

welche in den schon damals vorhandenen Depressionen entweder in Endseen mündeten, wie in Khargeh, oder versiegten, wie in Kurkur.

Eine weitere solche Flußrinne, mit gut erhaltenen Schottern, benutzt die Bahn zur Oase Khargeh bei dem Aufstieg vom Niltal auf das Wüstenplateau. Nach WALTHER (l. c. S. 188) ist hier eine der Abflurinnen aufgeschlossen, welche von der libyschen Wüste zum Niltal, bzw. zu dem WALTHERSchen Endsee von Theben, führten.

Diese Flußrinne muß in Parallele gesetzt werden zu der, welche ich (l. c.) vom Fuß des Gebel Borga bis zum Niltal bei Kubbanije nachweisen konnte. Auch durch sie fand eine Entwässerung eines Teiles der libyschen Wüste zum Nil und ein Transport von Gesteinsmaterial statt.

Es ergibt sich somit durch die neueren Untersuchungen immer deutlicher, daß die libysche Wüste, wenigstens in ihrem südlichen Teile, eine feuchtere Klimaperiode durchgemacht hat. In dieser Zeit war das Gebiet von einer Anzahl von dauernden oder periodischen Wasserläufen durchzogen, von welchen Reste ihrer Ablagerungen an manchen Stellen noch sichtbar sind. Die Oasendepressionen, sowie das Niltal bestanden schon ungefähr in ihrer heutigen Form und dienten als Sammelbecken für die von den umgebenden Plateaus herabfließenden Gewässer. Beweise für die Existenz eines großen, zusammenhängenden, die ganze libysche Wüste von Süd nach Nord durchziehenden Flußsystems sind im südlichen Teil nicht gefunden worden.

Über die Ursachen der vulkanischen Ausbrüche.

Von Walther Karmin (Wien.)

Die Frage nach der Entstehungsursache der vulkanischen Ausbrüche hat bis zu dem heutigen Tage keine hinreichende, in jeder Beziehung befriedigende Erklärung gefunden.

Die Infiltrationstheorie, die sich lange Zeit besonderen Ansehens erfreute, konnte nicht mehr befriedigen, als man erkannte, daß die Unregelmäßigkeit der vulkanischen Ausbrüche mit dieser Lehre nicht vereinbar sei, daß die Lage der meisten Vulkane in der Nähe des Meeres mit dem tektonischen Bau der Lithosphäre zusammenhänge, daß ferner manche im Meer enthaltene Stoffe in den vulkanischen Exhalationen sich nur selten und in minimalen Spuren nachweisen ließen, und schließlich ein Einsickern von Wasser oder Wasserdampf in bedeutendere Tiefen unmöglich sei, da innerhalb der Zone des latent-plastischen Zustandes die Wasserwege geschlossen sein müssen.

Der Anschauung, nach welcher es infolge des Faltungsprozesses zu einem Ausquetschen von Magma kommen müsse, kann schon aus dem Grunde keine allgemeine Gültigkeit zuerkannt werden, als Vulkane nicht nur in Faltungsgebieten, sondern auch in Tafelländern auftreten.

Auch die Ansicht, daß die Expansion der Gase --- speziell des Wasserdampfes — allein Ursache der vulkanischen Ausbrüche sei, stößt a priori auf Schwierigkeiten, da wir z. B. von Hawai und Island Eruptionen kennen, bei denen Gase nachweislich eine nur sehr untergeordnete Rolle spielen.

Was die Herkunft des Wassers und aller andern gasförmigen Stoffe anbelangt, so ist diese Frage längst durch G. v. TSCHERMAK dahin entschieden worden, daß sie in ihrer Hauptmasse Produkte des erkaltenden Erdinnern darstellen (juvenile Stoffe im Sinne von E. SUESS), daß aber auch die Infiltration von Wasser von der Erdoberfläche aus, also vadosem Wasser, zugegeben werden müsse. Man scheint jedoch in der Bewertung des juvenilen Beitrages — speziell was die Thermen anbelangt — vielfach zu weit gegangen zu sein.

Die Meinung, daß durch aufreißende Spalten eine Druckentlastung des Glutflusses in der Tiefe, und durch die ausspritzenden Gase ein Emporfördern von Magma hervorgerufen werde, mag wohl in speziellen Fällen, nicht aber im allgemeinen zu Recht bestehen, da einerseits diese Gase fehlen, bzw. in nur geringer Menge vorhanden sind, andererseits die Eruptionen eines Stromboli oder Kilauea unerklärt blieben, da bei diesen Vulkanen eine Kommunikation mit dem Herde in der Tiefe als bereits bestehend angenommen werden muß.

Alle diese Anschauungen, die — wir wollen dies nachdrücklich betonen — in einzelnen Fällen tatsächlich eine richtige Erklärung der Eruptionen geben dürften, krankten an dem Fehler, daß ihnen eine allgemeine Gültigkeit abgesprochen werden muß, da sie nicht ausreichen, die gesamte vulkanische Tätigkeit unseres Planeten hinreichend und einwandfrei zu begründen.

Auf ganz andere Grundlage stellte die vulkanischen Ausbrüche der ausgezeichnete Kenner der südamerikanischen Vulkane, A. STÜBEL¹⁾, mit dessen Theorie wir uns im folgenden etwas eingehender beschäftigen wollen, da wir sie in modifizierter Form unseren Ausführungen zugrundelegen werden.

STÜBEL geht davon aus, daß bei Voraussetzung einer dicken Erstarrungskruste die verhältnismäßig geringen Äußerungen der vulkanischen Kräfte der Gegenwart nicht auf die Reaktion eines großen Zentralherdes zurückgeführt werden dürfen. Eine notwendige Folge der Erstarrung der Erde ist die Ausstoßung glutflüssigen Materials aus den inneren Räumen der Erde nach der Erdoberfläche, eine Erscheinung, die ihre Ursache in Volumveränderungen hat, die sich im Laufe des Erkaltungsprozesses zeigen. Außerdem spielt die Durchtränkung des Magmas mit Gasen eine überaus große Rolle, denn sie bewirkt bei Verminderung des Druckes ein Aufschäumen des Magmas, dann ein

¹⁾ A. STÜBEL: Ein Wort über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart. Leipzig 1901. — Die Vulkanberge von Ecuador. Berlin 1897.

plötzliches Zusammensinken, sobald ein großer Teil der Gase entwichen ist. Außerdem ist die Spannkraft der Gase deshalb von höchster Wichtigkeit, da sie die Entstehung von Hohlräumen verhindert.

Die Abführung der Magmamassen aus dem Erdinnern hat eine Anhäufung von glutflüssigem Materiale über der Erstarrungskruste der Erde zur Folge. Die Gesamtheit der dadurch entstehenden Gesteinsbänke, die den Erdkörper rings umschalen, bezeichnete STÜBEL als Panzerdecke. Diese birgt eine Unzahl peripherischer Herde, die untereinander nicht nur nach ihrem Rauminhalte, sondern auch hinsichtlich ihrer Höhenlage verschieden gedacht werden müssen. Die peripherischen Herde entwickeln dieselbe Tätigkeit wie ursprünglich der Zentralherd. Es ist möglich, daß einige dieser Herde mit dem Hauptherde in Verbindung geblieben sind und auch weiterhin durch jenen bis zu einem gewissen Grade beeinflußt werden können.

Die Forderung nach kleineren, begrenzten Herden ergibt sich aus der Erschöpflichkeit vulkanischer Gebiete und aus der Unabhängigkeit in den Äußerungen benachbarter Vulkane.

STÜBEL ist nicht der erste, der die vulkanischen Kraftäußerungen auf eine Volumvergrößerung des erstarrenden Magmas zurückzuführen suchte. NASMYTH und CARPENTER vertraten in ihrem ausgezeichneten Werke über den Mond die Ansicht, daß die vulkanischen Gebilde unseres Satelliten dadurch entstanden seien, daß glutflüssiges Material infolge einer Zunahme des Volumens während des Erstarrungsprozesses ausgestoßen worden sei. Ferner veranlaßten die Versuche von NIES und WINKELMANN HORNSTEIN dazu, in der Volumvergrößerung des Magmas eine neue Ursache des Vulkanismus zu finden.

Von entscheidender Bedeutung in dieser Frage waren die Arbeiten C. DÖLTERS¹⁾, dessen sehr exakt durchgeführten Untersuchungen ein für die Lehre STÜBELS ungünstiges Resultat ergaben, indem sie feststellten, daß das spezifische Gewicht der flüssigen Schmelze stets geringer sei, als das des betreffenden festen Gesteins.

Erst die Untersuchungen TAMMANN²⁾ brachten die STÜBELSche Theorie — wenngleich in einer etwas modifizierten Form — wieder zum Aufleben. Nach TAMMANN erfolgt die Erstarrung (Krystallisation) der Silicatschmelzen oberhalb des zum maximalen Schmelzpunkt gehörenden Druckes unter Volumvergrößerung. Auf Grund dieser Tatsache unterschied F. v. WOLFF³⁾ zwei Magmazonen. In der ersten Zone geht die Krystallisation unter Volumkontraktion vor sich, das Magma ist nicht imstande, selbst Kraft zu entfalten. Wenn aber durch tektonische Vorgänge eine Druckentlastung stattfindet, so wird es unter Volum-

¹⁾ C. DÖLTER: Die Dichte des flüssigen und des festen Magmas. Neues Jahrbuch f. Mineralogie usw. Stuttgart 1901.

²⁾ W. A. TAMMANN: Kristallisieren und Schmelzen. Leipzig 1903.

³⁾ F. v. WOLFF: Über das physikalische Verhalten des vulkanischen Magmas. Z. d. D. geol. Ges. Berlin 1906.

vergrößerung verflüssigt und eruptionsfähig. Das Magma der zweiten, tiefer gelegenen Zone krystallisiert unter Volumdilataion, und nur hier besitzt es die Fähigkeit, sich selbst den Ausweg zur Erdoberfläche zu bahnen. Beide Zonen sind durch das Gebiet des maximalen Schmelzpunktes getrennt.

Wir wollen nunmehr untersuchen, wie wir uns die Entstehung der vulkanischen Ausbrüche und die Entwicklung, welche die vulkanische Tätigkeit unseres Planeten genommen haben muß, vorstellen können.

Das erste Auftreten von vulkanischen Äußerungen in unserem Sinne muß in jenen Zeitpunkt der Entwicklungsgeschichte der Erde verlegt werden, in dem die von außen nach innen fortschreitende Erkaltung einen Grad erreichte, der bereits das Auftreten erstarrter Schollen an der Oberfläche ermöglichte. Der Umstand, daß einerseits die Zusammensetzung des oberflächlichen Schmelzflusses gewiß nicht überall genau dieselbe war, andererseits aber auch der Entgasungsprozeß sicherlich nicht an allen Teilen des Erdkörpers mit gleicher Lebhaftigkeit vor sich ging, verhinderte a priori das Zustandekommen einer einheitlichen Erstarrungskruste. Nur Schollen konnten entstehen, und unter diesen mußten sich die Gasmengen sammeln, denen nunmehr der Ausweg nach oben versperrt war. Die durch andauernden Nachschub neuer Gasmengen zunehmende Tension mußte es schließlich mit sich bringen, daß die Scholle der Gewalt der darunter befindlichen Gasmengen nachgebend zerbrach oder durchbrochen wurde, und nun jener Vorgang sich abspielen konnte, den wir im Kleinen beim sog. Spratzen des Silbers beobachten können: die mit beträchtlicher Gewalt plötzlich entweichenden Gase reißen große Mengen des Schmelzflusses mit sich und lagern sie rings um die Ausgangsöffnung an.

Es ist ohne weiteres klar, daß die Spannkraft der unter der nunmehr bedeutend mächtiger gewordenen Scholle angesammelten Gase viel größer sein mußte als das erste Mal, um neuerdings einen Durchbruch nach oben zu bewerkstelligen. Es mußten infolgedessen jetzt viel größere Ausbrüche stattfinden, Ausbrüche, die in vielen Fällen bereits genügend Material herauszufördern imstande waren, um peripherische Herde niedrigster Ordnung zu schaffen und somit die ersten Bausteine der Panzerdecke zu liefern. Diese nun allenthalben mit größerer oder geringerer Mächtigkeit sich bildenden primären Herde blieben mit dem großen Zentralherde in Verbindung und wurden durch ihn auch wieder zu neuer Tätigkeit und zur Entwicklung von Herden höherer Ordnung angeregt.

Die Entwicklung der Panzerdecke dürfte übrigens an allen Teilen ziemlich gleichmäßig vor sich gegangen sein. Sämtliche Teile der Erdoberfläche standen ja bei der Abkühlung nahezu unter den gleichen physikalischen Verhältnissen, und auch die qualitativen Verschiedenheiten dürften — wenn auch immerhin vorhanden — keine allzu großen gewesen sein. Müssen wir doch annehmen, daß der lebhafteste Entgasungs-

prozeß, der sein Maximum lange vor dem Auftreten der ersten Schollen hatte, ein Durcheinandermischen qualitativ verschiedener Magmamassen — wenigstens bis zu einem gewissen Grade — zur Folge haben mußte. Ging nun der Erstarrungsprozeß überall ungefähr gleichmäßig vor sich, so mußte auch der zum maximalen Schmelzpunkt gehörende Druck approximativ gleichzeitig, und zwar in gleicher Tiefe erreicht werden. Das hatte aber weiterhin zur notwendigen Folge, daß die nunmehr erfolgende Volumdilataion beim Erstarren allenthalben gleichzeitig in der Tiefe beginnen mußte.

War die vulkanische Tätigkeit bisher lokaler Natur, und hatte sie hauptsächlich in der Expansion der Gase ihre Ursache, so tritt diese nunmehr zurück vor den Wirkungen des an Volumen zunehmenden Erdzentrums. Diese Volumdilataion muß auf die teils flüssigen, teils latentplastischen Massen einen gewaltigen Druck ausüben, der so lange an Intensität zunimmt, bis durch Emporförderung flüssigen Materials aus den jeweils höchst gelegenen peripherischen Herden ein Gleichgewichtszustand eintreten kann. Die Volumdilataion des Erdkernes gibt also auf diese Weise indirekt zu vulkanischen Eruptionen Anlaß. Wir möchten diese Art von Ausbrüchen, die durch Verbreitung über die ganze Erdoberfläche charakterisiert sein müssen, als Gesamtausbrüche bezeichnen. Daß bei denselben die den Schmelzfluß mehr oder minder stark durchsetzenden Gase eine wichtige, den Ausfluß fördernde Rolle spielen, muß unbedingt zugegeben werden. Es kommt ihnen sogar eine umso größere Bedeutung zu, als durch ihre Mithilfe mehr Material herausgefördert wird, als der Volumdilataion des Erdinnern entsprechen würde. Es kann daher ein recht beträchtlicher Zeitraum verstreichen, ehe sich die andauernde Volumzunahme des Erdzentrums abermals in Form von Ergüssen aus den peripherischen Herden manifestieren kann. In jenen peripherischen Herden, die gasarmes Magma enthalten, wird sich die eben erwähnte Ausquetschung nicht plötzlich mit großer Gewalt vollziehen können, sondern sie wird allmählich wirken müssen, und zwar auch in Zeiten, in denen die andern peripherischen Herde bereits aus dem Stadium der Gesamtausbrüche herausgetreten sind. Speziell für die Vulkane des Hawai-Typus dürfte dies angenommen werden können.

Nun müssen sich aber unterhalb der bereits in große Tiefe vorgeprägten Erstarrungskruste gewaltige Gasmengen angesammelt haben, deren Tension in gleicher Weise kontinuierlich steigen muß, wie es zu Beginn der Erstarrung unseres Planeten der Fall war. Es muß schließlich einmal der Moment kommen, in dem sie die gewaltige, über ihnen ruhende Erstarrungskruste durchbrechen und in die peripherischen Herde der Panzerdecke gelangen, daselbst zu den furchtbarsten Katastrophen Anlaß gebend, die der Erdkörper bis dahin mitgemacht hat. Sind die Gesamtausbrüche durch die Wirkung des zentralen Herdes nur

indirekt bedingt, so manifestieren sich diese Katastrophenausbrüche als direkte Reaktion des Erdkernes.

Es ist ungemein schwierig, jenes Stadium in der Entwicklung des Vulkanismus zu bestimmen, in dem sich momentan die Erde befindet. Als Gesamtausbrüche, die sich einerseits durch Emporfördern enormer Mengen glutflüssigen Materials, andererseits durch Verbreitung über die gesamte Erdoberfläche kennzeichnen müssen, möchten wir die vulkanischen Ausbrüche des Paläozoicum und des Tertiär ansprechen. Wirkungen, wie sie ein direktes Einwirken des Zentralherdes hervorbringen müßte, vermögen wir selbst unter den gewaltigsten vulkanischen Gebilden der Erde nicht aufzufinden. Es scheint daher der Schluß berechtigt, daß die Katastrophenausbrüche der Erde erst in der Zukunft bevorstehen.

Zwischen den Zeiten der Gesamtausbrüche finden wir die vulkanische Tätigkeit in jener Form, in der sie sich uns heute darbietet, als mehr minder lokale Erscheinungen, die ihren Sitz in den obersten peripherischen Herden haben dürften. Hier müssen wir andere Entstehungsursachen — Expansion der Gase, Hinzutreten von Meerwasser zum vulkanischen Herde, Auspressen von Magma durch gebirgsbildende Vorgänge usw. — annehmen.

Wir möchten außerdem die Meinung aussprechen, daß in speziellen Fällen Einzelausbrüche — gleich den Gesamtausbrüchen — durch Ausquetschung peripherischer Herde infolge der Volumvergrößerung des Erdkernes hervorgebracht werden können. Besonders dann, wenn wir benachbarte Vulkangebiete, für die wir mit Bestimmtheit getrennte, also voneinander unabhängige Herde annehmen müssen, gleichzeitig in Tätigkeit treten sehen, werden wir berechtigterweise diese Ursache zugrunde legen können. Es läßt sich ohne weiteres verstehen, daß die Dilatationsvorgänge des Erdkernes an einer verhältnismäßig engbegrenzten Stelle sich gelegentlich intensiver gestalten und auf diese Weise Eruptionen vom Charakter der Einzelausbrüche veranlassen. Außerdem werden wir überall dort mit der gleichen Ursache zu rechnen haben, wo — wie bereits erwähnt — die Gasarmut des Magmas schuld daran ist, daß dem Dilatationsprozesse des Erdzentrums in dem betreffenden Herde kein Spielraum zur Verfügung steht.

Der Schlußakt in den vulkanischen Äußerungen eines Himmelskörpers wird durch Katastrophenausbrüche repräsentiert. In diesem Stadium sind die peripherischen Herde bereits erloschen — möglicherweise können noch geringfügige Reste flüssigen Magmas in ihnen vorhanden sein.

Einen vortrefflichen Beweis dafür liefert der Mond, dessen letzte vulkanischen Äußerungen derart gewaltig waren, daß die Meinung ausgesprochen wurde, der Ausgangspunkt dieser Katastrophenausbrüche sei nicht in peripherischen Herden, sondern im Zentrum unseres Tra-

banten zu suchen. Aus dem oben Angeführten müssen wir zu der gleichen Annahme kommen.

Indessen scheinen sich am Monde noch Äußerungen peripherischer Herde zu zeigen, wie von H. J. KLEIN und J. SCHMIDT an dem Vulkan Linné beobachtet worden ist.

Ob die Katastrophenausbrüche, deren Wirkungen wir sehen, bereits die letzten Äußerungen des Mondvulkanismus darstellen, ist eine Frage, deren Beantwortung wir schuldig bleiben müssen.

Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen zur Erläuterung der äußeren Dynamik

(dargestellt an der Hand der Neuaufstellung der allgemein-geologischen Sammlung des geologischen Museums der Universität Marburg).

Von **K. Andrée** (Marburg i. H.)

Bei vielfacher Beschäftigung mit den Problemen der Sedimentbildung und mit der Wissenschaft der Sedimentpetrographie hatte ich die Erfahrung gemacht, daß die Fragen, die hier der Lösung harren, dieser nur unter Berücksichtigung der großen Probleme der äußeren Dynamik der Erdrinde überhaupt näher gebracht werden konnten, und dementsprechend bin ich dazu gekommen, nach und nach mich mit fast allen exogenen Vorgängen, die in das Bereich des Geologen gehören, zu beschäftigen.

Die Hilfswissenschaften, deren ich mich hierbei zu bedienen hatte, waren außer der Chemie und Physik insbesondere die Mineralogie und die Geographie, woneben aber auch manche biologische Vorgänge zu berücksichtigen waren. Bei diesen Studien nun drängte sich mir immer mehr die Überzeugung auf, daß gerade die geographische Betrachtungsweise der geologisch so wichtigen Vorgänge der Abtragung und der Ablagerung von Nutzen für das Verständnis dieser Dinge überhaupt sei, und so ergab sich von selbst eine Gruppierung der einzelnen Erscheinungen nach diesen Gesichtspunkten. — Mehr als das! Die Zyklen, die in der Wissenschaft der Geomorphologie so modern geworden sind, wurden von großer Bedeutung für das Bild, welches sich mir allmählich von den Vorgängen der Sedimententstehung und ihrem Fossilwerden ergab, und ich kam dazu, sämtliche Vorgänge der äußeren Dynamik unter einem großen Kreislauf¹⁾ zu begreifen, in dessen Mittelpunkt das Werden der Sedimente und ihr Leben, ihre Physiologie, wenn ich so sagen darf, zu stehen kam. Die erste greifbare Gestalt nahmen diese Ideen an, als ich mich anschickte, eine Vorlesung über Sedimentbildung am Meeresboden und auf Kontinenten auszuarbeiten; und als Frucht derselben ist es anzusehen, wenn ich ver-

¹⁾ G. LINCK hat diesen Kreislauf in seiner akademischen Rede »Kreislaufvorgänge in der Erdgeschichte« (Jena, G. FISCHER 1912. 40 p.) nicht behandelt. Im übrigen können wir für das folgende davon absehen, daß es nach LINCK eigentlich in der Natur keine »Kreisläufe« gibt, da die Erde in ihrer Entwicklung fortschreitet und ihre Eigenschaften der inneren Wärme, der Zusammensetzung der Atmosphäre usw. usw. wenn auch langsam, so doch kontinuierlich ändert. Immerhin sind hierfür doch unendliche Zeiten nötig, und der Kreislauf, wie wir ihn zu schildern vorhaben, ist im Laufe der Erdgeschichte nachweislich mehrfach vollendet und von neuem begonnen worden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Karmin Walther

Artikel/Article: [Über die Ursachen der vulkanischen Ausbrüche 47-53](#)