7. Beiträge zur Experimentalgeologie.

Von Herrn Fr. Pfaff in Erlangen.

Es ist eine fast in allen Lehrbüchern der Geologie vorkommende, jedenfalls bei Behandlung strittiger Punkte in derselben regelmässig sich wiederholende Klage, dass dem Geologen das Experimentiren so ausserordentlich erschwert sei. Ob diese Klage in allen Fällen wirklich berechtigt sei, will ich dahingestellt sein lassen. Jedenfalls geht aus denselben so viel hervor, dass wir in der Geologie arm an Experimenten sind, und deswegen möchten denn auch die folgenden, geologische Streitfragen und Erscheinungen betreffenden Versuche für Manchen einiges Interesse haben, so wenig umfassend dieselben auch sind und so sehr sie auch der Ergänzung noch bedürfen.

I. Versuche über die Contraction der krystallinischen Gesteine bei der Abkühlung.

Bei den vielen Controversen über die Entstehung der Gesteine ist es häufig geschehen, dass man den geschmolzenen Zustand eines Gesteins aus dem Grunde in Abrede stellte, weil die Volumsverminderung bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den festen und kalten so bedeutend sei, dass eine solche Zerklüftung des Gesteins hätte eintreten müssen, wie sie durchaus in der Natur an dem fraglichen Gesteine nicht beobachtet werde. Dieser Einwand hat aber dann nur einige Berechtigung, wenn uns die numerischen Werthe der Contraction wirklich bekannt sind und aus diesen mit Nothwendigkeit hervorgeht, dass in der That die so gefundene Volumsverringerung nicht mit den beobachteten Zusammenhangstrennungen oder der Porosität der Gesteine in Einklang zu bringen sei. Soviel mir bekannt ist, liegen in dieser Beziehung nur die Versuche von Bischof vor, der die Contraction des Ba-

saltes bei dem Uebergange von dem flüssigen in den festen Zustand bestimmte.

Ich habe in anderer Weise für einige Gesteine die Grösse der Contraction von der Glühhitze bis zur gewöhnlichen Temperatur der Luft bestimmt und zwar in folgender Weise. Es wurden in die massive Grundmauer des Gebäudes, in welchem sich die geologische Sammlung befindet, zwei starke eiserne Arme in einem Abstande von 8 Centim. senkrecht übereinander befestigt. Der untere trug eine kleine, frei über denselben hervorstehende, horizontal liegende Schieferplatte, der obere eine in horizontaler Richtung drehbare Achse, an der ebenfalls ein kleines, der unteren parallel laufendes Schieferplättchen befestigt war, das nach der anderen Seite hin einen langen Arm von Aluminiumblech trug, der die Verrückung des Endes des Schieferplättchens, d. h. also seine Drehung um die horizontale Achse in demselben Maasse vergrössert, angab, als seine Länge bis zur Drehachse grösser war als die des nur kurzen Schieferplättchens. Auf das untere feste Schieferplättchen wurden nun die zu untersuchenden Gesteine, die in möglichst dünne Säulchen geschliffen waren, gestellt, die obere bewegliche Platte durch einen kleinen, auf sie gelegten Eisenwürfel auf das obere Ende des Gesteinssäulchens aufgedrückt und nun mit dem Mikrogoniometer*) der Stand des Endes des Aluminiumarmes bestimmt. Hierauf wurde durch eine untergesetzte dreiröhrige Bunsen'sche Gaslampe die Gesteinssäule zum Glühen erhitzt. Die dabei stattfindende Ausdehnung bewegte das obere Schieferplättchen in die Höhe, der Aluminiumarm ging nach abwärts und seine Verrückung wurde mit dem Mikrogoniometer gemessen. Auf diese Weise konnte mit der grössten Genauigkeit die Ausdehnung der Gesteine zwischen der gewöhnlichen Lufttemperatur und schwacher Rothglühhitze bestimmt werden. Bei der Dicke, die ich den Säulchen liess, damit sie doch sicher standen (5—6 Centim.), konnte ich eine grössere Hitze ihnen nicht mittheilen. Ich habe diese Temperatur zu nahezu 1200° C., genauer 1180°, in folgender Weise bestimmt. Es wurde ein Stück dicken Eisendrahtes in dieselbe

---

*) Unter diesem Namen habe ich ein Messinstrument beschrieben: „Das Mikrogoniometer" etc.", Erlangen, bei Ed. Besold, das Längendifferenzen von $\frac{1}{50000}$ Mm. mit Sicherheit zu messen gestattet.

Flamme gebracht und die Ausdehnung desselben gemessen. Aus dem Betrag derselben wurde aus dem bekannten, von mir an demselben Drahte vorher bestimmten Ausdehnungscoëfficienten des Eisens von 0—100°, der sich zu 0,0012473 ergab, die Hitze der Flamme berechnet. Dabei ist jedoch die Voraussetzung gemacht, dass sich das Eisen bis zur Rothglühhitze gleichmässig ausdehne. Bringt man einen dünnen Platindraht in die Flamme, so kann man denselben bis zum lebhaften Weissglühen erhitzen. Unter derselben Voraussetzung gleichmässiger Ausdehnung wie bei dem Eisen, ergab sich aus der Verlängerung des Platindrahtes für die Weissglühhitze eine Temperatur von 1425° C. Bei diesem letzteren Versuche konnte ich natürlich die Vorrichtung mit den Schieferplatten nicht anwenden. Es wurden die Platindrähte von einer feststehenden, mit Platinspitzen versehenen Pincette in die Bunsen'sche Lampe gebracht und ihre ganze Länge während des Glühens und nach dem Erkalten durch Einstellen auf das obere und untere Ende ebenfalls mit dem Mikrogoniometer gemessen.

In der oben angegebenen Weise habe ich nun die Ausdehnung kleiner Säulen von Granit aus dem Fichtelgebirge, von rothem Porphyr aus Tyrol und Basalt aus der Auvergne bestimmt. Es ergab sich für dieselben in der Bunsen'schen Lampe eine Verlängerung

für Granit	von	0,016808
- Porphyr	-	0,012718
- Basalt	-	0,01199,

demnach müssten sich bei einer linearen Erstreckung von 10′ für diese Gesteine von der Rothglühhitze bis zur gewöhnlichen Temperatur eine Contraction ergeben:

bei Granit	von	0,16	= 2″
- Porphyr	-	0,12	= $1\frac{1}{4}$″
- Basalt	-	0,12	= $1\frac{1}{4}$″

Bei den beiden letzten Gesteinen, wenn sie auch in Gangform auftreten, würde eine derartige Contraction gewiss nicht mehr betragen, als man bei ihnen Zusammenhangstrennungen findet. Ob bei den Granitgängen eine solche Verkleinerung des Volumens bemerkt oder nicht bemerkt wird, bedarf wohl

sehr genauer specieller Untersuchungen. Jedenfalls scheint mir aus den vorliegenden Versuchen soviel hervorzugehen, dass man den Mangel an hinreichenden Contractionserscheinungen bei manchen angeblichen plutonischen Gesteinen der geringen Grösse der Contraction wegen nicht ohne Weiteres als einen Beweis gegen diese Entstehungsart anführen kann. Es möchte auch bei genauen Untersuchungen nach dieser Richtung hin in der Natur wohl kaum ein sicheres Resultat auf diesem Wege zu erwarten sein, indem der Nachweis kaum zu liefern sein möchte, dass das Gestein im Ganzen nicht um eine so geringe Grösse sich zusammengezogen habe, da es ja in keinem an grösseren oder kleineren Zusammenhangstrennungen und kleinen Hohlräumen fehlt.

II. Versuche über Verwitterung.

Dass alle Gesteine ohne Ausnahme durch atmosphärisches Wasser theils mechanisch, theils chemisch angegriffen und aufgelöst werden, ist eine so bekannte und durch vielfache Versuche nachgewiesene Thatsache, dass es zu diesem Behufe angestellter weiterer Experimente nicht bedarf. Nur über die Frage: in welchem Grade geht innerhalb eines bestimmten Zeitraumes die Verwitterung vor sich? können noch weitere Versuche Aufschluss geben. Ich habe nun drei Platten von Syenit, Jurakalk und Serpentin in meinem Garten zwei Jahre lang den Einflüssen des Wetters ausgesetzt, nachdem dieselben vorher genau gewogen waren. Sie wurden auf mässig geneigter Unterlage auf einem abgesägten Baumstamme in der Art hingelegt, dass unter das eine Ende ein Glasstreifen gebracht wurde, der die Berührung ihrer unteren Fläche mit der hölzernen Unterlage auf wenig Punkte beschränkte und nun zwei ganze Jahre unverrückt liegen gelassen. An demselben Baumstamme war auch ein Regenmesser befestigt, an dem ich die Menge der atmosphärischen Niederschläge, sowie auch die Verdunstung seit mehreren Jahren beobachte.

Die Kalkplatte, eine rechteckige, fein zugeschliffene Platte von Solenhofer lithographischem Schiefer, hatte eine Oberfläche von 2520 Quadratmillimetern. Eine zweite, ebenfalls rechteckige Platte, aus der bekannten Ackermann'schen Steinschlei-

ferei in Weissenstadt von dortigem Syenit (der mir statt des gewünschten Granits zugekommen war), war auf der oberen Fläche und den vier schmalen Seitenflächen fein polirt. Ihre Oberfläche betrug 37908 Quadratmillimeter. Die Serpentinplatte, kleiner und leichter als die vorhergehenden, wurde leider bei einem heftigen Sturme herabgeschleudert, so dass ich dann ihren Gewichtsverlust durch Verwitterung nicht mehr sicher bestimmen konnte.

Nach Verlauf von zwei Jahren nun wurden die Platten wieder gewogen. Die Kalkplatte zeigte einen Gewichtsverlust von 0,180 Grm., die Syenitplatte von 0,285 Grm. Die vorher ganz glatte Fläche der ersteren war ganz matt geworden, die Politur der Syenitplatte war nicht sehr merklich verringert, doch zeigte sich die Einwirkung der Verwitterung deutlich auch für das Auge an dem merklich geringeren Glanze einzelner Stellen. Berechnen wir nun unter Zugrundelegung der oben angegebenen Flächengrössen und mit Berücksichtigung des specifischen Gewichts der beiden Gesteine, als welches ich 2,6 und 2,75 angenommen habe, den Grad der Verwitterung, d. h. um wieviel bei Annahme gleicher Abtragung aller Theile der Platten durch dieselbe sie dünner geworden sind, so ergiebt sich für die Kalkplatte eine jährliche Abtragung von $^1/_{72,8}$ Mm. oder eine Erniedrigung eines Kalkfelsens um 1 Meter in 72,000 Jahren. Für die Syenitplatte berechnet sich eine Abtragung von ziemlich genau $^1/_{10}$ derjenigen der Kalkplatte, nämlich $^1/_{731,4}$ in einem Jahre oder 1 Mm. in 731 Jahren. Die Menge der messbaren atmosphärischen Niederschläge betrug in diesen zwei Jahren 1626,7 Mm., also gleichmässig vertheilt 813,3 Mm. auf das Jahr. Berechnen wir danach wieder, von wieviel Theilen Wassers ein Theil Kalk oder Syenit weggeführt wurde, so finden wir für ersteren 22760 Theile Wasser, für letzteren 228000. Dabei sind freilich die in unmessbaren Mengen niedergehenden oder auf den Platten sich verdichtenden Wassermassen — Thau, Reif, Nebel — ganz der Berechnung entzogen. Es könnte namentlich die Verwitterung des Syenits in diesem Betrage auffallen, doch glaube ich nicht, dass bei unseren klimatischen Verhältnissen dieselbe bei näherer Erwägung etwas Befremdliches darbieten dürfte. Die öfter angeführten Beobachtungen an den Jahrtausende hindurch scheinbar ganz unversehrten ägyptischen Monumenten widersprechen

diesen Versuchen nicht, indem es dort ebenso gut wie garnicht regnet. Dass bei uns eine solche Dauer nicht möglich ist, das geht schon aus der Besichtigung der Sockel hervor, welche unsere modernen Standbilder tragen. Ich habe, um mich von dem Einflusse der Verwitterung selbst auf die bestpolirten senkrechten Granitflächen zu überzeugen, wiederholt den Sockel des auf dem hiesigen Marktplatze aufgestellten Standbildes des Stifters der hiesigen Universität untersucht. Im Jahre 1843 errichtet, zeigte der Sockel von Granit aus dem Fichtelgebirge vollkommen polirte, spiegelnde Flächen. Auf der Wetterseite ist an den vorspringenden Theilen keine Spur von Politur mehr zu bemerken. Würden wir unsere obigen, für den Syenit gefundenen Zahlen auf den Granit anwenden, so würden wir eine Abtragung von 0,039, also von nahezu $^1/_{25}$ Mm. in dieser Zeit finden. Ich habe seit einiger Zeit Platten von polirtem und nichtpolirtem Granite der Verwitterung ausgesetzt, jedoch noch nicht so lange, um schon ein sicheres Resultat erhalten zu können, wie sich die Verwitterung des Granits zu der des Syenits verhält, hoffe aber, später darüber noch Mittheilungen machen zu können.

Ich knüpfe daran einige Bemerkungen über die Schlüsse, die man aus solchen Versuchen, wenn sie noch zahlreicher und unter verschiedenen Bedingungen angestellt sein werden, in geologischer Beziehung ableiten kann. Offenbar geben uns dieselben auch in gewisser Hinsicht ein sogenanntes natürliches Zeitmaass an, und möchte dieses zur Controlle Anderer für gewisse Fragen von besonderer Bedeutung sein. Ich habe hier zunächst die Zeitbestimmung der sogenannten Eiszeit im Auge. Man weiss, welche ungemein grosse Zahlen für die Jahre angegeben werden, welche sie hinter uns liegen soll. In der Schweiz und anderen Ländern hat man die Anwesenheit polirter und geritzter Felsen als die untrüglichen Merkmale der Gletscherwirkung und aus ihrer Verbreitung eben die einstige grossartige Vergletscherung grosser Ländermassen erschlossen.

Ich stelle nun die Frage: dürfen wir annehmen, dass Gletscherschliffe und namentlich die durch sie erzeugten Ritzen der Felsen auch nur 10,000 Jahre der Verwitterung ausgesetzt gewesen sind, ohne vollständig zu verschwinden? Angesichts der über die Verwitterung mitgetheilten Versuche müssen wir

diese Frage entschieden verneinen. Ich führe das jedoch nur an, um zu zeigen, welches Interesse derartige Versuche haben und würde es mich sehr freuen, wenn auch von Anderen unter anderen Verhältnissen derartige Experimente angestellt würden.

III. Versuche über Verdunstung.

Unstreitig sind viele Gesteine oder in ihnen eingeschlossene Mineralstoffe auf die Weise entstanden, dass das zu ihrer Lösung nöthige Wasser nach und nach verdunstete. Das Chlornatrium und die dasselbe begleitenden Salze haben sicherlich keine andere Entstehung gehabt, als dass eine Meeresbucht von der Communication mit dem Ocean völlig oder theilweise abgeschlossen wurde und dass sich allmälig das in derselben enthaltene Kochsalz nebst den übrigen Bestandtheilen des Meerwassers absetzte. Dennoch ist es in manchen Fällen sehr schwer, sich die Verhältnisse für die Bildung so bedeutender Steinsalzlager, wie z. B. das Stassfurter, zu construiren, und es bleibt in manchen Fällen nichts übrig, als ganz andere Verhältnisse der Verdunstung anzunehmen, als sie gegenwärtig sich in jenen Gegenden finden, wo wir Steinsalzlager haben. Es geht dies sehr deutlich aus den Versuchen hervor, die man über Verdunstung anstellt. Eine längere Zeit hindurch fortgesetzte Beobachtungsreihe über das Verhalten der Verdunstung zu der Menge der atmosphärischen Niederschläge ist mir nicht bekannt geworden; ich habe nun volle drei Jahre diese Beobachtungen gemacht und theile sie hier des geologischen Interesses wegen mit. Zwei cylindrische Gläser von gleicher Grösse, 10 Cm. weit und 15 Cm. hoch, wurden in einer Höhe von 34 Fuss über dem Erdboden auf einem Brette derart mit ihrem oberen Ende befestigt, dass sie ganz frei in die Luft ragten, indem das Brett 3 Fuss über das Fenster des Gemaches, in dem sie sich befanden, hervorstand*). Beide wurden gleich hoch, 12 Cm., das eine mit reinem, das andere mit Salzwasser von $2\frac{1}{2}$ pCt. Kochsalzgehalt angefüllt und nun ruhig stehen gelassen. Die Menge der atmosphärischen Niederschläge wurde nun

*) Das Gefäss mit Salzwasser wurde erst im letzten Jahre hinzugefügt.

ebenso wie die Verdunstung aus den Gefässen gemessen. Es betrug die Regenmenge in den drei Jahren 692, 696, 709 Mm. Die Verdunstung von reinem Wasser betrug in denselben Jahren:

548 855 750,

die Verdunstung von Salzwasser:

(466) (743) 659.

Die beiden eingeklammerten Zahlen sind unter der Voraussetzung berechnet, dass die Verdunstung von Salzwasser zu reinem Wasser sich in diesen Jahren, in denen sie nicht direct beobachtet wurde, gerade so verhalte wie in dem letzten Jahre. Directe Versuche unter verschiedenen Umständen über die Menge des verdunsteten Wassers aus wenig concentrirten Salzlösungen lassen mich diese Annahme als eine vollkommen berechtigte bezeichnen. Nehmen wir die Summa der drei Jahre, so erhalten wir:

Regenmenge 2097 Mm., Verdunstung von reinem Wasser 2153 Mm., Verdunstung von Salzwasser 1868 Mm.

Während also unter unseren jetzigen Verhältnissen in unseren Gegenden die Verdunstung von reinem Wasser die Menge der atmosphärischen Niederschläge um etwas übertrifft, bleibt die Menge der Verdunstung aus Salzwasser hinter derjenigen der Niederschläge ziemlich bedeutend zurück. Ich bemerke, dass nach einer allerdings erst fünfjährigen Beobachtungsreihe die mittlere Regenmenge der drei oben angegebenen Jahre etwas hinter der mittleren der fünf Jahre zurückbleibt, indem diese 702 Mm. beträgt, während wir als die jener drei Jahre 699 Mm.*) finden. Die Verhältnisse für die Verdunstung waren insofern auch günstig für dieselbe, als die Gefässe in einem dem Winde sehr zugänglichen Garten an der Westseite einer mit Schiefer überzogenen Wand sich befanden. Berechnen wir das Verhältniss der Verdunstungsmenge aus reinem Wasser zu der aus einer schwachen Salzlösung, so finden wir aus obigen Zahlen das Verhältniss wie 1 : 0,87. Es nimmt ab, wenn man die Salzlösung stärker nimmt, und kann selbst bis auf 1 : 0,66 sinken, so dass wir anzunehmen berechtigt sind: unter unseren jetzigen Verhältnissen übertrifft die Menge der atmosphärischen

---

*) Das ungemein regnerische Jahr 1870 ist nicht unter diesen drei Jahren.

Niederschläge jedenfalls die Menge des aus einer stärkeren Salzlösung verdunsteten Wassers. Wir müssen daraus den Schluss ziehen: Unter unseren jetzigen Verhältnissen könnte sich aus einer vom Meere abgesonderten Meeresbucht kein Salz durch Verdunstung abscheiden.

Es wäre nur noch Eines denkbar, und das könnte allerdings auch auf experimentellem Wege ermittelt werden, nämlich dass sich die Verdunstung einer grösseren Wassermasse anders gestalte als die einer kleineren, in einem Gefässe eingeschlossenen. Diese Frage liesse sich in der Art wohl entscheiden, wenn man etwas weitere und tiefere Gefässe in einer grösseren Wassermasse am Ufer des Meeres oder in einem grösseren See der Verdunstung aussetzte. Ueberhaupt wäre es wohl der Mühe werth, an verschiedenen Localitäten solche Verdunstungsversuche anzustellen, die ja nicht blos ein geologisches Interesse haben. Sie würden uns ebenfalls einen Schluss auf die früheren klimatischen und meteorologischen Verhältnisse gestatten, über die wir doch noch sehr wenig unterrichtet sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1871-1872

Band/Volume: 24

Autor(en)/Author(s): Pfaff Friedrich

Artikel/Article: Beiträge zur Experimentalgeologie. 401-409