wenn die letzten, wie gewöhnlich, Bikarbonate enthalten und durch Klüfte und Spalten in jene eindringen. Die nicht selten in Basalten gefundenen Arragonite mögen insbesondere auf diese Weise entstanden seyn.

Alles, was vom Kalk gilt, gilt auch von der Magnesia. Da indess das Vorkommen dieser Erde als ein Karbonat in krystallinischen Gesteinen zu den Seltenheiten gehört: so ist die Annahme um so wahrscheinlicher, dass die Magnesia, welche als Bestandtheil in ihnen gefunden wird, ursprünglich nicht als Karbonat vorhanden war. Was den Serpentin

*) Die vulkanischen Mineralquellen *Deutschlands und Frankreichs*. Bonn 1826, S. 304 f.

**) Die künstlichen Mineralwasser, Heft 2, 1826.

betrifft, der häufig grosse Massen von Magnesit enthält, so lässt sich auf ihn Alles das anwenden, was von dem Vorkommen des Kalkspaths in krystallinischen Gebirgsarten gesagt worden ist.

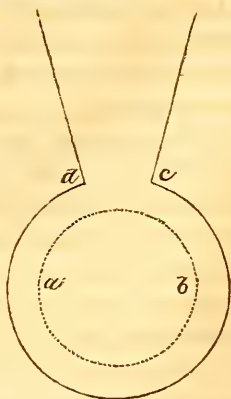
Mein Freund, der Ober-Bauinspektor ALTHANS auf der *Saynerhütte*, hatte die Güte, auf meine Bitte einen Versuch anzustellen, um die Zusammenziehung des Basalts von seinem Erstarrungs-Punkte bis zu seiner Erkaltung bis ungefähr 12° R. zu bestimmen.

Um diese Zusammenziehung des Basalts zu ermitteln, ist es das sicherste Mittel, in eine genau angefertigte gusseiserne Hohlkugel, deren innerer Durchmesser bekannt ist, Basalt zu giessen, und zwar so, dass die geschmolzene Masse nachfliessen kann. Desshalb wurde ein trichterförmiger Einguss auf die Hohlkugel gesetzt, der mit der geschmolzenen Basalt-Masse angefüllt blieb. In dem Momente, als die flüssige Masse die inneren kalten Wände des Eisens berührt, muss natürlich sogleich eine feste Rinde entstehen, welche genau den Durchmesser der eisernen Hohlkugel gemessen in der Temperatur des erstarrenden Basalts hat. Die Messung der Basalt-Kugel nach dem Erkalten gibt also die Zusammenziehung des Basalts von seinem Erstarrungs-Punkte bis zu seiner Erkaltung. Der innere Durchmesser der eisernen Hohlkugel war in jener Temperatur 6,4 Zoll, und der Durchmesser der darin gegossenen Basalt-Kugel nach ihrer Erkaltung 6,3 Zoll. Die innere Kontraktion beträgt demnach vom Erstarrungs-Punkte bis zur Abkühlung des Basalts

$$\frac{6,4 - 6,3}{6,4} = 0,0156$$

von der Dimension des Basalts bei seiner Erstarrung.

Ogleich der flüssige Inhalt während seiner Zusammenziehung in der Hohlkugel nachsinken konnte, so mussten sich doch in der Basalt-Kugel Höhlen bilden; denn der Basalt in dem Eingusse erstarrte früher als das Innere der Kugel. So, wie aber der Basalt in dem Halse des Eingusses erstarrte, konnte nichts mehr nachfliessen. Es ist klar, dass in der Zeit, als der Basalt bei d e erstarrte, gleichzeitig eine Kruste in der Hohlkugel erstarren musste, deren



Dicke halb so gross als $d e$ war. In diesem Momente war also noch eine flüssige Kugel $a b$ vorhanden, deren Durchmesser um $d e$ kleiner als der ganze Durchmesser der Basalt-Kugel war. Innerhalb $a b$ mussten sich also, wie sich beim Zerschlagen der Kugel auch zeigte, Höhlen bilden, als Folge der Zusammenziehung, welche die Kugel $a b$ bis zu ihrer Erstarrung erlitt. Diese Höhlen sind daher das Maas der Zusammenziehung des Basalts in seinem flüssigen Zustande. Die Bestimmung des absoluten Gewichts der ganzen Kugel, ihres spezifischen Gewichts und des Werthes von $a b$ würden also Data genug darbieten, um mit möglichster Genauigkeit die Zusammenziehung des Basalts in seinem flüssigen Zustande und bis zu seiner Erstarrung zu bestimmen, wenn nur seine Schmelz-Hitze genau bekannt wäre, oder wenn man wenigstens die Temperatur des in die Hohlkugel einflussenden Basalts genau bestimmen könnte.

Ich beschliesse den ersten Theil meiner Untersuchungen über die Kontraktion, welche die krystallinischen Gesteine bei ihrem einstigen Übergange aus dem feurig-flüssigen Zustande in den festen krystallinischen erlitten haben, mit folgenden allgemeinen Bemerkungen.

Dass die Basalt-Säulen sich da gebildet haben, wo wir sie finden, dürfte wohl der gewöhnliche Fall gewesen seyn. v. LEONHARD *) bemerkt in dieser Beziehung, dass basaltische Säulen-Reihen und Gruppen nach ihrer Bildung nicht hätten emporgehoben werden können, ohne dass Verschiebungen und Zerbrechungen stattgefunden hätten, wodurch die regelmässige Anordnung ihres Baues mehr oder weniger gestört oder vernichtet worden wäre. Hätte nicht, sagt er, die aufreibende Kraft zu gewaltsam wirken müssen, als dass

*) Die Basalt-Gebilde, Abth. I, S. 280.

schlanke Prismen-Gestalten, 100 Fuss und darüber hoch und mitunter weniger als einen Fuss im Durchmesser, sich hätten erhalten können? — BORY DE ST. VINCENT *) berichtet, dass auf Bourbon die Basalt-Säulen desto grösser und regelmässiger gefunden werden, je mehr man sich den Gipfeln der Berge nähert.

Zwei wesentlich verschiedene Operationen bei der Bildung der Basalt-Säulen, die Krystallisation der Bestandtheile, welche wir im Basalt finden, und die säulenförmige Absonderung müssen wohl unterschieden werden. Es ist nicht anzunehmen, dass diese beiden Operationen gleichzeitig stattfanden; es ist vielmehr zu vermuthen, dass zuerst in der noch weichen Masse Krystalle sich bildeten und dass erst dann, als das Ganze krystallinisch erhärtet war, die säulenförmige Absonderung eintrat.

V. LEONHARD **) führt die von POULET SCROPE ***) an den Basalten bei Burzet im Vivarais gemachten Beobachtungen an, wornach basaltische Säulen-Reihen, deren einzelnen sehr regelmässigen Prismen in engster Berührung stehen, mitunter das Phänomen zeigen, dass von der Gestein-Masse eingeschlossene Olivin-Brocken durch die Absonderungs-Spalten zerrissen worden sind, und ihre Hälften in zwei nachbarlichen Prismen erscheinen. Diese sehr frequente Erscheinung beweiset, dass diese Trennung der Olivine erfolgt seyn musste, als dieselben schon erhärtet waren. Die krystallinische Erhärtung der Olivine musste also der säulenförmigen Absonderung vorhergegangen seyn.

Dieselbe Erscheinung zeigt auch das Magneteisen. Im Unkler Steinbruche findet man sehr häufig in nachbarlichen Säulen zerrissene Magneteisen-Brocken. Bei den Angiten scheint man ähnliche Erscheinungen noch nicht beobachtet zu haben. Da sie in der Regel nur als kleine Krystalle vorkommen, so dürften desshalb kaum getrennte Stücke in nachbarlichen Säulen erscheinen. FAUJAS fand sogar unter den

*) Voyage etc., II, p. 421.

**) A. a. O., S. 282.

***) Considerations on Volcanos, p. 136.

Basalten der Brücke von *Bridon* nachbarliche Säulen mit eingeschlossenen Fragmenten von Granit.

Wenn nun aus diesen Erscheinungen klar hervorgeht, dass die durchbrochenen Gesteine schon fest waren, als die säulenförmige Absonderung erfolgte, so zeigen andere Erscheinungen, dass in der Erstarrung der Gemengtheile einer krystallinischen Gebirgsart eine Succession stattfand.

So beobachtete NÖGGERATH am Trachyt des *Drachenfels* und am porphyrartigen Granit in der Nähe von *Göpfersgrün* im *Fichtelgebirge*, dass die grösseren Feldspath-Krystalle häufig durchbrochen sind und das eine Bruchstück gegen das andere oder die anderen um ungefähr eine Linie gesunken oder gehoben erscheint *). Ziemlich häufig beobachtete auch ich diese Erscheinung am Trachyt auf der *Perlenhardt* im *Siebengebirge*, dessen glasigen Feldspath-Krystalle noch grösser, als die des *Drachenfels* sind. In diesen Fällen sind die zerbrochenen Krystalle dem ^{ersten} Granit fest eingewachsen, welcher selbst keineswegs jenen Bruchflächen entsprechende Spalten oder Klüfte zeigt. Mit NÖGGERATH müssen wir schliessen, dass die grossen Feldspath-Krystalle schon ihre völlige Erhärtung erlangt hatten, so dass sie mit undulirten, selbst oft eckig aus- und -einspringenden Rissen brechen konnten, als die übrigen Gemengtheile des Gesteins noch eine gewisse Weichheit besaßen. Kamen auch die übrigen Gemengtheile, in welchen die Feldspath-Krystalle eingeschlossen waren, zur Erhärtung, so musste die sich rings umher zusammenziehende Masse, sofern ihre Adhäsion zum Feldspath-Krystall grösser war, als die Kohäsion in dem letzten, denselben zersprengen. Es ist diess um so weniger zu verwundern, da die Berührungs-Flächen zwischen der Grund-Masse und dem Krystall viel grösser sind, als die zwischen den Bruchflächen in dem letzten.

NÖGGERATH bemerkt noch, dass bei Erhitzung solcher Gesteine, welche grosse Feldspath-Krystalle enthalten, wie namentlich des Trachyts vom *Drachenfels*, diese Krystalle

*) NÖGGERATH: Ausflug nach *Böhmen*. Bonn 1838, S. 71. G. BJSCHOF *Physical, chemical and geological Researches on the internal heat of the globe. Vol. I, p. 238, London 1841.*

sich oft ganz gut erhalten, während die krystallinische Grund-Masse ganz oder zum Theil schmilzt oder verglast. Er schliesst hieraus, dass diejenigen Gemengtheile, welche zuletzt schmelzen, auch zuerst erstarrt seyn werden. Betrachten wir die Sache etwas näher.

So lange als in einer feurig-flüssigen, wenn auch nur noch teigigen Masse noch keine krystallinischen Ausscheidungen Statt gefunden haben, ist sie als homogen zu betrachten und besitzt gewiss durchaus gleiche Schmelzbarkeit. Sie ist nichts anderes als geschmolzenes Glas. Der Akt der krystallinischen Bildungen besteht darin, dass die Bestandtheile der flüssigen Masse sich nach bestimmten Mischungs-Verhältnissen ordnen und selbstständige Verbindungen darstellen. Die Schmelzbarkeit dieser Verbindungen kann aber ganz verschieden seyn von der der übrigen Grundmasse. Im geschmolzenen Basalt ist z. B. das Alkali gleichförmig vertheilt und dient als Fluss für die ganze Masse. Treten aber die erdigen Bestandtheile und das Eisenoxyd in bestimmten Verhältnissen zusammen und bilden Augite und Olivine, in deren Zusammensetzung kein Alkali eingeht, so werden diese Bildungen natürlich viel strengflüssiger seyn, als die Grundmasse. Ja es muss sogar die nach der Krystallisation der Augite und der Olivine übrig bleibende Grundmasse, da sie den ganzen Gehalt an Alkali aufnimmt, noch leichtflüssiger werden, als die ursprüngliche Masse war *).

*) S. 449 u. f. meiner Wärmelchre beschrieb ich einen Versuch, den ich mit meinem Freund ALTHANS auf der *Seyner-Hütte* anstellte, ein Stück Basalt durch geschmolzenes Eisen, welches um ihn herumgegossen wurde, zu schmelzen und unter dem ungeheuren Drucke des sich zusammenziehenden Eisens erkalten zu lassen. Aus mehren Kennzeichen ergab sich, dass der Basalt wirklich zum Flusse gekommen war. Er unterschied sich von dem unveränderten Basalt nur in seiner porösen Beschaffenheit, die an mehren Stellen mehr, an andern weniger, an manchen fast gar nicht sich zeigte und ihn an einigen Stellen der sogenannten Mühlenstein-Lava ähnlich machte, obgleich die Poren kleiner waren. Dieser geschmolzene Basalt enthielt noch, wie der natürliche, Olivin, Magnet-Eisen und Mesotype. Schon damals warf ich die Frage auf, ob sich diese Krystalle in dem geschmolzenen Basalt erhalten

Das RÉAUMUR'sche Porzellan ist bekanntlich strengflüssiger als das Glas, woraus es entstanden. Die Ursache davon kann nur darin liegen, dass krystallinische Bildungen aus der homogenen Glas-Masse sich absonderten, welche das Alkali in geringerem Verhältnisse aufnehmen, als es in der Glas-Masse enthalten war. Da nun das RÉAUMUR'sche Porzellan ein Haufwerk verschiedener Bildungen enthält, und das Alkali nicht mehr, wie in der Glas-Masse gleichmäßig vertheilt ist, so muss es strengflüssiger als das letzte seyn.

Bei Bildung der Fossilien in einer feurigflüssigen Masse finden ähnliche Verhältnisse Statt, wie bei der Krystallisation der Salze aus einer wässerigen Auflösung. Aus der letzten krystallisiren die schwer-löslichen Salze zuerst, die leicht-löslichen zuletzt; in der feurig-flüssigen Masse bilden sich zuerst die strengflüssigeren krystallinischen Verbindungen und zuletzt die leichtflüssigeren. Was also bei den Salzen in Beziehung auf ihre Auflöslichkeit im Wasser gilt, gilt bei den Fossilien hinsichtlich ihrer Schmelzbarkeit. Die Ähnlichkeit dieser Verhältnisse ist auch leicht zu begreifen: bei den Salzen ist das Wasser, bei jenen Fossilien die Wärme das Auflösungs-Mittel. So wie daher in einer gemeinschaftlichen Auflösung verschiedener Säuren und Salzbasen zuerst schwer-lösliche Salze sich bilden, die sich der auflösenden Kraft des Wassers entziehen, so bilden sich in einer feurig-flüssigen Masse strengflüssige Fossilien, welche sich zuerst der auflösenden Kraft der Wärme entziehen *).

haben, oder ob sie in Folge der Schmelzung unter starkem Drucke und bei langsamer Erkaltung regenerirt worden sind. Nach Erwägung aller Umstände entschied ich mich für die erste Ansicht, dass der Basalt nur in der unmittelbaren Berührung mit dem flüssigen Eisen in vollkommenen Fluss, die innere Masse aber nur in einen erweichten Zustand gerathen war, und dass daher die ursprünglichen krystallinischen Bestandtheile sich darin erhalten haben. Ich bin noch jetzt dieser Ansicht, und dieses Verhalten zeigt, dass die Grundmasse der krystallinischen Gebirgsarten, da sie leicht-flüssiger, als die darin enthaltenen Krystalle, ist, zuletzt erstarrte.

*) Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich schon in dem Krater der Vulkane in der allmählich erkaltenden Lava Krystalle bilden. Es ist wenigstens kann anzunehmen, dass die krystallinischen Einschlüsse,

Wenn bei den Quarz-führenden Gebirgsarten (Granit, Porphyr etc.) dieselbe Reihenfolge statt gefunden haben sollte, so möchte man vermuthen, dass der Quarz, als der streng-flüssigste Gemengtheil, sich zuerst ausgeschieden habe. In diesem Falle würde es schwierig zu begreifen seyn, wie in dem Porphyr-artigen Granit bei *Göpfersgrün* die grösseren Feldspath-Krystalle, da sie sich zuerst gebildet haben mussten, durchbrochen worden seyn konnten. NÖGGERATH sucht dieser Schwierigkeit durch die Annahme zu begegnen, „dass der bloss krystallinische Feldspath des Gemenges (die feldspathige Grundmasse) noch ganz breiartig seyn konnte, als die grossen Feldspath-Krystalle bereits völlig erstarrt waren, in welchem Falle die bereits völlig konsolidirten Quarz-Körner um so mehr bei einer Bewegung der Gebirgsmasse die Zerbrechungen der grossen Feldspath-Krystalle veranlassen mussten.

Die feurig-flüssigen Massen, woraus sich Granit, Gneiss, Porphyr etc., mit einem Worte diejenigen Gebirgsarten gebildet haben, welche Quarz in mehr oder weniger bedeutender Menge enthalten, zeichnen sich aus durch ihren bedeutenden Gehalt an Kiesel-Säure. Es ist klar, dass sich in einer solchen Masse diejenigen Fossilien vorzugsweise bilden

welche wir in den sogenannten vulkanischen Bomben finden, und die, wie bekannt, in den Umgebungen des *Laacher See's* so häufig angetroffen werden, sich gebildet haben konnten, nachdem die Bomben aus dem Vulkan ausgeworfen waren. Wären diese Bomben als homogene weiche Massen ausgeworfen worden, so könnte man nicht begreifen, wie in ihnen, da sie häufig nur wenige Zolle im Durchmesser haben und daher in sehr kurzer Zeit erstarren und erkalten mussten, krystallinische Körper sich hätten bilden können. Vergl. meine Wärmelehre, S. 502. — Nach BREISLAK's Zeugniß (BERGHAUS Almanach, Jahrg. 1838, S. 24) sollen die vulkanischen Bomben am Vesuv beim Niederfallen noch so weich seyn, dass sie sich platt drücken, und von Buch fand, dass sie vorsichtig angefasst noch geknetet werden können. Enthalten auch diese Bomben krystallinische Einschlüsse, so dürfen wir vermuthen, dass auch sie in der weichen Masse schon enthalten waren, und in diesem Falle würde auch diese Erscheinung dafür sprechen, dass die Grundmasse lange nach der Bildung der grösseren Krystalle erstarrt.

mussten, welche am reichsten an Kiesel-Säure sind. Unter den gewöhnlichen Gemengtheilen krystallinischer Gesteine ist aber keiner reicher an Kieselsäure, als der Feldspath. Bildete sich nun Feldspath selbst in der grösst-möglichen Menge, so blieb doch noch viele Kieselsäure übrig, welche zur Auscheidung als Quarz kommen musste. Diese Auscheidung des Quarzes muss daher als ein mit der Bildung des Feldspathes verknüpfter Akt in dem Prozesse der Erstarrung der feurig-flüssigen Masse betrachtet werden.

Denkt man sich die Bildung der grossen Feldspath-Krystalle als den ersten Akt, so musste dadurch der übrigen Masse ein grosser Theil ihres Alkali's entzogen werden, da der Feldspath unter den gewöhnlichen Gemengtheilen krystallinischer Gesteine am reichsten an Alkali ist. Dadurch musste die übrige Masse strengflüssiger werden; denn je weniger eine aus mehreren erdigen Substanzen bestehende Masse Alkalien enthält, desto strengflüssiger ist sie, und umgekehrt. So wie aber die Strengflüssigkeit der übrigen Masse zunahm, während ihre Temperatur in Folge der fortschreitenden Abkühlung abnahm, so musste um so mehr die Erstarrung beschleunigt werden. Bildung der Feldspath-Krystalle und Ausscheidung der überschüssigen Kieselsäure werden daher koordinirte Erscheinungen gewesen seyn.

Da sich die Kieselsäure nur in kleinen Quarz-Körnern ausschied, welche in der noch weichen rückständigen Masse vertheilt blieben, so konnten sie den Kontraktionen dieser Masse bei ihrer Erstarrung ohne Hinderniss folgen, wodurch das Zerreißen der grossen Feldspath-Krystalle herbeigeführt wurde. Während der allmählichen Erstarrung dieser rückständigen Masse, welche immer noch einen grossen Überfluss an Kieselsäure enthielt, musste die Auscheidung derselben fortfahren. Es ist daher mit vieler Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Auscheidung der Quarz-Körner die successive Bildung der krystallinischen Gemengtheile des Gesteins von der ersten Bildung der grossen Feldspath-Krystalle bis zur letzten Erstarrung der rückständigen Masse begleitete. Die Bildung des Glimmers in Granit, Gneiss und in andern Gesteinen war wohl der letzte Akt der krystallinischen

Erstarrungen, da dieses Fossil das leichtflüssigste unter den Gemengtheilen dieser Gesteine ist. Je mehr sich aber Glimmer im Verhältniss zum Feldspath bildete, desto mehr musste sich Quarz ausscheiden, da der Glimmer bei weitem weniger Kieselsäure wie der Feldspath enthält.

In den zerbrochenen Feldspath-Krystallen vom *Drachenfels* zeigt sich nach NÖGGERATH *) bisweilen noch ein anderes interessantes Phänomen. Er fand nämlich einige Male, wenn die Risse etwas geöffnet waren, die Bruch-Flächen innerlich mit kleinen Berg-Krystallen besetzt. Diese Krystalle hält er um so mehr für ein späteres Produkt, als dieser Trachyt ausserdem niemals Berg-Krystalle, überhaupt keine kieseligen Einmengungen enthält.

Bei der Bildung dieser Berg-Krystalle ist wohl nicht an eine Infiltration zu denken, da, wie schon bemerkt wurde, die zerbrochenen Feldspath-Krystalle fest eingewachsen im Gesteine sind und sich keineswegs zwischen den krystallinischen Gemengtheilen Spalten oder Klüfte zeigen, welche den Bruch-Flächen entsprechen. Aus gleichen Gründen ist auch nicht an einen Verwitterungs-Prozess zu denken, da die Bedingungen eines solchen Prozesses, Kohlensäure und Wasser, in dem geschlossenen Gesteine auch nicht anzunehmen sind. Überdiess bilden sich bei der Verwitterung des Feldspaths nie Berg-Krystalle, sondern Kaolin. Es bleibt daher keine andere Annahme übrig, als dass diese Quarz-Krystalle kieselige Ausscheidungen aus den Feldspath-Krystallen oder aus der feldspathigen Grund-Masse des Trachyts sind. Jene Annahme hat weniger Wahrscheinlichkeit, da der glasige Feldspath unter allen Feldspathen der reichste an Kieselsäure ist. Hätte er Kieselsäure abgegeben, so könnte er nicht mehr glasiger Feldspath geblieben seyn, sondern er hätte sich in einen Feldspath von geringerem Kieselsäure-Gehalt verwandeln müssen.

Das Durchbrechen der Feldspath-Krystalle war nicht eine Folge der starren Zusammenziehung der zuletzt erstarrten feldspathigen Grundmasse, sondern der krystallinischen,

*) A. a. O. S. 73.

welche im Erstarrungs-Momente erfolgte. Diese krystallinische Zusammenziehung und die Ausscheidung der Kieselsäure waren ohne Zweifel ein und derselbe Moment, und die ausgeschiedene Kieselsäure trat zwischen die Bruch-Flächen der durchbrochenen Feldspath-Krystalle. Wurden keine Feldspathe durchbrochen, entstanden also dadurch keine leeren Räume, so konnte doch die ausgeschiedene Kieselsäure zwischen der Grundmasse selbst Platz finden, da durch diesen theilweisen Verlust eines ihrer Bestandtheile ihr Volumen sich verringern musste. In diesem Falle bildeten sich mehr oder weniger Quarz-reiche Trachyte.

Wohl kann man der Vermuthung Raum geben, dass die Ausscheidung der Kieselsäure aus der Grundmasse keineswegs momentan erfolgte, sondern dass sie selbst dann noch fortfuhr, als die Grundmasse schon erstarrt war, aber noch glühend blieb. Da grosse Massen erhitzter Körper, wie unsere krystallinischen Gebirge, sich äusserst langsam abkühlten, so werden sie Jahrzehente, selbst Jahrhunderte, im glühenden Zustande geblieben seyn.

Ein so lange anhaltendes Glühen von Gesteinen ist ein Zustand, der gewiss manchfaltige Veränderungen hervorbringen kann. Die Verwandlung des Glases in RÉAUMUR'sches Porzellan, die Veränderungen, welche geschmolzener und schnell abgekühlter Basalt oder natürlicher Basalt erleidet, wenn der eine oder der andere nur 24 Stunden lang einer Glühhitze ausgesetzt wird, welche ihn nicht zum Schmelzen bringen kann: diese Veränderungen, wovon oben die Rede war, zeigen, dass unter solchen Umständen eine gewisse Beweglichkeit zwischen den Bestandtheilen der Gesteine stattfinden müsse; wodurch entweder eigenthümliche Verbindungen zerstört, oder neue hervorgerufen werden. Denn, wenn glasige Massen durch anhaltendes Glühen eine krystallinische Beschaffenheit annehmen, und auf der andern Seite krystallinische Gesteine dadurch ihre krystallinische Beschaffenheit mehr oder weniger einbüßen, so setzt Diess Orts-Veränderungen zwischen den Bestandtheilen der Gesteine voraus. Können aber solche Orts-Veränderungen in einer glühenden, jedoch starren Masse

stattfinden, so müssen auch gänzliche Ausscheidungen einzelner Bestandtheile als möglich gedacht werden.

Die Chemie weist viele Beispiele nach, dass das alte chemische Axiom „Corpora non agunt nisi fluida“ nicht allgemein gültig sey. Die Verbindung des Eisens mit Kohlenstoff, wenn Schmied-Eisen im Kohlen-Pulver zämentirt wird, ist ein Beispiel, welches hier eine besondere Bedeutung hat. Es zeigt, dass ein unschmelzbarer Körper, wie der Kohlenstoff, sich mit einem andern, mit dem Eisen, verbinden könne, wenn letzter durch Hitze bloss etwas erweicht wird. Der unschmelzbare Kohlenstoff dringt in das Innere des nur eben erweichten Eisens. Sehen wir aber vor unsern Augen eine solche Beweglichkeit der kleinsten Theile erhitzter fester Körper vorstattengehen, so kann gewiss nicht die Voraussetzung befremden, dass auch in der Werkstätte der Natur, wo der erhitzte Zustand so lange anhält, ähnliche Wirkungen stattfinden werden.

VON LEONHARD *) berichtet, dass das Titaneisen-Korn im Basalt von *Unkel* mit einer sehr dünnen, wahrscheinlich aus Quarz bestehenden Rinde, worin man hin und wieder äusserst kleine Feldspath-Partikeln zu erkennen glaubt, umgeben ist; dass sich um die Chrysoberyll-Partie'n, welche der Granit von *Haddam* in *Konnektikut* einschliesst, ebenfalls eine solche Quarz-Hülle zeigt, die stellenweise eine Dicke von 2''' erreicht; dass ferner die Massen schalig abgesonderten Granites, welche die Glimmerschiefer *Böhmens* enthalten, mit einer quarzigen Hülle umgeben sind. In allen diesen Fällen sind höchst wahrscheinlich nach der Erhärtung der nach der Bildung genannter Fossilien übrig gebliebenen Grund-Masse, in Folge der damit verknüpften Kontraktion, leere Räume entstanden, welche sich durch Ausscheidungen der Kiesel-Säure mit Quarz angefüllt haben. Nicht minder spricht zu Gunsten solcher Ausscheidungen aus festem, aber noch glühendem Gesteine die ebenfalls von LEONHARD angeführte Erscheinung, welche auf den Gruben *Ring* und *Silberschnur* zu *Zellerfeld* beobachtet worden ist. Dasselbst befindet sich ein Eisenspath-Gang in der Grauwacke, wovon

*) I. 236 a. a. O.
Jahrgang 1843.

in der Gang-Masse eingeschlossene Bruch-Stücke mit einer Quarz-Rinde umzogen sind, die nach aussen, d. h. wo sie den Eisenspath berührt, krystallisirt ist. Kaum kann man zweifeln, dass dieser Quarz nicht von der Grauwacke her-rühren sollte, die durch die Gang-Masse bis zum Glühen er-hitzt, unter langsam erfolgter Abkühlung einen Theil ihrer Kiesel-Säure entweihen liess, welche in dem Zwischenraum, der zwischen der Grauwacke und dem sich kontrahirenden Eisenspath entstand, sich ausschied.

Endlich ist auch noch zu erwähnen, dass sich im Ge-stell der Hochöfen häufig eine weisse, gewöhnlich sehr zarte, faserige, lockere, zerreibliche, Seiden-glänzende, seltener erdige Materie findet, die VAUQUELIN als Kieselerde erkannt hat. Also auch beim Schmelz-Prozess im Eisen-Hochofen können solche kieselige Ausscheidungen erfolgen, die freilich nicht auffallend seyn können, da hier die Massen im ge-schmolzenen Zustand sich befinden. Immer bleibt es indess interessant zu sehen, wie eine Ausscheidung eines für sich unsehmelzbaren Körpers aus einer geschmolzenen Masse eine auch auf künstlichem Wege erfolgende Erscheinung ist, und wie man nicht in Verlegenheit zu seyn braucht, solche Aus-scheidungen gleichfalls in der Natur unter ähnlichen Um-ständen zu finden.

Alle diese Erscheinungen sprechen dafür, dass da, wo in einem Gestein, in Folge seiner Kontraktion bei der kry-stallinischen Erstarrung seiner Gemeng-Theile, Zwischen-räume entstehen (sey es durch Zerbrechen früher entstan-dener Krystalle, oder durch Absonderung späterer Bildungen von den früheren), Ausscheidungen von Kieselsäure und so lange stattfinden, als das Gestein im glühenden Zustande bleibt.

Was von diesen Ausscheidungen in so beschränkten Zwischenräumen gilt, gilt wahrscheinlich auch von den Ein-schlüssen in Blasen-Räumen krystallinischer Gebirgsarten. Es ist hier nicht der Zweck, von der Entstehung solcher Blasen-Räume zu handeln, auch nicht in eine nähere Be-trachtung dieser Einschlüsse einzugehen, sondern nur einige Bemerkungen über die wahrscheinliche Entstehung dieser Einschlüsse zu machen.

V. LEONHARD theilt uns in seinen Basalt-Gebilden hierüber viel Schätzenswerthes mit, und obgleich er nicht verkennt, dass nicht selten eine Erfüllung durch Infiltration sehr unzweideutig und das Eindringen gelöster Substanzen von oben ziemlich offenbar erscheint, so verchht er doch auch nicht die Schwierigkeiten, welche dieser Erklärung in so vielen Fällen entgegenreten. Es mag sich bei diesen Wirkungen verhalten, wie bei so vielen anderen, dass nämlich verschiedene Ursachen sie hervorbringen können. Infiltrationen, Zersetzungen der die Einschlüsse enthaltenden Gesteine durch Wasser, das sich durch die noch heissen Gesteine erhitzte und dadurch die Zersetzung beförderte, Dämpfe aus der ^{Hitze} aufsteigend, Kohlensäure-Entwicklungen, alles Dieses mag theils einzeln, theils vereint gewirkt haben. Wo die Einschlüsse den Charakter einer Absetzung auf nassem Wege tragen, muss bei ihrer Bildung das Wasser in irgend einer Form mitgewirkt haben.

Ich will hier nur auf einen Umstand aufmerksam machen. Warum finden sich diese Einschlüsse nur in Blasen-Räumen im Innern der Gesteins-Masse, und nicht in den Spalten der säulenförmigen Absonderungen, z. B. zwischen den Basalt-Säulen? — Hier, wo die Spalten bis zur Oberfläche und oft bis zu bedeutenden Tiefen fortziehen, waren gewiss die günstigsten Verhältnisse für Infiltrationen. Diese Spalten finden wir zwar sehr häufig ausgefüllt, aber immer nur mit erdigen Massen. Deutet diess nicht dahin, dass die Blasen-Räume unter ganz andern Bedingungen gebildet worden sind, als die Spalten in Folge der säulenförmigen Absonderungen? — Also auch dieser Umstand führt zur Annahme, dass die Krystallisation der Gemeng-Theile eines Gesteins und die säulenförmige Absonderung zwei der Zeit nach weit von einander abstehende Operationen waren; denn die Krystallisation jener Gemeng-Theile und die Bildung von Blasen-Räumen waren gewiss miteinander verknüpft, sey es, dass die Blasen-Räume herrührten von einer ungleichförmigen Kontraktion der krystallisirenden Massen, oder von elastischen Flüssigkeiten, welche durch die zähe, feurig-flüssige Masse nicht mehr durchdringen konnten.

Hatten die Blasen-Räume den letzten Ursprung, so waren sie schon vor der Bildung der krystallinischen Gemengtheile vorhanden; hatten sie hingegen den ersten, so bildeten sie sich mit den krystallinischen Gemeng-Theilen. In beiden Fällen waren sie zu der Zeit vorhanden, wo die krystallisirenden Massen noch die höchste Temperatur hatten, die sie als feste Körper haben konnten. Da nun in festen Körpern bei solcher Temperatur eine Beweglichkeit zwischen ihren Bestandtheilen stattfindet, so konnten aus den krystallinischen Massen von dem Momente ihrer Bildung an bis zu einem gewissen Grade ihrer Abkühlung Ausscheidungen erfolgen. Diese Auscheidungen konnten, wenn sie auch noch so langsam von Statten gingen, doch eine gewisse Bedeutung gewinnen, weil die Abkühlung grosser Massen krystallinischer Gebirge so sehr lange Zeiträume erforderte.

Rührten die Blasen-Räume von elastischen Flüssigkeiten her, welche die zähe, feurig-flüssige Masse nicht mehr durchdringen konnten, so lassen sich die Einschlüsse in denselben noch leichter erklären; denn wenn die umgebende Masse noch ganz oder theilweise in flüssigen oder wenigstens im erweichten Zustande sich befand, so konnten natürlich um so leichter Auscheidungen erfolgen.

Als die säulenförmige Absonderung, das letzte Resultat der sich zusammenziehenden schon völlig erhärteten Masse, erfolgte, war die Temperatur schon so weit gesunken, dass keine Beweglichkeit zwischen den Bestandtheilen der krystallinischen Gemengtheile mehr möglich war. In dieser Periode konnten daher keine Auscheidungen mehr Statt finden, und um so weniger, da von dem Momente der sich bildenden Absonderungs-Spalten an die Abkühlung um so rascher von Statten ging. Denn so wie diese Spalten sich bildeten, fanden die atmosphärische Luft und die Meteorwasser Zutritt in das Innere, und diese erkältend wirkenden Flüssigkeiten mussten die Abkühlung beschleunigen. Während dieser ganzen Erkaltungs-Periode erweiterten sich diese Spalten, die im ersten Momente ihrer Bildung nur eben angedeutet waren, immer mehr, bis sie endlich ihre damalige Weite erlangten. In dieser Periode trat, da die Säulen mit

Wasser und Luft in Berührung kamen, die Verwitterung derselben auf ihren äussern Flächen ein und beschränkte sich, je nach den Umständen, entweder bloss auf die Oberfläche oder schritt weiter gegen das Innere fort. Die so leicht verwitterbaren Olivine, deren Hälften in nachbarlichen Säulen sich befanden, verwitterten meistens ganz, wurden von den Wassern mehr oder weniger fortgeführt und liessen Höhlungen zurück.

Ausser der vorhin angeführten Ausscheidung von Kiesel-erde im Gestell der Hochöfen, die vielleicht erst während ihrer Abkühlung erfolgt, erwähne ich noch einer Ausscheidung in Blasen-Räumen, welche ich vor sechs Jahren beim Gusse der oben erwähnten Basalt-Kugeln von $\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss Durchmesser beobachtet habe.

Ich führe hier die darauf bezügliche Stelle aus meiner Wärmelehre (S. 448) an: »Gegen den Mittelpunkt (einer aus Basalt gegossenen Kugel von 2 Fuss Durchmesser) fanden sich an mehren Stellen Höhlenräume, zum Theil von solcher Grösse, dass sie einen Schoppen und mehr Wasser hätten fassen können. Im Innern waren sie traubig und Tropfstein-förmig und die knospigen irregulären Drusenräume auf der Oberfläche spiegelglatt glasglänzend, aber durch einen ganz fein aufliegenden erdigen Überzug erschienen sie matt. Destillirtes Wasser in diese Höhlungen gegossen, reagirte weder auf blaues noch auf schwach geröthetes Lackmus-Papier. Chlorbaryum reagirte auch nicht; salpetersaures Silberoxyd bewirkte aber in dem Wasser ein Opalisiren, und nach einiger Zeit sonderte sich ein geringer Niederschlag ab, der am Lichte sich schwärzte und in Ammoniak auflöslich war. Die Effloreszenz enthielt daher Spuren eines Chlor-Metalls, wahrscheinlich Kochsalz.

Als ich Dieses schrieb, hatte ich die Ansicht, dass diese Höhlungen von elastischen Flüssigkeiten herrührten. Ich will zwar auch jetzt diese Ansicht nicht ganz zurücknehmen, denn nach vollendetem Gusse entwickelte sich wirklich aus dem Innern der Basalt-Kugel ein Gas, welches die noch weiche Masse des Kerns des Eingusses blasenförmig in die Höhe hob und mit einer blendend weissen Flamme

verbrannte. Von diesem Gas konnten also sehr wohl einzelne Blasen in der zähen Masse zurückgeblieben seyn und zur Bildung von Höhlen-Räumen Anlass gegeben haben. Allein den grössten Antheil an der Bildung dieser Blasenräume hatte unstreitig die Kontraktion des flüssigen Basalts bei seinem Übergange in den festen Zustand; denn wenn auch die flüssige Masse nicht krystallisirte, sondern nur in einen mehr oder weniger glasigen Zustand übergieng und deshalb nicht diejenige Kontraktion erleiden konnte, welche beim einstigen Übergange in den krystallinischen Zustand stattgefunden hatte: so haben doch meine eben mitgetheilten Versuche dargethan, dass auch die Kontraktion vom flüssigen bis zum glasigen Zustande schon eine sehr merkliche Grösse sey.

Übrigens war die Kugel nicht einmal durchaus glasig, sondern es zeigten sich zwei ganz verschiedene Aggregat-Formen: eine glasige und eine steinige. Die steinartige Masse lag in irregulären, kugelförmigen Konkretionen in der glasigen, so dass die Kugeln sich häufig berührten und ineinander verflossen. Durchschnittlich kann man annehmen, dass in jedem grösseren Bruchstück eben so viel glasige als steinige Masse vorhanden war. Sehr oft fand sich auf den Bruchflächen in der Mitte einer solchen steinigen Konkretion ein kleiner Blasenraum. Diess ist um so leichter zu begreifen, da die Kontraktion bis zum steinigen Zustande viel bedeutender als bis zum glasigen war; denn das spezifische Gewicht des steinigen Basalts war 2,8495 und das des glasigen nur 2,5645. Jedoch fanden sich solche Blasenräume auch hin und wieder von völlig glasiger Masse umgeben.

Da der Einguss, durch welchen der geschmolzene Basalt in die aus Lehm gefertigte Form floss, nahe an derselben 3 bis 4 Zoll weit war, so musste, während die geschmolzene Masse in diesem Eingusse erstarrte, gleichzeitig an der innern Fläche der Form eine konzentrische Schichte von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Dicke erstarren. Von dem Momente an, wo die Masse in dem Eingusse erstarrte, konnte sie aber nicht mehr nachfliessen und der sich zusammenziehenden inneren noch flüssigen Masse folgen. Es mussten daher im Innern

der Kugel und zwar gegen den Mittelpunkt hin, Blasenräume sich bilden, deren Grösse gleich war der Kontraktion, welche eine Kugel aus geschmolzenem Basalt von 19 bis $19\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser *) vom geschmolzenen bis zum glasigen festen Zustand erleidet. Nach den oben mitgetheilten Versuchen musste diese Kontraktion 225 Kubikzolle betragen, und so gross mussten also die sämtlichen Blasenräume seyn, sofern sie blos von dieser Kontraktion herrührten **).

Die Bildung dieser Blasenräume, als Folge der Kontraktion, musste ihren Anfang nehmen in dem Augenblicke, wo der Basalt im Eingusse erstarrte. Sie schritt fort und erreichte ihr Ende mit der gänzlichen Erstarrung der Basalt-Kugel. Die Zusammenziehung, welche die nunmehr fest gewordene Masse in Folge ihrer weiteren Erkaltung erlitt, konnte sich nur noch theilweise in der ferneren Erweiterung der Blasenräume äussern. Grösseren Theils äusserte sie sich aber in dem Zerspringen der Masse, das man 24 Stunden lang nach dem Gusse durch ein Knacken in der Kugel wahrnahm und das sich auch beim Zerschlagen der Kugel zeigte; denn an mehren Stellen waren Sprünge und beim gelinden Anschlagen mit dem Hammer hörte man deutlich, dass sich hier und da konzentrische Schaaalen abgelöst hatten. Diese konzentrische Schaaalen-Bildung repräsentirte daher bei der Basalt-Kugel die säulenförmige Absonderung in den Basalt-Bergen; denn bei jener, welche ganz freistehend erkaltete, war die ganze Oberfläche der Kugel die Abkühlungs-Fläche, bei diesen war nur die der Luft zugekehrte Seite die Abkühlungs-Fläche.

*) Der Durchmesser der Basalt-Kugel war nämlich 21 Zoll. Zieht man davon jene konzentrische Schichte von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll ab, so bleibt 19 bis $19\frac{1}{2}$ Zoll übrig.

***) Setzt man den mittlern Durchmesser = $19\frac{1}{4}$ “, so ist der Kubik-Inhalt der Kugel 3733 Kubikzoll. Diess multipliziert mit der Kontraktion vom geschmolzenen bis zum glasigen Zustande = $0,06$ gibt 224 Kubikzoll. Die wirkliche Kontraktion und mithin das Volumen der sämtlichen Blasenräume musste aber noch grösser gewesen seyn, da die steinige Aggregat-Form in der Kugel eine noch grössere Kontraktion erlitten hatte, als die glasige.

Eine solche konzentrisch-schalenartige Bildung zeigt sich bekanntlich auch bei den sogenannten vulkanischen Bomben, und eben so findet sie sich bei manchen Dioriten und Basalten.

Die Ausscheidung jenes oben erwähnten ganz fein aufliegenden erdigen Überzugs fiel in die Periode der allmählichen Erstarrung der die Blasenräume umgebenden Masse. Mit gutem Grunde kann man vermuthen, dass diese Ausscheidung weit beträchtlicher gewesen wäre, wenn die Erkaltung so langsam, wie in unseren Basalt-Bergen stattgefunden hätte. Und wahrscheinlicher Weise würde diese Ausscheidung bei einer so langsamen Erkaltung in krystallinischer Form erfolgt seyn. Mit einem Worte, es würden sich in den Blasenräumen der Basalt-Kugel eben solche krystallinische Einschlüsse, wie in denen der Basalt-Berge gebildet haben, wenn jene eben so langsam wie diese erkaltet wäre.

War der geschmolzene Basalt in meinem Versuche nicht über seinen Schmelz-Punkt erhitzt, so konnte keine Zusammenziehung in seinem flüssigen Zustande stattfinden; die Bildung der Höhlen-Räume konnte also erst beginnen, als die Erstarrung eintrat. Im entgegengesetzten Falle, wenn die Masse über ihren Schmelz-Punkt erhitzt war, begann die Bildung der Höhlen-Räume schon während ihrer Zusammenziehung im flüssigen Zustande. Die Ausscheidung konnte also schon während dieser Periode beginnen, was um so leichter gedacht werden kann. Übrigens ist nicht zu übersehen, dass von dem völlig flüssigen Zustande der krystallinischen Gebirgs-Massen bis zu ihrem festen eine lange Stufenleiter stattfindet, und dass daher von einem plötzlichen Erstarren, wie bei den meisten Metallen, eigentlich nicht die Rede seyn kann, sondern dass ein allmählicher Übergang vom völlig flüssigen Zustande durch alle Grade der Weichheit bis zur völligen Erhärtung gedacht werden müsse.

Nehmen wir an, die geschmolzene Masse, woraus die Basalte sich bildeten, habe dieselbe Dichtigkeit gehabt, wie der Basalt, den ich geschmolzen habe, um seine Kontraktion zu bestimmen: nämlich die Dichtigkeit 2,7272. Bildete sich

nun in dieser Masse in Folge sehr langsamer Abkühlung ein Krystall, z. B. Olivin, so musste derselbe in der übrigen noch flüssigen Masse niedersinken, da seine Dichtigkeit (3,33—3,44) beträchtlich grösser war, als die der flüssigen Masse; denn wenn auch der Krystall im Moment der Bildung, wo er die Hitze der ganzen Masse hatte, eine geringere Dichtigkeit, wie der erkaltete Krystall besass, so war sie doch immer noch grösser, als die der noch flüssigen Masse. Approximativ lässt sich diese Dichtigkeit berechnen, wenn man annimmt, dass die Zusammenziehung dieses Krystalls von seinem Erstarrungs-Punkte bis zur Temperatur der Luft in demselben Verhältnisse erfolgte, wie oben durch den Schmelz-Versuch in der eisernen Hohlkugel die Zusammenziehung des Basalts gefunden worden ist. Ist nämlich die Dichtigkeit des Olivins in gewöhnlicher Temperatur = 3,38, so war sie im Momente seiner Bildung $(1 - 0,0156)^3 \cdot 3,38 = 3,2242$; also immer noch viel bedeutender, als die Dichtigkeit der geschmolzenen Basalt-Masse. Wir dürfen übrigens nicht einmal 2,7272 für die Dichtigkeit der noch flüssigen Masse annehmen; denn diese Masse, woraus Olivin, Augit und Magneteisen, die gewöhnlichen Bestandtheile des Basalts, herauskrystallirt waren, ist Feldspath-artiger Natur: es ist die Grund-Masse unserer Basalte. Unter allen krystallinischen Bestandtheilen des Basalts hat eben der Feldspath die geringste Dichtigkeit (2,559—2,591). Nehmen wir nun an, dass sich die Feldspath-artige Grundmasse in demselben Verhältnisse zusammenzieht, wie die geschmolzene Masse des ganzen Basalts, so würde ihre Dichtigkeit in ihrem geschmolzenen Zustande $\frac{2,7272}{3,0438} \cdot 2,575 = 2,3072$ gewesen seyn. Ein Olivin, der im Momente seiner Erstarrung die Dichtigkeit 3,2242 hatte, musste also in einer flüssigen Masse von 2,3072 Dichtigkeit untersinken.

Je dünnflüssiger die flüssige Basalt-Masse war, desto tiefer mussten die in ihr gebildeten Olivine einsinken. War aber die Masse dickflüssig, zähe, so werden sie, ungeachtet ihrer bedeutend grösseren Dichtigkeit, wenig oder gar nicht eingesunken, sondern an der Stelle geblieben seyn, wo sie

sich gebildet hatten *). Der letzte Fall scheint der gewöhnliche gewesen zu seyn. Es ist mir wenigstens nicht bekannt, dass man jemals in den tieferen Stellen eines Basalt-Berges eine grössere Menge Olivine gefunden hat, als in den höheren. In demselben Basalt-Berge zeigen sich zwar an verschiedenen Stellen Verschiedenheiten in den Gemengtheilen des Gesteins; sie stehen aber in keinem bestimmten Verhältnisse zu den verschiedenen Punkten seiner Erhebung über seinen Fns.

Alles, was von dem Olivin gilt, gilt auch von dem Augit, dessen Dichtigkeit = 3,23 bis 3,34, sehr nahe mit der des Olivins zusammentrifft. — Noch mehr müssten die eben erwähnten Verhältnisse bei dem Magneteisen eintreten, dessen Dichtigkeit = 5,09, ungefähr zwei Mal so gross wie die der Feldspath-artigen Grundmasse ist.

Ich habe in verschiedenen Höhen in dem berühmten, einige hundert Fuss hoch entblössten *Unkler* Basalt-Bruche, der bekanntlich Magneteisen als einen frequenten Bestandtheil enthält, Stücke ohne Auswahl abgeschlagen und ihre Dichtigkeit bestimmt. Hier die Resultate:

1) Basalt nächst der <i>Coblenzer</i> Lamlstrasse . .	3,0550
2) „ vom höchsten Punkte des Berges, unmittelbar unter dem Lös	3,0774
3) „ von einem etwas tiefern Punkte, von gegliederten Säulen	3,0524
4) „ von einer fast so hohen Stelle als 2))	{ 2,9647
	{ 2,9830

Man sieht nicht, dass die Dichtigkeit und daher auch das Magneteisen mit der Tiefe zunimmt; sondern dass sie

*) Es ist bekannt, dass beim Eisenschmelz-Prozesse die reduzierten Eisen-Körner nur dann vollständig durch die Schlacke sinken, wenn dieselbe sehr dünn-flüssig ist. Eben desshalb ist es Regel, die Schlacke so dünnflüssig wie möglich zu halten. Ist die Schlacke zähe, so bleiben viele Eisenkörner darin sitzen. Wenn nun bei diesem Prozesse, wo ein viel grösserer Unterschied zwischen dem spezifischen Gewichte des Eisens und dem der Schlacke stattfindet, als zwischen den Krystallen im Basalt und seiner Grundmasse, die Zähigkeit der Schlacke das Durchsinken der Eisenkörner erschwert: so wird diess in einem viel höheren Grade bei dem Basalt der Fall gewesen seyn.

nach zufälligen Verhältnissen sich verändert. Es hat daher sehr wenig Wahrscheinlichkeit, dass das auf der Höhe des Berges krystallisirte Magneteisen in der flüssigen Masse so tief eingesunken sey. Ausser mehren andern Gründen ist diess ein neuer, dass die Basalt-Masse, wenn sie im flüssigen Zustande hervorgequollen ist, nicht dünn-, sondern dick-flüssig gewesen seyn muss. Ja, man darf sogar der Ansicht vieles Gewicht leihen, dass die Olivine, die Augite, das Magneteisen bereits schon krystallisirt und erhärtet in der Tiefe waren und eingeknetet in der noch weichen Grund-Masse über die Oberfläche kamen.

Diese Gemengtheile, welche sich im flüssigen Teige bildeten und bis zur krystallinischen Erstarrung, wie wir gesehen haben, eine bedeutende Kontraktion erlitten, konnten sich darin ganz frei zusammenziehen, ohne dass leere Räume zu entstehen brauchten. Anders verhielt sich's mit der zuletzt erstarrten Grundmasse. Bei der krystallinischen Erstarrung und der dadurch veranlassten Kontraktion mussten leere Räume entstehen, wenn nicht die Erstarrung unter starkem Drucke erfolgte.

Denken wir uns eine aus einer Spalte hervorgequollene dickflüssige Masse, die sich über das Grund-Gebirge ausbreitet. Nehmen wir an, diese Masse habe eine Höhe von mehren Hundert Fussen und falle nach allen Seiten unter Winkeln ab, welche ihrer Dickflüssigkeit entsprechen: so wird die Erstarrung und Kontraktion auf ihrer äussern der Atmosphäre zugekehrten gekrümmten Fläche beginnen. Es wird sich eine Kruste von einer gewissen Dicke bilden, welche wie ein Gewölbe die innere flüssige Masse überzieht. Selbst die Kontraktion der zuletzt erstarrenden Grundmasse kann sich ziemlich unbeschränkt äussern, ohne dass merkliche Höhlen-Räume zu entstehen brauchen. Sollte sich oben die erstarrte Kruste wie ein Gewölbe um den noch flüssigen innern Kern spannen und nicht nachsinken, während die Erstarrung und Kontraktion im Innern fortschreitet, so müssten unter dieser Kruste Höhlen-Räume entstehen. Es würde sich unter diesen Höhlen-Räumen eine zweite Gewölbartige Kruste bilden und so ein beständiger Wechsel zwischen

solchen Gewölb-artigen Krusten und Höhlen-Räumen stattfinden. Nicht ein einziger im Innern entblöster Basalt-Berg zeigt aber etwas dieser Art; nur kleine Höhlen-Räume sieht man hier und da, die im Verhältnisse zu der bedeutenden Kontraktion, welche bei der krystallinischen Erstarrung des Basalts stattgefunden hat, verschwinden. Auf solche Weise können daher die Basalt-Berge nicht erstarrt, auf solche Weise können sie nicht gebildet worden seyn.

Ausser diesem nicht möglichen Falle sind noch zwei andere denkbar. Entweder folgte die äussere zuerst erstarrte Kruste der fortdauernden inneren Zusammenziehung, oder sie senkte sich, da sie eine grössere Dichtigkeit als die flüssige Masse besass, theilweise in die letzten ein. Im ersten Falle konnte die äussere Kruste nicht gleichmässig der inneren sich zusammenziehenden flüssigen Masse folgen, da die letzte in Folge ihrer krystallinischen Erstarrung sich in einem viel grösseren Verhältnisse zusammenzog, als die erste, welche nur noch gemäss ihrer allmählichen Erkaltung ihr Volumen verminderte. Die äussere Kruste musste daher hier und da bersten oder sich runzeln. Im zweiten Falle, in welchem die zerborstene Kruste sich einsenkte, quoll die dadurch verdrängte flüssige Masse hervor, erstarrte ebenfalls und sank auf gleiche Weise ein. Je mehr die erstarrten Massen an Umfang zunahmen, desto leichter konnten sie die Zähigkeit der inneren flüssigen Masse überwinden und einsinken. Dieser Wechsel des Einsinkens und Erstarrens konnte sich so oft wiederholen, bis die ganze durch die Spalte über das Grund-Gebirge gequollene Masse erstarrt war. Je nach Verschiedenheit der Umstände konnte bald der eine, bald der andere der beiden letzten Fälle eintreten. Die sich nach unten vergrössernde Kruste konnte der innern sich zusammenziehenden Masse eine Zeit lang folgen, bis die Spannung zu stark wurde, Sprünge entstanden und theilweise Einsenkungen erfolgten. So konnte sich dann wieder eine neue Kruste bilden, welche das Schicksal der vorhergehenden theilte.

Wir haben oben gesehen, dass der Unterschied in der Dichtigkeit des erstarrten krystallinischen Basalts und des flüssigen bedeutend ist. Er ist hinreichend, um das völlige

Durchsinken der erstarrten Theile durch die flüssige Masse zu gestatten. So könnte man sich die Erstarrung einer aus dem Innern der Erde hervorgequollenen flüssigen Masse gerade so vorstellen, wie die Krystallisation einer Salz-Auflösung, in welcher die Krystalle auf der Oberfläche sich bilden, niedersinken und neuer Krystall-Bildung auf der Oberfläche Platz machen. Der Vorgang auf diese Weise würde sich am einfachsten begreifen lassen. Wenn wir annehmen, dass grössere oder kleinere Theile der erstarrten Kruste vermöge ihrer grösseren spezifischen Schwere einsanken, so brauchen wir nicht dasselbe von den zuerst gebildeten Olivinen, Augiten und Magneteisen voranzusetzen, denn eine zusammenhängende Masse von grösserer Ausdehnung konnte wohl einsinken, während kleine Krystalle in der zähen Masse eingeknetet blieben. Nehmen wir die Analogie von den Lava-Strömen her, so hat es freilich wenig Wahrscheinlichkeit, dass solche Einsenkungen Statt fanden; denn diese Ströme zeigen sogar häufig die Erscheinung, dass die erstarrte Kruste eine zusammenhängende Decke bildet, unter welcher streckenweise die Lava fortfliesst und unter günstigen Umständen eine fast zylindrische hohle Röhre oder ein gewölbartig überdeckter Kanal von mehr oder minder bedeutender Länge entsteht, durch welchen man später, wie durch den Stollen eines Berges hindurchgehen kann *). Die Umstände zwischen einer fließenden und einer emporgehobenen Masse sind aber verschieden. Die Schlacken-Krusten, welche sich auf der Oberfläche der Lava-Ströme bilden, können nicht einsinken, weil durch ihre poröse Beschaffenheit ihr spezifisches Gewicht sehr vermindert ist. Eben solche Schlacken-Krusten bildeten sich aber auch auf der Oberfläche der Basalt-Berge; denn finden wir sie auch nur selten, so rührt diess davon her, dass sie durch Verwitterung zerstört worden sind. Solche Schlacken-Krusten konnten eben so wenig einsinken, wie die, welche sich auf den Lava-Strömen bilden. Gestattete überhaupt die Zähigkeit der Masse das Einsinken erstarrter Krusten, so konnte es nur bei den dichten der Fall seyn, welche unter der Schlacken-Decke erhärteten.

*) HOFFMANN'S hinterlassene Werke, Bd. II, Berlin 1838, S. 532.

War die emporgequollene Masse, woraus die Basalte sich bildeten, so dünn-flüssig wie die Lava, so würde die grösste Neigung der Lava-Ströme, wie sie ELIE DE BEAUMONT am *Ätna* gemessen hat, das Mass für die grösste Neigung der Basalt-Berge seyn. Da wir jedoch sehr steil ansteigende Basalt-Berge finden, so ist es wenigstens für diese gewiss, dass sie in einem sehr dickflüssigen, wenn nicht gar im festen Zustande emporgehoben worden sind.

Nach völliger Erstarrung aller Bestandtheile des Basalts war er noch sehr heiss. Die Erkaltung schritt fort, und nun trat die Kontraktion im starren Zustande ein, für welche der obige Versuch ein Mass gibt. Eine Folge dieser Zusammenziehung war die säulenförmige Absonderung. Könnte man einen Augenblick an diesem Hergang der Dinge zweifeln, so würde der Umstand, dass wir so häufig säulenförmige Absonderungen da wahrnehmen, wo Gesteine stark erhitzt wurden und langsam abkühlten, ohne jedoch zum Schmelzen gekommen zu seyn, jeden Zweifel verschenehen. Als Beispiele dienen nicht blos die säulenförmig gewordenen Sandsteine, welche mit glühenden plutonischen Massen in Berührung gekommen waren, sondern sogar die Säulen-Bildungen von Gestell-Steinen in Hochöfen.

Es ist also wohl zu begreifen, dass Basalte im starren, aber noch glühenden Zustande über die Erd-Oberfläche gekommen seyn können, und gleichwohl erst an Ort und Stelle die säulenförmige Absonderung eingetreten ist. Diese Säulen-Bildung musste auf der Erkaltungs-Fläche beginnen und mit fortschreitender Abkühlung nach innen sich fortsetzen. Säulen von bedeutender Länge, 30 bis 40 Fuss und noch mehr, konnten nicht auf einmal sich bilden; denn bis zu einer solchen Tiefe konnte die erkaltende Masse nicht auf einmal erkalten. Auf der Oberfläche fand schon fast gänzliche Erkaltung Statt, während in einer Tiefe von 30 bis 40 Fuss noch Glüh-Hitze herrschte. Eine Folge dieser theilweisen Erkaltung und Säulen-Bildung war die Gliederung der Säulen. So finden sich die 32 bis 33 Fuss hohen Säulen von *Giants Causeway* in 36 bis 40 einzelne Glieder geschieden. Man muss daher annehmen, dass sich die

säulenförmige Absonderung eben so oft wiederholte, als man Glieder zählt. Dass sich das Phänomen der säulenförmigen Absonderung auf die manchfaltigste Weise modifiziren konnte, je nachdem die hervorgetretene Masse mehr oder weniger heiss, von grosser oder geringer Mächtigkeit war, und daher die Erkaltung mehr oder weniger langsam erfolgte, ist nicht schwer zu begreifen. Die weitere Auseinandersetzung dieser Verhältnisse behalte ich mir aber für die Fortsetzung der Mittheilung meiner Untersuchungen vor.

Die Zwischenräume zwischen den Seiten-Flächen der Basalt-Säulen können nur das Resultat der starren Zusammenziehung seyn. Nach obigem Versuche kann der Zwischenraum zwischen je zweien 12 Zoll dicken Säulen nicht völlig 2 Linien betragen. Bei Säulen von 6 Zoll Durchmesser beträgt er kaum 1 Linie; bei noch weniger dicken verschwindet er für die Beobachtung, und es kann desshalb nicht befremden, wenn wir häufig Basalt-Säulen oft zu Tausenden mit ihren Seitenflächen so dicht und genau aneinandergefügt finden, dass beinahe jeder trennende Zwischenraum vermisst wird.

Wenn man in Erwägung zieht, dass durch die säulenförmige Absonderung nie völlig parallele Flächen und Zwischenräume entstanden sind, so kann diess nicht befremden. Man muss es desshalb begreiflich finden, dass ungeachtet der Bildung solcher Zwischenräume die Säulen keine Orts-Veränderung erlitten haben konnten, selbst wenn sie in geneigter Stellung gebildet worden sind.

Es ist bekannt, dass die Zwischenräume zwischen den einzelnen Säulen nie ganz offen, sondern stets mit einer erdigen Materie ausgefüllt sind. Die Bildung dieser erdigen Ausfüllungen rührt entweder von den auf der Oberfläche verwitterten Basalten, die als feine Erde durch die Meteor-Wasser in diese Zwischenräume geführt wurden, oder von der Verwitterung der Seitenflächen der Säulen selbst her. Luft und Wasser bekommen bald nach der säulenförmigen Absonderung von oben Zutritt. So lange als die Basalt-Masse noch eine hohe Temperatur hatte, verwandelten sich die eingetretenen Wasser in Dampf und begünstigten dadurch

um so mehr die Verwitterung. Kamen dazu sogar Ströme von Kohlensäure-Gas, die aus der Tiefe durch die Zwischenräume traten, so haben auch diese an der Verwitterung Theil genommen. So wie aber die äusseren Flächen der Säulen bis zu einer gewissen Tiefe verwitterten und dadurch die krystallinische Beschaffenheit zerstört wurde, nahm die Dichtigkeit der basaltischen Bestandtheile ab, es vergrösserte sich das Volumen, und die Zwischenräume wurden mit dieser verwitterten Masse erfüllt *).

Dieser Hergang der Dinge stimmt vollkommen mit der Erfahrung überein. Jede selbst aus dem Innern eines Basalt-Berges genommene Säule zeigt wenigstens auf der Oberfläche Verwitterung, und bei manchen ist sie tief in das Innere fortgeschritten.

Wir dürfen endlich auch nicht vergessen, dass die geneigte Stellung der Basalt-Säulen eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist. Geneigte Säulen sanken aber aufeinander, und so mussten die Zwischenräume fast verschwinden. Denkt man sich eine Basalt-Masse von 1000 Fuss Länge, so wird die ganze Kontraktion vom Erstarrungs-Punkte bis zur Abkühlung 6 Fuss betragen haben. Hatten die gebildeten Säulen eine geneigte Stellung angenommen, so kann bei der obersten Säulen-Reihe eine Orts-Veränderung von 6 Fuss Statt gefunden haben. Solche und noch viel bedeutendere Orts-Veränderungen haben aber gewiss Statt gefunden. Die Klüfte zwischen einzelnen Säulen-Reihen, die oft eine Weite

*) NÖGGERATH (Archiv für Mineralogie etc., B. XIV, S. 199) fand am hohen *Seelbachskopf* Basalt-Säulen von 8 bis 10 bis 18 Zoll Dicke und 40 Fuss Länge, deren Zwischenräume im Durchschnitte $\frac{1}{2}$ Zoll breit, und mit einer sehr eisenschüssigen fett anzufühlenden Erde erfüllt sind, welche vorzüglich von der Verwitterung derjenigen Olivin-Partie'n herrühren mag, die an der Oberfläche der Säulen freilagen. An der Oberfläche der Säulen vorhandene Löcher deuten diess noch mehr an. Nimmt man selbst eine Dicke von 18 Zoll an, so könnten die Zwischenräume doch nur höchstens 3 Linien betragen. Es ist also wohl nicht zu zweifeln, dass nicht die so bedeutenden Zwischenräume von 6 Linien Breite grossentheils durch die Verwitterung der Seitenflächen der Basalte selbst entstanden sind.

von mehren Zollen bis zu einem Fuss haben, die grosse Menge zerbrochener Säulen, welche man nicht selten am Abhange und am Fusse von Basalt-Kegeln findet, sind deutliche Spuren solcher Orts-Veränderungen. Es konnte nicht fehlen, dass bei solchen gewaltsamen Orts-Veränderungen ganze Reihen von Säulen zerbrechen mussten und die Bruchstücke theils eingeklemmt wurden, wodurch bedeutende Klüfte entstanden, theils über den geneigten Abhang des Berges hinabrollten. Ein Basalt- und ein Trachyt-Kegel in der Nähe des *Siebengebirges* bietet in dieser Beziehung interessante Beispiele dar, wovon ich in der Fortsetzung meiner Abhandlung handeln werde.

Schliesslich sey es mir erlaubt, der merkwürdigen Einschlüsse, welche in den Drusen des grobkörnigen krystallinischen Marmors am *Monte Somma* sich finden, einer näheren Betrachtung zu unterwerfen, weil dieser Gegenstand sich an meine obigen Bemerkungen über solche Einschlüsse anschliesst.

Fossilien, mehr oder weniger reich an Alkalien, wie Nephelin, Leuzit und Hauyn, neben Mejonit und Augit in solchen Drusen-Höhlen im Kalk zu finden, ist gewiss eine sehr merkwürdige Erscheinung, wenn man ihre Bildung nicht durch Infiltrationen erklären kann. Dass die Kalk-Blöcke vom *Apenininen*-Kalk herrühren, der durch vulkanisches Feuer in körnigem Kalk umgewandelt worden, ist nach den Mittheilungen von HOFFMANN *) wohl nicht in Zweifel zu ziehen. Bedenkt man, dass alle Flötz-Kalke mehr oder weniger unrein sind, dass dagegen der körnige Kalk reiner kohlensaurer Kalk ist, so ist leicht zu begreifen, dass bei der Umwandlung von jenem in diesen Ausscheidungen der fremden Bestandtheile erfolgen mussten. Einzelne Lava-Stücke, Bimssteine oder Brocken von Feldspath-reichen Gebirgsarten finden sich im Marmor eingeschmolzen; der Kalk war daher in einem sehr erweichten Zustande, und eine Beweglichkeit zwischen seinen Bestandtheilen konnte Statt finden. Wie bei allen Krystallisationen, so war auch ohne

*) Seine hinterlassenen Werke, Bd. II, S. 499.

Zweifel hier Krystallisation des kohlsauren Kalks und Ausscheidung des Fremdartigen, welches das Material zu den Einschlüssen in den Drusen lieferte, ein und derselbe Akt.

Damit soll übrigens nicht behauptet werden, dass das Material zu diesen Einschlüssen ausschliesslich von dem Kalkstein herrührte. Umgeben von geschmolzenen vulkanischen Massen und erweicht durch sie, konnte der Kalk auch daraus Stoffe aufnehmen, und wahrscheinlich sind es die Alkalien in dem Nephelin, Leuzit und Hauyn, die von dem Kalk aufgenommen und zur Bildung dieser Einschlüsse verwendet worden sind.

Nichts kann die Ausscheidung gewisser Bestandtheile aus einer krystallisirenden Masse als einen damit nothwendig verknüpften Akt mehr charakterisiren, als die Umwandlung des unreinen Kalksteins in reinen kohlsauren Kalk, in Marmor. Es würde in der That in einem solchen Falle schwieriger zu begreifen seyn, wenn man keine Ausscheidungen fände, und Diess könnte nur dadurch erklärt werden, dass der umgewandelte Kalkstein schon an sich ein fast reiner kohlsaurer Kalk gewesen war.

Ich muss indess auf einen wesentlichen Unterschied zwischen der Krystallisation einer aus verschiedenen Gemengtheilen bestehenden Gebirgsart (Basalt, Trachyt, Granit etc.) und des kohlsauren Kalks aufmerksam machen. Bei der Krystallisation der ersten tritt stets eine bedeutende Kontraktion als Folge der Krystallisation ein; bei der des letzten aber nicht.

Schon der Umstand, dass sich keine wesentliche Verschiedenheit zwischen dem spezifischen Gewicht des Kalkspaths, des Marmors und des gewöhnlichen Kalksteins zeigt, deutet darauf hin, dass bei der Umwandlung des letzten in krystallisirten Kalk keine Kontraktion erfolgen könne. Noch mehr zeigt diess aber die Vergleichung des spezifischen Gewichts eines auf chemischem Wege dargestellten kohlsauren Kalks mit dem des Marmors oder des Kalkspaths. So fand ich das spezifische Gewicht eines chemisch-reinen kohlsauren Kalks, der durch Fällung von Chlorcalcium, mittelst kohlsaurem Ammoniak dargestellt worden war, =

2,6954, also genau so gross als das des weissen Kalkspaths. Hieraus darf man folgern, was auch der Chemiker annimmt, dass der gefällte, anscheinend formlose kohlen saure Kalk gleichwohl ein krystallinischer Niederschlag ist. Wenn also Kalkstein aus irgend einer neptunischen Formation durch Erhitzung unter starkem Drucke und langsame Abkühlung in Marmor sich umwandelt, so findet nicht erst eine Krystallisation in einer ursprünglich formlosen Masse Statt, sondern die schon vorhandenen krystallinischen Moleküle treten nur zu grösseren Krystallen zusammen, und damit ist nothwendig eine Ausscheidung der fremdartigen dazwischen liegenden Körper verknüpft. Finden sich keine Ausscheidungen im grobkörnigen, krystallinischen Marmor, der nachweisbar durch vulkanisches Feuer aus Flötz-Kalkstein gebildet worden ist, so ist diess ein Zeichen, dass der letzte keine andere Bestandtheile als kohlen sauren Kalk enthielt, und die schon vorhandenen krystallinischen Moleküle also nur zu grösseren Krystallen sich zu vereinigen brauchten.

Der Kalkstein, welcher diese Umwandlung erleidet, kann, da keine krystallinische Kontraktion Statt findet, keine Veränderung in seinem Volumen erleiden. Kommt er in's vulkanische Feuer, so wird er ausgedehnt, aber bei seiner nachherigen Erkaltung wieder eben so viel kontrahirt, als er expandirt worden war. An der Bildung der Drusenräume in ihm kann also keine krystallinische Zusammenziehung Antheil nehmen. Es ist aber denkbar, dass ein zwischen vulkanischen Massen eingeschlossener Kalkstein-Block, der durch das vulkanische Feuer erweicht worden ist, so fest an jenen Massen adhärirt, dass er, ihrer krystallinischen Kontraktion folgend, ausgedehnt wird, und so in seinem Innern Drusen-Räume sich bilden. Drei andere Ursachen können indess ebenfalls diese Wirkung herbeiführen. Erstens kann ein Theil des Kalks seine Kohlensäure verlieren und dieses Gas im Innern der Masse Blasen bilden; jedoch dürfte diess der weniger wahrscheinliche Fall seyn, da bekanntlich der unter starkem Drucke erweichte kohlen saure Kalk nicht die mindeste Quantität Kohlensäure verliert. Zweitens können die organischen Überreste im Flötz-Kalke durch Hitze zersetzt

und dadurch Gas-Entwicklungen und Blasen-Räume veranlasst werden. Drittens können solche Blasen-Räume schon präexistirt haben, da der Kalk so häufig zerklüftet ist. Solche Klüfte können sich im erweichten Zustande des Kalks sehr wohl erhalten, wenn sie sich auch, sofern sie die ganze Masse durchziehen, an den Enden schliessen. Nichts ist daher leichter, als die Bildung der Blasen-Räume in solchen Kalkstein-Blöcken zu begreifen.

Dieselben Verhältnisse, welche der kohlen saure Kalk zeigt, scheinen alle Fossilien, die sich nicht durch Krystallisation aus geschmolzenen Massen bilden, zu zeigen. So habe ich keinen Unterschied zwischen dem spezifischen Gewichte des natürlichen krystallisirten Schwerspaths und des künstlichen, durch Zersetzung eines Baryt-Salzes mittelst Schwefelsäure erhaltenen schwefelsauren Baryts gefunden. Ja, ein Schwerspath, dessen spezifisches Gewicht in seinem natürlichen Zustande 4,1376 war, zeigte, als er in sehr starker Hitze geschmolzen worden, im glasigen Zustande sogar eine geringe Zunahme seines spezifischen Gewichts, nämlich 4,1522, was indess als identisch mit jenem genommen werden darf *). Natürlicher, künstlicher und geschmolzener schwefelsaurer Baryt sind also höchst wahrscheinlich gleich krystallinische Körper in ihren Molekülen. Die schnellste Bildung dieses Körpers, wie bei der Fällung eines Baryt-Salzes durch Schwefelsäure, scheint also kein Hinderniss für die Krystallisation zu seyn, und eben so wenig wird die Krystallisation durch das Schmelzen zerstört.

Ganz dieselben Verhältnisse scheinen bei allen in der Natur vorkommenden Verbindungen, die sich auch leicht künstlich darstellen lassen, wie die Metall-Oxyde, Schwefel-Metalle etc., Statt zu finden. Ich habe wenigstens zwischen dem spezifischen Gewichte der natürlichen krystallisirten Metall-Oxyde und Schwefel-Metalle und denselben künstlich und dem Anschein nach unkrystallinisch dargestellten

*) Das Schmelzen des Schwerspaths fordert einen sehr heftigen Hitzgrad im SEFSTRÖM'schen Ofen mit Coaks, und gleichwohl zeigte er sich nur in Berührung mit dem Tiegel geschmolzen, im Innern war er bloß zusammengesintert.

Verbindungen keinen merklichen Unterschied finden können; und da, wo solche Verbindungen geschmolzen werden konnten, zeigte sich dadurch auch keine Veränderung im spezifischen Gewicht.

Es findet demnach zwischen den Fossilien, welche aus verschiedenen Silikaten bestehen, und denjenigen, die binäre Verbindungen aus einer stärkeren Säure und einer Salz-Basis, oder aus einem Metall und Sauerstoff, oder aus einem Metall und Schwefel u. s. w. sind, ein wesentlicher Unterschied Statt. Die ersten können nur unter den günstigsten Umständen, bei sehr langsamer Abkühlung einer geschmolzenen Masse, sich krystallinisch bilden; durch Schmelzen und schnelles Erkalten wird ihre krystallinische Beschaffenheit vollkommen zerstört und ihr spezifisches Gewicht bedeutend vermindert. Die letzten, welche auf den verschiedensten Wegen sich bilden können, haben stets dasselbe spezifische Gewicht, und selbst durch Schmelzen und rasches Abkühlen zu einer glasigen Masse wird es nicht verändert. Wir dürfen daraus schliessen, dass sie immer, oder wenigstens ihre Moleküle, in krystallinischer Beschaffenheit erscheinen.

Der kohlen saure Kalk, der schwefelsaure Baryt sind also stets dieselben Verbindungen, sie mögen auf nassem oder auf trockenem Wege gebildet worden, geschmolzen oder ungeschmolzen seyn, der Feldspath, der Augit, die Hornblende etc. hören aber auf, diese Verbindungen zu seyn, wenn sie geschmolzen werden.

Dieses verschiedene Verhalten beider Klassen von Fossilien steht ohne Zweifel mit den Verwandtschaften der sich verbindenden Körper in innigster Beziehung. In den Verbindungen der stärkeren Säuren mit Salz-Basen, der Metalle mit Sauerstoff, mit Schwefel etc. herrschen die stärksten Verwandtschaften, und es können nur nach wenigen Mischungs-Verhältnissen oder gar nur nach einem einzigen die Verbindungen Statt haben. Starke Verwandtschaften äussern sich aber unter allen Umständen, und das Resultat ist immer eine und dieselbe Verbindung, sowohl in der chemischen Zusammensetzung, als auch meistens in der Krystallform. In den aus mehren Silikaten bestehenden Fossilien herrschen

hingegen sehr schwache Verwandtschaften; denn die Kieselsäure ist eine schwache Säure, welche nach vielen Mischungsverhältnissen mit den Salz-Basen sich vereinigen kann. Solche schwache Verwandtschaften können sich nur unter den günstigsten Umständen äussern. Der Kieselsäure und den Salz-Basen muss daher für eine längere Zeit eine freie Beweglichkeit gestattet seyn, wenn sie ihren schwachen Verwandtschaften folgen sollen. Eine solche freie Beweglichkeit ist aber nur möglich, wenn diese Körper während eines langen Zeitraums im flüssigen oder wenigstens im stark erhitzten Zustande bestehen, und so ist es begreiflich, dass nur während eines sehr langsamen Übergangs in den festen Zustand, d. i. bei einer nur sehr langsamen Erkaltung, diese Körper zu eigenthümlichen Verbindungen sich vereinigen können. Ein blosses Schmelzen reicht hin, diese schwachen Verwandtschaften wieder zu zerstören; es entstehen dadurch Gemische nach unbestimmten Mischungsverhältnissen, welche als solche bei schneller Abkühlung erhärten.

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: 1843

Band/Volume: [1843](#)

Autor(en)/Author(s): Bischof(f) Gustav Franz

Artikel/Article: [Versuche, die Kontraktion zu bestimmen, welche geschmolzene Massen erleiden, wenn sie in den festen Zustand übergehen und krystallinische Gesteine bilden 1-54](#)