

Sangesury, Tiflis 1935. — Prof. Timofeoff, Die Wirtschaftsgeographie der USSR., Moskau 1925. — T. Tschursak, Die Armenier von Sangesur, Tiflis 1931. — N. A. Sokolskij, Materialien zum Studium der Nachschewan SSR., Tiflis 1933. — „Sozialistische Wirtschaft Transkaukasiens“ (Monatsschrift), Tiflis 1934, 1935, 1936. — „Sozialistische Wirtschaft Armeniens“ (Monatsschrift), Jerewan 1934, 1935, 1936. — „Pravda“ (Zeitung), Moskau. — „Iswestja“ (Zeitung), Moskau. — Große Sowjet-Enzyklopädie, Moskau. — Kleine Sowjet-Enzyklopädie, Moskau.

Deutsch: André N. Mandelstamm, Das armenische Problem im Lichte des Völker- und Menschenrechtes, Berlin 1931. — Deutsch-armenische Korrespondenz, Berlin 1919. — Sozialistischer Aufbau Transkaukasiens, Moskau 1932.

Englisch: Voks „Guide Book of Transcaucasia“, Moskau 1932.

Französisch: Revue des Etudes Armeniennes, Paris 1924, 1927. — Delegation de la Rep. Armenienne, L'Armenie au point de vue économique, Paris 1922. — Nansen, L'Armenie et le proche Orient, Paris 1928. — Prof. V. Totomiantz, L'Armenie économique, Paris 1920.

## Hawaii.

Von Emil von Haller.

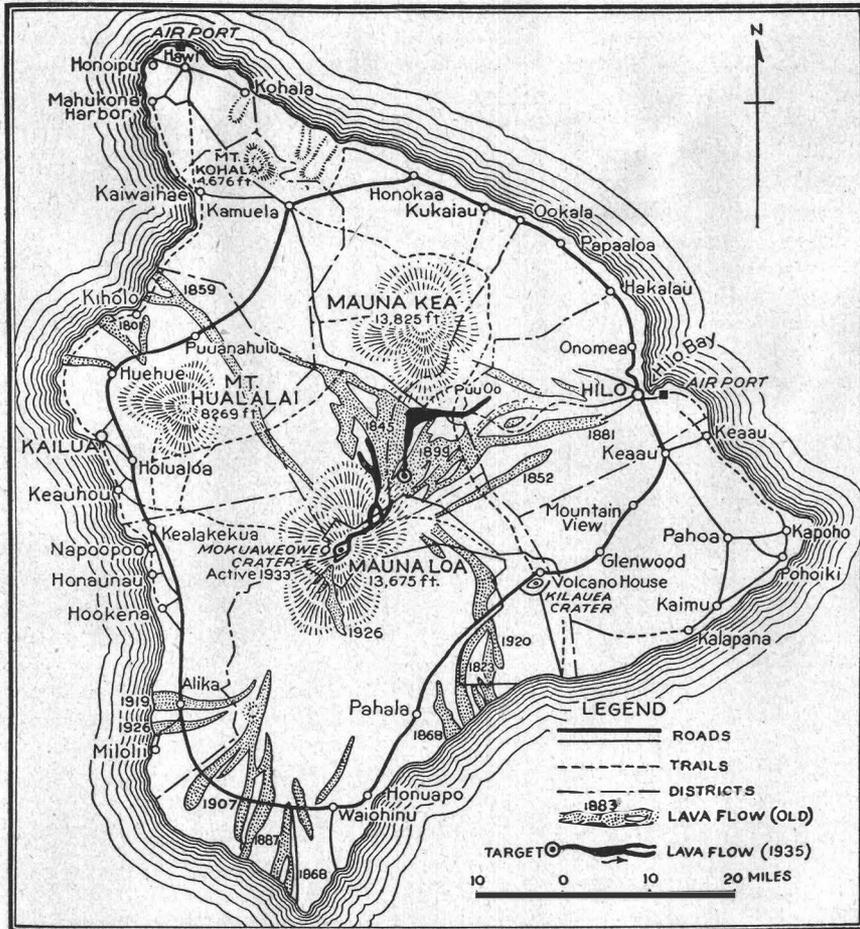
(Mit 2 Karten im Satz und 5 Abbildungen auf Tafel V und VI.)

Die Hawaii- oder Sandwich-Inseln, die 20 Eilande umfassende größte Inselgruppe Polynesiens mit einer Fläche von 16.700 km<sup>2</sup>, zwischen 18° 57'—22° 16' n. Br. und 154° 49'—160° 33' w. L., also zur Gänze in den Tropen gelegen, sind seit 1900 Territorium der Vereinigten Staaten von Nordamerika unter einem vom Präsidenten ernannten Gouverneur und bereits amerikanisiert. Die Gesamtbevölkerung belief sich 1937 auf rund 400.000 Einwohner, 37% sind Japaner, 7% Chinesen, 13% Philippiner. Etwa ein Drittel der Bevölkerung entfällt auf die Hauptstadt Honolulu mit Freihafen. Acht gebirgige größere bewohnte Inseln: Niihau (224 m), Kauai (1738 m), Oahu (1230 m), Molokai (1066 m), Lanai (914 m), Maui (3058 m), Kahulau (442 m) und Hawaii (4220½ m) sind rein vulkanisch und ragen aus einer Meerestiefe von 5000 bis 6000 m bis zu 4000 m über dem Meer auf. Während im Norden schon seit Jahrhunderten keine vulkanische Tätigkeit beobachtet wurde, ist sie im Süden, der die höchsten Vulkane aufweist, noch rege<sup>1</sup>: Der gewaltige Haleakala (3060 m) auf Maui „schläft“ zwar<sup>2</sup>, aber auf Hawaii sind Mauna Loa (4168 m) und Kilauea (1246'6 m) noch tätig, Mauna Kea (4220'5 m) scheint erloschen; am Hualalai (2448 m) im Nordwesten des Mauna Loa, mit dem er in Verbindung steht, erfolgten in den Jahren 1800 und 1801 Lavaergüsse und 1929 hatte eine Reihe von Erdbeben in ihm ihren Mittelpunkt. Die dem Passat zugewendeten Ost- und Nordosthänge der Inseln erhalten die meisten Niederschläge — bis über 6000 mm —, eine ausgesprochene Trockenzeit fehlt. In den im Windschatten gelegenen Gebieten breiten sich infolge der Trockenheit des Vulkanbodens Grasfluren und Wüstensteppen aus, so die Kau-Wüste im Südwesten von Hawaii.

<sup>1</sup> Siehe den in diesen „Mitteilungen“, Bd. 57, Nr. 1—3, erschienenen Aufsatz von Dr. C. Diener über die Hawaiischen Inseln.

<sup>2</sup> Laut eben aus Honolulu erhaltenen Berichten verursachte im Jänner 1938 ein Erdbeben schwerste Schäden auf Maui.

Entsprechend der verschiedenen Höhenlage lassen sich fünf horizontal scharf abgegrenzte Vegetationszonen unterscheiden, so daß man aus dem Vegetationstypus auf die Höhenlage schließen kann. Abweichungen davon erscheinen durch die Niederschlagsverhältnisse bedingt. Eine besondere Vegetationsinsel (Kipuka) bildet die durch Lavaströme isolierte Kipuka Puaulu (Bird Park) mit mannigfaltiger Baumwelt auf tiefem, reichem Grunde, zugleich die Vogelinsel von Hawaii.



Die Insel Hawaii.

Unter den Pflanzen ist der Manele- oder Seifenbeerenbaum (*Sapindus saponara*), der alljährlich die Blätter abwirft, zu nennen, dann Mamani (*Sophora chrysophylla*) und der hawaiische Mahagoni (*Acacia Koa*), ferner *Cassia*, *Metrosideros* (Eisenholzbaum mit leuchtendroter Blüte), *Algaroba* oder *Kiawa* (*Prosopis juliflora*), *Banyan*, *Mango*, *Sandelholz*, *Eukalyptus*, *Maulbeerbaum*, *Goldregen*, *Poinciana regia*, *Hibiscus* in unzähligen tropischen Arten. Wir sahen im Mondschein die nur in der Nacht aufbrechenden weißen Riesenblüten des *Cereus* (Kaktus) und im Krater des Haleakala auf Maui das einzigartige Silberschwert (das Blatt wie Silber-

borte), das nur einmal blüht und dann stirbt (vgl. Bambus). (Taf. V, Abb. 1.) Hauptvertreter der Tierwelt auf Hawaii sind die Vögel, darunter die zierlichen Honigsauger, Sonnenvögel und Kleidervögel. Schlangen und Lurche fehlen; von einheimischen Säugetieren ist nur eine Fledermausart bekannt. Eingeführt wurden die meisten unserer Haustiere, von denen Rinder, Schafe und Schweine für die Fleischversorgung, ferner Pferde als Zugtiere heute in großer Zahl gezüchtet werden. Ich erwähne noch die Zuckerrohr- und Ananas-Plantagen (besonders auf Oahu) und die Kaffeezucht auf Hawaii (Kona).

Von den Vereinigten Staaten kommend, langten wir am 14. August 1937 in Honolulu ein, so daß uns, da die Abreise auf den 6. September festgesetzt werden mußte (chinesisch-japanischer Krieg), nur knappe drei Wochen auf Hawaii zur Verfügung blieben. Eine Rundfahrt in Oahu ermöglichte den Besuch von Punchbowl, der Paliklippen und des Korallengartens, den wir in einem Motorboot mit Glasboden überquerten; zwischen den Korallenstöcken tummelten sich die buntesten Korallenfische. Mein größtes Interesse galt aber den vulkanischen Erscheinungen auf Hawaii und Maui<sup>3</sup>. Durch mündliche Belehrung und Führungen von seiten der Herren Professor Dr. T. A. Jaggar, Direktors des Hawaiian Volcano Observatory, Dr. Powers, Chefgeologen von Maui, E. G. Wingate, Superintendent des Hawaiischen Nationalparks, Georgios Lykurgos, Wirtes des Vulkan-Hauses, J. A. Peck, Bezirksförsters des Haleakala-Abschnittes und der Förster Williams, Murray und Ben Moommaw sowie anderer Freunde, deren Nennung mir wegen Raum mangels nicht möglich ist, erhielt ich Einblick in die Großartigkeit der vulkanischen Phänomene der beiden südlichen Inseln.

Auf Hawaii nahmen wir in Volcano house (in 1216'6 m Seehöhe) Quartier, einer bequemen, auch mit Badezimmern ausgestatteten Gaststätte, die sich heute an Stelle der 1856 errichteten Grashütte erhebt. Zu unseren Füßen dehnte sich gegen Südwesten das flache, eirunde Kilauea-Becken (4'4 : 3'2 km), in dessen südlicher Hälfte der Kratertrichter Halemaumau (Haus des Feuers) gähnt (obere Lichte: 900 m; Trichtergrund: 625 m über dem Meer), jetzt leer und trocken; von Zeit zu Zeit brodelt in ihm ein Lavasee mit feurigen Fontänen. Rings um Volcano house dringt leicht schwefeliger Geruch aus unzähligen Rissen und Spalten, doch befindet man sich hier nach Ausspruch Professor Jaggars in vollständiger Sicherheit. Einen Hauptreiz der sich darbietenden Landschaft bildet der Gegensatz zwischen der üppigen tropischen Vegetation und den beim Auftreten metallisch klingenden kahlen Lavamassen, welche von ihr umsäumt werden. Diese Vegetation und die strahlende südliche Sonne nehmen der ernsten, abweisenden Vulkanwelt ihre Öde und Starre. Der Abstieg von Volcano house bis zum 150 m tieferen, größtenteils vegetationslosen Kilauea-Boden (siehe Karte, Kilauea-Krater) wird durch das vorherrschende Baumfarngeirr jeden Freund der Tropen erfreuen. Wendet man den Blick nach Westen, so reckt sich ein langgestreckter, breit-rückiger Riesendom (der Mauna Loa) zu scheinbar mäßiger Höhe — man faßt es nicht, daß er die Höhe des Hohen Atlas erreicht —, aber er ist so breit ausladend und sein Gipfel 40 km fern. Es will uns dünken, daß das im Vergleiche mit ihm so kleine Kilauea-Becken nur einen Teil (eine in den Hang des Mauna Loa eingemeißelte Rundpfanne) darstellt. Und doch ist dieser Kilauea ein selbständiger, vermutlich älterer Vulkan als jener Riese, dessen jüngere Laven die älteren des eingesunkenen Kilauea<sup>4</sup> umflossen haben. Ein Fußpfad führt am Ostrand des

<sup>3</sup> Durch Kongreßakt vom 1. August 1916 wurde der Hawaii National Park geschaffen, der auf beiden Eilanden zusammen 634'5 km<sup>2</sup> umfaßt.

<sup>4</sup> Sein höchster Punkt liegt im Westen bei Uwekahuna-Museum = 1246'6 m.



meiner Frau einen Seitensprung und wendet sich heimwärts. Förster Moommaw, ein gewiegter Reiter, überläßt meiner Frau sein eigenes Pferd und bändigt das ihre durch Kreisreiten in etwa 15 Minuten. Dann will wieder das Packpferd nicht vorwärts, da es an Milzstechen leidet, aber im Verlauf der nächsten Wegstunde werden alle Zwischenfälle überwunden. Wir reiten über harte, rissige Lavaplatten, die Vegetation hat so gut wie aufgehört. In einer Mulde — 2540 m — wird eine kurze Rast zum Sattelwechsel benützt. Der mäßige Wind behelligt uns nicht. Streckenweise führen wir die Pferde zur Schonung am Halfter und bewältigen das Tagespensum von über 8 engl. Meilen (etwa 13 km) bei rund 1500 m Steigung über verschieden geformte und gefärbte Basaltlaven, zuletzt über sandig-hügeliges Gelände mit mehrmaligen Rastpausen in etwa  $4\frac{1}{2}$  Stunden. Um 5 Uhr nachmittags trafen wir in Puu Ulaula (= roter Hügel) ein, einem schlichten Rasthaus in 3070·7 m Meereshöhe. Keine Wolke trübt den Ausblick auf den Nachbarriesen, den Mauna Kea, der den Gipfel des Mauna Loa um rund 50 m überragt; seine zackige Kontur sehen wir nach 6 Uhr abends im Sternenlicht weißlich schimmern.

Die Temperatur ist jetzt 7° C. Moommaw versorgt die Pferde, meine Frau kocht, ich klettere in der Umgebung herum. Wir sind im Rasthaus, einer Hütte aus Holz, natürlich allein; sie hat nur einen Raum, ist aber mit Decken und einem Petroleumofen ausgestattet, den wir anzünden. Am nächsten Morgen wird gegen 7 Uhr aufgebrochen. Der Weg ist schlecht, Lava in allen Formen und verschiedenen Alters; eine halbe Stunde später ist der Scheitel des Haleakala (auf Maui, in rund 210 km Entfernung) über den Wolken zu sehen. Rechts von uns, fast im Wegniveau, dehnt sich eine Art Kammlinie mit in weiten Abständen aufgesetzten kleineren und größeren Eruptionskegeln, einer darunter angeblich aus prähistorischer Zeit. In 3366 m Höhe wird kurze Rast gemacht, dann geht es wieder vorwärts, teils zu Pferd, teils zu Fuß, die Pferde am Zügel. In 3672 m Höhe kommen wir in geringer Entfernung an einem grell rotgelb gefärbten Eruptionskegel vorbei, der im Jahre 1935 (s. unten) den einen der beiden Lavahauptströme ausgesendet hat. Bald darauf blicken wir in einen aufgerissenen Explosionstrichter mit blutrotem Gestein. Das Lavawirrsal bietet einen großartigen Anblick. Wiederholt beobachten wir auch die eigenartigen Lavakanäle, die sich die gasreiche Lava, außen erkaltend, selbst wölbt (gasarme, zähe Lava erkaltet von innen nach außen). Im Innern vermag Lava nachzufließen, da die Kanalwölbung den Austritt der heizenden und treibenden Gase verhindert. In der Umgebung der Lavakegel breiten sich mit Asche vermischte Sande aus. Um Mittag sitzen wir ab; praller Sonnenschein, starrende Lava. Wir lassen die ermüdeten Pferde zurück, erklimmen langsam, zuletzt über Sande und Aschen, das sacht ansteigende Scheitelstück und erreichen in etwa einer halben Stunde den Rand des flachen Gipfelkraters Mokuaweweo<sup>6</sup> (4:2·8 km). Der Kraterwall erhebt sich 300 bis 600 Fuß über den Kraterboden. Der Bau einer ebenerdigen Schutzhütte, Hui o Pele Shelter, aus Stein und Holz, wenige Meter unter der Krone des Kraterwalles, geht seiner Vollendung entgegen. Fernsicht darf man auf Mauna Loa nicht erwarten, der Berg selbst, bzw. die ihn umgebende Luft begrenzt den Horizont. Keine Spur mehr von den noch im Juni anzutreffenden Resten winterlicher Schneebedeckung; kein Wind, vor dem wir gewarnt worden waren; nur gut wärmender Sonnenschein!

Nach einem kleinen Imbiß bei unseren Pferden wird um  $\frac{1}{2}$  2 Uhr nachmittags abgeritten und um 5 Uhr Red Hill erreicht, wo das zurückgelassene Packpferd

<sup>6</sup> Höchste Randstelle: 4168 m.

sich den Heusack geholt und den gesamten Heuvorrat aufgefressen hatte, was die anderen Pferde mit großer Nachtunruhe quittieren. Um 7 Uhr morgens verlassen wir am 28. August die Hütte bei gutem Wetter; ein paar niedergehende feuchte Nebelschauer im Wechsel mit Sonnenschein ergeben duftige Regenbogen über dem Mauna Loa. Wir reiten oder wandern fast ohne Rast, so daß wir schon um 10 Uhr an der Stelle eintreffen, von der uns Förster Williams mit dem Nationalpark-Kraftwagen abholt.

Von kürzeren Ausflügen absehend, will ich noch von einem eindrucksvollen Erlebnis berichten, dem Besuch auf Maui und der Querung des Haleakala-Kraters, der bei einer Tiefe von mittel 500 m einen Flächeninhalt von 50 km<sup>2</sup> aufweist. Nach einem „griechischen“ Abschiedessen in Hilo, der Hauptstadt Hawaiis (16.000 Einwohner), flogen wir am 2. September nachmittags in 1 Stunde 10 Minuten nach der nördlichen Nachbarinsel Maui (200 km), wo wir beim Niedergehen schon das grüne Parkauto erblickten. Distriktsförster Peck begrüßte uns im Auftrage von Mr. Wingate und brachte uns in 1½ Stunden Fahrt auf der seit 23. Februar 1935 eröffneten Bergstraße zum Gipfel des Haleakala, des „Hauses der Sonne“ (3060 m)<sup>7</sup>, wo wir, den schwärzlich gähnenden Riesenkrater zu unseren Füßen, einen herrlichen Sonnenuntergang erlebten, dessen prachtvolles Farbenspiel die Westbewölkung verlängerte. Auf der Talfahrt wurden die Maulesel für den folgenden Tag von der anderen Seite des Berges herüberbeordert. Da die Hotelküche bei unserem Eintreffen um 9 Uhr abends in Mauis Hauptstadt ihre Feuer schon gelöscht hatte, genossen wir den Reiz einer Stäbchenmahlzeit, in einem kleinen chinesischen Speisehaus zu einem Spottpreis. Anderen Tages brachen wir um ¼4 Uhr morgens zur Betrachtung des Sonnenaufganges (um ¼6 Uhr) abermals zum Gipfel auf. Um 7 Uhr wurde zu Fuß der Abstieg in den Krater angetreten und später auf den uns entgegenkommenden Maultieren fortgesetzt. Mein Bild gibt einen Einblick in die mit etwa 12 größeren und vielen kleineren Vulkankegeln übersäte Depression; an kahlen Hängen das Silberschwert (Taf. V, Abb. 1). Die Riesenschleife, die wir bis 3 Uhr nachmittags zurücklegten, erforderte 8 Stunden; mit dem Nationalpark-Lastauto wurden wir in 1½ Stunden zu Tal gebracht. Anschließend machten wir unter Führung des Chefgeologen Dr. Powers, bei dem wir zum Mittagessen geladen waren, eine Rundfahrt.

D i e n e r schrieb 1914: „Die (dreijährigen) Beobachtungen von Perret, Daly, Shepherd, Day und Brun . . . zeigen, wie viele interessante Aufschlüsse wir noch von einer ständigen Kontrolle des Halemaumau erwarten dürfen, wie eine solche aus der Einrichtung eines Observatoriums durch Professor Jaggarsich ergeben wird.“

Die Vorhersage Dieners hat sich voll erfüllt.

Im Jahre 1911 erfolgte die Gründung des seit 1912 arbeitenden Hawaiian Volcano Observatory am Ostrande der Kilauea Caldera zum Schutz des menschlichen Lebens und Besitzes auf Hawaii. Das Observatorium ist das Werk Prof. Dr. T. A. Jaggars, der es von Anbeginn an geleitet, die nötigen Instrumente größtenteils selbst konstruiert, neue Beobachtungsmethoden ersonnen und die Anstalt auf

<sup>7</sup> Nach einer hawaiischen Legende erklimmte einst der Halbgott Maui die Spitze des Berges, fing in einer Schlinge die Sonnenstrahlen und zwang derart die Sonne, ihren Lauf zu verlangsamen, damit seine Mutter genügend Zeit hätte, ihr Tagewerk zu vollbringen.

Im Krater finden sich Spuren von Leichenbestattungen in alter Zeit; ob der Krater bewohnt war, ist mir nicht klar.

ihre jetzige Höhe gebracht hat — eine Fülle von Arbeitsleistung mit nur einem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter. Prof. Jaggar ist seiner Doppelaufgabe als Beschützer Hawaiis und als Forscher vollauf gerecht geworden. Seine Persönlichkeit ist bezwingend. Dem Meister geologischer Forschung steht aber auch ein ausnahmsweise fruchtbares, großartiges Versuchsfeld zur Verfügung, das im weiteren Sinn den ganzen basaltischen Inselrücken umfaßt, der, an seiner Basis 2800 km lang, sich 6000 bis 10.000 m über diese, also höher als der Himalaja, erhebt, im engeren Sinne — Kilauea und Mauna Loa, zwei tätige Vulkane, deren einer der massigste der Welt ist. Die sehr strittige Frage, ob die beiden Vulkane miteinander in Verbindung stehen (s. Diener a. a. O. S. 87; entschiedene Verneinung durch Daly), ist von Jaggar in positivem Sinn entschieden worden.

Davon durchdrungen, daß der Geologe vom Vulkanismus erst dann etwas wissen werde, wenn er von einem einzelnen Objekt umfassendes Beobachtungsmaterial gesammelt hat, ließ sich Prof. Jaggar am Kilauea als messender und registrierender Beobachter nieder. Für ihn stellt Vulkanismus eine Einheit dar. Der Mechanismus der Vulkane Südamerikas ist der gleiche wie derjenige der Vulkane von Hawaii; Stübel habe gezeigt, daß basaltische Dome gewöhnlich andesitische Kegel unterlagern. Im Tertiär habe der primitive Prozeß leichflüssigen Magma-Austrittes geherrscht, wogegen im seitherigen Abklingen des Vulkanismus die Degenerationserscheinung zäher oder dickflüssiger Lava sich biete. Wenn kontinentale und marine Schichten untereinander Verschiedenheiten aufwiesen, so sei vor allem der verschiedene Druck auf den dickkrustigen Meeresgrund und auf der erodierten, dünneren und gasärmeren Kontinentalfläche dafür entscheidend, daß sich dort der Vulkanismus primitiv (in dünnflüssigen Strömen wie auf Hawaii) erhalten habe. Jaggar fordert dringend Versuchsbohrungen auf dem Meeresgrunde, um den „roten Schlamm“ zu untersuchen (Sima, Sial; Wegener) — er erwartet Olivinbasalt, aus dem das fundamentale Magma der Erde bestehe, insbesondere auf den vulkanischen Inseln der Ozeane. Lasse ein Vulkan reine Lavaergüsse ausströmen und sprengte ein anderer Gase mit schlackigen Blöcken, Bomben und Lapilli, Sande und Aschen aus, so sei der Krustenwiderstand allein dafür maßgebend.

Prof. Jaggar wendet sich von der Überschätzung petrographischer Differenziation ab und sieht in den Gasen das treibende Element des vulkanischen Mechanismus. Der Vulkanismus sei in und unter der Erdkruste überall tätig als Überbleibsel eines Wärme und Gase entwickelnden Prozesses, der begonnen habe, als sich die Erde von der Sonne trennte. Unter der erkalten Erdkruste lebt das Sonnenartige fort, eine Zeitenmechanik, die periodische Spannungsvorgänge auslöse und gaschemische Zyklen bestimme, die das Material unter der Kruste verflüssigen und in reibende Bewegung setzen, frottieren. Dieses Magma, das zäh- oder dünnflüssig als Lava ausströmt — in Hawaii Olivinbasalt — nennt Jaggar „in die Erdschale eingekerkerten Sonnenstoff“ und macht den Vorschlag, das Spektroskop, das die Astronomie revolutioniert habe, auch auf das von Vulkanen ausgeschiedene Magma anzuwenden, das dann für den Geologen einen ganz neuen Sinn erhalten werde. Er hofft, dadurch die Natur des im Magma enthaltenen Gases, dessen Messungen beim Austritte großen Schwierigkeiten begegneten, besser erfassen zu können. Der Vulkanologe und Mineraloge müsse heute zugleich Gaschemiker und Maschinenbauer sein, um sich die dafür erforderlichen Spezialinstrumente selbst zu bauen.

Seit 1900 habe die Lehre von den vulkanischen Erscheinungen ihr Gesicht verändert, sie sei nicht mehr ein Zweig der historischen Geologie, sondern eng

mit der Physik verwachsen. Man reiße nicht die Seismologie los, denn es mag vielleicht T e k t o n i z i t ä t ohne Magma-Unterlage geben, aber es gebe sicher keinen Vulkanismus ohne Erdbeben-Unterlage. Jaggar will auch die Meteorologie mit dem Studium des Vulkanismus verbündet wissen; ein Lieblingsplan ist die Errichtung einer meteorologischen Station auf dem Gipfel des Mauna Loa.

Auf ihm thront, wie der Hawaier sagt, die Feuergöttin Pele, die im Halemaumau („Haus des Feuers“) zu Hause ist; Jaggar nennt diesen den Mund der Göttin Pele, hier atme sie. Aus Temperatur, Dampf- und Lavaaustritt, Heben und Senken der Magmasäule lasse sich auf die Vorgänge im Inneren schließen.

Den Gelehrten interessieren aber nicht bloß die Eruptionen, die sich der Laie begleitet von Feuergarben und Lavaströmen, aufsteigenden Rauchsäulen, Stein- und Aschenauswurf zu sehen wünscht, sondern mehr noch die Vorgänge in der Tiefe, unter dem Meeresboden. E r u p t i o n e n werden weitaus von I r r u p t i o n e n überwogen, von gewaltigen Einbrüchen im E r d i n n e r e n. Noch lebende Wesen, wie die nichterloschenen Vulkane, atmen ständig, wenn oft auch zwischen den äußerlich bemerkbaren Vorgängen Zeiträume von vielen Jahren liegen.

Welche ist nun die normale Temperatur eines Vulkanes, welche seine Fiebertemperatur, bei der wir vielleicht einen „Ausbruch“ zu gewärtigen haben? Welchen Temperaturen begegnen wir überhaupt? Wir dürfen uns nicht wundern, wenn wir am Spalt über 155° C messen; solche Temperaturen behaupten sich an einer Stelle auch 25 Jahre lang, wie am 1919 verschütteten postal card crack des Halemaumau (s. Diener a. a. O. S. 75), aber wir treffen auch 300° an. 1921 beschloß Jaggar, eine Bohrung vorzunehmen, um die Tiefentemperatur zu ermitteln; aber sie erwies sich viel kostspieliger, als veranschlagt worden war. Nächst dem Volcano house ergab sich die merkwürdige Tatsache, daß von der Bohrlochöffnung bis 70 Fuß Tiefe die gleiche Temperatur gemessen wurde<sup>8</sup>. Messungen in einer Gruppe von Bohrlöchern, die über die Kilauea Caldera verteilt waren (10 Fuß Tiefe, 5 cm Durchmesser), ergaben Temperaturen, die zwischen der örtlichen Luft- und Siedetemperatur schwankten. Es erwies sich, daß der poröse Basalt ein schlechter Wärmeleiter ist, daß dagegen die ausströmenden Gase und Dämpfe die Temperatur bestimmen. An einem kalten Morgen war der Dampf weniger heiß als am heißen Mittag; es schien also durch außen herrschende Kühle eine bessere Lüftung des Caldera-Grundes eingetreten zu sein. Die heißesten Schwefeldämpfe steigen jeweils am Caldera-Wall auf. In durch genügend lange Zeit fortgesetzten Messungen sieht Jaggar einen der Schlüssel zu den Geheimnissen der Göttin Pele, zumal sich ergab, daß sich die heißen Stellen im Kilauea örtlich und von Jahr zu Jahr verschieben.

Will der Leser eine Vorstellung von der Urgewalt des Vulkanismus gewinnen, so vergegenwärtige er sich immer wieder, daß es dieser Mechanismus fertiggebracht hat, Mauna Kea und Mauna Loa vom Grunde des Pazifiks aus 10.000 m hoch aufzutürmen! Durch das riesige Lavagehäuse und Gerippe, die den Unterbau der hawaiischen Inseln bilden, ziehen sich dem Menschen verborgene Gänge und Klüfte hin, die natürlichen Drainagekanäle der unter Gasdruck (Hydrogen, Carbon, Sulfur) erhitzten und verflüssigten Lava. Diese hat eine Fülle von Möglichkeiten, ihre Lage zu verändern, dem Druck auszuweichen, ohne an die Oberfläche austreten zu müssen. Was wissen wir von ihren s u b m a r i n e n Ausflüssen, die die Fundamente der Inseln stetig verstärken? Eine 92 m dicke Wasserschicht wiegt ebensoviel wie eine Schicht soliden Lavafelsens von 30½ m Mächtigkeit-

<sup>8</sup> Bei anderen Probebohrungen (Caldera K.) stellte sich bis 45 Fuß Tiefe eine Temperaturzunahme von 2° Fahrenheit für jeden Fuß heraus.

keit; wenn also ein Lavaerguß nur einige 100 m unter dem Meeresspiegel erfolgt, müssen wir davon nichts wahrnehmen. Und doch hat der Beobachterposten am Kilauea ein klein wenig die Schleier gelüftet.

**Magmawanderung und Wechselbeziehung zwischen Mauna Loa und Kilauea.** Nachdem Captain Cook, der Wiederentdecker der schon den Spaniern bekannten Inseln, 1778 den Mauna Loa als erloschen bezeichnet hatte (vom Kilauea weiß er nichts), und etwa das Jahr 1790 als Ausbruchsjahr des Kilauea dadurch überliefert ist, daß damals eine hawaiische Kriegerschar am Calderarande durch Staub, Steine und Aschen vernichtet worden war, so erscheint der nächste explosive Ausbruch des Kilauea erst im Jahre 1924 (s. Taf. V, Abb. 3) verzeichnet.

Am Mauna Loa zählte man im Zeitraume von 1832 bis 1932 30 Gipfel- oder gipfelnahe Ausbrüche, in  $3\frac{1}{3}$  Jahren einen, und in der Hauptsache sechs Nord- und sechs Südflankenausbrüche mit Lavaaustritt. Fallen in die Zeit von 1851 (1852, 1855) bis 1859 die mächtigsten Lavaausbrüche des Mauna Loa (1855 wallen auch in der Kilauea Caldera nicht weniger als 60 Lavaseen), so gerät der Berg nach einem Vorspiel 1865/66 von viermonatiger Dauer in der Zeit von 1870 bis 1877 in einen Zustand immer größerer Erregtheit (1873/74 eine 18monatige Ausbruchsfolge), die am 14. Februar 1877 in einem zehn Tage währenden Gipfelausbruch ihren Höhepunkt erreicht. Etwa 5000 m hoch steigen Rauchsäulen über die Kratermündung empor, dann öffnen sich glühende Spalten im Konawald (Westen), durch die sich die Lava unter dem Meeresspiegel in etwa 55 m Tiefe in die Bucht von Kealakekua (Karte) ergoß; im Wasser wurden viele Brocken bimssteinartiger Lava hochgetrieben und gesammelt.

Just in diesen Siebzigerjahren macht sich der Kilauea nicht viel bemerkbar!

Mauna Loa regt sich dann von 1880 bis 1914 wohl einigemal im Gipfel und läßt an den Flanken Lava ausfließen, aber erst 1914 (November) erfolgt wieder ein sechswöchiger Gipfelausbruch, dem 1916 und 1919 schwächere mit Lavaaustritt folgen.

Am Kilauea kommt es zwar in den Jahren 1913 bis 1919 (1924) zu keiner Eruption, jedoch hebt und senkt sich die brodelnde Magmasäule; im offenen Kratersee des Halemaumau spielen immer wieder hochspringende Lavafontänen.

Gerade diese Zeitspanne zwischen 1914 und 1919 lehrte Jaggar (The mechanism of volcanoes, 1931) die ausgeprägte Wechselbeziehung (strong sympathy) zwischen Mauna Loa und Kilauea.

Wir fragen nun: Wie kann flüssige Lava im Mauna Loa 3000 m höher steigen als im Kilauea, wenn sie zusammenhängen? Rein hydrostatisch ist das nicht erklärbar; wenn man aber einen Stein vom Boden der Kilauea Caldera und einen anderen vom Gipfel des Mauna Loa aufhebt, so ist ersterer schwer, letzterer leicht wie Bimsstein. Die Lava des Mauna Loa ist eben leicht, blasig und schaumig im Vergleiche zur gasarmen, zähen, kompakten des Kilauea. Der hohe Gasgehalt der ersteren macht sie unvergleichlich steigfähiger; so trägt die schwere Kilauea-Säule die leichte des Mauna Loa, ja sie ist es, die nach Entweichen der Gase und Zurücksinken der Säule des Mauna Loa das Gleichgewicht wieder herstellt<sup>9</sup>. Der-

<sup>9</sup> Der hohe Mauna Loa ist besser „gelüftet“ als der tiefliegende Kilauea.

art trat gelegentlich der Lavaausbrüche des Mauna Loa der Jahre 1914, 1916 und 1919 bei freispieler Kilauea-Säule ihre Sympathie mit der des Mauna Loa durch langsames Aufsteigen und plötzliches Fallen des Halemau ma sees in Erscheinung. Ist aber dann der Kratertrichter beim Zurückweichen des Sees mit erkalteter Lava und mit im Gefolge von Senkungen abgesprengten Trümmern der Kesselumrahmung verstopft, spielt die Kilauea-Säule nicht mehr frei, so vollzieht sich der Ausgleich in unsichtbarer Tiefe, Mauna Loa und Kilauea scheinen jetzt äußerlich ohne Verbindung.

Wenn wir noch kurz eine großartige Magmaschwankung von West nach Ost (und zurück nach West) betrachten — a progress of outbreaks from high to low (Jaggar, K's lost lava flow) —, so zeigt sich, daß sie sich jeweils in der Richtung des geringsten Widerstandes bewegt.

Nachdem der gewaltige Gipfelausbruch des Mauna Loa vom 14. Februar des Jahres 1877 dadurch sein jähes Ende gefunden hatte, daß die im Kratergrund angestauten Lavamassen durch die Konaspalten gegen Westen ins Meer entwichen, und in den Jahren 1914 bis 1919 die neuerlich in Aufruhr geratene Lava in einem System von Kanälen und Schloten von Mauna Loa und Kilauea gewissermaßen balanzierend hin und her schwankte, fand sie diesmal einen Ausweg nach Osten. Mauna Loa kommt im Gipfel ziemlich zur Ruhe, die Tätigkeit gleitet abflauend über die Südwestflanke, an der Lava ausbricht, herab, um ab 1919 östlich im Kilauea wieder aufzuleben. 1919 bis 1920 tritt die Lava aus seinem Gipfelkrater Halemau mau in die Caldera, 1921 kommt es zu einem Überfließen über den oberen Rand der Caldera, die Lavaströme schieben sich bis in die Kawüste (Südwesten) vor. In den Jahren 1922 und 1923 brechen die Lavaströme elementar entlang der Kette von Vulkanen — siehe Karte — durch, die vom Kilauea gegen den Ostrand von Hawaii verläuft (Puna), und bahnen sich den Weg zum Meere, wo sie einige 100 m unter dem Spiegel austreten. Es war seit 1840 das erstmal, daß sich der Ostbruch wieder geöffnet hatte, er verstopfte sich aber rasch wieder, denn schon 1924 erfolgte der gewaltige Ausbruch im Kilauea, der erste seit 1790, der wieder Steine und Aschen hochschleuderte. 1933 und 1935 ist alle Lava sozusagen unter dem Mauna Loa konzentriert, um hier das Ausbruchsspiel zu erneuern.

Die Bombardierung des Mauna Loa im Jahre 1935. In einer Adresse vom 26. März 1934 hat Prof. Jaggar, der Wächter über Hawaii's Sicherheit, vorausgesagt:

Innerhalb zweier Jahre sei nach mehreren oder nach einem elementaren Erdbeben ein Lavaausbruch auf der Nordseite des Mauna Loa zu erwarten; die Lava werde mit großer Wahrscheinlichkeit in der Richtung auf die Hauptstadt Hilo einschwenken.

Was Jaggar angekündigt hatte, ist pünktlich eingetroffen. Welche Erfahrungen berechtigten ihn zu seiner Voraussage?

Vom 2. bis 18. Dezember 1933 hatte sich Mokuaweoweo, der Gipfelkrater des Mauna Loa, etwa 30 m hoch mit Lava gefüllt. Wenn am Mauna Loa ein Ausbruch von 17tägiger Dauer eintritt, ist daraus zu schließen, daß innerhalb einer gewissen Zeitspanne ein noch größerer Lavaaustritt in Gipfelnähe oder an der Flanke erfolgen wird. In diesem Falle war die Durchschnittsziffer von zwei Jahren heranzuziehen.

Woraus folgerte aber Jaggar einen Lavaausbruch auf der Nordseite?

Über den Mauna Loa läuft ein Spaltengürtel von Südwesten nach Nordosten durch die Achse des Gipfelkraters. In dieser Linie herrscht also eine natürliche Disposition zum Aufbrechen.

Zwischen 1843 und 1933 ereigneten sich 24 Gipfelausbrüche des Mauna Loa; von den eingetretenen Flanken ausbrüchen entfallen in der Zeit von 1843 bis 1926 sechs (1843, 1852, 1855, 1859, 1881 und 1899) auf die Nordflanke und sechs (1868, 1887, 1907, 1916, 1919 und 1926) auf die Südflanke.

Wir sehen, daß die jüngeren Flankenausbrüche seit Jahrhundertbeginn alle auf der Südseite erfolgten. Die Wahrscheinlichkeit, daß nun wieder die Nordseite an die Reihe komme, war also nach 1926 eine große. Dazu deutete schon das Wiederaufleben der Gipfeltätigkeit im sechswöchigen Gipfelausbruch vom November 1914 mit Fortsetzungen in den Jahren 1919 und 1926 darauf hin, daß sich der Magmadruck von der Südflanke in die über den Gipfel weisende Nordostrichtung verlagert hat. Hiefür gaben auch die Erdbeben einen weiteren deutlichen Fingerzeig. Erdbeben im Süden hatten 1868 angezeigt, daß die Magmatätigkeit über den Gipfel nach Süden umsiedle, jetzt — ab 1926 — durften Erdbeben im Norden als Zeichen einer Magmawanderung nach Norden gewertet werden. Schon im Jahre 1929 war ein heftiges Erdbeben mit dem Zentrum im Hualalai, also im Norden, aufgetreten, die Nordostspalte war vermutlich im Aufreißen begriffen. Acht Erdbeben (alle drei Monate eines) folgten in den Jahren 1934 und 1935 knapp um Tag- und Nachtgleiche und um Sonnenwende.

Am 21. November 1935 quollen zwei Lavahauptströme an der Nordseite hervor; die Lava floß zunächst nach Norden ab und bildete einen flammenden See im Sattel zwischen Mauna Loa und Mauna Kea; Jaggar schien danach nicht ganz recht zu behalten. Aber am 22. Dezember 1935 kam der Lavasee zum Überfließen und brach sich auf Hilo zu Bahn bis 32 km vor der Stadt. (Im Jahre 1881 hatte sie nur 13 km vor Hilo, nach Verschüttung des Wasserschlosses, haltgemacht!)

Nunmehr griff Jaggar, auf alles vorbereitet, schlagfertig ein.

Er mobilisierte zehn Bombenflugzeuge der Armee, überflog am 26. Dezember mit Fliegeroffizieren den Mauna Loa und bezeichnete die Ziele der abzuwerfenden Bomben, eines in 2600 m Höhe, das andere tiefer gelegen. Die von mir oben beschriebenen Lavakanäle sollten getroffen und dadurch die Gase zum Entweichen, die Lava zum Stillstand gebracht werden. Das durch Jaggar vom gegenüberliegenden Hange des Mauna Kea aus 1900 m Höhe (Puu Oo ranch) telephonisch geleitete Unternehmen glückte am 27. und 28. Dezember vollkommen.

Nach zielsicheren Abwürfen einer Anzahl von 600-Pfund-Bomben aus 3700 m Höhe, etwa 1000 m über den bezeichneten Stellen, gelang es, den Lavaauf zu verlangsamen und am 28. Dezember um 6 Uhr abends zu völligem Einhalt zu zwingen.

Am 31. Dezember 1935 hatte auch an den Lava-Ausbruchstellen jede Bewegung aufgehört, die entgaste Lava war in das Innere des Berges zurückgesunken. Im März 1936 zeigte eine Erdbebenkrise das Ende der Eruptionsperiode an.

Hilo verdankt Jaggar zweifellos seine Rettung, denn der anfangs mit 1'6 km Tagesgeschwindigkeit fortschreitende Lavastrom hätte auf dem weiteren Wege, der über Steilhänge führt, sein Tempo um ein Mehrfaches beschleunigt und nach den Erfahrungen der Jahre 1880 und 1881 Hilo sicher erreicht und verheert. Die Handelskammer von Hilo schätzte, daß mit der Ausgabe von 25.000 Dollar ein Besitz von rund 50 Millionen Dollar gerettet wurde.

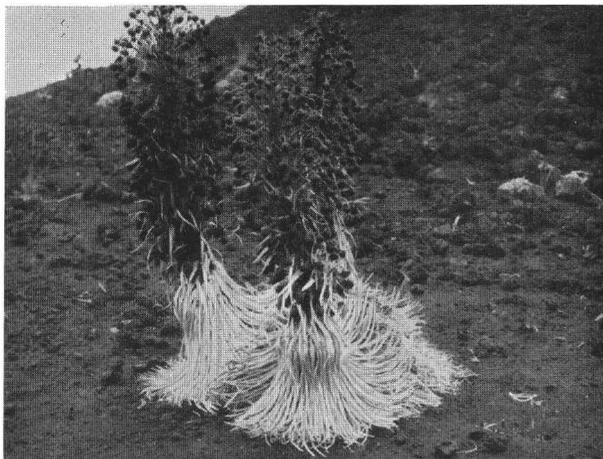


Abb. 1. Silberschwert im Haleakala (Maui).



Abb. 2. Metrosideros im Bird Park (Hawaii).

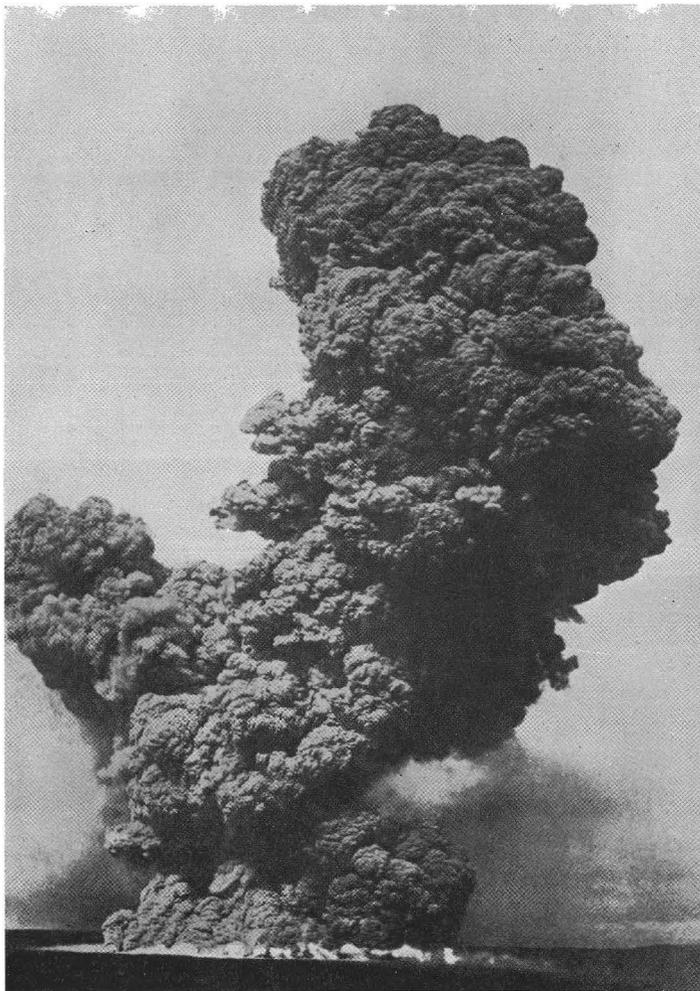


Abb. 3. Halemaumau-Ausbruch 1924.



Abb. 4. Haleakala-„Krater“ (Maui).



Abb. 5. Halemauau-Krater vom Flugzeuge (Hawaii).