reflet velouté rougeâtre, très prononcé sur le thorax et provenant de poils innombrables et minuscules dont il est recouvert. La tête est caractérisée par 3 points lisses et luisants placés en triangle sur l'arrière-front formant comme des yeux accessoires; le but de ces protubérances m'est inexpliquable. Enfin les pattes sont excessivement minces et applatis. Au milieu de la caravane, le roi est littéralement recouvert de fourmis. On le tire, on le pousse, des soldats sont juchés jusque sur son corps, les mandibules grandes ouvertes, menaçantes. Mœurs singulières dans le monde des anomas, que ces hommages consistant à traiter le roi comme un camion de déménagement: on tire par devant, on pousse par derrière, on se sert de son corps pour exécuter des prouesses équestres. Pendant que les sujets de la suite s'escriment à faire avancer son auguste personnage, le gros de la caravane défile d'une allure rapide sans se soucier de lui. Parfois l'entrée d'un passage souterrain se trouve obstrué par le corps de sa majesté. Vous croyez sans doute que la caravane va s'arrêter? Il n'en est pas ainsi. Pendant que les favoris redoublent d'efforts pour lui faire franchir l'obstacle, la caravane se divise, se ramifie pour aller se fusionner à nouveau plus loin. Tel est l'intéressant spectacle qu'il m'a été donné de voir et dont je vous présenterai les acteurs à mon retour en Europe.»

*Edouard LUJA.*

# Ueber Vulkanismus.

**Einiges aus dem Kursus über allgemeine Geologie, gehalten in den Sitzungen der geologischen Section,**

von *M. Lucius.*

(Schluß).

Weiter abwärts findet man die sauern Fumarolen, welche eine Temperatur von 300—400° aufweisen. Während die trockenen Fumarolen keine Spur von Feuchtigkeit zeigen, finden sich hier dieselben chemischen Verbindungen, unter denen sich aber noch besonders die Schwefelsäure durch ihren Geruch hervortut, mit Wasserdampf im Verhältnisse 1:1000 gemischt.

Noch tiefer treten die ammoniakalischen Fumarolen auf. Ihre Temperatur liegt bei 100°. Neben Ammoniak macht sich Schwefelwasserstoff bemerkbar. Reichliches Auftreten von Wasserdämpfen findet auch hier statt.

Dann kommen die sog. kalten Fumarolen unter 100°. Sie enthalten nebst fast reinem Wasserdampf 5% Kohlensäure und Schwefelwasserstoff.

Zuletzt erscheinen die Mofetten, aus denen fast reine Kohlensäuere entweicht. Dieselbe Anordnung, die sich örtlich bemerkbar macht, zeigt sich auch, wie schon gesagt, im zeitlichen Sinne.

Indes sind die sich zuletzt bemerkbar machenden Gase schon in den vorangehenden Fumarolen enthalten. Nur werden sie von den für diese Kategorien bezeichneten Gasen ganz zurückgedrängt, dass ihr Auftreten nicht zur Geltung kommt. Wie aber diese vorhandenen Gase wegen der sinkenden Temperatur verschwinden, treten sie als Charakteristikum für die letztgenannten Emanationen auf.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, wie man aus der geographischen Verteilung der Vulkane, von denen ein grosser Teil in nicht allzugrosser Entfernung vom Meere liegt, auf einen kausalen Zusammenhang zwischen Vulkanismus und Meerwasser schloß. Es ist dies Zusammentreffen, wie bereits dargetan, insofern nur ein zufälliges, als die durch die geotektonischen Vorgänge geschaffenen Abgründe natürlich als tiefste Stellen vom Meere eingenommen werden, während die emporragenden stark zerrütteten und auseinandergezerrten Bruchränder als Linien geringsten Widerstandes dem Magma einen verhältnismäßig leichten Ausgang nach der Oberfläche gewähren.

Eine weitere Stütze der Ansicht, dass das Meerwasser auf Klüften in die Tiefe stürzt und bei einer Berührung mit dem heissen Erdkern die Eruptionen veranlasst, sieht man in dem Umstande, dass neben ungeheuerer Menge Wasserdampf die Begleiterscheinungen der Ausbrüche, die Fumarolen, meistens solche Stoffe ausstossen, die charakteristische Bestandteile des Meerwassers sind, wie die Alkalichloride und schwefelsauern Salze. Prüfen wir nun die Frage vom physikalischen und chemischen Standpunkt aus, ob es möglich ist, dass Wasser auf einer offenen und freien Kluft bis zum glutflüssigen Erdkern oder den Vulkanherden vordringen kann und ob wegen der Aehnlichkeit der Stoffe der vulkanischen Emanationen und der im Meerwasser gelösten Bestandteile diese Emanationen dem verdampften Meerwasser entstammen müssen.

Die Anschauung, dass Wasser auf offenen Klüften bis zum heissen Magma vordringe, bietet doch zu offenbare Schwierigkeiten, um zu einer Erklärung des Vulkanismus verwandt werden zu können.

Schon das Bestehen offener Spalten, die bis zum Magma reichen, lässt sich mit dem Aggregatzustand der Materie in

diesen Tiefen nicht vereinigen, denn es ist ja schon dargetan worden, daß der Uebergang vom festen Zustand in den plastischen und dann flüssigen ein allmählicher ist, und dass eine scharfe Sonderung dieser Zonen nicht denkbar ist. Dann müsste auch infolge des hydrostatischen Druckes das flüssige Magma unter der Last der spezifisch schwereren auflagernden und niederbrechenden Schollen in diesen Klüften aufsteigen und an die Oberfläche gelangen und unter Zurückdrängen des Wassers zu submarinen Ausbrüchen führen. Wäre es selbst möglich, dass Wasser sich innerhalb von Gesteinsmassen bewegen könnten, die weit über der kritischen Temperatur des Wassers erhitzt sind, ohne dass letzteres selbst in Dampf verwandelt würde, so käme es doch bei der Berührung des kalten Wassers mit dem über 1000° heissen Magma zu der sogenannten Leidenfrost'schen Erscheinung, gemäss welcher eine Gasschicht sich zwischen dem Wasser und der heissen Masse bildet, die darüber ruhende Wassersäule trägt und sie nicht mit dem Magma in Verbindung kommen lässt. Es könnte nicht zu einer Durchtränkung des Magmas und folglich nicht zur Eruption kommen.

Wenn also diese allzu grobe Erklärungsweise ganz unzulänglich ist, so fragt es sich, ob das Wasser nicht auf kapillarem Wege bis zum Magma vordringen kann. Diese Möglichkeit wird vielfach zugegeben, wie z. B. bei der Theorie des Arrhenius über den Vulkanismus, und man stützt sich hierbei auf ein Experiment Daubrée's, welcher gezeigt hat, dass eine dünne Wasserschicht einen Sandstein durchsetzte, trotz einer Temperatur von 150° und einem Gegendruck von 2 Atmosphären. Ja, die Gegenwart der heissen Schichten soll sogar das Wasser gleichsam anziehen. Da die kritische Temperatur des Wassers aber bei einer geothermischen Tiefenstufe von 30 m schon in mässiger Tiefe (bei etwa 13 km Tiefe) erreicht wird, kann das Wasser natürlich nur in Gasform mit den Laven in Berührung kommen. Dieses diffundierende Wasser wird von dem Magma absorbiert, bis dieses in den durch den herrschenden Druck und die herrschende Temperatur bedingten Sättigungszustand gelangt. Da aber noch immer Wasser nachsickert, muss sich über dem Magma eine Gasmenge ansammeln, welche durch ihren ungeheuern Druck das plötzliche Aufsteigen des Magmas im Vulkanschlote veranlasst.

Dass die Laven grosse Wassermassen enthalten, ist klar, hat doch Fouqué die Wassermassen, die der Aetna im Jahre 1865 während hundert Tagen ausstiess, auf mehr als

zwei Millionen Cbm geschätzt; dass aber diese Wassermassen von aussen kommen, indem sie auf kapillarem Wege dem Magma zugeführt werden, diese Ansicht hat Widerspruch gefunden; dass dieses Wasser ferner Meerwasser sei, weil die Exhalationen die für das Meerwasser charakteristischen Stoffe enthalten, hat noch schwerwiegendere Gründe gegen sich. Das zugeführte Meerwasser kann doch nur in Dampfform mit dem heissen Magma in Verbindung kommen, und wie könnte es dann noch die in ihm gelösten Stoffe enthalten, welche von den Fumarolen ausgestossen werden. Weiter ist das Meerwasser sehr arm an Kohlensäure, und man weiss, welch geradezu ungeheuere Mengen Kohlensäure die Mofetten liefern. Neben diesen Argumenten kommt noch der Umstand, dass die Vulkane, welche auf Karten kleinen Massstabes, wie sie uns besonders für die Umrandungen des pazifischen Ozeans zur Verfügung stehen, am Meeresrande zu liegen scheinen, doch soweit davon abstehen, dass diese Entfernung 200—250 km. beträgt, welche Entfernungen doch für das Durchsickern des Meerwassers auf solche Strecken arge Zweifel aufkommen lassen. Und dann erst die Vulkane, die 700, 900, ja 1500 km vom Meere abseits liegen! Contejean macht darauf aufmerksam, dass, wenn es der Druck des infiltrierten Wassers ist, welcher die Lava zum Aufsteigen bringt, es auch unerklärlich ist, warum jede Eruption zuerst mit dem Ausbruch gewaltiger Wasserdampfmengen beginnt, worauf dann erst die Lava aufsteigt, während doch das Entgegengesetzte der Fall sein müsste. Wäre die Ursache des Aufsteigens der Lava in dem Zusammentreffen des Wassers und des heissen Erdinnern zu suchen, so bleibt auch die Nichtperiodizität der vulkanischen Erscheinungen unerklärt. Das Eindringen des Wassers erfolgt kontinuirlich, auch die zweite Ursache ist eine beständig anhaltende, es müsste also das Phänomen ein ununterbrochenes sein oder wenigstens eine gewisse Periodizität aufweisen, während in Wirklichkeit die Eruptionen ganz unregelmässig auftreten. Dann zeigen sich auch die Laven, im Falle sie vor Luftzutritt geschützt sind, stark durchsetzt mit brennbaren Gasen, ein Beweis, dass sie sich bis zum Ausbruch in einem Reduktionsmilieu befanden, und es müssten doch diese Gase oxydiert sein, wenn sie in Berührung mit dem Sauerstoff wären, der sich bei der notwendig eintretenden Dissoziation des Wassers ergäbe.

Diese schwerwiegenden Einwände haben zu der Annahme geführt, dass die Gasexhalationen der Vulkane unmöglich aus den im Meerwasser gelösten Stoffen herrühren könnten;

ja sie haben auch den Zweifel erweckt, ob der Wasserdampf überhaupt aus Wasser herstamme, das von der Oberfläche nach der Tiefe gelangt sei, und es sei gleich vorab bemerkt, dass man auf dem Wege, eine plausible Erklärung für die Herkunft der Gase und des Wasserdampfes zu finden, zugleich ein gut Stück in der Erklärung des Vulkanismus vorwärts gekommen ist, und in dieser Richtung liegen auch die befriedigendsten Erklärungsversuche der vulkanischen Erscheinungen. Woher stammen nun die ausgestossenen Gase und der Wasserdampf, und wie stellt sich eine Erklärung des Vulkanismus unter diesem Gesichtspunkte dar?

Nach der Kant-Laplace'schen Hypothese war die Erde in ihrem ersten Erkaltungsstadium so heiss, dass sie nur von einer dünnen Kruste bedeckt war, während alles Wasser unserer Ozeane in Dampfform in der Atmosphäre enthalten war. Unter einem ungeheuern Druck von über 250 Atmosphären musste die feuerflüssige Masse eine bedeutende Menge Gase einschliessen. Man weiss, wie geschmolzene Metalle mit Begier den Sauerstoff absorbieren: ebenso enthielten die obersten heissen Schichten in Lösung, die Alkalichloride, die schwefelsauern Salze und nebst andern Gasen besonders Wasserstoff; alle diese Gase entweichen nun bei der zunehmenden Abkühlung, wie z. B. beim Erstarren des Silbers die absorbierte Luft, nachdem schon eine dünne Erstarrungskruste sich gebildet hat, plötzlich entweicht und Teile des noch flüssigen Kernes mit sich reisst, ein Vorgang, der lebhaft an vulkanische Eruptionen erinnert. Die ausgestossenen Gase entstammen also nicht dem Meerwasser, sondern gerade das Umgekehrte findet statt. Das Meerwasser enthält Bestandteile der vulkanischen Exhalationen früherer Perioden neben den Auslaugungsprodukten von Gesteinen, welche denselben Ursprung haben, und das Meer gibt also den Vulkanen nichts ab, sondern es empfängt von ihnen, daher die Uebereinstimmung der im Meere gelösten Stoffe mit den Exhalationen der Vulkane. Alle diese Stoffe, welche aber aus dem Erdinnern herstammen, welche also eine Aeusserung der Entgasung des Erdkörpers sind, nennt Suess juvenil, diejenigen, welche dann auf der Oberfläche zirkulieren, vados.*) Die Salze des Meeres sind also vados, sie waren aber einmal juvenil. Diese Ansicht über die Herkunft dieser Stoffe wird

*) Auch Erwägungen über Entstehungen der Erzgänge auf Spalten und auf Klüften, welche Entstehung in engem genetischen Zusammenhang mit den vulkanischen Erscheinungen stehen, haben zur Ansicht geführt, dass viele dieser Stoffe als juvenil aus dem Innern der Erde durch Thermalquellen in den Spalten abgesetzt wurden.

heute von den namhaftesten Geologen: Eduard Suess, de Launay, de Lapparent, Reyer, vertreten.

Aber auch für das Wasser nimmt man dasselbe an, und Suess spricht sich dahin aus, dass der Wasserdampf der Vulkane nicht von vadosen Infiltrationen herstamme, sondern juveniler Natur ist. Demgemäss erhielten die Meere durch jede Eruption Zufuhr und es würde dadurch dem Wasserverlust der Erdoberfläche, der durch die Bergfeuchtigkeit und die Hydratbildung veranlasst wird, entgegengearbeitet. Es muss jedoch ausdrücklich vermerkt werden, dass andere Forscher neben Suess zwar zugeben, dass sich juveniles Wasser bildet, indem der entweichende Wasserstoff in höheren Regionen des Vulkanschlotes sich bei der Berührung mit der Atmosphäre mit dem Sauerstoff zu Wasser verbindet, dabei aber auch das Einsickern von vadosem Wasser annehmen und auch diesem eine Rolle bei den vulkanischen Erscheinungen zuweisen, während Suess alles Wasser für juvenil hält. Für die Anschauung, dass das das Magma durchsetzende Wasser juvenil sei, lässt sich die Beschaffenheit der Tiefensteine anführen. Sie sind niemals mit dem Wasser der Oberfläche in Verbindung gekommen, und neben den Flüssigkeitseinschlüssen, die sie enthalten, zeigt die Synthese derselben, dass bei der Kristallisation Wassergase vorhanden sein müssen, weil es sonst nur zu einer amorphen Masse kommt. Zeigen doch auch die sog. Pechsteine oder Obsidiane einen Wassergehalt, der bis zu 20 % ihres Volumens beträgt, welcher Wassergehalt nach den Bedingungen, unter welchen diese Steine sich bilden, nur ein ursprünglicher sein kann. Nach Delesse fand man in den Obsidianen ausser Wasser noch Kohlensäure, flüchtige Kohlenwasserstoffe, Salzsäure und selbst Stickstoff, welche Stoffe doch nur juveniler Herkunft sein können. Porphyrische Gesteine bestehen aus einer amorphen Grundmasse und kristallisierten Einsprenglingen, welche schon intratellurisch, bei der Gegenwart von ursprünglichem Wassergas als Mineralbildner, kristallisierten, während die amorphe Grundmasse entstand, als der Schmelzfluss bereits ausgestossen und bei der Eruption Wasserverlust eingetreten war.

Diese Anschauungen führen uns also dahin, die vulkanischen Erscheinungen als eine Folge der allmählichen Erkaltung des Erdkernes anzusehen, wie schon bei der Stübel'schen Theorie ausgesprochen wurde. Wie bereits dargetan, hatten sich unter dem hohen Atmosphärendruck der ersten Bildungsstadien der Erde die Gase im Schmelzfluss gelöst, wie Wasser unter hohem Druck sich mit überstehenden Gasen sättigt. In dem Maße als sich nun die Erde abkühlt, werden

die Gase frei und in diesem Freiwerden der Gase bei dem Auskristallisieren ist in erster Linie die Explosionsfähigkeit des Magmas zu suchen. Die durch tektonische Vorgänge bedingte Druckentlastung spielt bei den Eruptionen aber auch eine aktive Rolle. Unter dieser Druckentlastung dehnen sich die Gase schnell und mit explosionsartiger Wirkung aus und reissen das Magma mit sich fort; dann findet auch durch die Druckverminderung eine Ausdehnung des Magmas statt, weil die Entlastung eine Verflüssigung bereits fest gewordener Laven und dabei eine Volumenausdehnung hervorruft und es so eruptionsfähig macht. Durch die Druckverschiebung erleidet der Schmelzpunkt auch eine Verschiebung, denn innerhalb einer bestimmten Grenze bis zum maximalen Schmelzpunkt steigt die Schmelztemperatur mit dem Druck. Diabas z. B. der bei Atmosphärendruck bei 1100° schmilzt, schmilzt bei einem Druck von 10000 Atmosphären, was einer Tiefe von ca $37^1/_2$ km entspricht, nach Barus erst bei 1350°.

Wenn so dem Magma die Kraft zukommt sich selbsttätig zu befreien, lassen sich auch die Durchschlagsröhren Branco's erklären. Während das Magma sich zu Tiefengestein verfestigte, wurden in den durch Kontraktion über dem Tiefengestein entstandenen Hohlräumen die entweichenden Gase zu solch hoher Spannung zusammengedrückt, dass sie einen Pfropf darüber liegenden Gesteins ausrissen und so diese eigentümlichen Röhren bildeten.

Sind Spalten vorhanden, so benutzt das Magma natürlich diese, und die entweichenden Gase zerspratzen das Material zu vulkanischer Asche und vulkanischem Sand, denn die im Magma gelösten Gase stehen unter hohem Drucke, welcher Druck augenblicklich aufhört, sobald das Magma die Oberfläche erreicht, und da die Gase sich plötzlich stark ausdehnen, kommt es zum Zerreissen und Zerplatzen der Lava. Ausbruch von Wasserdampf und Aschenregen leiten also gewöhnlich die Eruptionen ein; die Heftigkeit der Gasentweichung hat schon beim Auftreten der aus dem Hauptkrater und seitlich ausfliessenden Lavaströme nachgelassen. Bei den gasarmen Laven, wie z. B. beim Kilauea auf Hawaï, geht der Ausbruch ruhig vor sich; es steigen nur grosse Gasblasen auf, welche die Lava im Kratersee domförmig auftreiben, während bei ganz gasreichen Eruptionen, wie z. B. auf Martinique, es gar nicht zum Lavaerguss kommt, sondern nur aus zerstäubter Lava bestehende Tuffe gebildet werden; die regelmässige Form eines Vulkanes baut sich indes, wie bekannt, aus Tuffmassen und Lavaergüssen in unregelmässig wechselnder Folge auf.

Es lassen sich also unsere Anschauungen über das Zustandekommen und die treibende Kraft bei den vulkanischen Erscheinungen nach dem heutigen Stande unserer Erkenntnis folgendermaßen kurz zusammenfassen:

Die Vulkane sitzen Störungszonen der Erdkruste als Zonen geringeren Widerstandes auf; das Gebundensein der Vulkane an solche Zonen ist jedoch nicht eine unerlässliche Forderung für das Zustandekommen vulkanischer Erscheinungen, sondern es gibt auch Vulkane, für die kein Zusammenhang mit solchen Störungszonen nachweisbar ist.

Die Lava verhält sich beim Aufsteigen nicht passiv, sondern die durch allmähliche Erkaltung des Erdkernes frei werdenden Gase bilden hauptsächlich die treibende Kraft bei den Eruptionen; jedoch auch die durch tektonische Vorgänge hervorgerufene Druckentlastung spielt bei Ausbrüchen eine Rolle.

Die als Begleiterscheinung der Ausbrüche auftretenden Gase sind juveniler Herkunft; auch der Wasserdampf ist wenigstens zum Teil juveniler Natur.

Die letzte Ursache des Vulkanismus liegt in der allmählichen Abkühlung der Erde und ist nur eine Folgeerscheinung der fortwährenden Entgasung unseres Planeten.

Benutzte Literatur:

*S. Arrhenius:* das Werden der Welten, Berlin, 1907.
*C. Dœlter:* Petrogenesis, Braunschweig, 1906.
*H. Haas:* Der Vulkan, Berlin, 1903.
*E. Kayser:* Lehrbuch der allgemeinen Geologie, Stuttgart, 1905.
*A. de Lapparent:* Traité de Géologie, Paris, 1900.
*L. de Launay:* La Science géologique, Paris 1905.
*Philippson:* Das Mittelmeer, Leipzig, 1907.
*E. Reyer:* Geologische Prinzipienfragen, Leipzig, 1907.
*H. Thieme:* Temperatur und Zustand des Erdinnern, Jena, 1907.
*Fr. Toula:* Lehrbuch der Geologie, Wien, 1906.
*E. Weinschenk:* Grundzüge der Gesteinskunde; allgemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie, Freiburg, 1906.

Luxemburg, 8. II. 08.

---

# Das Schwarzwild,

## seine Lebensweise und seine Jagd,

von Ernst *Faber*, Oberförster.

(Fortsetzung.)

Herr Schumann fährt fort:

„Meist kommt die Sau, die den Jäger annimmt, so schnell auf ihn zugewechselt, dass sie sich nicht gleich um-