Geologische Betrachtungen auf vulkanischen Inseln.

Von Paul Grosser.

M. H.! Auf einer Reise, welche mich in den Jahren 1896 und 97 um die Erde führte, hatte ich mir vornehmlich die Aufgabe gestellt, vulkanische Inseln aufzusuchen und möglichst weitschweifig zu durchstreifen, um die Eigentümlichkeiten im Bau und den Oberflächenformen jedes Einzelgebildes Vulkans meinem Gedächtnisse einzuprägen. So konnte ich hoffen, durch subjektive Eindrücke, welche ich auf weit im Weltmeere verstreut liegenden Eilanden gewann, Anhaltspunkte zur objektiven Beurteilung der trennenden und verbindenden Merkmale in der Geologie der Vulkan-Inseln zu erringen und mir eine breite Grundlage zu Studien auf dem leider zur Zeit so verödeten Gebiet der Vulkanforschung zu verschaffen. Im Folgenden will ich versuchen, Ihnen an Hand meines Reiseweges einige allgemeine Betrachtungen und einzelne Beziehungen einer Anzahl von mir besuchter Gegenden vor Augen zu führen.

Auf der Insel Madeira sind junge Neubildungen, d. h. solche, deren äussere Formen durch den Faktor Zeit noch nicht verwaschen sind und unmittelbar die Entstehungsweise verraten, selten. Dahin gehören die kleinen Auswurfskegel in der Nähe der Hauptstadt Funchal, ebensolche an der Nordwestseite der Insel bei Porto Moniz, wo auch ein deutlicher Lavastrom über die alten Klippen herabgeflossen ist, der schöne Krater der Lagoa de S. Antonio da Serra auf der östlichen Inselhälfte u. s. w. Die grosse Masse Madeiras lässt aber weder die Austrittspunkte der Lava noch die Art ihrer Ausbreitung, noch

die Entstehung der heutigen Oberflächenformen erkennen. Es ist ein sehr stark ausmodelliertes Gebirgsland, das auf kleinem Raum bis zu bedeutenden Höhen aufsteigt, und besteht mit wenigen Ausnahmen nur aus Basalt. Dieser macht den unmittelbaren Eindruck von einzelnen, deckenförmig über einander geflossenen, zahllosen Lavaergüssen, deren Mächtigkeit durchschnittlich nur zwischen 1 und 2 m schwankt. Der Eindruck wird durch die agglomeratigen Zwischenschichten zwischen je zwei Basaltdecken erhöht, deren Entstehung nicht allein mit der bröckeligen Natur der erstarrenden Lavoberfläche jedes einzelnen Stromes, sondern auch damit erklärt werden kann, dass der fließende Lavastrom die an seinem Kopfe fortwährend erstarrende bröckelige Lava vor sich herschiebt und allmählich begräbt, ein Vorgang, der am Vesuv beobachtet worden ist. Die Auffassung, dass die Insel durch den Erguss unzähliger, zeitlich getrennter Lavaströme oder Decken allmählich aufgebaut wurde, ist aber nicht unangefochten. Neuerdings hat Herr Stübel in Dresden ein umfangreiches, bedeutendes vulkanologisches Werk veröffentlicht, in welchem er auch kurz seine Ansichten über Madeira¹⁾ niederlegt. Er hat Madeira in den Jahren 1862 und 63 sehr gründlich bereist und als äusseres Ergebnis ein wundervolles Modell der Insel im Massstab 1:54166 mitgebracht. Eine Photographie davon im Massstab 1:180000 bin ich in der glücklichen Lage herumreichen zu können. Es würde zu weit führen, hier die ungemein interessanten Ergebnisse von Herrn Stübels Forschungen hinsichtlich des Wesens des Vulkanismus zu erörtern, indessen möchte ich zum Verständnis der erwähnten Verhältnisse auf Madeira einige kurze Bemerkungen darüber machen. Herr Stübel schliesst aus einer Reihe von Beobachtungen und Erwägungen, dass die vulkanischen Ausbrüche ihre Ursache in der Volumenvergrösserung des Magmas in gewissen Phasen der Abkühlung haben. Weiter haben ihn seine Beobachtungen in den verschiedensten Vulkangebieten da-

---

1) Alfons Stübel, Die Vulkanberge von Ecuador (Berlin, A. Asher u. Co.) 1897. 409—411.

hin geführt, dass die Vulkanberge in den weitaus meisten Fällen ihr Dasein einem einmaligen Ausbruche verdanken, wobei der Begriff des einmaligen Ausbruches so zu verstehen ist, dass „der Aufbau des Berges vollendet wurde, noch bevor die Erkaltung und Erstarrung weit genug vorgeschritten waren, um die Beweglichkeit seiner Masse oder einzelner Teile derselben gänzlich zu hemmen“. So entstandene Berge nennt er monogen. Welch wichtige genetische Fragen hiermit in Verbindung stehen, werde ich Ihnen noch im Weiteren darzulegen Gelegenheit haben; hier sei nur darauf hingewiesen, dass Herr Stübel Madeira nicht allein als einen monogenen Bau auffasst, sondern dass gerade diese Insel ihm die Idee von der monogenen Entstehung vieler Vulkanberge inspiriert hat. Findet dieselbe auf Madeira Anwendung, so schliesst sie die eben dargelegte Auffassung von dem schichtenförmigen Aufbau der Laven aus und stellt die interessante Aufgabe zu ermitteln, ob und wie derselbe im Einklang mit der monogenen Natur eines Vulkans erklärt werden kann.

Ganz andere Bilder als auf Madeira begegnen einem auf Tenerifa. Wohl ist ein ansehnlicher Teil der Insel in ähnlicher Weise aus basaltischen Laven aufgebaut, indessen spielen hier einerseits Aschenvulkane und andererseits trachytische¹⁾ Laven eine für die Physiognomie des Ganzen sehr bedeutende Rolle. Zudem sind hier allem Anschein nach die Ausbrüche noch nicht beendet. (Die letzte Eruption fand 1798 statt.) Eine zum grössten Teil aus Aschen bestehende Vulkanruine sind die landschaftlich wunderbar schönen Anagaberger, welche die Ostspitze der Insel bilden und ihr eigenartiges Gepräge einerseits den malerischen, am Thalschluss amphitheatralisch erweiterten Thälern und andererseits den zahlreich herausgewitterten und nun gleich hohen Mauern aufragenden Gängen verdankt. Die Gesteine, welche hier vorkommen, sind von

---

1) Die Bezeichnungen trachytisch und basaltisch werden nicht im streng petrographischen Sinne angewandt, sondern bedeuten nur, dass die Säurestufe der Gesteine ungefähr der der Trachyte bzw. Basalte entspricht.

einer überraschenden Mannigfaltigkeit, wie sie selten auf so kleinem Raum zusammengedrängt wiedergefunden werden dürfte.

Der Wechsel saurer und basischer Gesteine auf begrenzten Einzelgebieten ist auf Tenerifa überhaupt ausserordentlich merkwürdig und findet nur wenige Analoga, denn die allgemeine Regel ist die, dass das Magma, wenn es sich nicht gar gleich bleibt, im Verlaufe der Zeit entweder immer saurer oder basischer wird. Auf Tenerifa dagegen springt es scheinbar regellos hin und her. Der hervorgehobene Wechsel lässt sich auch am Pico de Teyde und seiner Umgebung von der neuesten Zeit an rückwärts prächtig verfolgen: die historischen Laven sind basaltisch; der Pico de Teyde ist trachytisch; dessen Auswurfsmassen oder wenigstens solche, welche ihm zeitlich nahe stehen, überlagern teilweise basaltische Laven; und noch älter als diese ist das grosse Teyde-Fussgebirge, welches sowohl trachytische als auch basaltische Gesteine aufweist. Ein so reicher Wechsel ist mir von nirgends sonst her bekannt und verdient die grösste Beachtung. Der Pico de Teyde, der Glanzpunkt in dem bunten Bilde Tenerifas, einer der schönsten Vulkankegel der Erde, der sich 15—1600 m isoliert über sein Fussgebirge zu einer absoluten Höhe von 3711 m erhebt, verleitet durch seine verhältnismässig vollkommene Gestalt zu der Ansicht, dass er der grössten Masse nach aus Auswurfsprodukten besteht, umsomehr als er zum grossen Teil mit Bimsstein bedeckt ist. Trotzdem verrät doch schon seine Gestalt, dass er aus Laven aufgebaut sein muss. Die überwiegend aus losem Material bestehenden Kegel, und zwar von diesen hauptsächlich die grossen, zeigen nämlich die bekannte allmähliche Verflachung der Gehänge nach dem Fuss zu, die unmerklich in die Ebene übergeht. Für diese Form, die ja in der Verteilung der Auswurfsmassen beim Niederfallen so einfach begründet ist, giebt es eine sehr grosse Zahl von Beispielen; das schönste bietet der Fuji-san, der heilige Berg der Japaner, ein Kegel, der sich 3780 m über das Meer erhebt! Vergleichen Sie meine Aufnahme vom Pico de Teyde mit der photographischen Reproduktion

vom Fuji-san, welche ich gleichzeitig herumgebe, so drängt sich Ihnen sofort die umgekehrte Curvenlage der Profillinien der beiden Berge auf. Die Linien des Fuji-san wiederholen sich auf der Photographie vom Asama-yama, die des Pico de Teyde auf der des Shirane-san-Kegels (wenn man von den Schutthalden absieht). Indessen, das Kriterium der Profillinien allein würde Irrtümer nicht ausschliessen, denn besonders kleine Auswurfskegel lassen die allmähliche Verflachung des Kegels nach unten sehr oft vermissen (Beispiel: die Kegel in der Taoro-Mulde auf Tenerifa). Vielmehr liegt das Ueberzeugende beim Pico de Teyde in dem Umstande, dass vom Gipfel her Laven abgeflossen sind, ja dass der Piton, der kleine oberste Kegel, der dem Hauptkegel noch aufgesetzt erscheint, ganz zweifellos durch und durch aus Lavagestein besteht. Dieses hätte aber im flüssigen Zustand garnicht diese Höhe erreichen können, wenn der Pico de Teyde vörzugsweise aus Bimsstein aufgebaut wäre, sondern hätte denselben durch seinen Druck in einem tieferen Niveau durchbrochen, wie es die Ströme des Vesuv, des Asama-yama u. s. w. thun.

Wiewohl die Insel Palma einen anderen Eindruck macht als Madeira, so ist sie im Grunde genommen ganz wie dieses aus deckenartigen basaltischen Massen aufgebaut. Das veränderte Bild wird wesentlich hervorgerufen einerseits durch die grosse Zahl junger Eruptionen, die bis zu historischen Zeiten heraufreichen — der letzte Ausbruch ereignete sich 1677 — und andererseits durch die berühmte Caldera, deren rätselhafte Entstehung zu den mannigfachsten Controversen Anlass gegeben hat. Die Calderen sind in vulkanischen Gebieten so gewöhnlich, dass es durchaus nahe liegt, ihre Entstehung mit dem Vulkanismus in unmittelbare Beziehung zu bringen. Dies hat bekanntlich bereits Leopold von Buch, wenn auch fehlerhaft, gethan. Nachdem dann Jahrzehnte lang die Lyellsche Erosionstheorie geherrscht hatte, wagten sich allmählich Stimmen hervor, die theils von der Süss'schen Lehre beeinflusst waren, theils Eruptionsphänomene im fernen Osten in Anwendung zu bringen suchten. In jüngster Zeit hat Herr Stübel in dem

bereits oben in die Erörterung gezogenen Buch ganz originelle Ideen ausgearbeitet, die zu geistvoll und beachtenswert sind, als dass ich nicht Ihre Aufmerksamkeit näher darauf lenken möchte. Im Gegensatz zu den Anderen sucht Herr Stübel wie Leopold von Buch die Entstehung der Calderen bereits in der Zeit des Aufbaues der Berge selbst. Seine Meinung von der monogenen Natur vieler Vulkanberge steht in innigem Zusammenhang mit der Existenz der Calderen. Der Vulkanberg wird, nach Herrn Stübel, wie Sie gehört haben, erzeugt durch die Ausdehnung des Magmas im Herde und ist bei monogenem Bau bis zu seiner ganzen Höhe aufgestaut, wenn das Magma seine Beweglichkeit noch nicht ganz eingebüsst hat. Fliessen nun ein Teil des Magmas zurück oder sackt es sich in irgend einer Weise, so hinterlässt es einen oberflächlichen Defekt in Gestalt einer kreisförmigen Vertiefung mit einem Ringgebirge, eines Kraters oder wenn dieser ein Ausgangsthal besitzt, einer Caldera. Von den bisher besprochenen Inseln zeigt das Fussgebirge des Pico de Teyde ein ziemlich vollkommenes, wenn auch nicht rundum geschlossenes Ringgebirge, Madeira im grossen Curral und Palma in dem Gebilde, welches auch für alle ähnlichen den Namen hergegeben hat, eine Caldera. Herrn Stübels Erklärung hat ungemein viel Verlockendes. Es ist auch über allen Zweifel erhaben, dass Calderen sich bei dem Aufbau eines monogenen Berges bilden. Das instruktivste Beispiel, welches mir davon bekannt ist, befindet sich auf der Insel Pantelleria zwischen Sicilien und Tunis, welche ich 1898 besuchte. Hier ist es augenfällig, dass der 289 m hohe, aus sauren Laven bestehende Monte Gelkhamar sein Dasein einem einmaligen Ausbruch verdankt. Er besitzt einen tiefen Kraterkessel, der an einer Stelle weniger tief, an einer anderen fast bis zum Fuss herab geöffnet ist. Aus diesen Thoren hat sich die Lava zum Meere ergossen. Der Verlauf der Eruption steht in Stein geschrieben vor unseren Augen: das Magma häufte sich zu einem hohen Berge an; um die Axe herum behielt es naturgemäss die grösste Beweglichkeit; als der Berg an zwei Stellen defekt wurde, ergoss es sich nach aussen

und hinterliess einen grossen Kraterkessel mit Ausgängen in die umgebende Ebene: die Caldera war da. Sie wurde hier nicht durch Zurücksinken oder Sacken der Lava, sondern durch Durchbrechen der Bergflanken erzeugt. Was nun aber diesen, wie andere mir bekannte Vulkane, auf die nach meiner Ueberzeugung die Stübelsche Anschauungsweise Anwendung findet, ebensowohl von Madeira wie von Palma unterscheidet, ist der Umstand, dass diese aus basischen, jene aus sauren Gesteinen bestehen; ein Unterschied, der für die Oberflächenformen von hervorragender Bedeutung sein dürfte. Saure Magmen bilden allem Anscheine nach gewöhnlich einen zähen Teig, eignen sich daher zur Anhäufung hoher Berge, basische — wiewohl auch sie nicht immer dünnflüssig sind — hat man dagegen mit der Regsamkeit des Wassers fließen sehen; sie breiten sich daher gern deckenförmig aus. Dieses Verhalten in Verbindung mit dem oben erwähnten Vorhandensein agglomeratischer Massen zwischen den Basaltbänken stellt der Annahme basaltischer monogener Calderaberger grosse Schwierigkeiten entgegen. Ich glaube wohl, dass eine bankförmige Struktur der Lava mit dem monogenen Aufbau vereinbar ist, aber es wird mir schwer, die konstante Trennung der Bänke durch Agglomerate damit in Einklang zu bringen.

Auch St. Helena besitzt eine Caldera, und zwar mit einer ganz besonderen Eigentümlichkeit. Stellt man sich ganz im Rohen und unter Vernachlässigung des nordöstlichen Teiles, die Insel als den Rest eines einzigen Vulkans vor, so findet man, dass im Süden wenigstens ein Drittel desselben fehlt. Nach dieser Richtung öffnet sich vielmehr gegen die See ein mächtiger kraterförmiger Kessel, eine Caldera. Die Umwallung dieses Sandy-Bai-Kessels im W., N. und O. erreicht mehr als 800 m Höhe und hat eine Weite von rund 5 km. Der Raum, den dieser Kessel einnimmt, ist also ein verhältnismässig bedeutender, denn die grössten Luftlinien-Entfernungen der äussersten Spitzen der ganzen Insel von N. nach S. und W. nach O. gemessen betragen nicht mehr als 11 bzw. 17 km. Von der Umwallung her ziehen sich mehrere, für sich wieder stark verästelte Rücken radial bis ins Herz der

Caldera. Auf vieren dieser Rücken zeichnen sich jäh zu Himmel ragende Felsmassive, jedes für sich auf einem beschränkten Raum, ganz isoliert, sehr sinnfällig von der Umgebung ab¹⁾. Diese Felsgiganten (Scott Hill, Lot, Lots Wife, Asses Ears) liegen ungefähr in einer Linie. Während die grosse Masse St. Helenas wie Madeira aus bankigem Basalt aufgebaut ist, sind diese Felsen trachytisch, und die Untersuchung zeigt ganz deutlich, dass sie gangförmiger Natur sind. Welche Schlüsse dürfen wir nun aus diesem, übrigens noch an anderen interessanten Einzelheiten reichen Bilde der Caldera ziehen? 1) Als der grosse Basaltvulkan bereits fertig gebildet war, folgte noch ein trachytischer Nachschub. 2) Als dieser emporquoll, war die Caldera noch nicht gebildet; sie steht also nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Eruption der Basaltmassen. 3) Mit dem trachytischen Nachschub hat die Magma fördernde Thätigkeit des Herdes aufgehört. — Suchen wir nach der Ursache für das Fehlen der südlichen Flanke des St. Helena-Vulkans und der Entstehung der Caldera, so vermögen wir uns zwei Möglichkeiten vorzustellen, die sogar beide mitgewirkt haben können. Der einen liegen die Erfahrungen am Krakatau im Sunda-Archipel und an japanischen Vulkanen zu Grunde, wo durch Explosionen grosse Teile des Vulkans in die Luft flogen. Für diese Auffassung spricht vielleicht die hochgradige Zersetzung der Gesteine in der Caldera im Gegensatz zu den anderen Inselteilen; denn der Schauplatz einer Explosion weist vor und nachher manchmal heisse Quellen und Fumarolen auf. Eine bedeutende Erosionsthätigkeit muss jedenfalls gefolgt sein. Die andere Möglichkeit ist die des Einbruchs der südlichen Vulkanflanke, infolge dessen der Krater in ein dem Meere zu offenen Kessel verwandelt wurde, der durch hervorragende Erosion zu seiner heutigen Form gelangte. Gegen diese Annahme sprechen vorzugsweise die Lagerungsverhältnisse der Basaltbänke in und an der Caldera, die es verbieten, in der Caldera weiter nichts als den durch Erosion erweiterten

---

1) Nur das nordöstlichste Massiv (Scott Hill) ist weniger durch seine Höhe als durch seinen Umfang ausgezeichnet.

alten Krater zu erblicken. Dafür könnten vielleicht die Kliffküsten an vulkanischen Inseln überhaupt angeführt werden. Ohne indessen näher auf die Frage einzugehen, ob und wie diese Küstenformation Schlüsse auf die Bildung der Caldera von St. Helena zulässt oder gebietet, möchte ich mit einigen Bemerkungen zu den vulkanischen Kliffküsten im Allgemeinen übergehen. Steilabfälle von 300 und 400 m sind an Vulkanruinen nichts seltenes; das Cap Girão auf Madeira erhebt sich bei einer Neigung von 70 bis 80° bis zu 500 m über den Meeresspiegel, das Horse and Man-Kliff auf St. Helena erreicht sogar wenigstens 540 m. Treffend charakterisiert Darwin die Küstenform St. Helenas mit den Worten: „Diese Insel steigt ganz plötzlich wie ein ungeheures schwarzes Schloss aus dem Ozean auf.“ Aehnliches lässt sich von vielen Küstenteilen Madeiras, Tenerifas und anderer Vulkaninseln sagen. Die Frage nach dem Ursprung dieses Küstencharakters wird gewöhnlich mit der unterwaschenden Thätigkeit der Meeresbrandung, welcher der Absturz der unterwaschenen Felsen und die Fortführung derselben durch die Brandung folgt, beantwortet. Nur mit einem gewissen Zwang lässt sich aber diese Erklärung mit den beobachteten Thatsachen in Einklang bringen, nur äusserst lückenhaft kann man die steileren und steilsten Küsten gerade an der windwärtigen Seite finden, nur mit einer nachträglichen Senkung der ganzen Inseln lässt es sich erklären, dass die Kliffe weit unter den Meeresspiegel hinab unter das Niveau der Wirksamkeit der Brandung reichen. Auch sind keine Gerölle am Fusse dieser Küsten nachgewiesen worden, wie sie sich an den durch die Wirksamkeit der Brandung hervorgerufenen Kliffküsten aus Sedimentgesteinen finden. Erwägt man dazu, dass ähnliche Abstürze sich auf vulkanischen Inseln nicht auf die Küsten beschränken, dass wir sie z. B. auf Tenerifa in der Taoro-Mulde, auf Pantelleria um die Montagna Grande herum finden, so wird man Zweifel an der Brandungserklärung für sehr berechtigt halten.

Eine höchst interessante Oertlichkeit auf Madeira bilden die Fossil Beds bei Caniçal, wo ein aus basaltischem Material und zertrümmerten Schnecken- und

Muschelschalen und Seeigelstacheln hervorgegangener, feiner, stellenweise durch Kalk zu Stein verfestigter Sand, der zweifellos als Dünenbildung aufzufassen ist, mächtige, aber wenig verbreitete Schichten bildet. Er enthält einerseits Millionen von Schneckengehäusen und andererseits sehr merkwürdige Kalkabsätze. Diese treten, sehr stark mit Sand gemischt, vielfach in Formen auf, welche Bäumen, Aesten, Zweigen und Wurzeln so ähnlich sind, dass sie von den meisten Naturforschern, und von Grössen wie Darwin und Lyell als Abgüsse davon betrachtet wurden. Dabei wird angenommen, dass wie die Insel bei ihrer Entdeckung den wundervollsten Baumbestand aufwies, wie der Name sagt (madeira=Holz), so in früheren Perioden an der Stelle der jetzigen Dünen grosse Wälder standen, die zugleich der ungeheuren Menge von Schnecken Nahrung gewährten. Es ist aber die Frage, ob nicht gerade die Schnecken eher auf eine andere Vegetation hinweisen. Es war für mich von grösstem Interesse, am Kap der guten Hoffnung Aufschlüsse zu finden, die eine Erklärung für die Entstehung steinerer Gewächsimitationen in Dünen direkt durch den Augenschein lehren; — ob und inwieweit dieselbe zur Klärung der Frage nach der Bildung der Fossil Beds-Konkretionen herangezogen werden kann, muss die Untersuchung lehren. Ich fand nämlich, allerdings in kleinerem Maassstabe, in den Dünen der Hout-Bai ebensolche Gebilde wie auf Madeira, und, um die Aehnlichkeit vollkommen zu machen, fehlten auch die Schneckengehäuse im Sande nicht. Hier war nun ganz deutlich nachzuweisen, dass durch die astähnlichen steinernen Schöpfungen stets Wurzeln durchgingen, von denen aus der sie umgebende Sand zu einem ziemlich festen Stein cementiert war, so dass dieser einen dicken Abguss der Wurzeln darstellt. Genau ebensolche Bildungen habe ich vor Jahren im Konglomerat des Rhöndorfer Thals im Siebengebirge gefunden. Zum Vergleich der Formen an den drei genannten verschiedenen Fundpunkten reiche ich Ihnen einige Exemplare davon herum. Was die Bildung dieser Konkretionen, also die Cementierung der Sandkörner zweifellos am Kap und im Siebengebirge verursacht hat, sind also Wurzeln. Zu erinnern ist hierbei

an die massiven mineralischen Wurzel-Futterale des Steppengrases *Aristida pungens*, über die kürzlich die Herren Rein¹⁾ und Noll²⁾ berichtet haben. Nach dem letzten Autor werden diese durch die innige Verwachsung der von der ganzen Wurzeloberfläche ausgehenden zahlreichen langen Wurzelhaare mit den benachbarten Sandteilchen erzeugt. Es wäre im Hinblick auf die in Rede stehenden Konkretionen interessant zu wissen, ob nicht ausserdem eine mineralische Cementierung auch bei diesen Bildungen stattgefunden hat. Uebrigens werden auch von den Bermuda-Inseln Kalkbildungen, welche organische Formen wie Baumstämme nachahmen, berichtet, welche von Thomson³⁾ für alte, durch Denudation wieder frei gelegte Stalagmiten gehalten werden.

Die Insel Réunion gehört zu den allerschönsten der Welt. Ob man sich hier im Tropenwald befindet, wo die Gipfel der Laubhölzer noch von den Wedeln der Farnbäume märchenhaft beschirmt werden, oder in einem Thalkessel, über den sich himmeltrotzende Felswände von 2000 m Höhe erheben, — dieselbe seelische Erregung befängt den empfindsamen Menschen hier, wie wenn er der sturmgepeitschten See, dem donnernden Niagarafall oder der schneebedeckten Kette des Berner Oberlandes gegenübersteht. Und die geologische Fundgrube! Vulkanologisch drängen sich hier auf diesem kleinen Fleck Erde fast alle Fragen, die in anderen Gebieten einzeln entgegneten, zusammengehäuft dem Forscher auf und geben ihm gleichzeitig Fingerzeige zu ihrer Lösung. Anordnung der Vulkanschote, Verhalten des Eruptionsherdes und des Magmas, Beschaffenheit der Lava, Calderen, Barrancos, Schuttmassen, Steilabstürze, Kliffküsten, heisse Quellen und wie die Eigentümlichkeiten, die die Gedanken des Vulkanologen beherrschen, heissen mögen, alles tritt ihm hier vor die Sinne und fordert ihn zu Betrachtungen heraus. Aber

---

1) Wüsten in Russisch-Centralasien. Sitzber. d. niederrhein. Ges. in Bonn 1897 A 154.

2) Morphologische und physiologische Einrichtungen etc. Ebenda 155.

3) The Atlantic (Voyage of the Challenger) Bd. I 330 ff.

welch ein Missgeschick für ihn, wenn er in die Regenzeit gerät und so interessante Verhältnisse nur flüchtig zur Kenntnis nehmen kann! — Was Réunion in erster Linie in den Vordergrund des Interesses stellt, ist ihre Zugehörigkeit zu den äusserst seltenen noch thätigen Basaltlaven-Vulkanen, jener Gattung, von der unter den bisher besprochenen Inseln Madeira, Palma und St. Helena reine, d. h. fast gar nicht mit anderen Gattungen vermischte Ruinen repräsentieren. Beinahe alljährlich ergiesst sich Lava und erreicht oft das Meer, an dessen Boden sie ruhig weiter fliesst, ohne, wie man erwarten sollte, das Wasser irgendwie zu beunruhigen. Im Gegenteil wissen die Einwohner, dass sie sich gar keiner Gefahr aussetzen, wenn sie im Boote der Küste entlang fahren, um das Schauspiel der glühend fliessenden Lava am Meeresboden zu geniessen. Die jetzige Ausbruchsstelle ist nicht dieselbe, von welcher aus der bei weitem grösste Teil der Insel aufgebaut wurde. Diese letztere ist im Mittelpunkt der Insel, in der Nachbarschaft des höchsten Punktes (Piton des Neiges, 3069 m) zu suchen. Geht man von hier in südöstlicher Richtung auf die jetzige Ausbruchsstelle, Piton de Fournaise (2515 m) — in der Luftlinie fast 30 km — zu, so steigt man bis zu der einen Sattel bildenden Plaine des Caffres ab, um nun wieder bergan zu wandern. Plötzlich befindet man sich am Rande eines 135 m tiefen, bogenförmig verlaufenden, ungeheuer schroffen Steilabsturzes, des Rempart des Sables, an dessen Fuss sich die mit schwarzen Sanden, Lavaströmen und Auswurfskegeln bedeckte Plaine des Sables ausdehnt. Diese steigt wieder allmählich, bis man von neuem am Rande eines dem ersten gleichenden Steilabsturzes, des Rempart de Belcombe steht. Unten breitet sich gelbe Gekröse-Lava aus und aus dieser erhebt sich der prächtige Kegel des Piton Bory, der bis vor rund 100 Jahren thätig gewesen sein soll. Hinter diesem steht erst der jetzt thätige Kraterkegel, der Piton de Fournaise, von wo sich ein ungeheures Lavafeld bis zum Meere hinab ausdehnt. Man könnte also die Situation auf dem südöstlichen Teil von Réunion so charakterisieren,

dass zwei nebeneinanderstehende Vesuve von zwei ineinander geschachtelten Sommas umgeben werden, und es läge nahe, die beiden Sommas als je einen alten Krater- rand zu betrachten und anzunehmen, dass das Eruptions- centrum immer weiter nach Südosten verschoben wurde. Der Verlauf der Wälle scheint aber eine solche Deutung zu verbieten, vielmehr lassen sich dieselben eher durch ungeheure Einstürze erklären, ähnlich denen, mit welchen der terrassenförmige Aufbau der Kraterwände des Kilauea auf Hawaii zu begründen ist. Dass dabei auch eine Ver- legung des Eruptionscentrums nach Südosten erfolgt ist, machen die zwei Kegel innerhalb der Wälle wahrscheinlich, von denen der südöstlichere jüngeren Datums sein soll. Ob aber diese Verlegung ganz allgemein für die Insel gilt, dass also ursprünglich nur ein Krater am Piton des Neiges im Centrum der Insel thätig war, und erst nach dessen Erlöschen die Eruptionsthätigkeit südöstlich davon stattfand, ist sehr fraglich. Man kann nämlich die sehr auffallende Beobachtung machen, dass sich auf Basaltlaven- Vulkanen gern zwei Eruptionscentren zugleich befinden. So ist es auf Madeira und ebenso auf St. Helena. Auf Hawaii sind heute noch zwei Kratere (Mauna Loa und Kilauea) eruptionsfähig, und was das merk- würdigste hier ist, sie sind beide von einander ganz unabhängig, obwohl sie nur 30 oder 35 km von einander entfernt sind; eine Unabhängigkeit, die allerdings eine physikalische Notwendigkeit ist, da ihre Krateröffnungen die enorme Niveaudifferenz von 2800 m zeigen. Jedenfalls bildet das jetzige Eruptionscentrum von Réunion mit seinen Produkten nur einen kleinen Teil der Insel, obwohl es durch die Häufigkeit seiner Ausbrüche und die Grösse seiner Lavafelder vielleicht der produktivste von allen auf der Erde noch thätigen Vulkanen ist.

Die Hauptmasse von Réunion, so zerklüftet sie in Wirklichkeit ist, steigt im Grossen in der so regelmässigen Form eines gewaltigen Kegels aus dem indischen Ozean empor, dass sie schon aus grosser Ferne ihre feurige Herkunft aufs Deutlichste verrät. Dagegen stellt Mauritius eine Ruine dar, die den alten fertigen Bau fast gar nicht mehr erkennen lässt. Sie zeichnet sich vor allen anderen bis-

her betrachteten Inseln durch die bemerkenswerte Eigentümlichkeit aus, dass sich die höchsten Punkte nicht in der Mitte, sondern am Rande erheben. Man muss sich Mauritius wie einen nach der Mitte zu gewölbten Schild denken, der rundum mit erhabenen Zieraten versehen ist. Wie dieser Schmuck beim Schilde in einiger Entfernung vom Rande angebracht ist, so pflegt auch der stark unterbrochene Bergkranz von Mauritius in einem gewissen Abstände von der Küste zu verlaufen. Diese Berge fallen, in einzelne Rücken gegliedert, dem Meere zu allmählich ab, ebenso auch die einzelnen Lavabänke, aus denen sie sich aufbauen; nach der Ebene zu hingegen, um welche sie rundum gruppiert sind, endigen sie in schroffen Steilabstürzen. Bezeichnet man das Centralplateau als einen riesig weiten Kraterboden, so würden die Berge die verzelten Reste des Kraterwalles darstellen. Ueber die Entstehung des Kraterkessels wie der bedeutenden Lücken im Kraterwall ist es mir unmöglich, mir ein begründetes Urteil zu bilden, umsomehr als meinen Streifereien auf der Insel durch die schwierigen Unterkunftsverhältnisse engere Grenzen gesteckt waren, als ich wünschte.

Hatte mich meine Reise bis hierher nur mit Vulkan-Inseln bekannt gemacht, welche zum grössten Teil, wenn nicht ausschliesslich aus Basaltlaven aufgebaut waren, so änderte sich dies auf Java. Hier stehen allerdings die basischen Gesteine auch im Vordergrund, indessen tritt ihr Erscheinen als Lava zurück gegen das als Auswurfsmassen. Witterungs- und Gesundheitsverhältnisse verhinderten mich zu meinem grössten Leidwesen, die Insel in der beabsichtigten weitschweifigen Weise zu besuchen, und daher kam es, dass ich nur einen einzigen Vulkan, den *T a n g k o e b a n P r a h o e*, bestieg. Er ist zum grössten Teil aus Auswurfsmassen gebildet, zeigt aber auch Lavabänke und besteht deutlich aus einem tieferen, mit Chininpflanzungen bestellten Unterbau und dem mit prächtigem Urwald bewachsenen eigentlichen Kegel. Was ihn interessant macht, ist das Vorhandensein mehrerer Krateröffnungen: ein grosser ovaler Kraterrand beherbergt zwei durch eine Brücke getrennte Krateröffnungen, den *K a w a h O e p a s* im W., den *K a w a h R a t o e* im O.. *V e r b e e k*

u. Fennema¹⁾ geben noch einen unbenannten im SW. an, der nicht nur mir bei Nebel und Regen, sondern auch Jungfuhu entgangen ist. Ferner befindet sich ausserhalb des grossen Kraterrandes noch der Kawah Domas an der östlichen Flanke. Wenige Monate vor meiner Besteigung (letztere: 16. Februar 1897) hatte der Tangkoeban Prahoe eine Eruption. Es scheint nur ein kleiner Gasausbruch gewesen zu sein, der an der westlichen Kraterwand des Kawah Oepas in halber Höhe ein neues Kräterchen erzeugt hat. Die betreffende Kraterwand ist an sich schon sehr steil; an der Stelle der Neubildung ist sie senkrecht geworden und glatt cylinderförmig wie ausgeeisselt. Den Durchmesser des Kräterchens schätzte ich nicht höher als 20 m. Sowohl aus letzterem wie aus einer deutlicherweise auch erst neuerdings verschütteten Stelle daneben entströmte etwas Dampf. Ebenso wie diese Neubildung im W. des Kawah Oepas mag der Kawah Ratoe östlich entstanden sein, nur dass hier grössere Gewalt einen grösseren Krater erzeugt hat. Dass er jünger als der Kawah Oepas ist, ergibt sich aus der vertikalen Wellenlinie des östlichen Kraterrandes, welche durch die Thäler an der Aussenflanke hervorgerufen ist. Den Erosionsthälern fehlt nämlich der Thalschluss; dieser befand sich eben höher als der jetzige Kraterrand und ist weggesprengt worden. Es ist, namentlich bei dem losen Material, aus dem der Vulkan grossenteils besteht, sehr bemerkenswert, dass bei dieser Explosion die Kegelflanken nicht wahrnehmbar gelitten haben, wie es sonst zu geschehen pflegt. Erwähnung verdient noch die Thatsache, dass die Kraterwände mit einer so ungemein feinen Asche bedeckt waren, dass es mir bei dem herrschenden nassen Wetter unmöglich war, den Kraterboden zu erreichen, da die feuchte Asche einen thonigglatten Boden erzeugte.

Der interessanteste Vulkan, den ich in Japan besuchte, ist der Aso-san auf Kiu-shiu. Er ist aus Andesitlaven ganz wie die Basaltlaven-Vulkane aufgebaut und hat einen enorm weiten Kraterkessel, der bis auf eine einzige

---

1) Description géologique de Java et Madoura (Amsterdam, Joh. G. Stemler Cz.) 1896. II. 771.

Stelle ringsum geschlossen ist. Der Kraterwall erhebt sich bis zu 500 m über den Kraterboden und weist von W. nach O. gemessen einen Durchmesser von nicht weniger als 14 km auf, von S. nach N. von 20 km, oder wenn man eine besondere Ausbuchtung im N. mitrechnet, von sogar 23 km. Er besitzt also Ausmessungen, wie sie von keinem anderen Vulkan der Erde bekannt sind. Auf dem Kraterboden befindet sich eine fruchtbare Ebene, von der es heisst, dass sie 100 Dörfer beherberge. Durch eine westöstlich streichende Reihe von Auswurfskegeln wird sie in zwei Hälften geteilt, deren südliche um rund 50 m tiefer als die nördliche liegt. Die Auswurfskegel sind mehr oder weniger gut erhalten und haben auch Lavaströme in die Ebene entsandt. Einer, der N a k a n o - T a k e, ist noch thätig¹⁾. Wenn man die Linie, auf welcher die Kegelreihe steht, verlängert, so trifft man gerade auf den einzigen Durchbruch des grossen Kraterwalles. Es liegt daher nicht nur nahe, sondern es ist geradezu geboten, die natürlichste Erklärung für den Durchbruch in einer Spalte zu finden, die nicht allein in der Schlucht zur Anschauung gelangt, sondern auf der auch die Auswurfskegel des Kraterbodens liegen.

Solche zweifellosen Spalten, durch die die Kegel flanken vom Kraterrande ab radial geborsten sind, hatte ich auf dem Asama-yama zu beobachten Gelegenheit. Besonders eine im W. ist sehr schön. Sie besitzt oben 2—3 m Weite und zieht sich vielleicht 200 m weit den Kegel hinab. Bis auf höchstens 12 m Tiefe, die frei sind, ist sie, soweit zu erkennen, mit Bruchmaterial erfüllt. Auch peripherische Spalten sind an diesem Vulkanberg sehr schön zu sehen. Die Spalten sind äusserst lehrreich, denn sie sind wirkliche Aufreissungen, die durch vulkanische Kräfte verursacht werden und, wie es durch ältere Angaben von Besuchern bestätigt wird, bei den Ausbrüchen zustande kommen. Wie man sieht, war L e o p o l d v o n B u c h bei der Erklärung der Barrancos von einem ganz richtigen Instinkt geleitet, wenn auch seine Erhebungstheorie falsch war; ebenso wie seine Gegner Recht hatten,

1) Ueber die Ausbrüche vergl. Gaea 1897. XXXIII. S. 717 ff.

dass die Aufreissungen gerade an der Spitze der Vulkankegel stattfinden müssten. Jedenfalls ist das Vorkommen von Radialspalten Thatsache und die Wahrscheinlichkeit, dass Barrancos durch solche verursacht werden, nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen. Bedenkt man, welch gewaltigen Stössen vor, bei und nach Ausbrüchen, namentlich aber bei den Gasexplosionen ein Vulkanberg von dem unter ihm liegenden Herde her ausgesetzt ist, so begreift man, wie natürlich die Entstehung von Rissen ist.

Dass die Aufreissungen ein Maass erreichen, welches sogar zur Calderabildung führt, zeigt in augenfälligster Weise der Centralkegel des Shirane-san bei Chuzenji¹⁾. Dieser aus sauren Laven aufgebaute Kegel erscheint von oben bis unten mitten durch geborsten, so dass an den entgegengesetzten Kegelflanken zwei Spalten auftreten. Beide endigen am Gipfel in kraterförmigen Wänden, und während die eine, ganz offen, ein typisches Calderabild zeigt, ist die andere zum grössten Teil mit Schutt erfüllt, der sich weiter unten am Fuss in einer grossen Halde fortsetzt. Zu diesen beiden Spalten gesellt sich noch eine dritte, der zweiten ähnliche. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Erscheinungen auf Gasexplosionen zurückführt, die in Japan so häufig und als die letzten Gewaltäusserungen der vulkanischen Kräfte zu betrachten sind, durch welche derselbe Wille, der aufgebaut hat, sein eigenes Werk wieder zerstört. Er hat seine Bethätigung, wie es scheint, bei den mit Schutt erfüllten Spalten auf ein kleines Maass beschränkt, bei der offenen Caldera dagegen die gewaltige Steinmasse, die jetzt in dem kolossalen Einschnitt fehlt, hinausgeschleudert.

Das schönste Beispiel für derartige Calderabildungen lieferte der berühmte Ausbruch des B a n d a i - s a n vom 15. Juli 1888. Der Berg hatte in historischen Zeiten keine sicher nachweisbaren Ausbrüche gehabt, und nur einige heisse Quellen legten Zeugnis davon ab, dass die vulkanischen Kräfte noch nicht ganz abgestorben waren. Mit einer beispiellosen Plötzlichkeit erfolgte da die Katastrophe. Sie

---

1) Nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Vulkanberg bei K u s a t s u.

wurde durch einen ziemlich starken Erdstoss eingeleitet. Kurz darauf — die Angaben schwanken zwischen einigen und 15 Minuten — wurden unter furchtbarem Getöse solche Sand- und Steinmassen in die Luft geworfen, dass bald vollkommene Finsternis herrschte. Die Explosionen wiederholten sich rasch hintereinander. Das Ereignis muss ebenso schnell sein Ende erreicht haben, wie es sich vorbereitete, denn schon 2 Stunden nach dem ersten Erdstoss war wieder klarer Himmel und der Berg lag scheinbar ruhig da. Was war geschehen? Das Bild der Verwüstung, das sich mir noch neun Jahre später (27. Juni 1897) bot, ist unbeschreiblich. Aus der nördlichen Flanke des Berges war eine beinahe $1\frac{1}{2}$ km breite Schlucht ausgesprengt, deren steile Umfassungswände bis zu 150 m Höhe erreichen. Die dort fehlenden Massen liegen zum grossen Teil vor der Schlucht ausgebreitet und bilden ein wüstes, gelbes Trümmerfeld, das über 1 geogr. Quadratmeile bedeckt, die Flussläufe versperrt und grosse Seen aufgestaut hat. Aus der Schlucht, die schöne Profile blossgelegt hat, steigt etwas Dampf auf, der Rest stärkerer solfatarischer Thätigkeit, welche dem Ausbruch auf einer fast nord-südlichen Linie nahe der westlichen Schluchtwand gefolgt war. Im schroffsten Gegensatz zu diesem trostlosen Bilde stand die heitere Landschaft im W. und S. des Bandai-san, die lieblichen Berge und Thäler mit dem glitzernden Inawashiro-See.

Die H a w a i i - I n s e l n sind aus Basalt-Laven aufgebaut, und die grösste derselben, H a w a i i, zeichnet sich durch zwei noch thätige Vulkancentren, den Kilauea und den M a u n a L o a, aus. Jeder davon besitzt eine Art Kraterboden von bedeutender Ausdehnung und in diese eingesenkt sind erst die eigentlich thätigen Kraterschlünde von kleineren Abmessungen. Abweichend von dem Verhalten sämtlicher anderen bekannten thätigen Vulkane der Erde ragen jene dadurch hervor, dass sie zeitweise einen See flüssiger Lava beherbergen, der auch ab und zu über seine Ufer tritt. Am K i l a u e a leert sich der Lavasee auffallenderweise von Zeit zu Zeit, ohne zu verraten, wo seine unheimlichen Flüssigkeitsmassen bleiben. So verschwand er, nachdem er Jahre lang die interessantesten Vorstellungen

gegeben hatte — Teilung und Zusammenlegung mehrerer Einzelseen, schwimmende Inseln, Feuerfontänen, Ueberlaufen — ganz plötzlich und ruhig in der Nacht des 6. Dezember 1894. Erst am 3. Januar 1896 spät abends, nachdem die Zeit der „Austrocknung“ die längste beobachtete Periode gewesen sein soll, erschien ohne Vorzeichen wieder Lava, die aus einer ungefähr 70 m über der Kratersohle gelegenen Oeffnung ausfloss. Bereits am 28. Januar desselben Jahres verschwand sie wieder, um am 11. Juli 1896 in gleicher Weise wie am 3. Januar, aber an der entgegengesetzten Seite 50—70 m über der Sohle hervorzubrechen. Wann der See sich wieder verzog, konnte ich weder aus dem auf dem Vulkanhaus aufgelegten Buch, dem ich die angegebenen Daten entnahm, noch sonstwie genau erfahren, wahrscheinlich im September oder Oktober desselben Jahres. Seitdem entstiegen dem Krater unaufhörlich undurchdringliche Dampfmassen, wie sie sich auch mir im August 1897 darboten. — Der M a u n a - L o a - Krater hatte im Januar und Februar 1887 einen bedeutenden Ausbruch. Vom Ende desselben Jahres werden Dampfwolken berichtet, indessen verriet kein Widerschein am Himmel, dass sich ein Lavasee gebildet hätte. Im Dezember 1892 soll der Vulkan drei Tage lang thätig gewesen sein. In der Nacht vom 20. zum 21. April 1896 erschien wieder Lava, am letzteren Tage wurde am Vulkanhaus des Kilauea ein leichter Erdstoss verspürt, und bereits am 6. Mai 1896 war der Ausbruch beendet.

Hiermit, m. H., will ich meine Betrachtungen abbrechen, die, wie Sie gehört haben, auf kleinen und kleintlichen Beobachtungen fussen. Es würde mich freuen, wenn es mir gelungen wäre, darzuthun, wie auch in der Vulkanologie die geringsten Erscheinungen Bedeutung haben für die Erkenntnis des Baues der Vulkanberge; denn diese bildet in Verbindung mit den Beobachtungen bei den Vulkanausbrüchen die Unterlage für die Ergründung des geheimnisvollen Treibens Hephästos'.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Grosser Paul

Artikel/Article: [Geologische Betrachtungen auf vulkanischen Inseln 50-68](#)