

VERÖFFENTLICHUNG DER VULKANOLOGISCHEN ABTEILUNG DES
GRASSI-MUSEUMS ZU LEIPZIG

RÜCKBLICK AUF DIE AUSBRUCHSPERIODE
DES MONT PELÉ AUF MARTINIQUE 1902 BIS 1903
VOM THEORETISCHEN GESICHTSPUNKTE AUS

VON ALPHONS STÜBEL

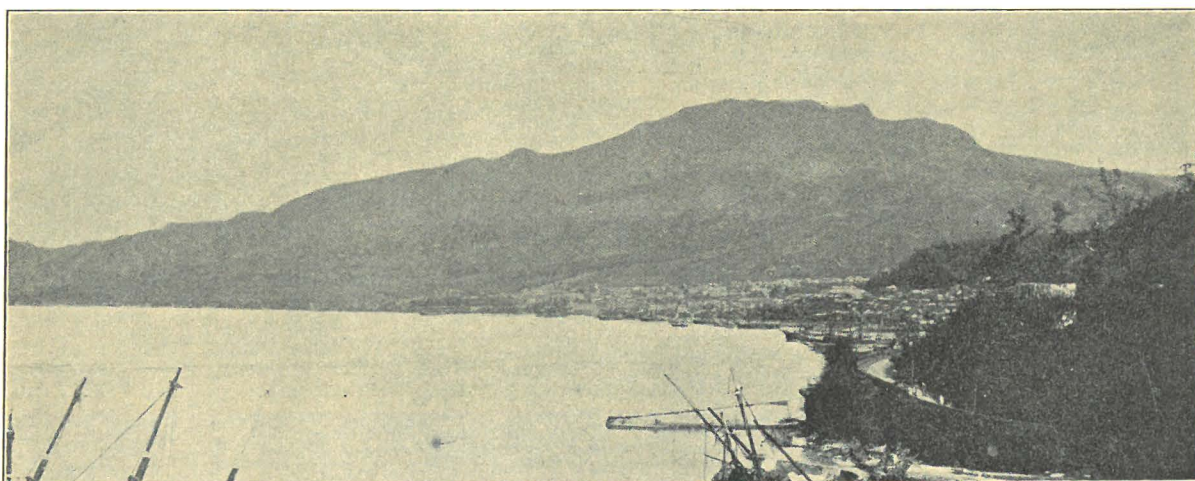
MIT 20 TEXTABBILDUNGEN

1904

LEIPZIG 1904
VERLAG VON MAX WEG

DIE Ausbrucherscheinungen des Mont Pelé waren gerade zu der Zeit, als die Katastrophe von Martinique die Aufmerksamkeit und Teilnahme der ganzen Welt auf sich lenkte, von der Art, dass sie dem vulkanologischen Studium nur wenig Neues zu bringen versprachen. Sogar noch im Oktober des Jahres 1902, also 5 Monate nach dem Beginn der Eruption, rechtfertigten die bis dahin eingegangenen Berichte der wissenschaftlichen Kommissionen nach geologisch-genetischem Ermessen den Ausspruch: „Was den neuesten Ausbruch des Mont Pelé-Herdes anbelangt, so hat er keine Erscheinungen hervorgerufen, die nicht auch anderwärts bei Vulkanausbrüchen beobachtet worden wären.“¹⁾ Und zu dieser Auffassung der Verhältnisse, die wir mit anderen Vulkanologen teilten, waren wir gewiss um so mehr berechtigt, als die eruptive Kraft des Mont Pelé-Herdes zu jener Zeit ihren Höhepunkt allen Anzeichen nach schon überschritten zu haben schien.

Figur 1.



Der Mont Pelé (Gipfel Morne La Croix = 1350 m) und die Stadt St. Pierre vor dem Ausbruch des Jahres 1902. Entfernung ca. 12 km.

Es ist jedoch anders gekommen. Jener Ausspruch bedarf jetzt nicht nur einer Einschränkung, sondern eines völligen Widerrufs; denn was sich am Mont Pelé seit Anfang August 1902 neben vereinzelten Explosionserscheinungen zugetragen, gehört zu den merkwürdigsten und lehrreichsten Begebenheiten, welche die Vulkanologie in historischer Zeit überhaupt zu verzeichnen gehabt hat; es betrifft eine Neubildung, die sowohl hinsichtlich ihrer Form als der Art ihres Hervortretens von allem abweicht, was man bisher als Ergebnis gewaltiger Eruptionsvorgänge kennen gelernt hat. Figur 1 zeigt uns die Silhouette des Mont Pelé vor seinem letzten Ausbruche.

Die Neubildung des Mont Pelé-Herdes besteht in einem aus dem alten Kraterboden wenigstens 400 bis 500 m aufragenden Staukegel, welcher eine zeitlang von einem bis an 300 m hohen turmartigen Felsen gekrönt wurde. Das Hervortreten des Staukegels, von Mr. A. LACROIX „*le cône*“ genannt, über den Kraterrand, der 400

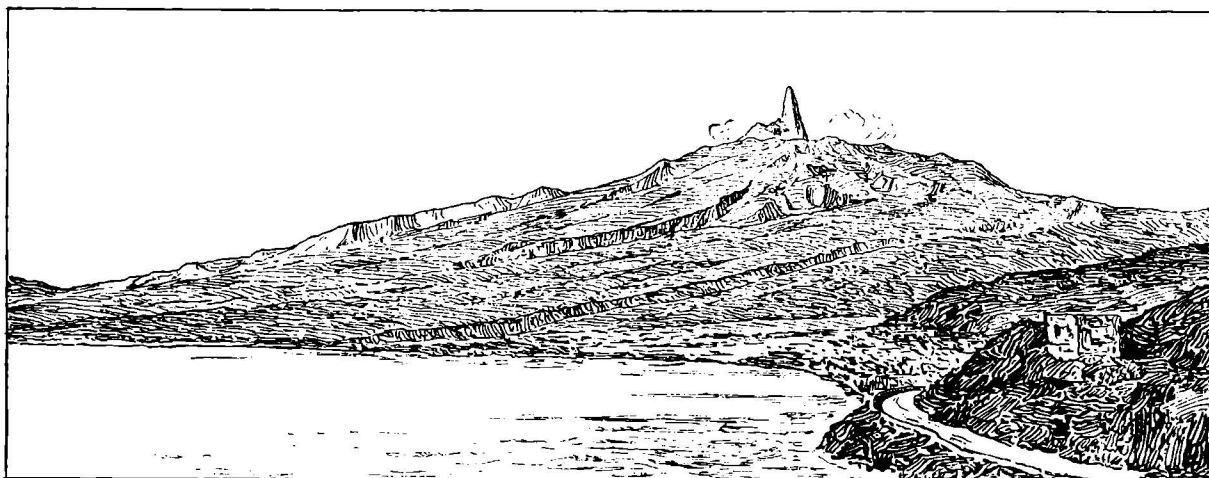
¹⁾ A. STÜBEL: Über die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge. Eine Studie zur wissenschaftlichen Beurteilung der Ausbrüche auf den kleinen Antillen im Jahre 1902. Leipzig, 1903. S. 49.

bis 600 m über dem alten Kraterboden (Étang sec) geschätzt wird, wurde zuerst am 11. August 1902 aus grosser Entfernung beobachtet; die hohe, ihn krönende Felsnadel aber erschien erst im November dieses Jahres, denn noch Mitte Oktober sah Mr. LACROIX bei einer Besteigung des Mont Pelé auf dem gezähnten Kamm des Staukegels, den er als „*cumulo-volcan*“ auffasste, nur einen etwas höher aufragenden Mittelzahn („*piton*“). Diesen Mittelzahn, der sich allmählich immer höher und höher aus seinem Unterbau, dem Staukegel, wie ein Pfropfen herauszuschieben schien, nannte Mr. LACROIX „*le bouchon*“ (Figur 2).

Das allmähliche Emporwachsen der Felsnadel über den Kraterrand konnte leider nur sehr unvollkommen beobachtet werden, weil der Berg von August 1902 bis März 1903, wie es die Jahreszeit mit sich bringt, fast immer in Wolken gehüllt blieb. Gleichwohl hat man feststellen können, dass die Nadel höher und höher emporwuchs, zeitweilig aber auch wieder niedriger wurde, und dann von neuem zu wachsen begann. Das ist das Ergebnis des Vorganges in seinen allgemeinsten Zügen.

Eine eingehende Beschreibung des Obelisken verdanken wir Herrn GEORG WEGENER, der den Mont Pelé am 25. März 1903 in Begleitung des Herrn Professor KARL SAPPER aus Tübingen bis zum Kraterrande er-

Figur 2.



Der Mont Pelé und seine im Laufe des Ausbruchs gebildete und später wieder verschwundene Gipfelkrönung, wie sie sich vom Standpunkte der Figur 1 aus im März 1903 dargestellt haben dürfte.)

stieg. Wir lassen hier das Wesentlichste aus seiner Darstellung im Wortlaute folgen,²⁾ um daran unsere eigenen Betrachtungen knüpfen zu können. Herr GEORG WEGENER schreibt:

„Was zunächst unsere Aufmerksamkeit einzig in Anspruch nahm (am Kraterrand stehend), war die Riesengestalt des Konus, der nunmehr plötzlich in fast schreckhafter Nähe und Grösse zwischen den Nebeln vor uns stand. Aus den Tiefen des Kratergrabens stieg er empor zu einer Höhe, die mindestens 300 m, die Höhe des Eiffelturmes, erreichte, und dabei mit einer Steilheit der Wände, die auf der Rechten siebzig und mehr Grad betrug, zur Linken aber senkrecht, ja stellenweise überhängend erschien. Wir waren jetzt dicht an seinem Fuss, kaum hundert Meter von ihm entfernt, aber rätselhafter, unwahrscheinlicher als je zuvor, stand er vor uns und über uns. Man begriff nicht, wie ein steinernes Gebilde von solcher Steilheit und Höhe sich nur halten, geschweige denn, wie es entstanden sein konnte. Das allerdings erkannten wir auf den ersten Blick: die Anschauung, er sei aus übereinander gefallen Blöcken gebildet, war unrichtig; der Konus war ein einheitliches Gebilde, das mit breiten, glatten Wandflächen aufstieg. Freilich wurde es dadurch nur um so rätselhafter.“

1) Diese Skizze ist nach photographischen Aufnahmen gezeichnet, welche von anderen Standpunkten aus aufgenommen waren, doch dürfte sie für den hier gewählten ein annähernd richtiges Bild von dem veränderten Aussehen des Berges geben. Ob der alte Kraterrand des Mont Pelé, wie ihn Fig. 1 zeigt, Umgestaltungen erfahren hat, die auch aus dieser Entfernung (ca. 12 Kilometer) noch bemerkbar sind, können wir nicht angeben.

2) Velhagen und Klasings Monatshefte. Heft 12. August 1903.

Am Tage nach der Besteigung (26. März) begaben sich beide Herren nach dem Observatorium von Fonds-Saint-Denis, das am Abhange der Pitons de Carbet, etwa 9 Kilometer südlich vom Gipfel des Mont Pelé entfernt liegt. Sie erreichten diesen günstigen Standort rechtzeitig, um von ihm aus eine der grössten Dampfexplosionen beobachten zu können, die der Mont Pelé in seiner neuesten Tätigkeitsperiode überhaupt gehabt hat; sie fand am 26. März (nicht am 29. März, wie Herr Dr. W. versehentlich angiebt) 1903, 6 Uhr p. m. statt. Herr Dr. WEGENER berichtet darüber:

„Bald nachdem ich die Aufnahme gemacht, brach mit tropischer Raschheit die Nacht herein und entzog uns den Anblick der Wolkengebilde. Dafür aber wurden nun die feurigen Erscheinungen am Krater sichtbar. Am Fusse des Konus, den die Eruptionswolke anfänglich ganz verborgen hatte, der aber in der Dunkelheit wieder frei zu werden schien, glühten ein paar rote Spalten auf, aus denen, wie durch mein schönes Goerzisches Triëder-Glas deutlich zu erkennen, unablässig rote Glutbälle, jedenfalls vulkanische Bomben, aufleuchteten und herausgestossen wurden. Sie stürzten dann in bestimmten Steinschlagrinnen zu Tal, gefolgt von einem Schweife kleinerer, glühender Materie. Wie feurige Schlangen rieselten diese Massen niederwärts ins Tal der Rivière Blanche, wo sie sich unseren Blicken entzogen. Lautlos ging das alles vor sich und mutete dadurch um so fremdartig wunderlicher an.

Allmählich leuchteten aber auch höher hinauf an den Wänden des *cône*, ja zuletzt bis nahe an seine Spitze, Glühpunkte auf. Diese bewegten sich aber nicht abwärts, sondern erloschen langsam an Ort und Stelle. Für die wissenschaftliche Erkenntnis des Konus war gerade das von grösstem Interesse. Es liess sich nämlich kaum eine andere Erklärung dafür finden, als dass hier Stücke von seinem Mantel absprangen und nun sein Inneres blosslegten, dass dieses also glühend war.

Damit aber war das letzte Kettenglied zur Befestigung der Ansicht geschmiedet, die uns an diesen beiden Tagen allmählich aufgegangen war. Da der *cône* einheitliche Masse ist, da er von unten her wächst und da er im Innern glühend zu sein scheint, so ist er aller Wahrscheinlichkeit nach eine Lavamasse von sehr zäher Konsistenz, die unausgesetzt langsam durch einen senkrechten Schlott heraufgepresst wird und beim Austritt an die Luft, aussen wenigstens, erstarrt. Also eine Art ungeheuerliche Wurst von Lava.“

Zu dieser lebhaften Schilderung WEGENERS möchten wir bemerken, dass sich dieselbe eigentlich nur auf die den Konus überragende Felsnadel und deren Bildung bezieht, nicht aber auf den eigentlichen Staukegel, welcher sich vom Kraterboden an bis zu einer den Kraterrand übersteigenden Höhe (mindestens 400 m) erhob, und den WEGENER gar nicht gesehen zu haben scheint, da das ganze Kraterbecken mit Nebel und Dampf Wolken erfüllt war. Es ist nicht streng sachgemäss, den Ausdruck *le cône*, den LAGROIX ganz richtig für den eigentlichen Staukegel — nach ihm einen „*cumulo-volcan*“ — gebraucht, auf das bizarre Felsgebilde über ihm anzuwenden; beschrieb doch LAGROIX den seit Mai 1902 existierenden *cône* längst bevor sich im November der obeliskartige Fels über ihm zu bilden begann, und unterschied er doch recht wohl den *cône* von den ihn überragenden Felszacken, aus denen dann der säulenförmige „*bouchon*“ herauswuchs, wenn er auch vielleicht später der Kürze halber die gesamte Neubildung einmal als *cône* bezeichnete. Auch HOVEY unterscheidet stets scharf den Staukegel („*dome*“) von der ihm aufsitzenden Nadel („*spine*“). Jedenfalls scheint Mr. LAGROIX von allen Beobachtern zuerst die richtige Ansicht über die Bildung der ganzen neuen Eruptivmasse gewonnen zu haben, über die er in den Comptes rendus CXXXV, p. 990 ff. ausführlich berichtet. Wir geben das Wesentlichste aus diesem Bericht in der übersichtlichen Zusammenfassung, welche die „Naturwissenschaftliche Wochenschrift“ in Nr. 21, vom 22. Februar 1903, veröffentlichte:

„Der Bau des Kegels lässt nach LACROIX keinen Zweifel an der Art seiner Bildung; an einen Schuttkegel lasse sich gar nicht denken; es sei ein Kumulo-Vulkan, ein ungeheurer Wulst aus Andesit-Lava, der sich an der Mündung einer unterirdischen Öffnung aufbaue; infolge der Langsamkeit der Bewegung, der Kontinuität und geringen Flüssigkeit des Magmas, das bei seiner Ankunft an der Oberfläche erstarrt, kann der Wulst seine gegenwärtige Gestalt behaupten, anstatt einen Strom zu bilden, welcher wahrscheinlich hervorgegangen wäre, wenn der Zufluss der Masse aus der Tiefe viel schneller erfolgt wäre.“

„Die andauernden Abstürze von allen Teilen des Kegels erscheinen ausser Verhältnis zu den sie begleitenden Gasausströmungen, deren Austritt nicht ihre Ursache sein kann; LACROIX erblickt in ihnen eine Wirkung des andau-

ernden Aufsteigens von Schmelzmasse, welche die bei der jähen Erstarrung zerspaltenen Gesteine disloziert. Diese Erklärungswiese erscheint berechtigt wegen der Lichterscheinungen, die bei Nacht immer zu sehen sind, so oft der Berg nicht von Wolken verhüllt ist. Dann ist der Kegel unregelmässig erhellt, nicht durch Flammen, sondern von sehr lebhaftem, sehr bestimmt begrenztem Leuchten in roter, einem Schmiedefeuere ähnlicher Färbung. Diese Lichtscheine treten zuerst sehr glänzend auf und verlieren dann allmählich an Intensität; sie entsprechen andesitischem Lavaschmelzflusse, der in den Spalten derselben schon erstarrten Lava aufsteigt und fortschreitend erkaltet. Wenige Stunden vor dem Absturze einer der Endnadeln des Kegels wurde an deren Stelle bei Nacht eine plötzliche, lebhafte Beleuchtung einer breiten Oberflächenstelle und das teilweise Erglühen des Kegels beobachtet. LACROIX weist schliesslich darauf hin, dass, obwohl seit mehreren Monaten keine grosse Explosion des Pelé-Vulkans stattgefunden habe, die Äusserung vulkanischer Tätigkeit nicht weniger im stillen und ohne Unterlass andauere.“

„Das Anwachsen liess sich leicht von den Beobachtungsposten im Süden und Osten des Berges aus verfolgen; etwa am 11. August sah man das Profil des Kegels von Morne-Rouge aus auftauchen und fast zu gleicher Zeit bemerkte man es auch zu Assier, wo es am 10. Oktober wie ein kleiner Wulst von gleicher Höhe wie der ihm benachbarte Morne La Croix erschien; in den folgenden Tagen wuchs er schnell, nach Nord und Süd ausgreifend und etwa 90 m Höhe über dem Kraterrand erreichend; ziemlich gleiche Dimensionen besass der Kegel am 10. November, obwohl einige Tage zuvor seine schärfste Spitze eingestürzt war. Beim Besuche am 15. Oktober zeigte sich der Gipfel, vom Kraterrande aus betrachtet, in der Gestalt eines gut gezähnten, ziemlich von N. nach S. gerichteten Kammes, dessen Mittelzacken („Piton“) die anderen beträchtlich überragte; die Höhe des Kammes über dem Kraterrande betrug etwa 50 m. Im November dagegen fand man den Zacken („Piton“) als einheitlichen ungeheuren Stock mit senkrechten Wänden wieder, dessen östliche Seite zufolge eines Absturzes glatte Oberfläche besass: bei etwa 100 m Höhe nimmt er jedoch nicht die Mitte des Kegels ein, sondern befindet sich an dessen Nordostrande, nur gegen 100 m vom Hügel La Croix entfernt und diesem gegenüber. Der Kegel ist nach allen Richtungen zerspalten; Gas und Dampf Wolken entweichen unaufhörlich teils senkrecht, teils in horizontaler Richtung: sie werden von beträchtlichen Einstürzen von sehr grossem Lärm begleitet; die aneinander schlagenden Blöcke geben im allgemeinen einen Ton, der demjenigen von zerbrechendem Glase ähnlich ist, und übrigens zu der sehr glasigen Struktur der Blöcke stimmt, welche man bis in das Tal des Blanche-Flusses abgerollt oder auf den Berggipfel geschleudert findet.“

„Ein zentraler Schloft ist nicht vorhanden; zwar erscheint manchmal, bei Betrachtung des Vulkans von fern, ein Helmbusch von Dämpfen, doch hat sich feststellen lassen, dass sich dieser nur aus den Dämpfen zusammensetzt, die oberflächlichen Spalten entweichen.“

Mr. LACROIX's Bericht stellt ferner fest, „dass der neuentstandene zentrale Kegel nicht aus vulkanischen Projektilen besteht, sondern ein Kumulo-Vulkan aus kohärentem Gesteine ist, der trotz unaufhörlicher Abstürze fortfährt, sich langsam unter dem Einflusse eines inneren Stosses oder Druckes zu erheben, so dass man sein Wachstum mit dem Auge verfolgen kann.“

An die Berichterstattungen der Herren WEGENER und LACROIX schliessen wir die neueste, die des Herrn EDMUND O. HOVEY, der im Auftrag des American Museum of Natural History die Inseln Martinique und S. Vincent zweimal besuchte. Seine Angaben reichen bis zum 19. Oktober 1903.¹⁾

Mr. HOVEY verbindet in seinen Aufzeichnungen mit den eigenen, an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen eine kritische Zusammenstellung derjenigen, welche von anderen vor ihm und nach ihm in zuverlässiger Weise ange stellt worden sind. Es bestätigt sich aus dieser Zusammenfassung der wesentlichsten Begebenheiten zunächst, dass die im Volksmund fälschlich als *cône* bezeichnete Felsnadel nicht unmittelbar aus dem Kraterschlund hervorgepresst worden ist, sondern sich auf einem dom- oder kegelförmigen Unterbaue erhob, dessen Vorhandensein bereits von Mr. LACROIX festgestellt worden war. Mitte Oktober 1902 ragte dieser Kegel schon etwa 50 m über den Rand des alten Kraters empor. Von diesem Zeitpunkte an entwickelte sich der obeliskartige Felsen über dem Kegel erstaunlich rasch, so dass er am 8. November eine Höhe von 100 m erreicht zu haben schien. Vom November 1902 bis März 1903 blieb der Gipfel des Mont Pelé fast ununterbrochen in Wolken gehüllt. Ende März bestimmte die französische Kommission den

1) The New Cone of Mont Pelé and the Gorge of the Rivière Blanche, Martinique. From the American Journal of Science. Vol. XVI. October, 1903. Und ferner: A Paper reprinted from „Science“, N. 5. Vol. XVIII, No. 463, Pages 633–634, November 13, 1903.

Gipfelpunkt der Nadel trigonometrisch zu 1568 m ü. d. M. und zu 338 m über Morne La Croix¹⁾. Zwischen 26. November 1902 und 3. Januar 1903 soll die Nadel um ca. 113 m (= 340 E. F.) niedriger geworden sein, doch verbreiterte sie sich gleichzeitig an ihrer Basis. Mit dem 8. Januar begann eine Serie von Zerklüftungen, die grosse Einstürze an der SW-Seite der Nadel zur Folge gehabt haben.

Major W. M. HODDER, der seine Beobachtungen über das Wachstum des Gipfelsens von Morne Fortuné auf Santa Lucia aus, 50 Seemeilen vom Mont Pelé entfernt, machte, unterscheidet bezüglich der äusseren Gestalt der Nadel zwei Perioden. In der ersten, der des November 1902, glich sie einem ungeheuren Leuchtturme und in der zweiten, der des März 1903, mehr einem Kirchturme. Mit diesem Wechsel der äusseren Erscheinung war, als besonders beachtenswert, auch eine Verschiebung der Achse um etwa 100 Fuss gegen Osten verbunden, was Mr. HOVEY hauptsächlich, und gewiss sehr richtig auf die vorherrschend an der Westseite stattgehabten Abstürze zurückführt, die sich anfangs Januar ereigneten. Der gewölbte Unterbau der Nadel, der Dom oder eigentliche *cône*, liegt nicht im Zentrum des alten Kraters, sondern NW davon, und die Nadel selbst stand an der NO-Seite dieser Wölbung. Vom 9. Januar bis 3. März waren der Bewölkung wegen keine Beobachtungen zu machen. Der Rücken des dom- oder kegelförmigen Unterbaues war im April 1903 bereits höher als der alte Morne La Croix, und die Nadel erhob sich über diesen Rücken mit etwa 180 m (ca. 600 E. F.) Höhe. Bis Ende Mai wuchs die Nadel noch, verlor aber alsdann 50 m, eine gleiche Zahl von Metern zwischen dem 5. und 7. Juli; auch bewirkte der 18. Juli eine weitere Abnahme ihrer Höhe um 18 m; es ist jedoch nicht gesagt, ob durch Einsturz oder durch Senkung ihres Grundbaues.

Am 17. August stellte Mr. GIRAUD fest, dass der Dom im Krater um 27 m gewachsen war, und in der Zeit vom 21.—31. August soll er um 104 m an Höhe gewonnen haben. Ein heftiger Ausbruch, der am 2. September stattfand, bewirkte wiederum eine Senkung um 30 m. Das Gesamtwachstum des Domes betrug innerhalb 6 Wochen, von Mitte August bis 1. Oktober, 127 m. Das Merkwürdigste aber, das sich in der Zeit des gewaltigen Emporwachsens des Domes ereignet hatte, war die Vernichtung der Nadel. Dieses, man kann wohl sagen, monumentale Gebilde, das den Mont Pelé von November 1902 bis Juli 1903 schmückte, hat zu existieren aufgehört. Das Nähere über den Untergang der Nadel, die vermutlich in sich zusammengebrochen und dadurch vielleicht zur Erhöhung des Domes beigetragen hat, ist bis jetzt nicht berichtet worden. Leider ist damit die merkwürdigste Schöpfung der vulkanischen Kräfte in historischer Zeit, welche der Insel Martinique auch für Nichtgeologen eine bleibende Sehenswürdigkeit gegeben haben würde, verloren gegangen. Ein neuer zahnförmiger Felsen hatte sich am 8. September, jedoch nicht an der Stelle der früheren Nadel, zu bilden begonnen, aber nur eine Höhe von etwa 20 m erreicht und wurde schon am 17. September nicht mehr gesehen.

Es darf schliesslich nicht unerwähnt bleiben, dass die eruptive Tätigkeit hinsichtlich explosiver Ausstossung gewaltiger Dampf- und Aschemassen im August und September wieder eine sehr gesteigerte gewesen ist. Besonders heftige Entladungen haben am 12. und 16. September stattgefunden; ihnen ist aber eine wesentliche Abschwächung der aus der Ferne wahrnehmbaren Eruptionsercheinungen in der zweiten Hälfte des September und der ersten des Oktober gefolgt.

Wenn sich die Angaben der verschiedenen Beobachter auch nicht in allen Einzelheiten decken, was bei der zeitweiligen Unnahbarkeit des Ortes und der Ungunst der Bewölkungsverhältnisse in den Hochregionen des Mont Pelé nicht anders erwartet werden kann, so geben sie doch ein Gesamtbild der Geschehnisse, das jede Missdeutung über das Wesen des Vorganges ausschliesst.

Die Merkmale, welche wir zur Beurteilung der gesamten Neubildung, sowohl des Domes als seines bizarren Gipfelsens in den vorstehenden Berichten angeführt sehen, dürften den Leser davon überzeugen, dass es sich bei diesem merkwürdigen Eruptivgebilde lediglich um eine Staumasse glutzähnen Magmas handelt, die von einer dicken Blockkruste umgeben und zusammengehalten wird. Alle Reaktionen, die von dieser glutzähnen Gesteinsmasse ausgehen, sowohl von der des Domes als von der des Gipfelsens, und nach aussen wahr-

1) Daraus würde sich ergeben, dass Morne La Croix, der vor dem Ausbruche 1902 eine Höhe von 1350 m besass, 150 m verloren hatte.

Mr. HOVEY bestimmte die Höhe von Morne La Croix am 20. Juni 1902 zu 1280 m und am 21. Januar 1903 zu 1230 m aus zwei Ablesungen eines Aneroid-Barometers. — Bekanntlich ergeben sich aus einzelnen Aneroid-Ablesungen für den gleichen Ort oft sehr grosse Höhenunterschiede, was hier vielleicht nicht unberücksichtigt bleiben darf.

Den Durchmesser des alten Mont Pelé-Kraters schätzt Mr. HOVEY auf etwa 1 km und die Höhe des Walles, der ihn umgibt, und der infolge des letzten Ausbruchs grosse Veränderungen erfahren hat, auf 300—600 m.

nehmbar werden, wie das Aufbersten der Erstarrungskruste, das vorübergehende Leuchten aus Klüften, die Veränderung in den Umrissen der Felsmasse, mit der lautes Krachen und klirrendes Abstürzen von Gesteinsblöcken verbunden ist, sowie die wandelbare Ausstossung von Gasen und Dämpfen an vielen Punkten der Oberfläche, sind genau die gleichen, die an den Staumassen des Santorin-Ausbruchs vom Jahre 1866 und, wenigstens zum teil, an denen der Atrio-Eruption des Vesuvs vom Jahre 1895 beobachtet worden sind. Die Staumasse des Mont Pelé unterscheidet sich jedoch von den letzteren sehr wesentlich dadurch, dass sie eine Gipfelkrönung hervorgebracht hat, die diesen fehlt.

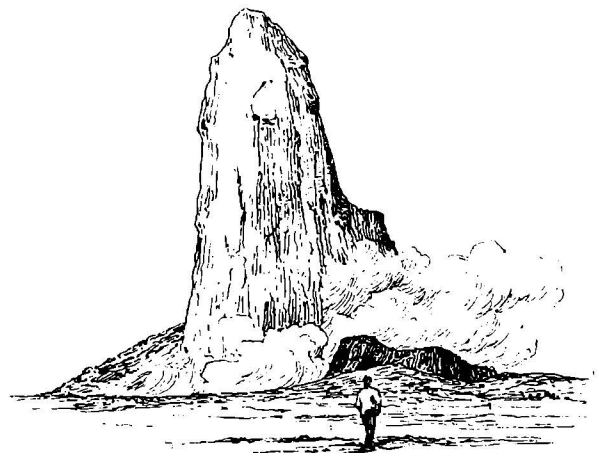
Aus den hier auszugsweise gegebenen Berichten geht jedenfalls auf das bestimmteste hervor, dass schon bald nach dem Ausbruch vom 8. Mai 1902, d. h. gegen Ende dieses Monats, sich innerhalb des grossen Kraters ein über 500 m hoher Staukegel gebildet hat¹⁾, woraus sich ergibt, dass die Nadel, der sogenannte „cône“ wie ihn WEGENER beschreibt, nicht direkt aus dem Kraterschacht hervorgepresst wurde, sondern ein inte-

Figur 3.



Die Gipfelkrönung auf dem Dom des Mont Pelé am 8. November 1902. (Nach Mr. LACROIX.) Ein Vergleich der Figuren 3 und 4 wird die Entstehung der Felsnadel weniger rätselhaft erscheinen lassen.

Figur 4.



Der neue Gipfelfelsen des Mont Pelé am 15. März 1903 vom Lac des Palmistes aus gesehen. Seine Spitze liegt annähernd 358 m über dem Rande des alten Kraters. Der dunkle Felsen zur Rechten ist ein Überrest des Morne La Croix. Aufnahme von Mr. HOVEY, März 25, 1903.²⁾

grierender Bestandteil des besagten Staukegels oder Domes, wie ihn HOVEY nennt, gewesen ist. Ob nun diese Nadel, wie überaus wahrscheinlich, der Überrest eines dem Dome aufgesetzten sekundären besonders steilen Kegels war (Figur 3 und 4), oder ob er, wie es LACROIX annahm, aus seinem Grundbaue, dem Dome, pfpfen-

1) E. O. HOVEY, l. c. p. 271. „The new cone must have grown with great rapidity, for Professor HEILPRIN's account and Mr. VARIAN's sketches (MC. GLURE's Magazin, Aug. 1902) describing and illustrating what was seen on an ascent made May 31, indicate that it must then have attained at least the altitude of the eastern crater rim, or about 3950 feet above the sea. The surface of l'Étang Sec according to commun report was about 700 meters (2296 feet) above tide. If this determination can be relied upon, the new cone had an altitude of about 1455 feet (596 m) above its base on May 31, 1902. Mr. VARIAN's sketches and Professor HEILPRIN's description indicate the existence of great walls or dikes of solid rock in the new cone, and Mr. GEORGE KENNAN's account (The Tragedy of Pelée, p. 157. The Outlook Co., 1902) corroborates this evidence. None of these observers reported the existence of a spine or tooth projecting above the cone.“

2) Für die photographische Wiedergabe der Felsnadel aus nah und fern verweisen wir auf die trefflichen Aufnahmen der Herren WEGENER und HOVEY, die teils in deutschen Zeitschriften („Daheim“, Velhagen & Klasings Monatshefte), teils im American Journal of Science (Vol. XIV. November 1903) veröffentlicht worden sind. In diesem letzteren Hefte finden wir auch zum ersten male eine Ansicht des Mont Pelé, welche die Gliederung seines Südabhanges deutlich erkennen lässt. Aber auch in dieser Photographie mussten die topographischen Einzelheiten immerhin durch starke Retouchierung des Negativs erst hervorgehoben werden. Es ist dies ein neuer Beleg dafür, dass die Photographie allein, so unentbehrlich sie auch geworden, den Ansprüchen des Geologen doch nicht genügen kann, sobald es sich um die Wiedergabe eines Terrains aus grösserer Entfernung handelt. Für diesen Zweck bleibt die detaillierte Handzeichnung, die allerdings ein zeitraubendes Studium der Bodenverhältnisse bei verschiedenartiger Beleuchtung voraussetzt, unerlässlich.

artig herausgepresst wurde, muss leider unentschieden bleiben, weil aus den Berichten nicht klar hervorgeht, welche Beobachtungen über Höhen, über Ab- und Zunahme der Höhen sich auf den Dom allein, auf die Nadel allein, oder auf beide zusammen beziehen; jedenfalls aber dürfen wir annehmen, dass die bizarre Form der Nadel zum grossen Teil durch Abstürze hervorgebracht wurde, welche ihrerseits durch die Bewegung veranlasst wurden, in der sich die domförmige Staumasse fortwährend befunden zu haben scheint.

Eigenartig erscheint auch der Umstand, dass die Dampfexplosionen aus der Tiefe des Kraters, welche die Staumasse des Domes notwendig durchdringen mussten, trotz ihrer ungeheueren Gewalt die mächtig hohe Säule lange Zeit hindurch nicht zu stürzen vermochten, was die sehr heftigen Explosionen vom 25. Januar und 26. März 1903 deutlich dargetan haben, wenn auch die Erschütterungen bedeutende Ablösungen an der Blockkruste der Wände, und mehrmals auch eine Erniedrigung der Säule (sei es durch Absprengung ihrer Spitze, oder durch Zurücksinken der Staumasse) zur Folge hatten. Dass der Zusammenbruch schliesslich aber doch erfolgte, kann gewiss nicht wundernehmen.

Es sei hier noch daran erinnert, dass Mr. HOVEY das Vorhandensein eines Kraters auf dem Staukegel ausdrücklich in Abrede stellt,¹⁾ obgleich die gewaltigen Dampfexplosionen aus dem Innern seiner Masse hervorbrachen. Hierin erkennen wir eine völlige Übereinstimmung mit den Explosionserscheinungen aus der Staumasse des Georg I. auf Santorin im Jahre 1866. Auch hier geschah es, dass die Blockmassen, welche das Gipfelplateau des Georg I. bildeten, sich plötzlich hoben, seitlich auseinanderschoben und nach dem stattgehabten Ausbruche sofort wieder zusammenschlossen, ohne eine kraterartige Vertiefung zurückzulassen. Die geringe Kratereinsenkung, die der Georg I. noch gegenwärtig besitzt, ist erst im späteren Verlaufe der Eruption, wahrscheinlich durch den Erkaltungsvorgang des Berges selbst, ausgeblasen worden, und ähnlich wird es sich vielleicht auch am Mont Pelé zutragen²⁾.

So merkwürdig die obeliskartige Gestalt der hier zutage getretenen Staumasse auch ist, so wird gleichwohl das Befremden, das ihr Anblick erweckt, noch übertroffen durch dasjenige, welches uns das Wachstum des ganzen Gebildes aufdrängt. Das allmähliche Emporwachsen des Kegels bis zur Höhe von mehr als 500 m über seiner Basis im alten Kraterbecken des Étang Sec scheint sich in der Tat über einen Zeitraum von wenigstens 11 Monaten erstreckt zu haben.

Wenn wir die Grösse dieser eruptiven Neubildung erwägen, so muss es wohl befremden, dass sie sich der Wahrnehmung der Herren TEMPEST ANDERSON und JOHN S. FLETT, welche den Mont Pelé zuletzt im Juli 1902 besuchten, gänzlich entziehen konnte. Denn wie wäre es sonst möglich gewesen, dass die englische Kommission in ihrem ausführlichen Berichte vom März 1903 die Mont Pelé-Eruption als einen Vorgang beschreiben konnte, dessen Spuren schon wenige Monate nach seinem Abschlusse verwischt sein würden?³⁾

Das hervorgehobene langsame Wachstum steht durchaus im Einklang mit der monogenen Wirkungsweise der vulkanischen Kräfte, deren Eigenart es zu sein scheint, ihre Gebilde zwar in einer, aber gewiss häufig sehr lange dauernden Eruptionsperiode hervorzubringen. Wenn schon ein verhältnismässig kleiner Staukegel der zweiten Eruptionsperiode eines Herdes fast ein Jahr lang unter fortwährender Bewegung im Wachs-

1) HOVEY, l. c. 279. „There is now no central opening or pit-like depression in the top of the new cone corresponding to the general idea of a crater. — Steam issues with vigor from all parts of the cone, but especially from the top and from the south-eastern portion, but not from the spine. — There is no one definite conduit through the cone or spine itself, to the exclusion of others.“

2) Bezüglich der Veränderungen, welche endogene Staukegel im Laufe der Eruption äusserlich erleiden, vergleiche man die Figuren 20–22 in: „Über die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge.“

3) Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A. Vol. 200. Report on the Eruptions of the Soufrière, in St. Vincent, in 1902, and on a Visit to Montagne Pelée in Martinique. Part I. By TEMPEST ANDERSON und JOHN S. FLETT. London 1903, p. 490. „That of the Soufrière was really a considerable Eruption, and produced notable geological consequences, that of Pelé was comparatively small, and its geological effects are of no great importance, and most of them will disappear within a few months of the cessation of the explosions.“

tum begriffen war, um wieviel länger wird die Entstehungszeit eines monogenen Kolosses der ersten Eruptionsperiode eines Herdes zu veranschlagen sein? —

Das langsame Wachstum des endogenen Staukegels erklärt sich vielleicht, wenigstens zum teil, aus der Beschaffenheit des Förderschachtes. Der von der Kratermündung des Mont Pelé bis zur Tiefe seines Herdes hinabreichende Schacht musste dem Aufsteigen des spezifisch schweren Magmas jedenfalls einen grossen Widerstand entgegensetzen, denn man darf sich diesen Schacht doch keineswegs als eine glattwandige Röhre vorstellen, er wird vielmehr bald eng, bald weit, vielfach gekrümmt und verzweigt sein, was um so mehr in Betracht kommt, als seine Länge doch auf eine ganze Zahl von Kilometern veranschlagt werden muss, denn zwei bis drei Kilometer oder mehr liegen allein schon innerhalb des Berges, wenn man dessen submarinen Unterbau mit in Anschlag bringt.

Jedenfalls hat die Bildung des grossen endogenen Staukegels mit seinem Gipfelfelsen unwiderleglich bewiesen, dass die plötzlich erwachte Eruptivkraft des Mont Pelé-Herdes nicht nur den Zweck hatte, Gase und Dämpfe abzuführen, sondern in der Tat die Ausstossung eines bestimmten Quantums Magma anstrebte, wie sich dies von vornherein erwarten liess. Ob aber das Quantum, das der Tiefenschacht in sich aufzunehmen vermochte und zur Bildung des Domes notwendig war, demjenigen Magmaüberschusse des lokalisierten Herdes entspricht, der den Ausbruch vom 8. Mai hervorrief, oder ob nicht vielmehr damals ein weit grösserer Magmaerguss unterseeisch stattgefunden hat, muss leider unentschieden bleiben. Für das letztere sprechen allerdings sehr gewichtige Anzeichen.¹⁾ Die Bildung des supramarinen Domes wäre also in diesem Falle nur als eine Entlastung des Herdes an zweiter Stelle aufzufassen. Dass Flankenausbrüche Kraterergiessungen nachfolgen, oder umgekehrt die Kraterergiessungen den Flankenausbrüchen, ist an den Kraterbergen anderer vulkanischer Herde wiederholt vorgekommen. Die Entstehung eines Staukegels aber über oder neben der Kratermündung unter Hervorbringung einer so bizarren Gipfelkrönung, wie am Mont Pelé, darf als eine Begebenheit angesehen werden, die in der Geschichte der Ausbrüche ein Analogon nicht besitzt.

Die überaus merkwürdige Begebenheit der Felsnadel-Bildung wird aber erst dadurch besonders bedeutungsvoll, dass sie uns klar vor Augen führt, wie analoge Gebilde grösseren Massstabes, nämlich die Gipfelobelisken und Gipfelpyramiden so mancher alter monogener Vulkanbaue entstehen konnten und höchst wahrscheinlich entstanden sind. Wie grosse Fragezeichen starteten bis jetzt diese steilwandigen Obelisken und Pyramiden, aufgebaut aus gebankten Laven und Agglomeraten, über den breit angelegten, sanft geneigten, meist radial gegliederten Massiven eines Quilindaña, eines Cotacachi, eines Sincholagua, eines Rucu-Pichincha, eines Sajama, eines Casaguala und Quillpicasha etc. in die Lüfte, ohne dass wir eine befriedigende Antwort geben konnten; da erscheint plötzlich in der Bildung der Nadel die Lösung des Rätsels!

Wenn wir nun hier am Mont Pelé sehen, wie bei einer doch verhältnismässig schwachen Tätigkeit seines offenbar schon erschöpften Herdes eine Felsbildung in obeliskartiger Gestalt bis zur Höhe von etwa 300 m noch über die eigentliche schon 500 m hohe Staumasse emporwachsen konnte,²⁾ warum sollten da nicht bei ähnlichen, aber hundert- oder tausendfach grösseren Eruptionsvorgängen — denn um solche hat es sich bei der Bildung der grossen monogenen Bergmassive, wie die oben genannten, gehandelt — Gipfelkrönungen hervorgebracht worden sein, deren bizarre Formen sich bis auf den heutigen Tag erhalten haben?

Gehört doch die Felsnadel-Bildung nur als ein kleines Glied in die Kette der Erscheinungen, aus denen sich die zweite Ausbruchperiode des Mont Pelé-Herdes zusammensetzt; um wieviel imposanter müsste sich

1) A. STÜBEL, l. c. S. 51. — Martinique u. St. Vincent, Sonderabdruck S. 10. — Das Kabel ist nicht nur einmal, nämlich vor dem 7. Mai 1902, sondern auch noch ein zweites Mal genau an der gleichen Stelle in 2600 m Meerestiefe am 23. Mai, nur drei Tage nach seiner Wiederherstellung, zerstört worden. (JEAN HESS, La Catastrophe de la Martinique, Paris, 1902, p. 491.)

2) Selbstredend übernehmen wir keine Verantwortung für die hier gegebenen Höhenzahlen, welche häufig nur auf Schätzung zu beruhen scheinen, und vielleicht später durch den Spezialbericht der französischen Kommission Berichtigung erfahren werden.

aber eine solche Felsbildung gestalten können, — vorausgesetzt, dass das Magma die dazu nötige Konsistenz hätte —, wenn sie als Schlussakt der ersten Ausbruchperiode des Herdes eintreten würde.

Dabei verkennen und unterschätzen wir keineswegs die Tatsache, dass bizarre Felsformen nicht selten durch Erosionen, z. B. durch die allmähliche Ausschaltung von Kraterwällen, geschaffen werden, und wir verwechseln ebensowenig mit den pyramidenartigen Krönungen mancher Vulkanberge die Zacken und Nadeln, die so häufig aus den steilwandigen Umwallungen der Calderen emporragen, und deren Entstehung aus der Bildung dieser Rückzugskrater und aus später erfolgten Einstürzen leicht verständlich wird.

Wir nannten die Eruption des Mont Pelé vom Jahre 1902 soeben eine Erscheinung der zweiten Ausbruchperiode seines Herdes. Ist diese Bezeichnung aber auch wirklich gerechtfertigt? — In unseren früheren Arbeiten sind wir für die Ansicht eingetreten, dass die steilen Ausbruchskegel, welche so überaus häufig im Inneren der terrestrischen, wie lunaren Caldera-Berge vorkommen und den sogenannten Somma-Vesuv-Typus der vulkanischen Schöpfungen bedingen, eine zweite Ausbruchperiode der gleichen Herde kennzeichnen, aus denen lange zuvor die betreffenden Caldera-Berge selbst hervorgegangen waren.

Diese Verbindung von zwei so grundverschiedenen Bergformen ist in ihrer vieltausendfachen Wiederkehr auf Erde und Mond, wie wir schon wiederholt hervorgehoben, wahrscheinlich als wichtigster Fingerzeig für die Beurteilung des Wirkens der vulkanischen Kräfte anzusehen.

Das denkwürdigste Beispiel für die Bildung eines solchen zentralen Ausbruchskegels in historischer Zeit hat bekanntlich das Jahr 79 n. Chr. geliefert, in welchem inmitten des Somma-Beckens der Vesuvkegel aufgeschichtet und dadurch eine neue, die zweite Ausbruchperiode des Somma-Herdes eingeleitet wurde.

Der Mont Pelé ist in seinem ursprünglichen Bau ein Caldera-Berg, ähnlich wie es die Somma vor dem Jahre 79 war, und der Ausbruch des Jahres 1902—1903 hat, wie wir gesehen haben, für die Caldera des Mont Pelé einen zentralen Ausbruchskegel geschaffen, der in seiner Höhe nicht allzuviel hinter dem des heutigen Vesuv zurückzubleiben scheint.

Die theoretische Auffassung des ganzen Eruptionsvorganges auf Martinique hängt also von der Beantwortung der Frage ab: Ist die Bildung des Staukegels am Mont Pelé als das genaue Seitenstück zur Entstehung des Vesuvkegels im Jahre 79 anzusehen, oder ist das Verhalten des Mont Pelé-Herdes in seiner neuesten Tätigkeit nur als einer der grösseren Ausbrüche aufzufassen, wie sie der Somma-Herd seit dem Jahre 79 bis auf die Gegenwart in endloser Reihe geliefert hat?

Nach allem, was sich im Laufe der letzten zwei Jahre am Mont Pelé zugetragen, stehen wir heute nicht an, die Neubildung in der Caldera des Étang Sec, die Hervorbringung des mächtigen Staukegels, mit der Begebenheit des Jahres 79, welche die Somma erst in einen sogenannten tätigen Vulkan verwandelte, in Parallele zu stellen. Und es ist dies gerade der Punkt, in welchem wir unsere früher ausgesprochene Ansicht über die Bedeutung des neuesten Mont Pelé-Ausbruches zu berichtigen wünschen, welche dahin ging, dass der Eintritt der zweiten Ausbruchperiode bereits in weit früherer Zeit stattgefunden haben könnte und die dabei bewirkte Neubildung unter der üppigen Vegetation des Berges verborgen liegen dürfte. Auch der offenbar sehr unbedeutende Ausbruch des Jahres 1851 schien diese Voraussetzung zu rechtfertigen. Es dürfte dieser aber nur ganz sekundären Ursprungs gewesen, nicht aus dem tiefen Mont Pelé-Herde, wie diesmal hervorgegangen sein.¹⁾

Die monogene Entstehung des Kegels am Mont Pelé ist ein neuer Beweis dafür, dass auch Eruptionskegel wie der Teyde im Zirkus der Cañadas-Berge, der Monte Croce in der Caldera der Rocca Monfina, der Golongal des Mojanda und ungezählte andere mehr durchaus nicht als polygene Aufschüttungskegel angesehen werden dürfen, so sehr auch ihre äussere Beschaffenheit in einigen Fällen durch die sie bedeckende Asche und Schuttablagerung dafür sprechen mag; auch sie sind zumeist die Gebilde eines einzigen Ausbruchsvorganges.

1) Man vergleiche: Prof. GIUSEPPE MERCALLI, *Le Antiche Eruzioni della Montagna Pelée*. Estratto dagli „Atti della Società Ital. di Scienze Nat.“ Vol. XLI. — Der Ausbruch ist so schlammreich gewesen, dass die Kommission, die man mit seiner Untersuchung betraut hatte, die Ursache dafür in der ungewöhnlichen Regenmenge sah, die 1851 auf Martinique niedergegangen war.

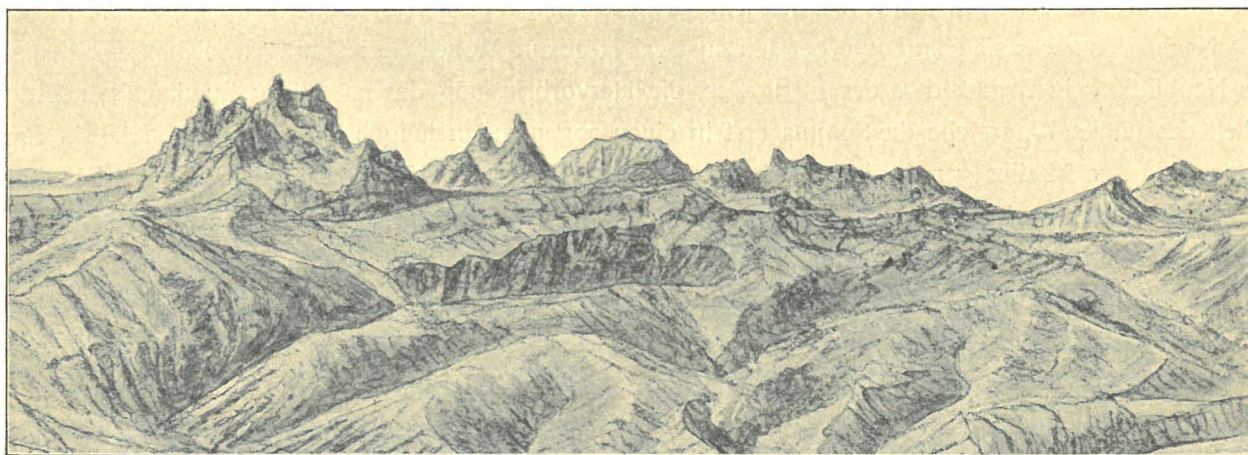
Wenn aber der uralte, aus flach gelagerten, weithin sich erstreckenden Bänken aufgeschichtete Mont Pelé und sein neuer steilwandiger Kegel die Produkte des gleichen lokalisierten Herdes sind, so kann es unserer Wahrnehmung nicht entgehen, dass sich der abführbare Inhalt des Herdes nicht nur seit jener ersten monogenen Bergbildung sehr erschöpft, sondern dass auch der Flüssigkeitszustand des Magmas wesentlich abgenommen hat. Und dass sich diese Erscheinung in der übergrossen Zahl der Fälle mit völliger Übereinstimmung wiederholt, ist gewiss nichts Zufälliges. Wenn auch der Pelé-Kegel aus besonders zähflüssigem Magma aufgebaut wurde, so ist darum doch nicht ausgeschlossen, dass, wie es zumal der Vesuv bewiesen, aus dem gleichen Herde später wieder dünnflüssiges Magma, wenigstens in kleinen Strömen gefördert werden kann. Ob jedoch der Mont Pelé-Herd fortan in eine häufigere Tätigkeit treten wird, wie sie der Vesuvkegel für den Somma-Herd seit dem Jahre 79 vermittelt, kann erst die Zukunft lehren.

Während am Mont Pelé, wie uns scheinen will, kein Zweifel darüber bestehen kann, dass der Ausbruch des Jahres 1902 in der Tat den Eintritt der zweiten Tätigkeitsperiode seines Herdes kennzeichnet, so ist dagegen der gleichzeitige Ausbruch der Soufrière von St. Vincent nur einer Eruptionerscheinung gleichzusetzen, wie sie der Vesuv, der Aetna und alle allmählich ersterbenden Herde der Gegenwart hervorbringen.

Die Soufrière war, im Gegensatz zum Mont Pelé, schon vor dem neuesten Ausbruche ein ausgeprägter Bau des Somma-Vesuv-Typus, und erlitt durch den des Jahres 1902 weder wesentliche Veränderungen ihrer Gestalt, noch irgend welchen Zuwachs durch Förderung feuerflüssigen Magmas.

Nachdem wir die merkwürdigen Gipfelfelsen des Mont Pelé entstehen sahen, liegt es gewiss nahe, Umschau zu halten nach Gebilden ähnlicher Art an den eruptiven Schöpfungen anderer Weltgegenden. Wir beschränken uns hier auf wenige bildliche Beispiele aus Ecuador, Perú und Bolivien und geben in ihnen nicht nur die Gipfelpyramiden, sondern diese in Verbindung mit den Bergmassiven, aus denen sie hervorgingen. Wenn wir nur die Gipfelfelsen veranschaulichen wollten, auf die es hier allerdings hauptsächlich ankommt, so würden wir in den gleichen Fehler verfallen, wie diejenigen, welche sich damit begnügen, einen Kraterkessel ohne den Berg abzubilden, dem er angehört.

Figur 5.

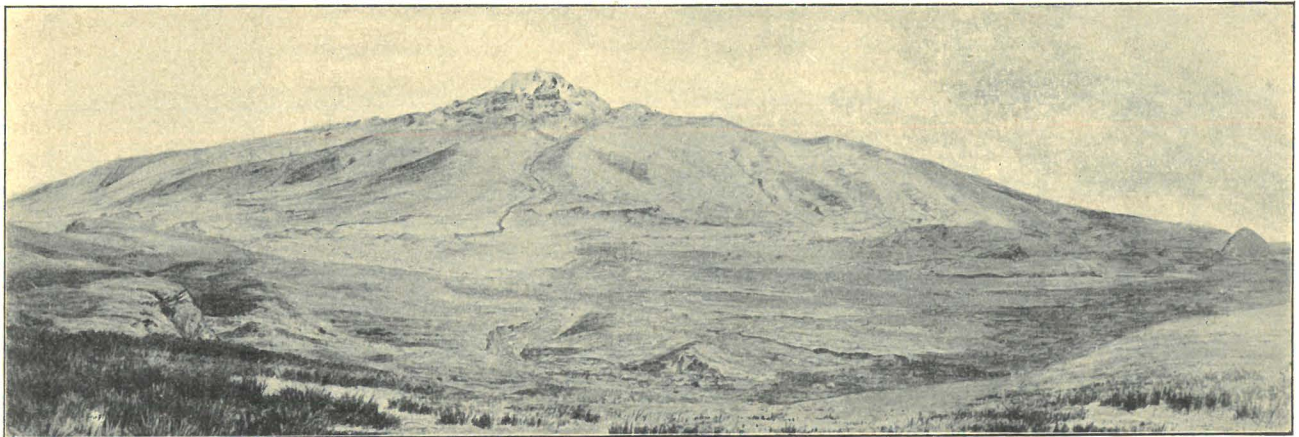


Der Casaguala und der Quillpicasha (4545 m) in der Westcordillere von Latacunga (Ecuador) von der Südostseite, aus 35 bis 40 km Entfernung. Standpunkt am Nordwestabhang des Cerro Llmpi in 3275 m. (Zeichnung des Verf.)

Nicht nur einen einzelnen Gipfelfelsen sondern gleich eine ganze Gruppe obeliskartiger Berggipfel, die den Vergleich mit der rätselhaften Neubildung am Mont Pelé nahe legen, führt diese Zeichnung vor, und zwar von Berggipfeln, deren Entstehung durchaus nicht auf nachträgliche Erosionswirkung der Atmosphärien allein zurückgeführt werden kann.

Die umfänglichste Gipfelgruppe links ist der Casaguala, auf ihn folgt der zweigipfelige Yaña-urcu, und unmittelbar auf diesen der Quillpicasha. Weiter nach rechts reihen sich diesen noch andere ähnlich gestaltete Gipfel an. Dieses Bild ist ein Ausschnitt aus dem Panorama VIII des Hochlandes von Ecuador (Bild 93 im Grassi-Museum). Bezüglich des inneren Baues dieser Pyramidengipfel verweisen wir auf Fig. 15, welche einen der Hauptgipfel des Casaguala aus unmittelbarer Nähe zeigt und die charakteristische unregelmässige Bankung sehr gut hervortreten lässt.

Figur 6.



Der Sincholagua mit seiner Gipfelpyramide (4988 m) von der Westseite, aus ca. 13 km Entfernung. Standpunkt Hornoloma am Nordfuss des Cotopaxi in 3784 m ü. d. M. (Zeichnung des Verf. Bild 66 im Grassi-Museum).

Die in Fig. 6 und Fig. 7 vorgeführten, 17 Breitgrade auseinander liegenden Berge gleichen sich in ihrer äussern Erscheinung in auffälliger Weise. Beide Berge bestehen aus einem flach-domförmigen Unterbau und werden von kleinen, aber immerhin 500—600 m hohen Gipfelpyramiden gekrönt, welche stellenweise ungemein steil abfallen. Das Detail beider Pyramiden geben wir in Fig. 12 und 13. Ausserdem verweisen wir bezüglich des Sincholagua auf Fig. 8.

Figur 7.



Der Cerro Anallajche (ca. 5600 m) im Hochlande von Bolivien, von der Südostseite, in ca. 12 km Entfernung. Standpunkt am Abhange des Sajama in 4400 m Höhe. (Zeichnung des Verf.)

Es ist einleuchtend, dass die überraschende Ähnlichkeit zwischen Sincholagua und Anallajche sich nur aus einem genau gleichen Eruptionsvorgange erklären lässt. In beiden Fällen endete der Ausbruch mit der Hervorpressung glutzähnen Materials, das sich zur Gipfelpyramide aufstaute, und die wahrscheinlich noch längere Zeit hindurch von kleinen explosiven Erkaltungserscheinungen der Bergmasse selbst umspielt gewesen sind.

Figur 8.

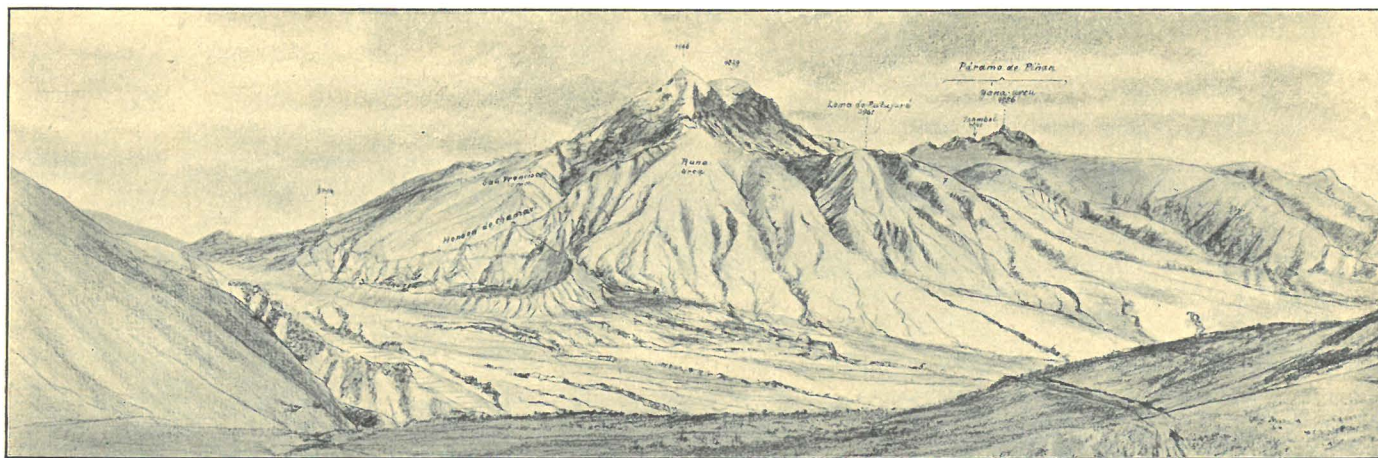


Der Sincholagua von der Nordostseite. Standpunkt Cerro Guamaní (4373 m) beim Hato del Antisana. (Zeichnung des Verf. Ausschnitt aus dem Panorama VI. des Hochlandes von Ecuador. Bild 49 im Grassi-Museum.)

Wir geben hier noch eine Ansicht des Sincholagua, weil von dieser Seite die Steilheit seiner Pyramide sehr deutlich hervortritt, und sich dadurch in seiner Gesamtansicht den folgenden Bildern besser anschliesst als auf Fig. 6. Der hier sichtbare Vordergrund gehört noch zum Plateau des Antisana.

Bei der Wichtigkeit dieser Bergform lassen wir zunächst drei Beispiele folgen. Wenn es uns aber darauf ankäme, eine noch grössere Zahl ausgeprägter Pyramidenberge vor Augen zu führen, so müsste hier vor allem auch der Iliniza eine Stelle finden. Er zeichnet sich durch zwei dicht benachbarte und sehr steile Felsgipfel aus. Zahlreiche Abbildungen im Grassi-Museum stellen diesen prächtigen Vulkanberg Ecuadors dar, der zu den wenigen des Hochlandes gehört, die von allen Seiten aus annähernd gleicher Entfernung gesehen und aufgenommen werden können.

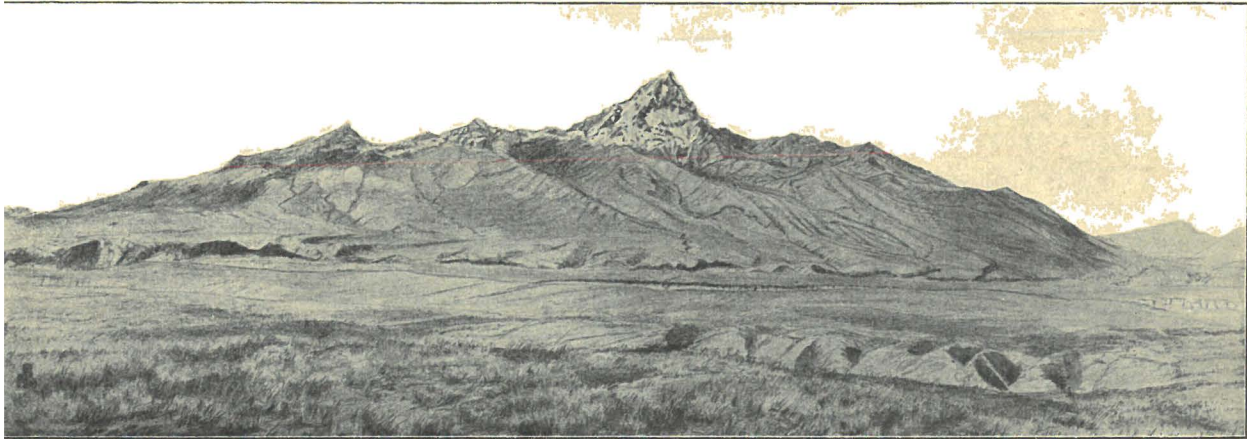
Figur 9.



Der Cotacachi in der Provinz Imbabura (Ecuador) von Südsüdost, aus ca. 25 km Entfernung. Standpunkt auf dem Mojanda am Desaguadero in 3727 m Höhe. (Zeichnung des Verf. Bild 36A. im Grassi-Museum.)

Eines der schönsten Beispiele der keineswegs seltenen Vulkanberge, deren Hauptmasse sich aus scharf markierten strebepfeilerartigen Bergrücken zusammensetzt und von einer Gipfelpyramide überragt werden. Bei derartigen Bergen ist es nicht ausgeschlossen, dass die Gipfelpyramide das Werk einer zweiten Ausbruchperiode ist, obgleich keine direkten Beweise dafür vorliegen. Wir wollen nicht unterlassen, bei diesem Bild auf den Explosionskrater der Cuicocha hinzuweisen, welcher sich am Südfusse des Cotacachi zeigt. Ein zweiter, ebenfalls sehr steilgipfeliger Vulkanberg, der Yana-urcu, schliesst sich gegen Norden an den Cotacachi an, und ist im Bilde rechts von dessen Gipfel sichtbar.

Figur 10.

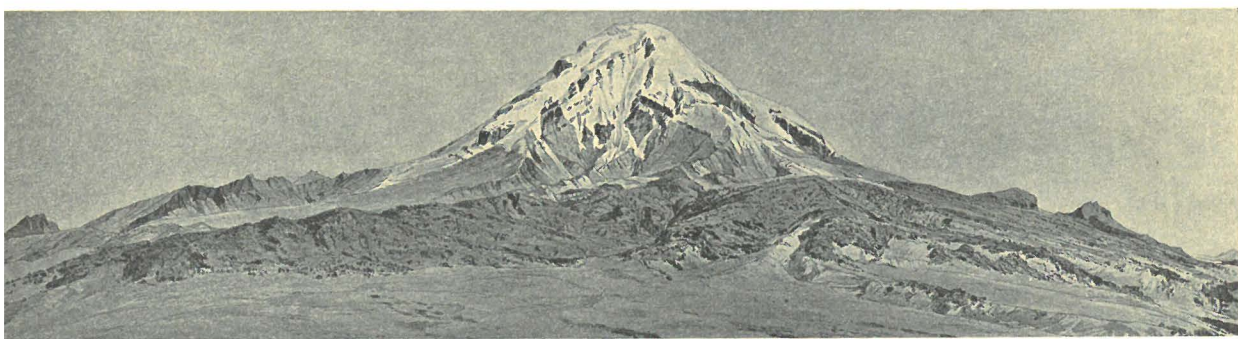


Quilindaña (4919 m) in der Ostcordillere von Latacunga (Ecuador), von Norden, aus einer Entfernung von ca. 10 km. Standpunkt Vallevecioso in 3650 m Höhe. (Zeichnung des Verf. Bild 63 im Grassi-Museum.)

An diesem Bau fällt besonders die verhältnismässige Grösse der dem Matterhorn ähnlichen Pyramide ihrem gegenüber auf; sie sitzt hier nicht, wie beim Cotacachi, zwischen den strebepfeilerartigen Rücken, sondern erhebt sich über dem Gesamtbau hervor, daher der imposante Anblick.

Wer möchte z. B. beim Anblick der Figuren 6, 7 und 10 voraussetzen, dass solche Baue ehemals Berge von grosserer Höhe gewesen seien, und die jetzt vorhandenen Pyramiden nur den durch Erosion ausgeschälten Teil der ursprünglichen Kraterkegel darstellen. Das Abtragungsergebnis wäre also in diesem Falle gerade das entgegengesetzte von dem, was man so oft für die Bildung der Calderen angenommen hat: hier eine ragende Felspyramide, dort ein Kraterkessel! Aber beide Bergformen, sowohl die der Caldera- als die der Pyramiden-Berge, müssen, so wie auch im einzelnen durch Erosion verändert worden sein mögen, doch nach ihren Gesamtabmessungen immer als ursprüngliche betrachtet werden. Der Mont Pelé, ein noch immerhin deutlich ausgeprägter Caldera-Berg nach unserer Ansicht hiervon keine Ausnahme.

Figur 11.

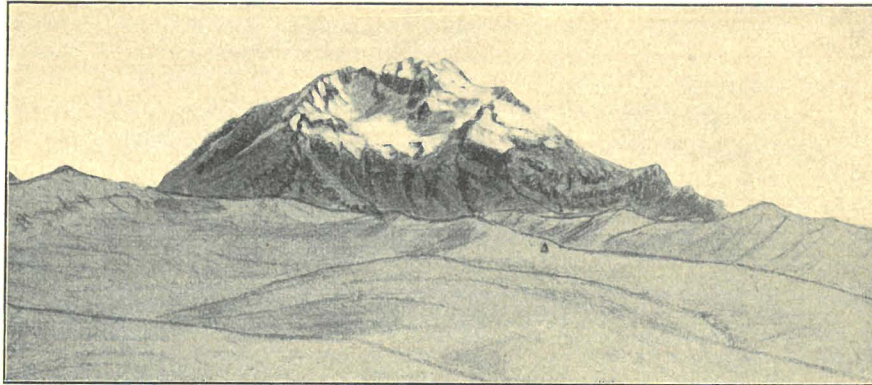


Quilindaña (6584 m) im Hochlande von Bolivien, von Norden, aus einer Entfernung von ca. 8 km. Standpunkt: Unweit Tomarape in 4400 m Höhe. (Zeichnung des Verf.)

Während am Quilindaña die Gipfelpyramide ihrer Masse nach den Gesamtbau noch immer nicht überwiegt, überwiegt sie am Sajama durchaus. Dieser kraterlose Kegel besteht wesentlich aus soliden Lavabänken, welche aber durch die Art ihrer Lagerung aufweisen, dass sie unmöglich von einem Centrum aus als gewöhnliche Lavaströme ergossen worden sind; wir haben vielmehr einen typischen Staukegel vor uns, der sich über einem breiten, wenig gegliederten Plateau erhebt. Letzterer ist im vorliegenden Bilde nicht in seiner ganzen Ausdehnung sichtbar. Man vergleiche auch ausserdem die Originalzeichnungen im Grassi-Museum.

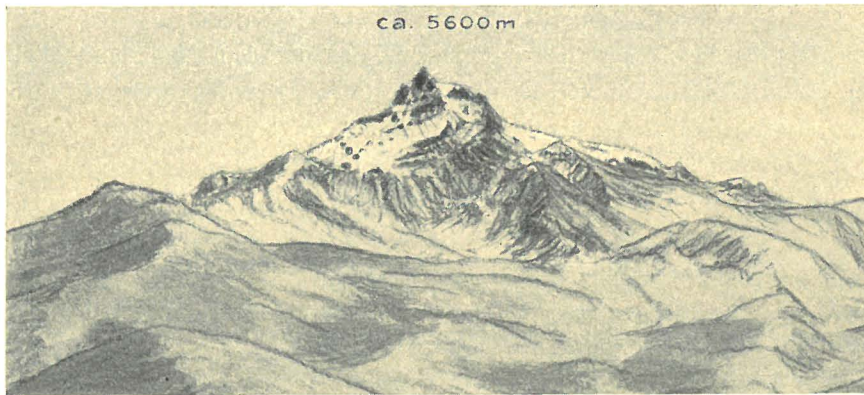
Die Gipfelpyramiden der vier vorstehend gegebenen Berge in grösserem Maasstabe.

Figur 12.



Die Gipfelpyramide des Sincholagua, Nordseite, vom Hato de Antisanilla (3797 m) aus gesehen. (Zeichnung des Verf.)

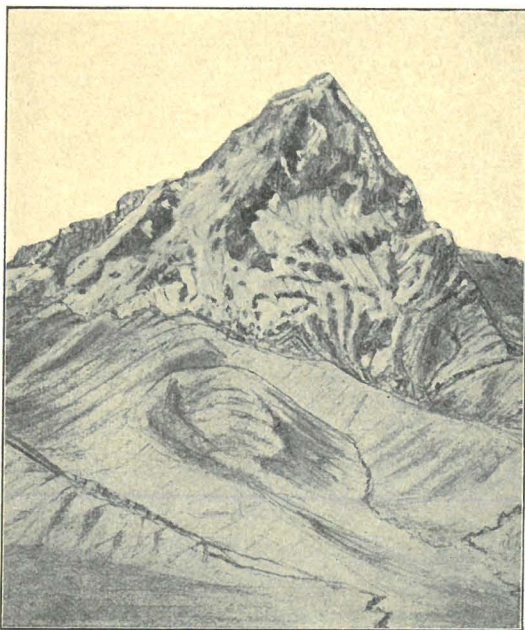
Figur 13.



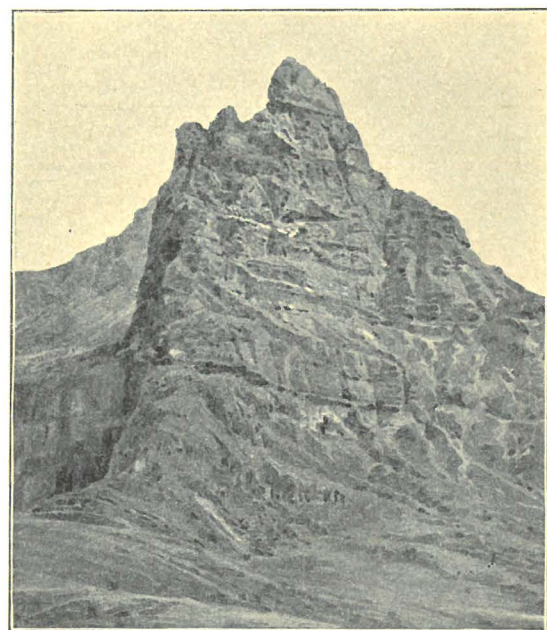
Die Gipfelpyramide des Cerro Anallajche in Bolivien. Grösse der Originalzeichnung.

Figur 14.

Figur 15.

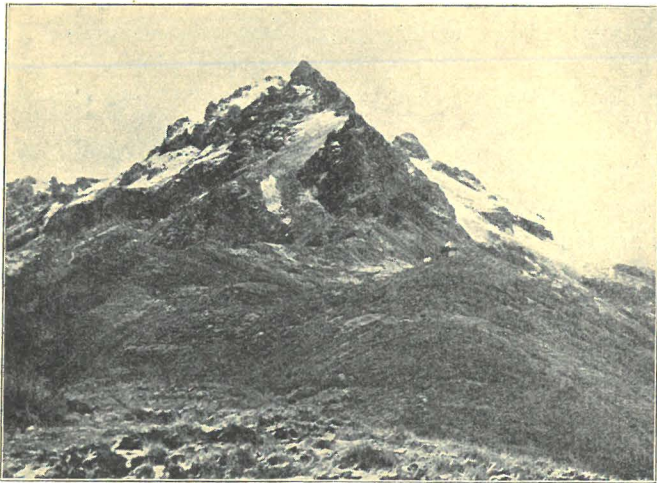


Die Gipfelpyramide des Quilindaña. Nordseite. Grösse der Originalzeichnung.



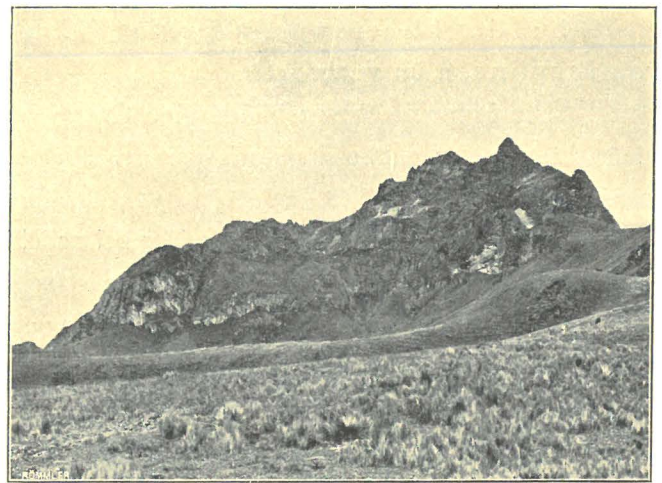
Die Südpamide (Picacho de Olmedo) des Casaguala (vgl. Fig. 5), nach einer Photographie des Herrn N. A. MARTÍNEZ in Quito.

Figur 16.



Die Gipfelpyramide des Rucu-Pichincha bei Quito von Osten gesehen.
Höhe ü. d. Meere = 4737 m.

Figur 17.



Die Gipfelpyramide des Rucu-Pichincha NO-Seite. Von Caballotullo in Palmas-cuchu aus gesehen.

Nach Photographien des Herrn N. A. MARTÍNEZ in Quito.

Die 6 Figuren Nr. 12—17 haben den Zweck, den tektonischen Bau der Gipfelpyramiden besser zu veranschaulichen, und sind deshalb teils im Maasstab der Originalzeichnung, teils nach Photographien aus unmittelbarer Nähe gegeben. Man sieht auf den ersten Blick, dass die 5 in Fig. 12—16 dargestellten Pyramiden in ihrer Tektonik völlig übereinsimmen. Überall treten in giebelartigen Felsen feste Lavabänke aus den Schnee- und Schuttmassen hervor, wie sie z. B. auch am Sajama (Fig. 11) bemerkbar sind. — Fig. 15 erinnert durch seine grosse Steilheit vielleicht am meisten an die Nadel des Mont Pelé. Die Unregelmässigkeit der Bankung tritt auf dieser Photographie vortrefflich hervor. — Die Gipfelpyramide des Rucu-Pichincha (Fig. 16 und 17), dessen Gesamtansicht hier nicht gegeben ist, besteht vorwiegend aus festen Agglomeratlaven, welche auch von einigen Gängen durchsetzt sind.

Die in getreuer Abbildung hier beispielsweise vorgeführten Vulkanberge passen ihrer äusseren Form nach, wie auf den ersten Blick zu erkennen, recht wenig in das Schema, in das man die vulkanischen Schöpfungen bisher zu zwängen bestrebt war. Um der Annahme nicht entsagen zu müssen, dass diese Art von Bergen ihre Entstehung der allmählichen Aufschichtung in unermesslich langen Zeiträumen verdankt, hat man sich vorgestellt, dass domförmige Berge, die, anstatt einen zentralen Krater zu besitzen, von einer hohen Felspyramide gekrönt sind, oder auch in ihrem ganzen Baue einer durch und durch festen Felspyramide gleichen, nur als die inneren Kerne mächtig grosser Kegelberge anzusehen seien, deren Umhüllung aus losem Material bestanden, und im Laufe der Zeit abgetragen worden sei. Die Bankung, die auch diesen Felspyramiden oftmals eigen ist, war maassgebend für die Voraussetzung der sukzessiven Aufschichtung, und in Verbindung mit dem von altersher liebgewonnenen Glauben, dass Vulkane, die über die Erdoberfläche verteilten „Sicherheitsventile“ für einen unerschöpflichen, in Pausen tätigen Herd wären, schien eine weitere Prüfung des Sachverhaltes völlig überflüssig. Man schwieg am liebsten über Bergformen, die sich nicht leicht in das aufgestellte Schema der sukzessiven eruptiven Schöpfungen einreihen liessen. Die Erklärung, die man sich für die Entstehung der Pyramidenberge zurechtgelegt hat, ist gewissermaassen ein Gegenstück zu der sicherlich nicht weniger unbegründeten Deutung der Calderen als Explosionskrater, die aus Kegelbergen dadurch entstanden seien, dass deren obere Teile nachträglich weggesprengt worden wären.¹⁾

Der Mont Pelé hat aus der Tiefe seines Herdes vernehmlich gesprochen! Der „*cône*“ mit seiner Felsnadel fordert von dem Vulkanologen, sich darüber zu entscheiden, ob er die mit dem lokalisierten und erschöpflichen Herde verbundene monogene Natur einer grossen Gruppe

1) A. STÜBEL, Über die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge, S. 19.

vulkanischer Schöpfungen, die sich nur als mächtig grosse Abraumhaufen einer in den meisten Fällen einzigen Tätigkeitsperiode darstellen, als solche anerkennen will, oder ob er es vorzieht, bei der bisherigen Auffassung der „Vulkane“ als Vermittler einer unendlichen Reihe von Eruptionen zu verharren.

Die Pyramidenberge bilden eine Gruppe vulkanischer Baue, die, wenn auch an typischen Vertretern vielleicht weniger zahlreich, doch der der Kraterberge als genetisch gleich berechtigt an die Seite gestellt werden muss.

Die Bildung des Kegels und seiner Felsnadel ist also aus einer Äusserungsweise der vulkanischen Tätigkeit hervorgegangen, die unverkennbar die gleiche ist, wie die, welche auch mächtig grosse Berge hervorzubringen vermochte. Ob ein steilwandiger oder ein flacher Kegelberg entsteht, hängt wesentlich von dem Flüssigkeitszustande des Magmas ab, die Krater-, resp. Calderabildung aber von der Art des Rückzuges, die dem ersten gewaltigen Durchbruche des Magmas nach der Oberfläche folgte.

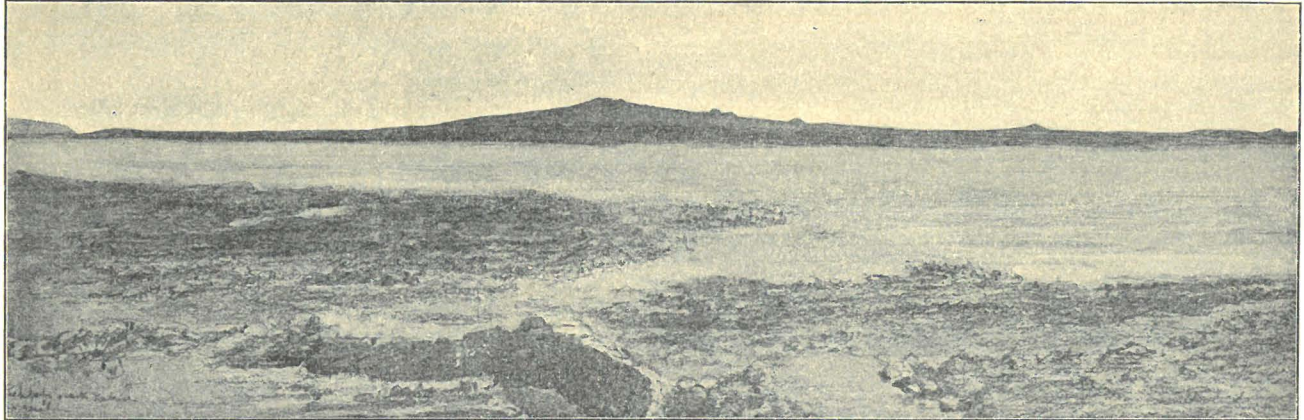
Es liegt uns mithin fern, anzunehmen, dass obelisk- und pyramidenartige Felsen, die so häufig die Krönung kraterloser Domberge darstellen, gerade auf die Weise entstanden wären, wie man dies für den vermeintlichen *cône* vorausgesetzt zu haben scheint, d. h. dass sie aus einem scharf umgrenzten, vorher schon tätig gewesenem Kraterschachte in zähflüssigem Zustande hervorgespreßt worden seien. Wir möchten für viele dieser Gebilde vielmehr voraussetzen, dass sie Teile der Bergmasse selbst sind, und zu ihren bizarren Formen gelangten, als diese Bergmasse noch bewegungsfähig war und lokalen Hebungen und Absenkungen unterlag, bei denen auch Explosionen eine Rolle spielten. Nur aus dieser Bewegungsfähigkeit geschichteter Staumassen lässt sich das Auftreten von Bänken erklären, die in der Lage, die sie gegenwärtig besitzen, unmöglich gebildet sein können.

Diese pyramiden- und obeliskartigen Felsen bestehen am häufigsten aus Schlackenagglomeraten, nicht selten aber zugleich auch aus Bänken geflossenen Gesteins in unregelmässiger Wechsellagerung. Einzelne Gänge durchsetzen hier und da die Felsmasse. Es wird nun von hohem Interesse sein, zu erfahren, welche Beschaffenheit der Kegel des Mont Pelé in seinem Innern aufweist, ob er nur aus Lava oder aus Agglomeraten besteht, oder ob beide Gesteinsarten an der Zusammensetzung teilnehmen, und ferner, unter welchen Lagerungsverhältnissen diese Gesteine auftreten, zumal ob die Absonderung eine massige ist oder ob eine Tendenz zur Bankung nachweisbar hervortritt. Eine nähere Untersuchung des Kegels auf seine innere Zusammensetzung und Struktur wird allerdings noch einige Jahre auf sich warten lassen, denn sie kann nicht eher geschehen, als bis die Abkühlung hinlänglich vorgeschritten und der Krater, in dem er steht, seine Tätigkeit völlig eingestellt haben wird. Eine besonders instruktive Wahrnehmung würde es sein, wenn auch Gangausfüllungen stattgefunden hätten, weil man aus diesen ersehen würde, dass solche, selbst weit vom eigentlichen Herde entfernt, ganz lokal veranlasst werden können, wie dies aus Beobachtungen an den Umwallungswänden grosser Calderen in sehr verschiedenen Gegenden hervorzugehen scheint. Leider ist aber zu befürchten, dass die losen Auswurfsprodukte der kleinen Ausbrüche, durch die sich die eruptive Tätigkeit solcher Zentren allmählich zu erschöpfen pflegt, den Staukegel gänzlich unter sich begraben werden, so dass man nur einen gewöhnlichen Aufschüttungsberg, einen Schlacken- oder Aschenkegel vor sich zu haben glaubt, wie dies auch Santorin gelehrt hat.¹⁾

1) L. c. Figur 21 und 22.

Die Mannigfaltigkeit der Formen vulkanischer Berge ist hinlänglich bekannt; nur drei der Haupttypen seien dem Leser hier ins Gedächtnis zurückgerufen.

Figur 18.



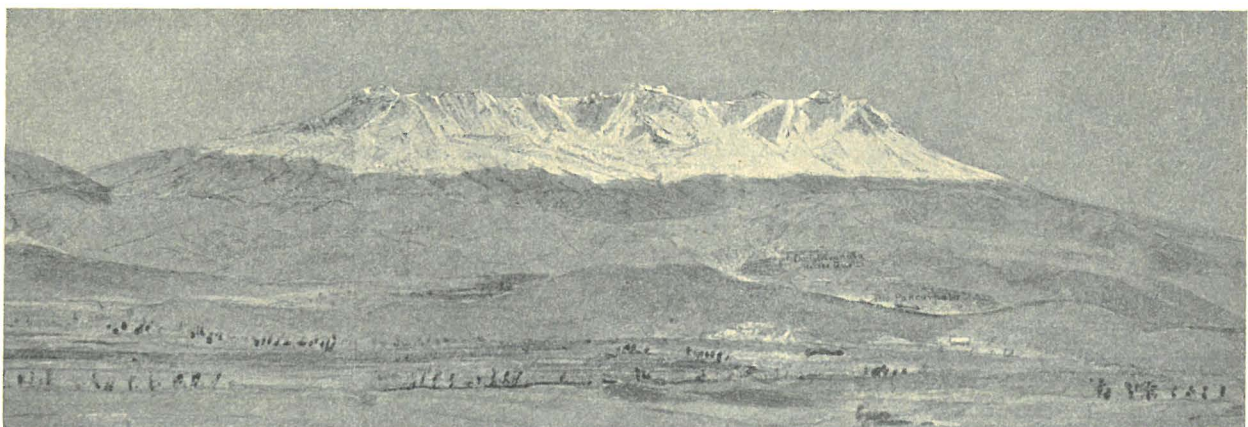
Der flache Kegelberg der Tulul es-Safah in der Harra, südöstlich von Damaskus. Ansicht von Südost. Die Basis des Kegels dürfte einen Durchmesser von 15—20 km besitzen, und seine Höhe etwa 500 m betragen. Standpunkt bei Udesije, ca. 15 km vom Gipfel entfernt.

Figur 19.



Die Vulkangruppe des Sajama im Hochland von Bolivien, aus einer Entfernung von ca. 100 km gesehen. Standpunkt Cerro de Corocoro bei Corocoro in 4223 m Meereshöhe.

Figur 20.



Der Pichupichu (5486 m ¹⁾) im Hochland von Perú, NW-Seite. Standpunkt Cerro Tingo südöstlich von Arequipa in ca. 2400 m Höhe.

1) Nach Angabe von Prof. ED. PICKERINGS astronomischem Observatorium in Arequipa. — Elfter Jahresbericht des Sonnenblick-Vereins für das Jahr 1902. S. 5. Wien, 1903.

Zu Figur 18. Nach unserer Ansicht ist nicht daran zu zweifeln, dass dieser flache Kegel seinen Ursprung einem einzigen grossen Eruptionsakte verdankt. Von vielen Beispielen dieses Typus, welche besonders die Südsee-Inseln aufweisen, scheint der Rangitoto auf Neuseeland das beste Analogon zur Safäh-Bildung zu bieten.

Zu Figur 19. Eine der grossartigsten Gruppen vulkanischer Berge Südamerikas, vielleicht der ganzen Erde, ist unstreitig die des Sajama. Sie besteht ausser dem Sajama (6584 m) aus den Bergen Guallatiri (6058 m), den beiden Pachachatas (6335 und 6239 m), dem Anallajche (ca. 5600 m), den Cerros de Cunturere, dem Cero Hinchuascota und einigen kleineren mehr. Wir gaben hier die ganze Gruppe, weil wir glaubten, dass der steile Kegel des Sajama neben den anders geformten Bergen gleichen Ursprungs dann um so charakteristischer hervortrete.¹⁾

Zu Fig. 20. Typus eines sehr grossen Calderaberges ohne Centralkegel. Der Berg ist von uns bereits in dem Werke „Die genetische Verschiedenheit der vulkanischen Berge“ S. 20 gegeben worden. Das vorliegende Bild unterscheidet sich aber von dem dortigen einmal in dem höher gewählten Standpunkte, der auch den unteren Teil des Berges übersehen lässt, und ausserdem dadurch, dass es den Caldera-Bergkranz in einer nur zeitweilig auftretenden Schneebedeckung zeigt.

Welche von diesen Formen entspricht nun dem „Vulkan“, dem es zukommt, von Zeit zu Zeit Ausbrüche aus dem tiefen Erdinnern zu vermitteln? — Welcher von diesen Bergen flösst uns am meisten die Überzeugung ein, dass für seine Bildung eine Spalte notwendig war, welche die starre Erdkruste in ihrer ganzen Dicke bis hinab zum vermeintlichen glutflüssigen Erdkerne durchsetzt? — etwa der äusserst flache Konus des Safäh, oder die kraterlose, zweitausend Meter hohe Felspyramide des Sajama, oder vielleicht der Pichupichu mit seiner weiten Caldera, der ebensowenig wie jene Anzeichen einer späteren Tätigkeit aus dem Eruptionszentrum aufweist, über dem er steht? — Sind das die „feuerspeienden Berge“, die uns zwingen, der festen Erdkruste, allen anderen gewichtigen Schlussfolgerungen entgegen, eine Dicke von höchstens 50–60 Kilometern beizumessen? — Gewiss nicht! und leicht könnten wir noch 50 oder 100 andere Bergtypen hier abbilden, von denen keiner die Voraussetzung der allmählichen Aufsichtung zu rechtfertigen vermöchte. Auch die Vulkane der Hawaii-Inseln, die grössten unter allen, machen hiervon keine Ausnahme, denn die Art ihrer Tätigkeit begründet erst recht die Annahme lokalisierter Herde. Oder sollen wir zur Aufrechterhaltung eines alten Glaubenssatzes unsere Zuflucht immer aufs neue zum Vesuv, zum Ätna, zum Stromboli und den Vulkanen Zentralamerikas nehmen, um aus der Asche und den Schlacken, die sie auswerfen und aus den kleinen Lavaströmen, die sie ab und zu ergiessen, die Verbindung mit dem tiefsten Erdinnern abzuleiten?

Unsere drei, hier vorgeführten Vulkantypen sind, wie dies bereits für eine ganze Reihe hoher und umfänglicher Vulkanberge nachgewiesen worden ist²⁾, in der Tat nichts anderes als grosse Abraumhaufen, mit deren Hervorbringung sich ihre Herde in erstmaliger Tätigkeit gänzlich oder doch fast gänzlich erschöpften, und die Formen dieser Abraumhaufen sind im wesentlichen bedingt durch den verschiedenen Flüssigkeitsgrad des Magmas und des etwa hinzutretenden toten Materials, das sie aufbaute. In diesem verschiedenen Flüssigkeitsgrade liegt aber zugleich eines der wichtigsten Indizien für den Ursprung des Magmas aus gesonderten Herden, mindestens aus verschiedenen Absterbestadien eines und desselben, vielleicht verzweigten Herdes.

¹⁾ Die trigonometrische Messung der beiden Vulkanberge Pachachata — ein Wort, das in der Aymará-Sprache Zwillinge bedeutet — zuweilen auch nur Pachata genannt, geschah beim Tambo de Cosapilla (4234 m ü. d. M.; 17° 57' 12", 5 Südl. Br.) am 10. und 11. Oktober 1876 mittelst einer Basis von 1140,68 m Länge und in einer Entfernung von ca. 30 km (29980,7 m) vom Gipfel des Pachachata grande. Die Messung des Sajama dagegen führte ich an einem Guanacota (Laguna seca) genannten Punkte, unweit des Dorfes Tomarape (4232 m ü. d. M.; 18° 0' 14" Südl. Br.) in 4422 m Meereshöhe am 15. Oktober 1876 aus. Die Basis hatte hier eine Länge von 560,00 m und die Entfernung bis zum Gipfel des Sajama betrug nur 9672,5 m. Als weniger verbürgt möchte ich die für den Guallatiri (Huallatiri) gefundene Höhe von 6058 m ansehen, weil die Entfernung bis zu seinem Gipfel vom Standpunkte der für den Sajama gemessenen Basis aus bereits 40 km betrug und diese Basis für seine Messung wenig günstig gelegen war. Nach der Ausdehnung der Schneebedeckung zu urteilen, dürfte der Guallatiri nicht viel niedriger als der Sajama sein. Die hier namhaft gemachten Berge finden sich ihrer Lage nach in der Kartenskizze eingetragen, welche den nördlichen Teil des Hochlandes von Bolivien darstellt und dem Werke von A. STÜBEL und M. UHLE, „Die Ruinenstätte von Tiahuanaco“, C. T. WISKOTT, Breslau, 1892, beigegeben ist.

²⁾ STÜBEL, Karte der Vulkanberge Antisana etc. Leipzig 1903. Max Weg.

Denn, wie wäre es möglich, dass jeder Vulkanberg seine eigenartige Individualisierung besitzt, dass die Zahl der Formen, die der Abraumphaufen eines Herdes annehmen kann, unerschöpflich ist, wenn alle diese Berge – von den Aschen- und Schuttkegeln gewisser Eruptionszentren abgesehen – um einen zentralen Kraterschacht in ungeheuren Zeiträumen nach und nach aufgeschichtet worden wären? Die Notwendigkeit der monogenen Entstehung solcher Bergkolosse haben wir seinerzeit aus verschiedenen Argumenten, aus ihrem inneren Bau und ihrer äusseren Form hergeleitet, und wenn wir auch verhältnismässig kleine Beispiele aus der Gegenwart, wie Santorin, Vesuv und Mont Pelé heranziehen, so geschieht es besonders deshalb, weil uns dieselben gleichsam ad oculos demonstrieren, wie wir uns den Vorgang der monogenen Bildung vorzustellen haben, gleichviel ob wir es mit einem Gebilde der ersten oder einzigen Eruptionsperiode zu tun haben, oder mit einer kleineren Bildung, welche die zweite Eruptionsperiode scharf markierte, oder gar nur mit einem gelegentlich hervorgebrachten Staukegel in der Reihe der Ausbrüche, durch die sich der Herd im Anschluss an seine zweite Tätigkeitsperiode allmählich erschöpft.

Wir sind durch die kurze Besprechung der überaus lehrreichen Staukegel- und Nadel-Bildung am Mont Pelé auf die Betrachtung einer besonderen Klasse von Vulkanbergen, auf die der pyramidenförmig ausgebildeten, meist kraterlosen Baue geleitet worden. Und diese bisher nur wenig beachtete Klasse der gerade unverkennbarsten monogenen Schöpfungen haben wir der äusserst umfänglichen Klasse der Kraterberge als genetisch gleichwertig gegenüber gestellt. Bei der unerschöpflichen Mannigfaltigkeit, welche die Kraterberge in ihrer äusseren Entwicklung zeigen, dürfte es gerechtfertigt sein, auch einige Worte über die genetische Bedeutung der Krater selbst zu sagen, und dies um so mehr, als gerade der Krater vielfach eine ganz unverdiente Rolle in der vulkanologischen Forschung gespielt hat und noch spielt.

Das Vorhandensein eines Kraters an vulkanischen Gebilden der heutigen Erdoberfläche ist für das Auftreten von Ausbruchserscheinungen durchaus keine Vorbedingung. Denn es gibt sehr viele und gerade sehr grosse Berge eruptiver Entstehung, die keine Krater besitzen, und an solchen, die sie aufzuweisen haben, geschehen die Ausbrüche häufig genug nicht durch die Vermittelung des Kraters, sondern ausserhalb, oftmals in weiter Entfernung von diesem; auch haben gewaltige Ausbrüche glutflüssigen Magmas auf nichtvulkanischem, auf granitischem und sedimentärem Boden stattgefunden, ohne dass weite Kraterschlünde gebildet und zurückgeblieben wären. Der Krater ist also, genetisch und morphologisch betrachtet, eine für die Äusserung eruptiver Tätigkeit völlig unwesentliche Bildung.

Der Krater stellt sich bekanntlich dar als eine bald flach kesselförmige, bald mehr trichterförmige Vertiefung von sehr verschiedener Grösse und Gestalt im Verhältnis zu den Dimensionen der bergartigen Aufschichtungsmasse, in die sie eingesenkt ist. Es gibt grosse Berge mit kleinen Kratern und kleine Berge mit verhältnismässig sehr grossen Kratern.

Das Gestein des Berges, in welchem die Kratereinsenkung liegt, kann sowohl im glutflüssigen oder glutzähem Zustande ergossen und ausgestossen, als auch im festen, als Sand, als Schlacken und loser Gesteinschutt ausgeworfen worden sein; es umlagert und verschliesst zumeist in geringer Tiefe die Mündung des Schachtes, der ehemals die Verbindung mit dem Herde herstellte, aus dem es selbst hervorgegangen ist. – Zur Entstehung von Kratervertiefungen können verschiedene Umstände mitwirken, aber nur **ein Umstand** kann bei monogenen Bauen, in denen Berge und Krater in inniger Beziehung stehen, als Grundursache angesehen werden, und diese ist das plötzliche Zurücksinken eines Teiles der aufgeworfenen Bergmasse, zumeist des zentralen, in die Tiefe des Schachtes, und zwar gerade zu dem Zeitpunkte, in dem der Herd die Förderung seiner Füllmasse nach der Oberfläche einstellt, die erste Ausbruchsperiode eines lokalisierten Herdes ihren Abschluss findet. Die Kratervertiefung, welche Grösse und Gestalt sie auch besitzen möge, ist daher niemals das Ergebnis aufbauender Kräfte, sondern stets die Folge von deren Ersterben innerhalb

des lokalisierten Herdes und der damit verbundenen Nachsackung des Materials im oberen Teile des Tiefenschachtes. Wir bezeichnen solche Krater als Rückzugskrater, als Calderen.

Berge die vorherrschend aus geflossenem Gestein bestehen, werden natürlich andere Kraterformen zeigen als solche, die aus totem Material aufgeschichtet wurden, und wieder andere jene, welche sich aus den Bänken beider Arten von Eruptivmassen zusammensetzen.

Es lassen sich hier nicht alle die Bedingungen aufzählen und besprechen, welche erfüllt sein müssen, um die unerschöpfliche Formenreihe des Kraters hervorzubringen; es dürfte genügen, darauf hinzuweisen, dass Umfang, Form und Tiefe einer Kratereinsenkung hauptsächlich von dem Material abhängen wird, aus dem der Berg aufgeschichtet ist, und ausserdem von der Grösse und Beschaffenheit der Schachtmündung, über der er steht, sowie von dem Zeitpunkte, zu welchem noch während der gleichen Eruptionsperiode der Rückzug des Magmas nach der Tiefe eintrat, der Zusammenbruch oder auch nur das Nachrutschen eines Teiles der Bergmasse in den Schacht stattgefunden hat. Wenn der Berg aus glutflüssigem Gesteine aufgebaut wurde und dasselbe schon im zähen Zustande war, als der Rückzug erfolgte, so wird eine weniger umfängliche Kratereinsenkung entstehen, als wenn sich das Magma noch in dünnflüssigem Zustande befindet, der ihm gestattet, selbst aus weiter Entfernung her, wie das Wasser eines Geysir-Ausbruchs, wieder in den Schacht zurückzufließen; Krater von flacher Schüsselform, wie sie besonders der Mond in ungeheuren Dimensionen aufweist, sind das Ergebnis dieses Vorganges. Steilwandige Kraterkessel, Calderen, entstehen am häufigsten dann, wenn sich bei dem Rückzuge der Eruptivmassen nach der Tiefe die Bergmasse bereits im glutzähen Zustande befindet und aus Gesteinen verschiedener Beschaffenheit aufgebaut, der Kraterschlund ein weiter ist.

Da der Rückzug eines Teiles der monogenen Bergmasse aber nicht in jedem Falle einzutreten braucht, sehen wir sehr viele und sehr grosse Vulkanberge, die überhaupt keine Kratereinsenkung besitzen, wenigstens keine solche, die als das Ergebnis eines Rückzuges in grösserem Maaßstabe gedeutet werden könnte.

Dagegen gibt es eine zweite Art von Kratereinsenkungen, nämlich solche, die im Verhältnis zur Grösse der Bergmasse klein und unwesentlich erscheinen und von denen an einem Berge zuweilen mehrere auftreten. Sie entstehen dadurch, dass sich Gas- und Dampfexhalationen sowie kleinere Explosionen, die nicht vom Kraterschachte auszugehen brauchen, sondern lediglich Erkaltungserscheinungen der Bergmasse selbst sind, auf einen oder mehrere Punkte konzentrieren und dadurch kraterartige Vertiefungen im Lauf langer Zeiträume ausblasen. Manche Solfataren sind zu dieser Art von Kratern zu zählen.

Die mannigfaltigste Art von Kratern haben jedoch diejenigen Herde hervorgebracht, die sich nicht mit einem Ausbruche erschöpften, sondern in weit späterer Zeit wieder in Aktion traten und dann den früher gebildeten Krater, wie dies so häufig, vielleicht vorherrschend zu geschehen pflegt, aufs neue zum Schauplatze ihrer Tätigkeit machten. Wenn nun diese zweite Tätigkeitsperiode des gleichen Herdes einen neuen Berg aufwarf, so ereignete sich auch in diesem wieder, am Schlusse der neuen Ausbruchsperiode, der Vorgang des Rückzugs, der gleichfalls die Bildung eines Kraters häufig zur Folge hatte. Es ist dies eine dritte Art von Kratern, die der polygenen Aufschüttungskegel.

Da aber die Berge, welche durch eine solche zweite Eruptionsperiode aufgeworfen werden, an Grösse weit hinter denen der ersten Ausbruchsperiode des betreffenden Herdes zurückzustehen pflegen, so sind auch ihre Krater von entsprechend kleineren Abmessungen. In dieser Art von vulkanischen Bildungen treten vorherrschend trichterförmige Kratereinsenkungen auf. Indem nun durch die zweite Tätigkeitsphase, wie dies häufig geschieht, eine bleibende Verbindung mit dem im Absterben begriffenen Herde herbeigeführt, ein sogenannter „tätiger Vulkan“ gebildet wird, so gewinnt man durch die Vermittelung, welche der Krater für die nachfolgenden kleineren und grösseren Ausbrüche spielt, den Eindruck, dass er das wesentlichste Glied im Mechanismus der eruptiven Tätigkeit sein müsse. Man hat daher lange Zeit geglaubt, dass die genaue Vermessung und Beschreibung der Kraterformen eine Hauptaufgabe der wissenschaftlichen Vulkanologie ausmache. Dies ist aber, wie leicht einzusehen, nicht der Fall; die Veränderungen, welche die Kraterformen

bei Ausbrüchen erfahren, sind für das Wesen des Vulkanismus zumeist bedeutungslos. Man wird oftmals fühlen, dass sich hinter der allzu ausführlichen Beschreibung der Kraterformen und der Veränderungen, die sie bei Ausbrüchen erleiden, die Verlegenheit darüber verbirgt, dass man das Wesen der Erscheinung selbst an seiner Wurzel wissenschaftlich nicht wohl zu fassen vermag. Nur weil der Krater der Ort ist, von dem das Unheil ausgeht, das „tätige Vulkane“ in kultivierten, von Menschen bewohnten Gegenden anrichten, heftet sich das Interesse an sein Vorhandensein sowie an seine zeitweilige Beschaffenheit und Gestalt. Es sind dies zugleich auch diejenigen Krater, auf welche sich die in geologischen Lehrbüchern gegebene Definition des Kraters fast ausschliesslich bezieht. Dabei schimmert unwillkürlich die Voraussetzung durch, dass jeder Vulkan den alleinigen Zweck habe, eine bleibende Verbindung mit dem tieferen und tiefsten Erdinneren herzustellen.

In dieser scharfen Betonung der Nebensächlichkeit der Kraterformen, welche die sogenannten „tätigen Vulkane“ aufweisen, fühlen wir uns im völligen Einklange mit der Mehrzahl der Geologen, denen es vergönnt war, wirkliche Studien auf jungvulkanischem Boden zu machen.

Neben den grossen Rückzugskratern der monogenen Bergmassive, den relativ weniger umfänglichen Kesselkratern sekundärer Herde und den einer häufigen Umgestaltung unterworfenen Trichterkratern der „tätigen Vulkane“ darf eine vierte Art nicht unerwähnt bleiben: die Explosionskrater. Wenn uns schon die Bildung der zuerst erwähnten drei Kraterarten davon überzeugen musste, dass die ganze vulkanische Tätigkeit, wie sie sich in ihren geschichtlichen und vorgeschichtlichen Schöpfungen der heutigen Erdoberfläche darbietet, ihren Ursprung nur in peripherischen, in erschöpflichen Herden haben kann, so sind die Explosionskrater doch gerade diejenigen, bei denen dieses Verhalten am schärfsten hervortritt. Und dies kommt daher, dass die Explosionskrater nur in sehr seltenen Fällen wirkliche Lavaergüsse gehabt haben, dass ein zweiter Ausbruch an der gleichen Stelle, soweit uns bekannt, wohl noch nie beobachtet worden ist, und dass schliesslich diese Explosionskrater ihrer Lage nach zumeist an Orten auftreten, wo sich ihre Beziehung zu älteren, grösseren Eruptionszentren am wenigsten verstehen lässt. Mit einem Worte, alle Wahrnehmungen scheinen sich hier zu vereinigen, um den Eindruck hervorzurufen, dass die Explosionen, welche diese Art von Kratern hervorbrachten, ihren Ursprung in sekundären, besonders engbegrenzten Herden haben, die mit einer solchen Explosion ihre erste und zugleich auch ihre letzte Tätigkeit entfalteten.

Ganz ausnahmsweise kommt es freilich vor, dass ein Explosionskrater grossen Maasstabes direkt über einem alten, längst erloschenen Ausbruchszentrum entsteht. Dafür lieferte der Bandai-San im Jahre 1888 ein unbestreitbares Beispiel. Die Bergmasse, die durch diese Explosion zerstört wurde, und deren Volumen mehr als einen Kubikkilometer betragen haben soll, überschüttete die Umgebung des Berges innerhalb weniger Stunden meilenweit mit ihren Trümmern. Zugleich aber lieferte diese Bandai-San-Explosion auch einen Beweis dafür, dass die grossen und typischen Calderen, die man häufig zu den Explosionskratern gezählt hat, es nicht sein können, denn ihre äusseren Abhänge sind nachweislich frei von solchen Trümmern geblieben, und dass diese ausschliesslich in den Explosionsschlund zurückgefallen wären, lässt sich doch gewiss nicht voraussetzen. Die mithin sehr unbegründete Annahme, dass alle Calderen mit steilwandigen Umwallungen nach Art der Somma-Berge auch Explosionskrater sein müssten, hat das Auftreten der Explosionskrater zu einem der verbreitetsten Vorkommnisse gemacht, während man doch mit grosser Bestimmtheit aussprechen darf, dass die Bildungen von Explosionskratern, besonders solcher von grossen Dimensionen, zu den recht selten eingetretenen Ereignissen gehören.

Obgleich die gewaltsame Ausstossung von Dämpfen und Gasen die Bildung von Explosionskratern allein zu bewirken scheint, so dürfte es doch unzweifelhaft sein, dass auch hier dem Vorhandensein von glutflüssigem Magma in einer gewissen, vielleicht relativ geringen Tiefe die eigentliche Urheberschaft zugeschrieben werden muss, trotzdem dasselbe nur selten bis zur Oberfläche aufsteigt.

Der letzte Ausbruch des Mont Pelé hat in seinem Verlaufe Aufschluss über die Entstehung einer weit verbreiteten, bisher aber rätselhaft gebliebenen vulkanischen Bergform gegeben, deren genetische Bedeutung teils verkannt, teils unterschätzt worden ist. Wir wagen es daher, auszusprechen, dass vielleicht keiner der in historischer Zeit beobachteten Vulkanausbrüche der gesamten Erdoberfläche dem Geologen einen Dienst von grösserer Tragweite geleistet hat, als der Mont Pelé durch Hervorbringung seines Staukegels in Verbindung mit seinem Gipfelfelsen. Zwar lehrt uns dieses Gebilde zunächst nur die Entstehung eines steilen bizarren Felsens, aber wenn wir erwägen, dass damit (auf dem Weg der Induktion) für eine grosse Klasse von Vulkanbergen eine klare genetische Deutung erschlossen wurde, die man ihr bislang zu geben zögerte, so wird man diesen Ausspruch nicht ungerechtfertigt finden. Dazu kommt noch, dass wir den Staukegel auch zur Beantwortung der allgemeineren Frage heranziehen können, ob monogener oder sukzessiver Aufbau der Vulkanberge das maassgebende Moment für das Wirken der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart werden soll, von welcher dann wieder die Entscheidung über die Natur des Herdes abhängt, in dem der Sitz jener Kräfte vermutet werden darf.

Aber auch noch in einer anderen Hinsicht, die nicht minder Hervorhebung verdient, haben die vulkanischen Vorgänge auf Martinique und St. Vincent der Geologie einen dankenswerten Dienst erwiesen. Es ist durch sie aufs neue dargetan worden, dass die Ausbruchserscheinungen selbst — die Ausstossung ungeheurer Dampfmassen, die Reihenfolge gewaltiger Detonationen, der Aschenregen, das Auswerfen der sogenannten Bomben, die Entstehung von Schlammströmen u. s. w. — sich auch hier für das Eindringen in das eigentliche Wesen des Vulkanismus als äusserst nebensächlich herausgestellt haben; und an dieser einfachen Tatsache konnten selbst unermüdliche Bemühungen ausgezeichneter Forscher, die oft mit Lebensgefahr erkaufte Beobachtungen und sorgfältigen Aufzeichnungen in strenge Wissenschaftlichkeit zu kleiden, nichts ändern. Die vulkanologische Literatur wird durch die Festigung dieser Erkenntnis, die hier wie nirgends zuvor erlangt worden ist, in Zukunft vor der Vermehrung eines Ballastes bewahrt bleiben, der bisher bei einer kritischen Sichtung der Überlieferungen auf den Leser geradezu entmutigend wirken musste, indem sich alle Berichte über die Ausbrüche der bekannteren Vulkane seit Jahrhunderten fast ausschliesslich auf die genaue Registrierung und ausführliche Schilderung dieser Nebensächlichkeiten beschränkt haben.

Die Methode der streng wissenschaftlichen Erforschung des Vulkanismus ist mit Martinique und St. Vincent unverkennbar in ein neues Stadium getreten; sie ist eine zielbewusstere geworden. Der Geolog fragt gegenwärtig an erster Stelle: haben bergartige Neubildungen durch Magmaergüsse stattgefunden, und wenn es geschehen, in welchem Grössen- und Volumenverhältnis stehen diese zu dem Gesamtbau, den das gleiche Zentrum vorher in einmaliger oder mehrmaliger Tätigkeit hervorgebracht hat. Er verlangt, wenn er nicht selbst an Ort und Stelle weilt, die genauen kartographischen und bildlichen Unterlagen, die ihn in den Stand setzen, solches zu beurteilen, um nicht allein aus dem Vergleich einzelner Vulkanberge, sondern ganzer Vulkangebiete miteinander seine genetischen Schlüsse ziehen zu können. Es ist dies unerlässlich, wenn wir zu einer befriedigenden und grundlegenden Vulkantheorie gelangen wollen.

Über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Vergangenheit und Gegenwart entscheidet die Morphologie ihrer Gebilde.

Peripherischer oder zentraler, erschöpflicher oder unerschöpflicher Herd ist die Losung.

Gibt es unter den uns bekannten bergartigen Vulkan-Schöpfungen der Erde auch nur eine, welche nicht durch die Wirkung einer in sich absterbenden Kraft lokalisierter und erschöpflicher Herde erklärt werden könnte und erklärt werden müsste? Und haben nicht auch die letzten Ausbrüche des Mont Pelé und der Soufrière von St. Vincent das Ihrige zur Verneinung dieser Frage beigetragen?

IM GLEICHEN VERLAGE UND VON DEMSELBEN VERFASSER SIND ERSCIENEN ALS:

VERÖFFENTLICHUNGEN DER VULKANOLOGISCHEN ABTEILUNG
DES GRASSI-MUSEUMS ZU LEIPZIG

EIN WORT ÜBER DEN SITZ DER VULKANISCHEN KRÄFTE IN DER
GEGENWART. MIT TEXTABBILDUNGEN UND EINER GROSSEN TAFEL IN FARBEN-
DRUCK. LEIPZIG, 1901. M. 4.—.

AUCH IN FRANZÖSISCHER AUSGABE MIT VERKÜRZTEM TEXTE ERSCIENEN UNTER DEM TITEL:

NOTICE JOINTE A L'ÉDITION FRANÇAISE DES PROFILS REPRÉSENTANT LA GENÈSE ET LA
STRUCTURE DE L'ÉCORCE SOLIDE DU GLOBE DU DR. ALPHONSE STÜBEL. PAR W. PRINZ, PROFESSEUR
À L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES. LEIPZIG, 1902. M. 4.—.

ÜBER DIE GENETISCHE VERSCHIEDENHEIT VULKANISCHER BERGE.
EINE STUDIE ZUR WISSENSCHAFTLICHEN BEURTEILUNG DER AUSBRÜCHE AUF DEN
KLEINEN ANTILLEN IM JAHRE 1902. MIT 52 TEXTABBILDUNGEN UND EINER GROSSEN
TAFEL IN FARBENDRUCK. LEIPZIG, 1903. M. 12.—.

MARTINIQUE UND ST. VINCENT. SONDERABDRUCK AUS DEM WERKE: ÜBER DIE GENETISCHE VERSCHIEDEN-
HEIT VULKANISCHER BERGE. MIT 6 ABBILDUNGEN. LEIPZIG, 1903. M. 3.—.

DAS NORDSYRISCHE VULKANGEBIET DİRET ET-TULUL, HAURAN, DSCHEBEL
MĀNI' UND DSCHÖLĀN. BESCHREIBUNG DER IM GRASSI-MUSEUM ZU LEIPZIG AUS-
GESTELLTEN ZEICHNUNGEN DER VULKANISCHEN SCHÖPFUNGEN DIESES GEBIETES.
MIT EINER ÜBERSICHTSKARTE. LEIPZIG, 1903. M. 2.50.

KARTE DER VULKANBERGE ANTISANA, CHACANA, SINCHOLAGUA,
QUILINDAÑA, COTOPAXI, RUMINAHUI UND PASOCHOA. EIN BEISPIEL
FÜR DIE ÄUSSERUNG ERUPTIVER KRAFT IN RÄUMLICH KLEINEN ABSTÄNDEN UNTER
DEUTLICHEN ANZEICHEN IHRER ABSCHWÄCHUNG UND IHRES ERSTERBENS INNERHALB
BEGRENZTER ZEITRÄUME. MIT EINEM BEGLEITWORT. LEIPZIG 1903. M. 2.—.