

Briefliche Mitteilungen.

14. Beiträge zur Beurteilung vulkanischer Erscheinungen.

Von Herrn A. FLEISCHER.

Breslau, den 20. April 1905.

Hierzu 5 Textfiguren.

Der Umstand, daß in der Gegenwart tätige Vulkane fast sämtlich in der Nähe von Meeren vorkommen, hat früher Veranlassung gegeben, den Zutritt von Meerwasser zum Magma als Ursache vulkanischer Erscheinungen anzusehen. WALTERSHAUSEN¹⁾ hat den großen Kochsalzgehalt der dem Ätna bei Eruptionen entströmenden Dämpfe sowie die sich bildenden weißen, schneeartigen Überzüge auf Lava — die größtenteils aus Kochsalz bestehen — auf eine Einwirkung des Meerwassers zurückführen wollen, hält es aber auch für möglich, daß eine Auslaugung tieferer Salzlager die Ursache sei.

Derselbe Forscher²⁾ glaubte ferner, daß der hohe Gehalt der dem Ätna bei Eruptionen entströmenden Dämpfe an Salmiak von im Meerwasser vorhandenen Tieren herrühren könne, und hat deshalb diese Dämpfe auf einen Gehalt an Jod und Brom untersucht, aber keine Spur hiervon entdecken können. Es sei hierbei die Bemerkung gestattet, daß dieses Auftreten von Ammoniaksalzen sich wohl sehr einfach durch die bekannte Tatsache erklärt, daß Si, Ca, Mg, FeCl bei Rotglut chemische Verbindungen mit Stickstoff eingehen, die durch Wasserdämpfe unter Bildung von Ammoniak sich zersetzen. Es hat auch tatsächlich WALTERSHAUSEN bei der Eruption des Ätna von 1869 auf der Lava das Vorhandensein von Stickstoffeisen (Fe_2N) konstatiert, und es ist bekannt, daß Porphyr bei der Verwitterung große Mengen von Ammoniak entwickelt.³⁾

HÖRNES hat in seinem Buche über Vulkane und Erdbeben aus dem Vorhandensein tätiger Vulkane im Innern von Mexiko und Südamerika gefolgert, daß die Nähe des Ozeans keine unbedingte Notwendigkeit für das Auftreten von Vulkanen ist, wenigstens dahin, daß der direkte Zutritt des Meerwassers zu

¹⁾ Atlas des Ätna mit Text. 2. S. 538, herausgegeben von Lasaulx. Leipzig.

²⁾ Ebenda, S. 502.

³⁾ ERDMANN, Anorganische Chemie 1902. S. 615.

unterirdischen Magmaheerden als Ursache der Eruption vorausgesetzt werden müßte. Den gleichen Beweis glaubt man aus dem Vorhandensein tätiger Vulkane im Innern Ostafrikas — 30—60 Kilometer nördlich des Kivusee gelegen — folgern zu können. Es beweist dies indeß nichts gegen die Annahme, daß der Zutritt von Wasser zum Magma die Ursache vulkanischer Eruptionen sei, weil sehr wohl unterirdische Wasserströmungen, besonders in der Nähe großer Seen, ebenso auf das Magma wirken können, wie das Meerwasser in dem nur 200 Meter tiefen Golf von Neapel.

Diese Umstände veranlaßten mich, die Frage zu untersuchen, ob und unter welchen Umständen Wasser zu unterirdisch lagerndem Magma gelangen, und welche Folgen dies haben könne.

Angenommen, es habe ein unterseeischer Lavaerguß stattgefunden, so wird sich das Magma mit einer mehr oder weniger starken Schicht von Bimstein resp. Tuff umhüllen, deren Material sich in Ton verwandeln wird, wie dies am Meeresboden zu beobachten, und wie ich selbst auf Ischia etwas oberhalb Casamicciola in einem sehr tief eingeschnittenen, schmalen Bachbett besonders schön gesehen habe. Dieser Ton wird vom Meerwasser durchdrungen werden, und es erscheint nicht unmöglich, daß in dieser Weise durch enge Röhren unter starkem Druck Wasser zum Magma gelangen könnte.

Im Verlauf des Eindringens wird dieses Wasser, sich erwärmend, sich in Dampf verwandeln, und es kann möglicherweise beim Eindringen in größere Tiefe dieser Dampf eine so hohe Temperatur erlangen, daß der entstehende Druck größer ist als der Druck der darüber stehenden Wassersäule. Sobald dies der Fall ist, wird die Wassersäule geysierartig herausgeschleudert werden und ein tieferes Eindringen nicht stattfinden können. Dies war die sich aufdrängende und im Prinzip sehr einfache Frage, und es erscheint hierbei ganz nebensächlich, daß durch obigen Vorgang allmählich eine sich mehr und mehr vertiefende kältere Zone entstehen könnte, weil diese kalte Zone, Magma abkühlend und zum Erstarren bringend, das flüssige Magma lediglich in größere Tiefe zurückdrängen würde.

Zur Erörterung vorstehender Frage mußte zunächst geprüft werden, ob der jetzt von der Wissenschaft angenommene Gradient der innerirdischen Wärmezunahme von rund 3° C für 100 m Tiefe auch für große Tiefen richtig, oder aber größer, resp. kleiner ist. Das Letztere mußte vermutet werden, weil aus dem spezifischen Gewicht der Erdmasse folgt, daß die tieferen Gesteine dichter sind und daher auch deren spezifische Wärme geringer ist. Es wird deshalb der aus der Tiefe kommende Wärme-

strom die tieferen Gesteine entsprechend stärker erwärmen und dies umso mehr, als er fortschreitend von kleineren zu größeren Querschnitten gelangt. Es ist ferner klar, daß der Moment, in welchem der Druck des erwärmten Wasserdampfes größer sein wird, als der der darüberstehenden Wassersäule, umso früher eintreten muß, je rascher die Wärme in der Tiefe zunimmt. Es wird daher keinesfalls zu günstig gerechnet, wenn der Gradient der Wärmezunahme von 3° für 100 m für die Berechnung beibehalten wird.

Anlangend nun die Berechnung des Dampfdruckes für hohe Temperaturen, so kommen zunächst die Beobachtungen in Betracht, welche ARAGO und DULONG im Auftrage der Académie française angestellt und ungefähr 1830 beendet haben. Aus diesen direkten Beobachtungen, welche bis zu 24 Atmosphären reichen, ermittelte TREGOLD¹⁾ für die Dampfdrucke von 4—24 Atmosphären eine empirische Formel

$$p = (1 + 0,7135 t)^5 \text{ oder } t = \frac{\sqrt[5]{p} - 1}{0,7135}$$

wo p die Zahl des Druckes in Atmosphären, t die Temperatur des Dampfes über 100° bezeichnet, wenn man 100° zur Einheit nimmt und beispielsweise 236° mit t = 1,36 in Rechnung stellt.

Es entsteht natürlich die Frage, ob diese Formel auch richtig ist für sehr hohe Drucke und Temperaturen. Es kömmt da zunächst eine Arbeit von CLAUSIUS in Betracht.²⁾ Derselbe hat für den vorliegenden Zweck aus drei mathematisch entwickelten Formeln, welche für jede gegebene Temperatur korrespondierende Werte berechnen lassen, eine Tabelle gewisser Hälfswerte berechnet und dann eine bezügliche Gleichung ermittelt, angeblich anwendbar für alle Flüssigkeiten, deren kritische Temperatur bekannt ist. Mit Hülfe dieser Gleichung, der oben erwähnten Tabelle und dreier, für jede Flüssigkeit besonders zu ermittelnder Konstanten aus beobachteten Dampfdrucken hat CLAUSIUS nun die Temperaturen des Wasserdampfes zunächst bis zu 24 Atmosphären berechnet und Zahlen erhalten, die mit den von ARAGO und DULONG beobachteten fast genau übereinstimmen; dieselben sind durchschnittlich etwas höher als die der TREGOLD'schen Formel entsprechenden.

CLAUSIUS hat dann für die, von ihm auf 332,32° ermittelte kritische Temperatur des Wasserdampfs den Druck auf 134 Atmosphären berechnet, während die Berechnung nach der TREGOLD'schen Formel für diese Temperatur einen Dampfdruck von 133,2 Atmosphären ergibt.

¹⁾ MÜLLER-POUILLET. Lehrbuch der Physik, 2. 1847. S. 349.

²⁾ Comptes rendus Acad. d. sci. Paris 1881. S. 619.

Es haben also zwei ganz verschiedene Wege fast genau dasselbe Resultat erzielt, was gewiß für die Richtigkeit dieser Wege spricht. Die Versuche von AMAGAT¹⁾ können für die vorliegende Frage nicht in Betracht kommen, obwohl er mit einem sehr sinnreich konstruierten Apparat gearbeitet hat, welcher gestattet, bis zu 500 Atmosphären Druck zu gehen. Er hat nämlich Wasser nur bis zu einer Temperatur von 100° untersucht, auch sind seine Angaben, die bis zu 3000 Atmosphären reichen, nur zum kleinen Teil direkt beobachtet, zum großen Teil durch Weiterentwicklung von Kurven gefunden, bei denen die beobachteten Drucke und Volumina für gewisse Temperaturen in ein Koordinatennetz eingetragen waren. Indeß ergibt sich aus seinen Beobachtungen und Berechnungen für Ätherdampf, bis zu einer Temperatur von 138° und einem Druck von 1000 Atmosphären, daß die Dichtezunahme mit wachsendem Druck stetig kleiner wird.

Dagegen kommen sehr in Betracht die direkten Beobachtungen von BATELLI, sowie von CAILLETET & COLLARDES²⁾ hinsichtlich der kritischen Temperatur und des kritischen Druckes des Wasserdampfes. Es fanden

BATELLI die krit. Temperatur 364,3°, krit. Druck 194,6 Atmosph.

CAILLETET & COLLARDES „ 365° „ „ 205 „

und es ergibt die TREGGOLD-

sche Formel für 365° einen v. Druck 201,9 „

Es ergibt sich also der berechnete Druck nahezu als Mittel aus zwei, durch Beobachtung gefundenen Werten. Es spricht dies gewiß sehr für die Anwendbarkeit der Formel auf hohe Drucke, besonders wenn berücksichtigt wird, daß der kritische Druck einer etwas höheren Temperatur entspricht als der kritischen.

Zu weiterer Kontrolle habe ich dann neben der Temperatur noch die entsprechende Dampfdichte und die Koeffizienten der Dichtezunahme berechnet und zwar nach der Formel

$$d_1 = d \cdot p \cdot \frac{(1 + 100\alpha)^3}{(1 + \alpha t)}$$

wo d_1 die zu ermittelnde Dichte, d die Dichte des Wasserdampfes bei 100° (bezogen auf die Dichte des Wassers bei 0°), = 0,00 058 955, ferner α den Ausdehnungskoeffizienten der Luft nach Gay Lussac = 0,00 374, p und t aber Dampfdruck in Atmosphären und Temperatur bezeichnen. Diese Formel ist nicht empirisch, sondern mathematisch entwickelt, ist aber natürlich abhängig von Temperatur und Druck des Dampfes.

¹⁾ WÜLLNER, Wärmelehre 1896. S. 97.

²⁾ WÜLLNER, Wärmelehre 1896. S. 879.

³⁾ a. a. O. MÜLLER POUILLET.

Ich habe nun meine Berechnungen bis zu 23 00 Atmosphären geführt und die Resultate auf beiliegender Tabelle verzeichnet. Es ergibt sich aus derselben eine interessante, außerordentlich gesetzmäßige Beziehung zwischen den Koeffizientenreihen der Dichtezunahme einerseits von 10 : 20 : 30 bis 100 Atmosphären, von 100 : 200 : 300 bis 1000 und von 1000 : 2000 andererseits. Die Dichtezunahme ist von 10 : 100 Atmosphären annähernd dieselbe wie von 100 : 1000, ferner auch von 10 : 20 Atmosphären 86,3%, von 100 : 200 83,4% und von 1000 : 2000 81%; jeder Verdoppelung des Drucks entspricht eine fast gleiche Dichtezunahme, welche von 86,3% stetig bis zu 81% für 1000 : 2000 Atmosphären sinkt. Die Tabelle ergibt ferner, daß für die in Betracht kommenden Drucke von 2000 und 2100 Atmosphären die Dampfdichte nur etwa halb so groß ist, wie die Dichte des Wassers. Dies, in Verbindung mit der ermittelten außerordentlichen Gesetzmäßigkeit der Dichtezunahme sowie der Übereinstimmung mit beobachteten Drucken bis zu 201 Atmosphären, dürfte Zweifel bezüglich der Anwendbarkeit der Formel für sehr hohe Drucke kaum zulassen.

Die Tabelle ergibt nun für einen Dampfdruck von 2000 Atmosphären, entsprechend einer Wassersäule von 20 km Höhe, eine Temperatur des Dampfes von 600°, und diese Temperatur ist bei dem Gradienten der Wärmezunahme von 3° auf 100 m in einer Tiefe von 20 km vorhanden. Bei 605,8° beträgt der Druck des Dampfes 2100 Atmosphären. während diese Temperatur einer Tiefe von nur 20 193 m entspricht, also einer Wassersäule von ca. 800 m geringerer Höhe, als der Druck des Dampfes bedingt.

In dieser Tiefe müßte also das eindringende Wasser geysertartig hinausgeworfen werden. Dieser Vorgang würde bei einer Temperatur von 605° eintreten, während diejenige des breiigen oder geschmolzenen Magma wohl auf ca. 1000° angenommen werden muß. Gegenüber dieser bedeutenden Differenz kann der Umstand nicht in Betracht kommen, daß die Annahme einer Ausdehnung des Magma beim Erstarren eine gewisse Erniedrigung des Schmelzpunktes durch Druck bedingt.

Man kann daher wohl sagen:

Die Annahme, es könne Wasser durch enge Röhrenchen zum Magma gelangen, hat, gemäß dem Standpunkt des heutigen Wissens, nicht die mindeste Berechtigung, sofern das Magma sich so lange an seiner Lagerstelle befindet, daß die weitere Umgebung eine der des Magma entsprechende Temperatur angenommen hat.

Es kann nun zweifellos durch Einstürze oder Spaltenbildung

| | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| Druck in Atmosphären Temperatur Dampfichte Koeffizienten der Dichte- zunahme in Prozenten | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | |
| | 181,6 | 214,7 | 236,2 | 252,55 | 265,89 | 277,27 | 287,19 | 296,05 | 304,06 | 311,36 | |
| | 0,0048226 | 0,008986 | 0,012903 | 0,016644 | 0,020306 | 0,023859 | 0,027337 | 0,030751 | 0,034109 | 0,037417 | |
| | 86,3 | 43,6 | 29 | 22 | 17,5 | 14,56 | 12,49 | 10,91 | 9,7 | | |
| | Atmosphären | | | | | | | | | | |
| | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |
| | 311,36 | 363,58 | 397,65 | 423,57 | 444,7 | 462,71 | 478,45 | 492,47 | 505,16 | 516,76 | |
| | 0,037417 | 0,068835 | 0,097671 | 0,125340 | 0,15202 | 0,17791 | 0,20318 | 0,22790 | 0,25220 | 0,27600 | |
| | 83,4 | 42,3 | 28,4 | 21,3 | 17,03 | 14,2 | 12,17 | 10,66 | 9,48 | 8,6 | |
| | Atmosphären | | | | | | | | | | |
| | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | |
| 527,47 | 537,428 | 546,743 | 555,501 | 563,772 | 571,613 | 579,072 | 586,188 | 592,993 | 599,516 | | |
| 0,29974 | 0,322932 | 0,345851 | 0,368491 | 0,390878 | 0,413045 | 0,434993 | 0,456742 | 0,476303 | 0,499687 | | |
| 7,77 | 7,10 | 6,55 | 6,06 | 5,67 | 5,31 | 5 | 4,74 | 4,47 | | | |
| Atmosphären | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | | | | | | | | |
| 599,518 | 605,787 | 611,821 | 617,642 | | | | | | | | |
| 0,499687 | 0,5209045 | 0,541964 | 0,5628694 | | | | | | | | |
| 4,25 | 4,04 | 3,86 | | | | | | | | | |
| Dichtezunahme 1000 : 2000 0,2760 : 0,499687 = 81 Prozent. | | | | | | | | | | | |

Meerwasser ganz plötzlich in große Tiefen, vielleicht bis zum Magma gelangen, und es ist daher notwendig, die Druckerscheinungen zu erörtern, welche dabei eintreten können.

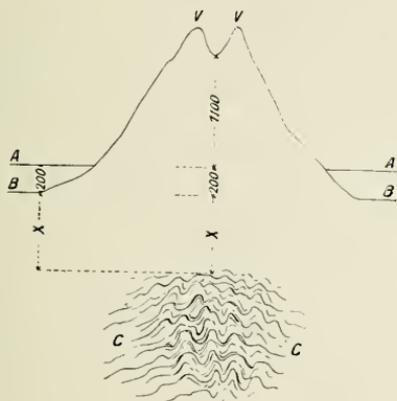


Fig. 1.

In nebenstehender Skizze (Fig. 1.) hezeichne AA die Oberfläche des Golfs von Neapel, BB den Meereshoden (ca. 200 m Tiefe), CC die unbekannte Lage des Magma, deren Tiefe unter dem Meeresboden also mit x zu hezeichnen ist, und VV den Vesuv. dessen Kraterboden ca. 1100 m über dem Meere liegt. Es ist alsdann die Druckeinheit des durch Einstürze oder Spalten zum Magma gelangenden Wassers, das spezifische Gewicht=1 gesetzt, dargestellt durch

$$(200 + x) \text{ meter} \times 1$$

Dagegen beziffert sich in gleicher Weise die Druckeinheit einer bis zum Kraterboden zu hebenden Magmasäule, bei einem spezifischen Gewicht von nur 2,8 für die Lava auf

$$(x + 200 + 1100) \text{ Meter} \times 2,8.$$

Wie ein zu rasch zündendes Pulver event. den Geschützlauf sprengen kann, so wird es vielleicht möglich sein, daß die bei dem plötzlichen Einbruch des Wassers entstehende enorme Dampfbildung durch den rapiden Stoß einen oberirdischen Lavaerguß verursacht; derselbe wird aber nur von momentaner Dauer sein können, weil gleich darauf der entstehende Druck — er sei so groß er wolle — nur nach der Seite des geringsten Widerstandes wirken, also nur einen unterseeischen Ausbruch veranlassen wird.

Es dürfte daher wohl berechtigt sein, zu sagen, daß ein plötzlicher Einbruch größerer Massen von Meerwasser zum Magma höchstens nur einen momentanen oberirdischen Lavaerguß veranlassen kann.

Aus Anlaß der neuerdings von Dr. ALFONS STÜBEL ausgesprochenen Ansicht, daß die Ausdehnung des Magma beim Erstarren die Ursache vulkanischer Eruptionen sei, hat Prof. Dr. DÖLTER, Graz, sehr richtig erklärt, daß eine solche Ausdehnung zu beweisen sei.

Zu diesem Zweck hat DÖLTER¹⁾ fünf vulkanische Gesteine: Augit, Leucitit, Limburgit, Nephelinit, Melanit, sowie Lava vom Ätna und Vesuv einer Untersuchung in der Weise unterzogen, daß er das spezifische Gewicht ermittelt hat, zunächst vom Naturprodukt, dann von dem geschmolzenen Gestein, ferner der rasch und dadurch glasig, sowie der langsam und deshalb kristallinisch erstarrten Schmelze. Für die Ermittlung des spezifischen Gewichts der flüssigen Schmelze sind Indikatoren benützt worden in der Weise, daß möglichst rundliche Gesteine von höherem Schmelzpunkt und verschiedenem, aber bekannten spezifischen Gewicht in das geschmolzene Material gebracht, resp. eingetaucht wurden, wo dann aus dem Schwimmen resp. Untertauchen und der Lage der untergetauchten, aber nicht auf den Boden gelangten, sowie der auf dem Boden liegenden Stücke das spezifische Gewicht der Schmelze festgestellt wurde. So sorgfältig und vorsichtig diese Versuche und Beobachtungen gemacht sein dürften, lag es doch in der Natur dieser Methode, daß fast nur annähernde Zahlen gefunden wurden, welche je nach dem Material in Grenzen von 0.7, 1.4, 1.8, 2, 3 bis 6⁰/₀ Differenz lagen.

Es muß nun bemerkt werden, daß für Gußeisen, bei welchem die Ausdehnung beim langsamen Erstarren wohl von niemandem bezweifelt wird, nach meiner Ermittlung²⁾ diese Ausdehnung im Moment des Erstarrens 2¹/₂⁰/₀ beträgt und nach dem Erkalten sogar nur 1,6⁰/₀, und demgegenüber ist die obige Unsicherheit über das spezifische Gewicht der flüssigen Schmelzen viel zu groß, als daß ein entscheidendes Resultat möglich wäre. Es scheint dies DÖLTER auch selbst anzuerkennen, da er am Schlusse seiner Arbeit sagt, daß er weitere Versuche mit einem verbesserten Apparat anstellen wolle. Es ist indes, den erwähnten Unsicherheiten gegenüber, ohne Weiteres zuzugeben, daß es schwer, vielleicht sogar unmöglich sein dürfte, eine zuverlässigere Methode für diese direkte Ermittlung zu finden.

Es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß neben dem Ausdehnungskoeffizienten des Gesteins an sich ganz besonders der durch die hohe Temperatur bedingte Druck der im Gestein ent-

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. 1901 2. S. 144.

²⁾ Diese Zeitschr. 55. 1903, S. 61.

haltenen Gase und die leichtere Beweglichkeit der flüssigen Masse eine sehr erhebliche Vergrößerung beim Schmelzen bedingen muß, und diese Vergrößerung wird wachsen, je höher die Temperatur über dem Schmelzpunkt liegt, je leichtflüssiger also auch die Schmelze wird. Demgemäß gibt auch DÖLTER an, daß bei Versuchen von Barus mit Diabas das feste Gestein sich bis zum Schmelzpunkt fast gleichmäßig ausdehnte, bei der Verflüssigung bei 1093⁰ aber eine sehr starke Volumvermehrung stattfand, welche bei Erhöhung der Temperatur auf 1421⁰ anhielt, sodaß im erkalteten Zustande das spezifische Gewicht im Mittel von drei Versuchen ca. 10% geringer war als das des verwendeten Diabas.¹⁾ Auch DÖLTER findet erhebliche Unterschiede zwischen dem spezifischen Gewicht der untersuchten Mineralien und der erstarrten Schmelze derselben, die er auf darin enthaltene Gasblasen zurückführt. Es ist sehr zu bedauern, daß beide Forscher bei den betreffenden Versuchen auf die absoluten Gewichte der verwendeten Materialien keine Rücksicht genommen haben (es ist nichts hierüber angegeben), weil anderenfalls ersichtlich wäre, ob und welche Rolle ein Entweichen von Gas bei der Verminderung des spezifischen Gewichts spielt.

Auch die von DÖLTER¹⁾ vorgenommene Ermittlung des spezifischen Gewichts der rasch und glasig, sowie der langsam und kristallinisch erstarrten Schmelzen ergab meist schwankende Differenzen, weil die ersteren noch Gasblasen, die letzteren noch glasige Masse enthielten.

Die vorstehenden Ergebnisse veranlaßten mich, Beobachtungen über diesen Gegenstand zu machen, wobei ich es für nötig hielt, nicht nur ein möglichst gasfreies Material zu erhalten, sondern auch größere Massen desselben zu untersuchen.

Der Zufall führte mir eine bei der Nickelverhüttung fallende erste Schlacke zu, welche ihrer dichten, kristallinischen Beschaffenheit wegen außerordentlich geeignet erschien, zumal sie

sehr wenig Gasblasen zeigte. Das Mittel aus sechs verschiedenen Analysen, des betreffenden Hüttenchemikers ergab als Zusammensetzung der Schlacke:

| S | NiO | FeO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | CaO | MgO |
|------|------|------|--------------------------------|------------------|-------|-------|
| 0,34 | 0,24 | 8,40 | 4,99 | 54,37 | 20,07 | 11,59 |

Diese Schlacke läuft aus dem Ofen in eine prismatische Form ohne Boden und Deckel, welche laut nebenseitiger Skizze (Fig. 2) durch je 2 gußeiserne Winkelplatten gebildet wird, und durch welche ein vierseitiges Prisma von 15 cm Quadrat und 38—40 cm Länge resultiert. Die an der eisernen

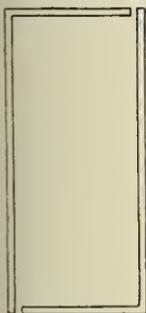


Fig. 2.

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. 1901 2. S. 144 u. f.

Form sehr rasch erstarrende Schmelze zeigte sich auf 2—4 mm Tiefe fast schwarz, wie Steinkohle aussehend, und in der Farbe wie Struktur scharf abgegrenzt gegen die dunkelgraue, nach der Mitte zu etwas heller werdende, regellos kristallinische Hauptmasse. Es war schwer, diese schwarze Rinde von der grauen Masse scharf abzutrennen, weshalb an einem losgelösten Stückchen der Rinde noch 4—6 mm stark graue Masse haftete. Ich bezeichnete dieses Stück mit A und entnahm daneben, nach der Mitte zu fortschreitend, noch 3 weitere einander benachbarte, mit B, C, D bezeichnete Stücke, von denen also D das zuletzt erstarrte Material enthielt. B zeigte an einer Stelle kleine Bläschen, während davon an den anderen Stücken, sowie an der Hauptmasse von B, mit dem Auge allein nichts zu sehen war, dagegen mit der Lupe vereinzelte, nur durch ihren Glanz bemerkbare Gasbläschen vermutet werden konnten, bei der kristallinischen Beschaffenheit des Materials aber nicht mit voller Sicherheit erkennbar waren.

Die Bestimmung der spezifischen Gewichte ergab für

| A | B | C | D |
|-------|-------|-------|-------|
| 3.326 | 3.244 | 3.213 | 3.180 |

Es zeigte sich also zwischen A und D eine Differenz von 4,6, zwischen B und D eine solche von 2⁰/₁₀.

Dadurch wäre bei diesem Material direkt bewiesen, daß die langsamere Abkühlung ein geringeres spezifisches Gewicht, also eine Ausdehnung bewirkt. Ich überschätze indes keineswegs diesen vereinzelten Beweis und hoffe, in kurzem weitere Versuche mit durch wiederholtes Umschmelzen und Pulverisieren entgasten Silikaten anstellen zu können.

Eine Analyse diese Schlacke ergab SiO₂ 54,18⁰/₁₀, FeO 10⁰/₁₀; die anderen Bestandteile wurden nicht festgestellt.

Es zeigten sich indeß an weiter vom Rande entfernten Stellen größere Hohlräume und auch an D, an der der Mitte zugekehrten Seite eine solche, fast kreisrunde, aber abgeplattete Blase von ca. 4 cm Durchmesser, die — bei einer so stark kristallinischen Masse befremdlich — Kristalle nicht enthielt, sondern eine ganz glatte, wie mit einer Emaille überzogene Wandung zeigte und dadurch an die im Gußeisen öfter vorkommenden Blasen erinnerte. Hierbei schien also ein Gasgehalt einen Druck ausgeübt zu haben. Es wurden dann in einem anderen Block größere Hohlräume gefunden, welche sämtlich an der der äußeren, zuerst abgekühlten Fläche zunächst gelegenen Seite mit Kristallen bedeckt, an der entgegengesetzten — später abgekühlten — Seite aber mit Emaille überzogen waren

und darunter zerdrückte Kristalle zeigten, welche anscheinend bei einer wenig unter dem Schmelzpunkt liegenden Temperatur einen von innen kommenden Druck erfahren haben mußten.

Die nebenstehende Skizze eines solchen Hohlraumes (Fig. 3), in welcher aa, bb die der Abkühlung unterworfenen Flächen bedeuten, während die mit Kristallen bedeckte Fläche durch eine gezähnte, die emaillierte Fläche durch eine punktierte Linie bezeichnet ist, möge vorstehendes anschaulicher machen.

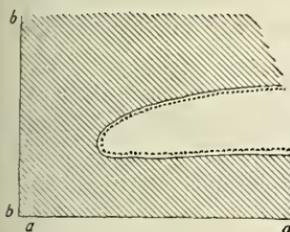


Fig. 3.

Um diese Beobachtung möglichst schärfer hervortreten zu lassen, wurde ein eiserner konischer Kübel mit etwas abgerundetem Boden von oben 550, unten 200 mm Durchmesser, bei 520 mm Höhe zur Aufnahme der Schlacke verwendet und nach der Füllung in der Weise getempert, daß der Kübel mit heißem Sand umgeben und bedeckt wurde. Es wurde dann aus diesem Block eine ca. 15 mm starke Scheidewand zwischen 2 Höhlungen, welche auf der einen Seite cc deutliche Kristalle, auf der anderen bb zerdrückte Kristalle unter einer Emaillierung zeigte, wie bei-

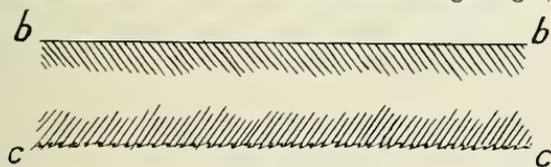


Fig. 4.

stehende Skizze zeigt, geteilt und das zwischenliegende Material möglichst beseitigt, so daß an jeder der beiden Flächen 3—5 mm starke Fragmente entstanden, deren spezifische Gewichte je zweimal bestimmt wurden. Das Letztere geschah auch mit einem der eisernen Form nahe gelegenen blasigen Stück a, sowie mit einem von cc nach der Mitte der Masse zu gelegenen Stück d.

Diese Bestimmung ergab, vom Rande nach dem Innern zu, für

| a blasig | bb | cc | d |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| 3,0701 | 3,2181 | 3,1476 | 3,1697 |
| | $\frac{3,2083 + 3,2280}{2}$ | $\frac{3,1447 + 3,1505}{2}$ | |

Die etwas große Differenz zwischen den beiden Bestimmungen bei bb dürfte daher rühren, daß die Fragmente nicht gleiche Dicke hatten, daher ungleich viel leichteres Gestein daran haftete. Aus den

umseitig angegebenen spezif. Gewichten ergibt sich, daß dort, wo die Fläche des Hohlraums mit einem Email überzogen, das spezif. Gewicht $2\frac{1}{4}\%$ größer war, als an der mit Kristallen bedeckten, später erstarrten Seite. Es mußte also auf *bb* bei einer dem Schmelzpunkt noch nahen Zeit der Erstarrung ein starker Gasdruck verdichtend gewirkt haben.

Das später erstarrte Stück *d* war $0,7\%$ schwerer als *c*, so daß also, von *bb* abgesehen, die spezifischen Gewichte vom Rande nach der Mitte zu fortdauernd eine Kontraktion zeigen, welche aber nur einer Verminderung der Blasenräume zuzuschreiben sein dürfte. Diese Beobachtung ist also ähnlich den von DÖLTER gemachten Wahrnehmungen eines geringeren spezifischen Gewichts der rascher erstarrten gegenüber den langsamer und deshalb blasenfreier erstarrten Schmelzen.

Um eine etwaige Ausdehnung der Schlacke mehr auf eine Verstärkung des Gasdruckes wirken zu lassen, habe ich bei Herstellung eines Blocks von 15 cm im Quadrat und ca. 40 cm Länge die beiden Teile der früher beschriebenen eisernen Form durch umgeschmiedete starke Bandeisen fest verbunden und, nach Füllung der Form mit Schlacke, die Masse durch Überschüttung mit heißem Sand getempert. Es zeigte sich beim Zerschlagen zunächst der eisernen Form eine dünne, wenig blasige Schicht *A* von 1—5 mm Dicke und darauf folgend eine blasenreiche bis zu 15—18 mm vom Rande, die ich mit *B* bezeichne. Die nicht an der eisernen Form gelegene Wandung des Blocks zeigte sehr wenig und nur kleine Blasen, steiniges Gefüge von teils grauer, teils hellbrauner Farbe, und ging schon in 10—15 mm Entfernung vom Rande in eine braunschwarze, teils stenglig, teils strahlenförmig krystallinische Masse von sehr hohem Glanz über, welche dem unbewaffnetem Auge fast blasenfrei erschien; ein der Übergangsstelle nahes, aber schon ganz krystallinisches Stück bezeichne ich mit *C*. Weiter wurden drei auf einander folgende Scheidewände der Höhlungen in der bereits beschriebenen Weise geteilt. Vom Rande nach der Mitte zu bezeichne ich die dem Rande zugekehrte emaillierte Seite dieser Zwischenwände mit *Ia*, *IIa*, *IIIa*, die andere der Mitte zugekehrte mit Kristallen bedeckte mit *I*, *II*, *III* und ebenso die zur Untersuchung verwendeten Fragmente. Es wurde das spezifische Gewicht aller dieser Stücke resp. Fragmente bestimmt und zwar bei *B* in pulverisiertem Zustande (feiner Sand bis zu ca. 30 cbmm großen Körnern) ebenso bei *IIa* und *II*, nachdem die erste Bestimmung auffallende Resultate ergeben hatte.

Die Ergebnisse der Bestimmung waren für

| | | | | | |
|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| A | | Bpulver. | | C | |
| 3,1773 | | 3,1073 | | 3,2209 | |
| Ia | I | Ia | II | IIIa | III |
| 3,2708 | 3,1523 | 3,2642 | 3,2479 | 3,3503 | 3,2709 |
| | | pulver. | | | |

Gemäß dem geringeren Blasengehalt war bei A ein höheres spezifisches Gewicht zu erwarten als bei B; hiervon aber abgesehen, zeigt sich einerseits, wie bei den Versuchen von DÖLTER, eine Zunahme der Dichte, wachsend mit der größeren Langsamkeit resp. der späteren Erstarrung, andererseits aber auch eine Abnahme der kleinen, nur mit der Lupe erkennbaren Bläschen. Deutlich aber tritt hervor, dass die emaillierten, also früher erstarrten Seiten der Scheidewände stets ein höheres spezifisches Gewicht zeigen, als die später erstarrten, mit Krystallen bedeckten. Daß an letzterer Stelle die kleinen Bläschen in größerer Menge auftreten, konnte mit der Lupe nicht gefunden und kann auch nicht angenommen werden, weil die Erstarrung ja später erfolgt ist als bei der emaillierten Seite der Scheidewände.

Selbst wenn dies aber der Fall wäre, wird die gebildete Emaillierung, unter welcher eine zerdrückte Krystallisation bemerkbar, doch nur erklärt werden können durch einen im Verlauf der Erstarrung wachsenden Gasdruck, der gleichzeitig eine Verdichtung der früher erstarrten, emaillierten Seite der Scheide-

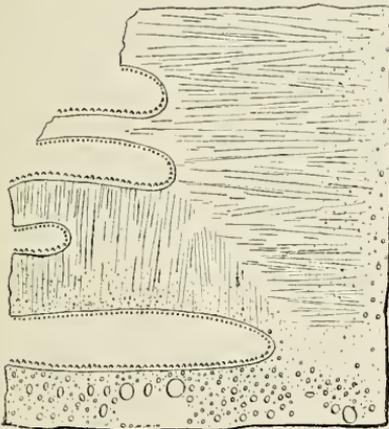


Fig. 5. In halber Größe.

wand veranlaßt hat, und der wiederum nur durch eine Ausdehnung des inneren noch flüssigen Materials bei der Erstarrung hervorgerufen sein kann.

Es läge somit neben dem zuerst geführten direkten Beweise ein zweiter indirekter vor für die Ausdehnung dieses Silikats beim Erstarren. Die Analyse dieser Schlacke ergab Si O_2 50.91, Fe O 10,45%. Zu besserem Verständnis füge ich die Skizze eines Schlackenstückes (Fig. 5) bei und bemerke, daß die emaillierten Flächen durch punktierte, die mit Kristallen bedeckte durch gezähnte Linien bezeichnet sind, die kleinen mehr oder weniger rundlichen, durch Linien begrenzten Flächen bedeuten Blasenräume, die Punkte, kleine, nur mit der Lupe an dem Glanz der Emaille deutlich erkennbare Bläschen.

Wo derartige Bläschen nur außerordentlich vereinzelt auftreten, sind selbe ganz unberücksichtigt geblieben.

15. Erwiderung auf die briefliche Mitteilung von Herrn E. STOLLEY vom 4. April 1905.

Von Herrn C. GAGEL.

Schwarzenbek, den 15. Mai 1905.

Daß Herr Professor STOLLEY ähnliche Konglomerate, wie ich sie beschrieben habe, bereits 1895 beschrieben hat, ist leider sowohl mir, wie sämtlichen Fachgenossen, denen ich die Stücke gezeigt habe, aus dem Gedächtnis entschwunden gewesen. Im übrigen scheint es mir, daß meine Geschiebe doch wohl nicht „zweifellos ident“ mit den STOLLEYSchen Geschieben sind, und die ganze Polemik STOLLEYS ist mir absolut unverständlich. Wo steht denn in meiner Notiz etwas von Geschieben, die nur aus Ramsäsagesteinen bestehen, und wo etwas von solchen, die „anstatt“ der Ramsäsagesteine Chalcedon, Quarzporphyre, Diabas etc. führen?

Wenn ich gewisse Konglomerate beschreibe, deren Gerölle „zu einem erheblichen Teil aus roten Kalken“ bestehen, und fortfahre „sehr zahlreich sind darin vertreten große Stücke dünnplattiger, sandiger Tonschiefer etc. etc., endlich ziemlich spärlich Chalcedone, Quarzporphyre, Diabase, Gneise und große Quarzkörner“, wenn ich dann das soeben genau beschriebene Konglomerat „mit Geröllen von Beyrichienkalk“ abbilde, ein solches Konglomerat erwähne, in dem Gerölle von rotem ober-silurischem Beyrichienkalk gefunden sind, nochmals ein solches Geschiebe (— das abgebildete —) erwähne, das ebenfalls Gerölle von rotem und gelbem Beyrichienkalk enthält, dessen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Fleischer Alexander

Artikel/Article: [14. Beiträge zur Beurteilung vulkanischer Erscheinungen. 201-214](#)