

III.

Vulkane.

Zahl, Form und Größe.

Die feuerpeienden Berge haben zu allen Zeiten die Phantasie der Menschen erregt. Die Griechen dachten sich dieselben als Sitz des Windgottes Iolus und als Werkstätten des Feuer- und Schmiedegottes Hephästos, bei den Römern Vulkan genannt. Dort schmiedete der sinnreiche Erfinder mit Hilfe seiner riesigen Gefellen, der einäugigen Zyklopen, die Waffen der Götter und die Donnerkeile des Himmelvaters Zeus (Jupiter), womit dieser seine Autorität aufrecht erhielt. Zur christlichen Zeit wurden Hephästos und Iolus gleich anderen Instrumenten des Himmels außer Dienst gestellt und durch Beelzebub und dessen Hofstaat ersetzt. Das Erdinnere ward nunmehr zum Aufenthalt bösender Seelen, in den Vulkanen erblickte man die Schloten der Hölle und des Fegfeuers. Wer am Stromboli vorbeifuhr, konnte deutlich das entsetzliche Gebrüll der im Fegfeuer gerösteten Seelen vernehmen. Jetzt ist davon nichts mehr zu hören, wie jeder bezeugen kann, der schon einmal von Neapel nach Palermo oder umgekehrt gefahren ist. Lange Zeit galten die rauchenden Berge als eine Art Sicherheitsventile, denen wir es zu verdanken hatten, daß unser Welt dampffessel nicht längst explodiert war. Diese Ansicht ist ebenfalls zu den übrigen gelegt worden, denn es steht fest, daß die Feuerberge so wenig einen Zweck haben wie die Maikäfer. Sehen wir nun zu, was man von ihnen weiß oder nicht weiß, denn, die Wahrheit zu gestehen, es sind recht fragwürdige Gefellen. Schon ihre Zahl und desgleichen ihre Form schwankt bedenklich. Gegenwärtig zählt man ihrer 300 bis 400, die mehr oder weniger tätig sind; rechnet man aber dazu auch die „erloschenen“, so kommt man leicht auf etliche tausend, und insgesamt mag unser Erdball Hunderttausende solcher Hölleenschloten besessen haben. Die übergroße Mehrzahl derselben ist aber längst verschwunden. Die Feuerberge haben nämlich eine sehr bewegte, aber meist kurze Jugend, und häufig sterben sie schon

im zarten Kindheitsalter. Manche sind nur einige Tage und Stunden tätig, andere einige Jahrzehnte oder Jahrhunderte, selten Jahrtausende hindurch. Sobald ihre Tätigkeit aufhört, versallen sie dem Tode, das heißt sie werden durch Frost und Hitze, Luft und Wasser zerstört. Aber immer entstehen wieder neue, bald an der gleichen, bald an anderen Stellen. Der Monte Nuovo (Neue Berg) bei Neapel entstand im Jahre 1538, und zwar im Verlauf weniger Tage; bis Ende des Jahres

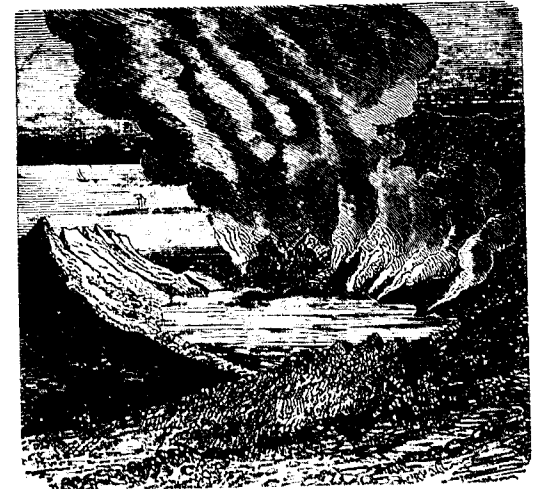


Abb. 27. Der Inselvulkan Ferdiandea.

strömte noch Dampf aus dem Gipfel, seither zeigt der Berg keinerlei Tätigkeit; er ist erloschen. Der Jorullo (sprich Chorullo) in Mexiko bildete sich der Hauptsache nach vom 28. auf den 29. September 1759, und gleichzeitig scheinen fünf benachbarte Vulkane sich aufgetürmt zu haben. Wo vorher eine fruchtbare Ebene war, steht heute ein vielackiges Gebirge. Ein Landsmann des Jorullo, der Vulkan Bochutla, stammt vom Jahre 1870, und ein jüngerer Kollege im Gebirge von Musto hat erst anno Domini 1881 „das Licht der Welt“ erblickt. Auch in Europa haben wir dergleichen Zeitgenossen; so zum Beispiel existiert der Georgios auf der griechischen Inselgruppe San-

torin erst seit 1866. Ein Bild der Vergänglichkeit bietet uns der Vulkan Ferdinanda südlich von Sizilien. Im Jahre 1831 nahmen dort mehrere Schiffe heftige Stöße, Wasserhosen, Dampf- und Rauchsäulen, vulkanische Auswurfsprodukte und tote Fische wahr; dann erhob sich aus der Tiefe des Meeres ein Feuerberg, der Schlacken, Sand und Asche auswarf, aber Ende des Jahres war die ganze Herrlichkeit wieder verschwunden, die Meereswellen hatten damit gründlich aufgeräumt, und heute fährt der Kiel der Dampfer wieder über jene Stelle. Ob das Ganze vielleicht nur ein Vorspiel war? Ob nicht später ein neuer, kraftvollerer Ausbruch erfolgt, der es zur Bildung einer bleibenden Insel bringt? An Beispielen fehlt es nicht, speziell in den Gewässern Unteritaliens und Siziliens. Mit dem Absterben der „Feuerspeier“ ist's überhaupt eine eigene Sache; manchmal ist's bloß eine tiefe Ohnmacht oder ein Scheintod. So galt der Vesuv bei den Alten als erloschen, ja es hatte sich jede Ahnung über seine wahre Natur verloren, bis jener fürchterliche Ausbruch im Jahre 79 erfolgte, der mehrere Städte und Dörfer, darunter das reiche Pompeji, vernichtete. Die Solfatara bei Neapel hat seit Menschengedenken weder Lava noch glühendes Gestein ausgeworfen, aber an mehreren Stellen entströmt dem Kratergrund heißes Wasser, Kohlensäure, Wasserdampf und Schwefelwasserstoff. Ist die Solfatara nun den tätigen oder den erloschenen Vulkanen beizuzählen?

Bei periodischer Tätigkeit verschiebt sich oft die Ausbruchsstelle, so daß in, auf oder neben dem alten Feuerberg neue entstehen, und man kann dann im Zweifel sein, ob das Ganze oder jeder einzelne Krater als Vulkan gerechnet werden muß. Schon hieraus geht klar hervor, warum die Zahlenangaben schwankende sind.

Die Form ist gewöhnlich die eines Kegels mit ausgehöhltem, trichterartigem Gipfel. Jener Trichter heißt der Krater (das ist Becher); von ihm aus führt ein Gang — Schlot — in unbekanntes Tiefen hinab. Es können auch mehrere, selbst Hunderte von Schloten vorhanden sein. Die Mündung des Schlotes im Kraterboden heißt Bocca = Mund. Bei heftigen Ausbrüchen stürzt nicht selten der Gipfel zusammen oder er wird in die Luft gesprengt. Hierdurch bekommt der Krater meist die Form einer riesigen Schüssel, und was die Sprengung nicht zustande

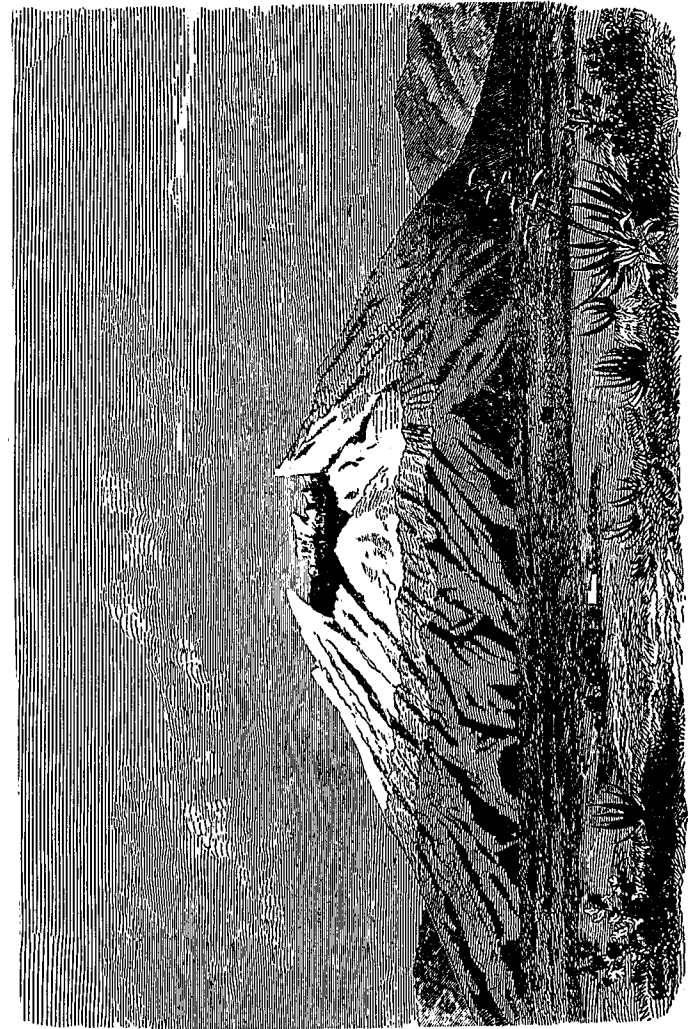
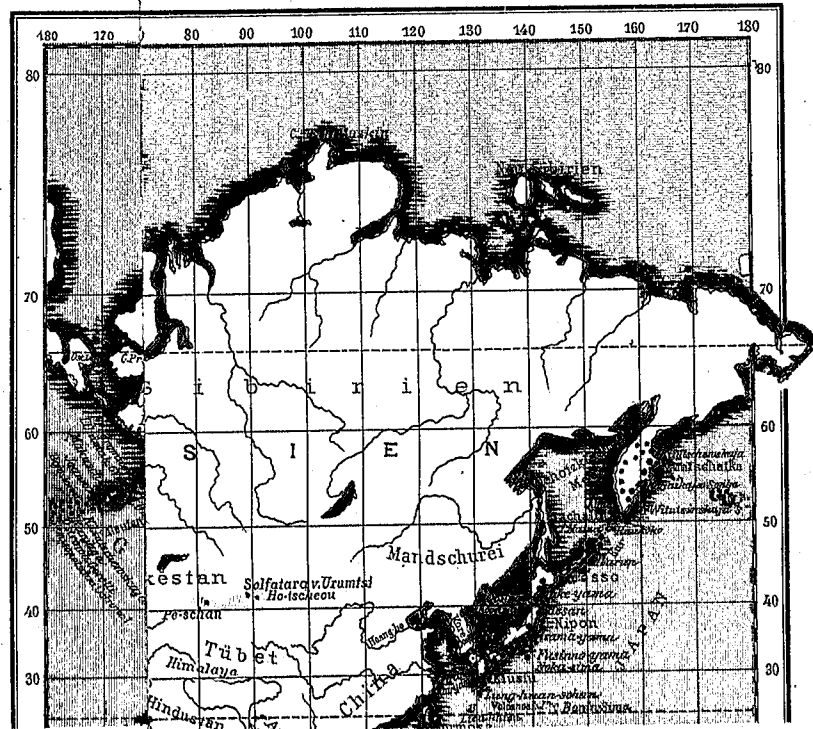


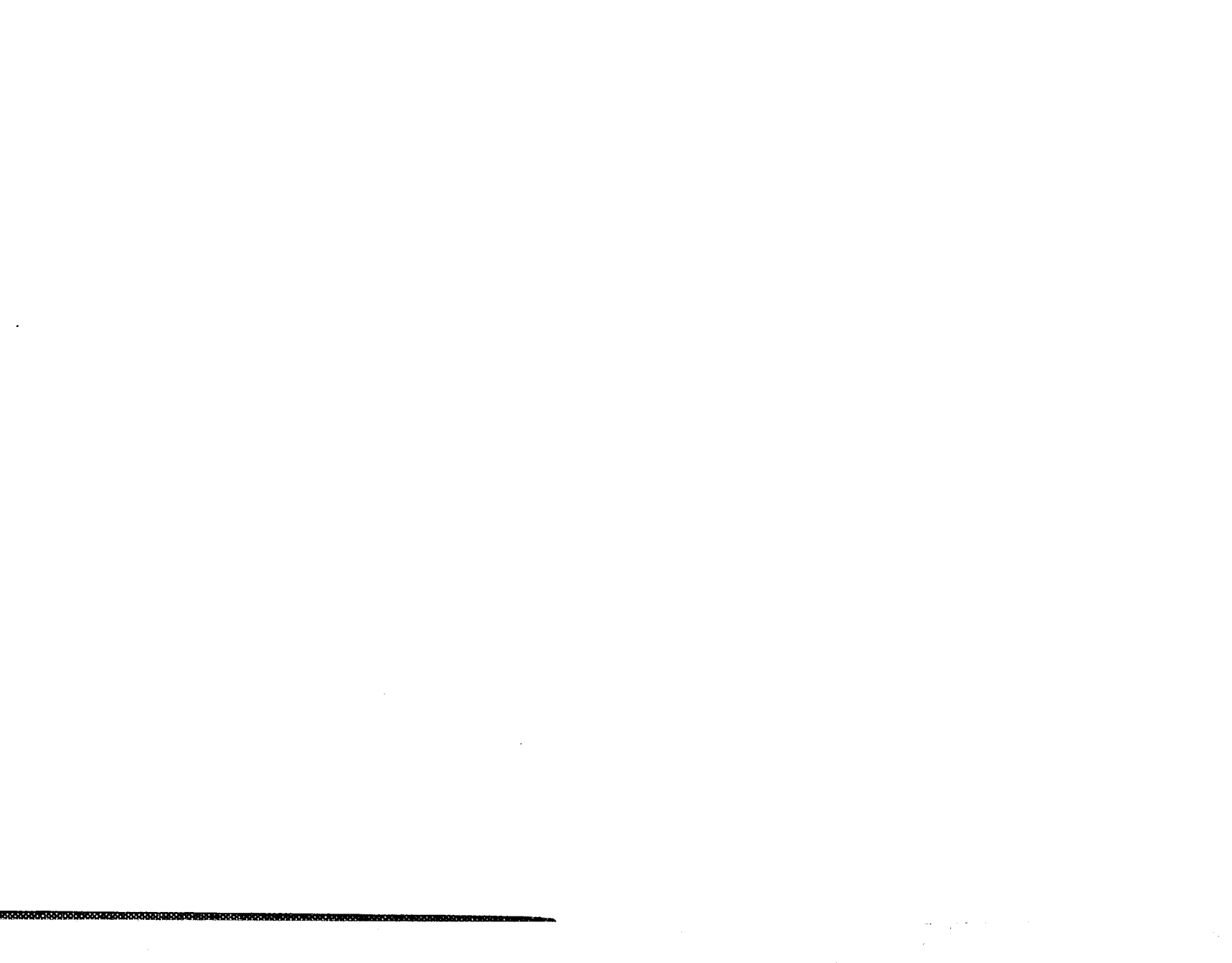
Abb. 28. Der Vulkan Cerro del Atar (Südbamerica) mit seinem Gipfelkrater.

brachte, das vollenden hernach Verwitterung und fließendes Wasser. In dem so entstandenen „Einsturzkrater“ kann sich später ein neuer Gipfel bilden, so daß es den Anschein hat, als wäre ein Berg in den anderen eingeschachtelt worden. Diefem Vorgang verdankt der Vesuv seine eigentümliche Gestalt. (Der halbmondsförmige Bergzug neben dem rauchenden Gipfel, Monte Somma genannt, ist ein Teil des alten „Einsturzkraters“.) Der Berg ändert also seine Gestalt fortwährend. Oft entstehen am Bergabhang Spalten und auf diesen neue Ausbruchstellen, sogenannte parasitische Krater. So hat der Atna etwa 900 solche parasitische Krater. Infolge der bedeutenden Höhe — 3300 Meter — ist der Seitendruck des aufsteigenden geschmolzenen Gesteins ein so kolossaler, daß die Flanken des Berges nicht zu widerstehen vermögen und bersten. Stellt der Vulkan seine Tätigkeit ein, so machen sich sofort Verwitterung, Erosion und Abtragung geltend; der Krater verschwindet, die aufgehäuften Schichten vulkanischer Auswürflinge werden von den Wildbächen und Flüssen fortgeführt, während feste Lavamassen länger widerstehen, so daß ein Gewirr von Hügeln und Tälern zurückbleibt wie beim Kaiserstuhl im Breisgau, oder eine zentrale Kuppe kompakten Felsens wie beim Hohentwiel im Hegau. Später verschwinden auch diese Ruinen, und es sind dann nur noch die mit erstarrter Lava erfüllten Schloten als Basalt-, Trachyt-, Borphyr- oder Granitgänge zu erkennen. Das ist auch alles, was von Hunderttausenden früherer Feueressen übriggeblieben ist. Auch die Vulkane entstehen und vergehen „wie die Blumen des Feldes“.

Zum Schlusse noch einige Angaben über Größenverhältnisse.

Der Atna hat einen Umfang von 180 Kilometer und erhebt sich von der Meeresküste bis in die Schneeregion; sein Gipfelkrater mißt 700 Meter im Durchmesser und dessen Innenwände stürzen fast senkrecht 200 Meter tief ab. Könnte man den Kölner Dom hineinstellen, so würde man vom Kraterrand die Spitzen des gewaltigen Bauwerkes 50 Meter unter sich erblicken. Neben diesem Giganten nimmt sich der Vesuv mit seinen 1300 Metern recht bescheiden aus. Noch größer als der Atna sind viele außereuropäische Feuerpeier. Der prächtige Kegels des Popocatepetl (rauchender Berg), südöstlich der Stadt Mexiko, reich an Schwefelablagerungen, ist über 5400 Meter hoch. Der Große Ararat in





Armenien erreicht 5600, der Demawend in Persien 6500, der kraterlose, domförmige Chimborasso in Südamerika rund 6300 und sein Landsmann Aconcagua fast 7000 Meter, viermal soviel wie die Schneekoppe im Riesengebirge. Freilich ist zu bemerken, daß diese letzteren hohen Kettengebirgen aufgesetzt und nicht ausschließlich das Produkt ihrer eigenen Tätigkeit sind. Dagegen besteht der Kilimandscharo in Deutsch-Ostafrika, dessen eisgepanzelter Hauptgipfel sich 6130 Meter überm Meer erhebt, ganz aus vulkanischem Material. Aus einer großen Bresche seines erloschenen Kraters ergießt sich an Stelle der früheren Lavaströme ein kristallener Gletscher. Ein Feuerberg im heißen Afrika als Eisproduzent!

Wohl noch großartigere Bauten stellen die Vulkane auf Hawai (Sandwichinseln) mitten im Großen Ozean dar. Der Loa zum Beispiel steigt aus einer Meerestiefe von zirka 5000 Meter mehr als 4000 Meter über den Spiegel des Ozeans empor, so daß seine Gesamthöhe an die 9000 Meter beträgt. Sein elliptischer Krater, von 200 Meter tiefen, vollkommen senkrechten Basaltwänden eingefast, hat einen größten Durchmesser von 13 Kilometer und enthält zeitweise einen See von glühender Lava, dem feurige Springbrunnen in unbeschreiblicher Pracht entsteigen. Dabei sind jene Feuerberge trotz ihrer beträchtlichen Höhen sehr flach, so daß ihre Gestalt etwa mit einem Pfannendeckel verglichen werden kann.

Manche Vulkane stellen jedoch überhaupt keinen Berg dar, sondern napfförmige Vertiefungen der Erdoberfläche, höchstens von kreisförmigen Schlackenwällen umgeben. Das sind die Maare, die auf den Phlegreäischen Feldern bei Neapel und im Albanergebirge bei Rom sehr schön entwickelt sind. Auch Deutschland weist solche Bildungen auf, besonders das Eisfelgebiet und die Schwäbische Alb; auch das Ries bei Nördlingen wird dahin gerechnet. Viele Maare sind mit Wasser gefüllt, so der Saacher See, das Pulvermaar, das Gemündener, das Weinsfelder, das Moorbrucker Maar. Es sind Vulkane, die in ihren ersten Anfängen stecken geblieben sind, gewissermaßen Vulkanembryonen (Keimlinge). Sie sind wohl durch Dampfexplosionen ausgeblasen worden. In der Schwäbischen Alb, und zwar allein im Gebiet von Urach, hat der verdiente Vulkanologe Professor Branco nicht weniger als 127 Maare nachgewiesen. Mag ein

nettes Gefnatter gewesen sein, als sie ausgesprengt wurden. Bei Inselvulkanen tritt nicht selten das Meer nach Durchbrechung des Kraterwalls ins Innere ein, so bei der Insel Santorin. Auch der englische Hafen Perim am östlichen Ausgang des Roten Meeres ist ein alter Krater. Wo ehemals Höllenglut kochte, anfern jetzt die Panzerkolosse und Torpedoboote der englischen Kriegsflotte.

Die Lava.

Wie dem Leser bereits bekannt ist, besteht die Tätigkeit der Vulkane hauptsächlich darin, daß geschmolzene glühende Gesteinsmassen — Lava — aus dem Schlot oder aus seitlichen Spalten emporsteigen. Bald quillt sie ruhig aus oder bildet im Krater einen kochenden See, bald wird sie durch die Gewalt der Dämpfe hoch in die Luft geschleudert und „zersprakt“. Je nach Zusammensetzung und Temperatur (700 bis 1500 Grad Celsius) ist sie dünnflüssig wie geschmolzenes Eisen oder dick und zäh wie ein Teig oder wie Mörtel. Bei einem Ausbruch des Atna im Jahre 1669 entstand eine Spalte von 18 Kilometer Länge, woraus ein Lavaström quoll, der sich rasch abwärts bewegte und 14 Städte und Dörfer verbrannte. Er erreichte bei Catania als 12 Meter hoher Wall das Meer, zerstörte einen großen Teil der Stadt und füllte den Hafen teilweise aus. Anno 1783 vernichteten zwei Lavaströme des Saptar. Jökull auf Island trotz der Haus- und Menschenarmut jener Gegend nicht weniger als 20 Ortschaften und 9000 Bewohner. Die ausgequollene Lavamasse übertrifft diejenige des Montblanc. Auf Island sind ältere Lavaströme bekannt, welche ein Gebiet bedecken so groß wie das Großherzogtum Oldenburg und dreimal größer als der Kanton Zürich. Aus vorgeschichtlichen Zeiten sind noch weit beträchtlichere Ströme bekannt; sie bedecken zum Beispiel in Nordamerika und in Vorderindien Hunderttausende von Quadratkilometern, wobei manche bis zu 1200 und 1300 Meter dick sind. Auch in Europa sind sie in großer Ausdehnung und Mächtigkeit bekannt, besonders in Zentralfrankreich, in Rheinpreußen, Thüringen, Sachsen, Böhmen und Ungarn. Wir werden später noch darauf zurückkommen.

Über einen Lavaausbruch am Gipfelkrater des Atna (1842) berichtet der deutsche Geologe Sartorius von Waltershausen:

„Der Strom mochte die Breite des Rheins bei Koblenz erreicht haben. An ihrem Ausfluß aus dem Krater war die Lava sehr viel schmaler und strömte dort mit großer Schnelligkeit weißglühend hervor. Die Massen wälzten sich wulstig übereinander, die hinteren überdeckten die vorderen und erreichten noch immer rotglühend das Plateau, wo wir uns niedergelassen hatten. Etwas weiter abwärts, am Rande des Stromes, zeigte sich ein Geer oder eine Prozeffion glühender und bereits dunkel gewordener Steine und Schollen, welche millionenweise langsam an uns vorüberzogen. . . . Während dieser Zeit donnerte der Krater ununterbrochen über uns und warf Steine in die Luft (sogenannte Bomben), die den Boden erreichten und bis in unsere Nähe herabrollten; daneben fiel fortwährend ein Regen feinerer und gröberer Asche, welche wie ein Hagelschauer auf uns herabrieselte. . . . Bisweilen schien der tobende Ausbruch für kurze Zeit nachzulassen, und der Vulkan schnaufte dann wie ein Seeungeheuer in langen, tiefen Atemzügen. — Um das großartige Schauspiel besser übersehen zu können, näherten wir uns soviel wie möglich der Ausbruchstelle und überstiegen darauf den gegen 16 Meter hohen Rand der kaum abgefühlten, vor einigen Tagen gebildeten Lava. Mit vieler Mühe arbeiteten wir uns durch die emporsteigenden Dämpfe und durch die höllische Glut, welche in allen Spalten der Tiefe lauerte, bis zu einer Spitze empor, von der man eine freiere Aussicht gewann und wo ein frischer Windzug uns leichter atmen ließ. An einem schwarzen, zackigen Felsen, der wie ein Gespenst aus dem fast so dünnflüssig wie Wasser fließenden Glutstrom hervorragte, teilte sich die Lava und stürzte in der Gestalt eines feurigen Kataraktes (Wasserfall), der sich unter dem Felsen von neuem vereinigte, über einen 40 bis 50 Meter hohen Absatz und zog unmittelbar an dem dunkeln Rücken vorüber, auf welchem wir standen. Die Hitze war furchtbar, und wir sahen uns mehrere Male genötigt, etwas weiter zurückzutreten. Unter uns lag ein Feuer- und Dampfmeer, auf welchem eine lange Reihe glühender Steine und Felsblöcke sich abwärts bewegte; über uns rollten auf dem schwarzblauen Himmel purpurrote und gelb beleuchtete Rauchwolken, die dicht geballt sich übereinander fortwälzten. . . . Da bemerkten wir, daß oben am Kraterwand, etwa 360 Meter über uns, eine vorrückende Masse, welche, einer Leuchtugel oder einem großen Sterne gleich, von dem Stromer sich abgelöst hatte und plötzlich in Bewegung geriet. Ich sah, wie sie sich einige Male langsam um sich selbst bewegte, dann aber nach sehr kurzer Zeit den steilen Abhang herabrollte und mit pfeilschneller Geschwindigkeit unmittelbar auf uns zuellte. Es war ein glühender Felsblock von beträchtlicher Größe. Ungefähr in der Mitte seiner Laufbahn stieß er auf eine andere Fels-

masse und machte dann infolge dieses Widerstandes einen ungeheuren, mehrere Häuser hohen Sprung, beschrieb einen weiten Bogen durch die Luft, fiel krachend zur Erde nieder und zerplatzte wie eine Riesens-bombe in Hunderte von Stücken, welche springend und rollend auf das Schneefeld, das wir zu überschreiten im Begriff waren, zueilten. Zwischen unzähligen kleinen Trümmern befanden sich andere so groß wie Mühlsteine und einige von der Höhe mehrerer Meter.“

Bei einem Ausbruch des Loa auf Hawaii Anno 1866 wurde die Lava in einem mächtigen, wohl 30 Meter dicken und 300 Meter hohen Strahl als glühender Springbrunnen emporgepreßt.

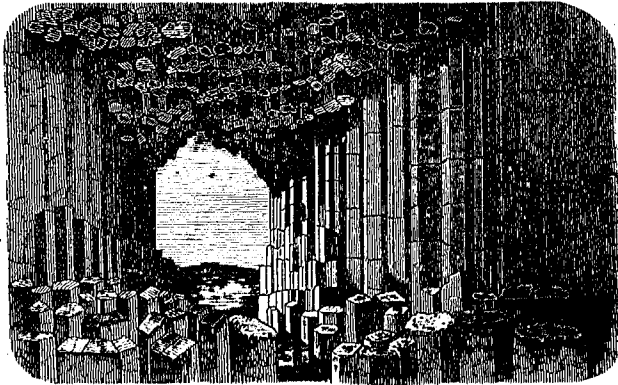


Abb. 20. Fingatshöhle auf der Insel Staffa (Schottland).
Ein alter Lavaström mit fertrechten Basaltsäulen.

Die Nacht war fast taghell erleuchtet; Seelente sahen den Schein des wunderbaren Feuerwerkes in einer Entfernung von mehr als 300 Kilometer, und das Getöse drang etwa 60 Kilometer weit. (Gleich der Strecke Stuttgart-Heilbronn.) Der Feuerquell sprang 20 Tage lang und floß 56 Kilometer weit.

Woraus besteht nun eigentlich diese glutflüssige Masse? Antwort: Aus Kieselerde, Tonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron, Eisenverbindungen, kurz, aus den verbreitetsten Stoffen, aus demselben Material, aus dem die Erdrinde zusammengesetzt ist, vor allem das sogenannte Grundgestein: Granit, Gneis, kristallinische Schiefer. Die sogenannten basaltischen Laven besitzen 30 bis 40, die sauren oder trachytischen Laven 70 bis 80 Pro-

zent Kieselerde. Sie erstarren an der Oberfläche sehr rasch, im Innern erhält sich dagegen die Glut monate- und jahrelang. Manche Laven kriechen langsam wie Schnecken davon, andere fahren „wie ein Hauch“ den Berg hinunter. Die Oberfläche ist stets uneben, entweder fladen- oder gefrörsartig (Fladenlava), oder wild zerrissen und zerfetzt (sprazig), oder aus scharfen, eckigen Trümmern gleich Kohlenstücken bestehend (Blocklava). Zwischen den erkalteten Schollen quillt flüssige Lava heraus und durch die entweichenden Dämpfe werden Schlacken zu kleinen Kegeln emporgeworfen, so daß der Strom ungefähr „das Aussehen eines Eisenbahnzugs bekommt, der aus lauter rauchenden Lokomotiven zusammengekoppelt ist“. Große Lavaströme zeigen nach dem Erkalten im Innern häufig säulenförmige, plattenförmige oder kugelig-schalige Absonderungen. Glasartige Laven nennt man Obsidiane, schaumig aufgetriebene bezeichnet man als Bimssteine. Der Krakatau in der Sundastraße (Ostindien) lieferte 1883 so enorme Bimssteinnengen, daß sie das Meer weithin bedeckten und mehrere Meter hoch über die Oberfläche emporragten. Ein holländisches Kriegsschiff hatte große Not, aus der schwimmenden Bimssteindecke wieder herauszukommen.

Feuer und Wasser.

Nur sehr wenige Feuersehilde sind während längerer Zeit ununterbrochen aktiv; zu diesen gehört in Europa der Stromboli nördlich von der Insel Sizilien. Der 900 Meter hohe Berg taucht wie ein abgestumpfter Keil direkt aus dem Meere empor, fast immer von einer mächtigen Wolke bedeckt. Seit 3000 Jahren besitzen wir Berichte von ihm, und aus denselben geht hervor, daß er ohne Unterlaß tätig war, aber niemals besonders heftige Ausbrüche hatte. Unter günstigen Umständen kann man die weißglühende Lava im Innern seines Kraters sehen und den Eruptionen beiwohnen. Alle 10 bis 15 Minuten entsteht eine kleine Explosion, welche Lavafetzen, Schlacken und Steine in die Luft schleudert. Die meisten fallen wieder in den Krater zurück, andere auf den Abhang desselben. Es ist ein regelmäßiges Pulsieren, fast möchte man vermeinen, den Herzschlag der Mutter Erde zu vernehmen.

Bei Vulkanen mit längeren Ruheperioden sind die Ausbrüche gewöhnlich um so heftiger, je länger die vorausgegangene Ruhe

gedauert hat. Die herausdrängenden Massen müssen alsdann zuerst den verstopften Ausweg wieder frei machen, die Dämpfe erlangen eine gewaltige Spannkraft (das Sicherheitsventil war eben eingepoßt), und es erfolgt nun plötzlich eine jener Katastrophen, die in wenigen Stunden unfägliches Elend verbreiten, Dörfer und Städte in Trümmerhaufen verwandeln und über weite Gegenden Tod und Verderben säen. Hermann Credner beschreibt in seinem ausgezeichneten Werke „Elemente der Geologie“ den Vorgang einer heftigen Eruption folgendermaßen (gekürzt):

„Anfänglich schwache, immer heftiger werdende Erhebungen des Bodens, dumpfes unterirdisches Rollen und Donnern, das Austrocknen der benachbarten Brunnen, das Versiegen der Quellen, das Schmelzen des Schnees, welcher manche Vulkangipfel bedeckt, sie sind die Vorläufer einer Eruption, deren Schrecken sie den Bewohnern der Umgegend ankündigen. Das Zittern der Erde steigert sich zum heftigen Schwanken, das Rollen wird zum furchtbaren Gebrüll und Getöse, krachend zerbricht der Kraterboden, Bruchstücke des letzteren und der Wandung des Eruptionskanals, sowie glühende Lavabrocken werden umhergeschleudert, blitzschnell erhebt sich eine schwarze Rauchwolke gen Himmel, die sich an ihrem oberen Ende ausbreitet, die Form einer Pinie annimmt und im Dunkel der Nacht die Glut der Lavamassen im Grunde des Kraters widerspiegelt, so daß sie wie eine Feuersäule erscheint. Diese Pinie besteht aus Gasen, Wasserdampf und feinen Teilchen vulkanischen Staubes und verdankt ihren Ursprung den mit enormer Gewalt sich empordrängenden Gasen und Dämpfen. Sie wird von einem dunkeln Strahl aus Asche, Schlackenstücken und Bomben begleitet, aus welchem die größeren und schwereren Stücke sichtlich auf die Abhänge des Eruptionsegels zurückfallen, nachdem sie eine parabolische Kurve (eine gekrümmte Linie) beschreiben haben. Nicht selten fahren Blitze aus den Rändern dieser Dampf- und Aschensäule. Bei den außerordentlich rasch aufeinanderfolgenden stürmischen Gas- und Dampfexplosionen werden die glutflüssigen Lavamassen in ähnlicher Weise wie das aus einem Gewehr abgeschossene Wasser in außerordentlich zahlreiche Tröpfchen zertheilt und erstarren (hoch oben in den Lüften, gleich den Schneekristallen) zu Steinstaub, den vulkanischen Aschen und Sanden. (Asche ist nur feinzerteilte Lava. Größeres Material von Erbsen- bis Nußgröße bezeichnet man als Lapilli oder Rapilli, das heißt Steinchen.) Diese werden mehrere tausend Meter hoch in die Luft geblasen, wo sie sich gewöhnlich zu einer ausgedehnten Wolkenschicht ausbreiten und von den Winden viele Meilen weit weggeführt werden, um zum

Teil in entfernten Ländern als verheerende Aschenregen niederzufallen. Vom Vesuv im Jahre 512 ausgeworfene Asche fiel in Konstantinopel und Tripolis; die Asche des Ätna wird oft bis nach Afrika getragen; bei dem Ausbruch des Askia auf Island, Ende März 1875, wurden vulkanische Aschen bis zur Küste Norwegens,

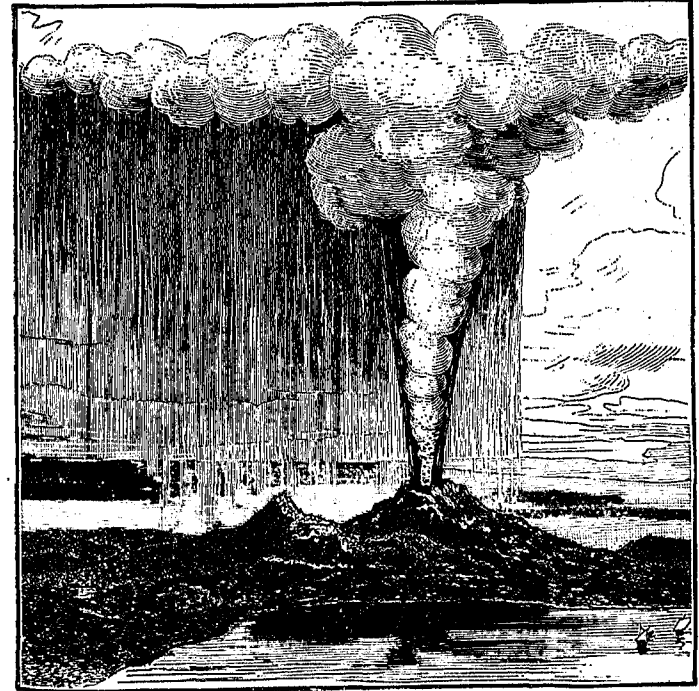


Abb. 80. Ausbruch des Vesuv im Oktober 1822 (Pintenvolte).

ja bis in die Nähe von Stockholm, also 257 geographische Meilen weit getragen. (Ein Teil des Sandes und der Asche wird wahrscheinlich in fester Form ausgeworfen und besteht aus Kristallen, die sich schon im Krater ausgeschieden haben.) Die Wasserdämpfe, welche in so enormer Menge ausgestoßen werden, verdichten sich, sobald sie in höhere, kältere Regionen gelangen, zu Wolken, die sich unter Blitz und Donner als gewaltige Platzregen auf den Vulkan und dessen Abhänge ergießen, wo sie die dort angehäuften Aschen-

und Lavablöcke in Form von Schlammfluten mit sich fortführen. Zu den Wassern der herabstürzenden Regen gesellen sich nicht selten Wasserströme, welche von der Entleerung von Kraterseen und unterirdischen Wasserbehältern, sowie von der Schmelzung von Schneemassen auf dem Gipfel der Vulkane herrühren.“

Letzteres war der Fall bei der Anno 1877 erfolgten Eruption des 5943 Meter hohen Cotopaxi in Südamerika. Am 26. Juni genannten Jahres, um 7 Uhr morgens, schoß eine riesige Pinienwolke aus dem Gipfel hervor und hüllte die Gegend in Finsternis. Um 10 Uhr sprudelte die Lava über den Kraterrand und wälzte sich rauchend und dampfend über die den oberen Teil des Berges bedeckenden Schnee- und Eisfelder, wobei letztere schmolzen. Das Wasser, vermengt mit Fels- und Eisblöcken, Lavaklumpen, Sand und Asche, stürzte unter schauerlichem Getöse und mit entsetzlicher Schnelligkeit die Abhänge herunter und füllte die tiefsten Schluchten vollständig aus. In der Ebene angelangt, drangen die Fluten wie hohe Mauern vor und legten noch immer 10 Meter in der Sekunde zurück.

Die Bewohner konnten sich zum großen Teile retten, aber Hunderte wurden an Orten überfallen, wo kein Entrinnen möglich war. Den Schluß des Ausbruchs bildete ein heftiger Aschenregen, welcher die ganze Gegend bedeckte. Der Berg erschien ganz schwarz, wie verbrannt, und keine Spur von Schnee war mehr zu sehen.

Welche Folgen die Entleerung eines Kratersees hat, zeigt uns der Gelungung auf Java, der bis zum Jahre 1822 als völlig erloschen gegolten hatte. Über die in diesem Jahre erfolgte Eruption berichtet Junghuhn, der verdiente Erforscher Javas, unter anderem folgendes:

„Der Vulkan Gelungung steht in einem früher reich bebauten und bevölkerten Lande, in einer fruchtbaren Ebene, weit und breit mit Reisfeldern bedeckt, zwischen denen Hunderte kleiner Dörfer, von Kokospalmen umgeben, zerstreut lagen. Der 8. Oktober war ein sehr heißer Tag; die ganze Bevölkerung lag um Mittag im Schlafe, als um 1 Uhr ein donnerndes, brüllendes Geräusch ertönte und die Erde heftig bebte. Die Einwohner flohen aus ihren Häusern, und Schrecken bemächtigte sich ihrer, als sie bemerkten, daß aus dem Krater des Gelungung eine schwarze Rauchsäule von ungeheurem Umfang hervorschoß, die sich mit Blitzesschnelle ausbreitete, den ganzen Himmel überzog und im Nu den noch eben hellglänzenden Sonnenschein in

tiefste Nacht verwandelte. Die Menschen flohen verwirrt und unsicher durcheinander; wenige Sekunden später und ein paar Tausend von ihnen waren begraben. Sie wurden teils bedeckt vom Schlamm, der, vom Krater ausgeschleudert, in ungeheuren Massen aus der Luft herabfiel, teils kamen sie in den Fluten von heißem Wasser um, das, mit Schlamm und Steintrümmern gemengt, dem Krater in ungeheurer Menge entquoll und $2\frac{1}{2}$ Meilen im Umkreis alles überströmte, alle Dörfer, Felder und Wälder vernichtete und in einen dampfenden Pfuhl von bläulichgrauer Farbe verwandelte, der mit Leichen von Menschen und Tieren, mit Häufertrümmern und zerbrochenen Baumstämmen überjät war. Wild brachen durch diese Schlamm- und Trümmernmassen zwei Bäche hindurch; sie waren zu tobenden Fluten angeschwollen, die alles auf ihrer Bahn zerstörten, alle Brücken wegrißen und weite Überschwemmungen verursachten, in denen noch eine Menge armer Flüchtlinge, die sich schon gerettet glaubten, das Leben verloren. Nach drei Stunden, um 4 Uhr nachmittags, ließ die Heftigkeit des Ausbruchs nach, um 5 Uhr war alles vorüber. Zahlreiche Dörfer samt ihren Bewohnern lagen unter vulkanischem Schlamm und Steintrümmern begraben, so daß man keine Spur mehr von ihnen sah und das Terrain (Gelände) südöstlich vom Berge durch Auswurfmassen 30 bis 40 Fuß hoch erhöht war. Der schönste Abend beleuchtete dieses Schauspiel.“

Aber auch in denjenigen Fällen, wo kein Kratersee vorhanden ist, pflegt gewöhnlich das Wasser eine Hauptrolle zu spielen. Die im Schlot heraufdrängende Lava scheint nämlich fast immer große Mengen von überhitztem Wasserdampf einzuschließen. Letzterer ist die Ursache des sogenannten Spragens, das heißt des Verstiebens der Lava zu Sand und Asche. Mit welcher furchtbaren Gewalt diese Explosionen mitunter auftreten, zeigt der Krakatau (1883), dessen wir oben schon Erwähnung getan. Vor der Katastrophe bildete er eine Insel von $33\frac{1}{2}$ Quadratkilometer und einen Feuerberg von 822 Meter Höhe; nach derselben war der größte Teil der Insel verschwunden und der Vulkan von oben bis unten gespalten. Wo früher festes Land war, sind jetzt Meeresstiefen von 200 bis 300 Meter. Infolge der Explosion „brandete das Meer rasend auf“, eine zirka 30 Meter hohe Meereswelle ergoß sich über die Küsten der benachbarten Inseln (Seselis, Sumatra und Java) und brachte 40000 Menschen den Tod. Die ausgeworfene vulkanische Masse wird auf 18 Kubikkilometer geschätzt. Der Donner der Explosionen ward auf einem Gebiet vernehmbar, doppelt so groß wie ganz Europa.

Feinsten Lava Staub wurde mehr als 30000 Meter in die Luft geschleudert und von den Winden um den ganzen Erdball herumgeführt. Er erzeugte jene prachtvollen Dämmerungserscheinungen, welche längere Zeit hindurch unsere Bewunderung erregten. An Stelle des Krakatau hatte sich vordem ein viel riesigerer, mindestens 2000 Meter hoher Vulkan befunden, welcher aber gänzlich in die Luft gesprengt worden war. Dasselbe Schicksal hat viele andere Feuerberge betroffen, so auch den Vesuv. Die Somma desselben ist nichts anderes als die Ruine eines vorgeschichtlichen viel größeren Vulkantegels, auf dessen Fundamenten der heutige Feuerfchlund sich aufgebaut hat.

Durch Wasserfluten, mögen sie nun aus einem Kratersee stammen oder von schmelzendem Schnee oder von sintflutartigen Platzregen herrühren, verwandeln sich die losen Auswürflinge, besonders heiße Asche, zu einer Art Mörtel, der zu festem Gestein — vulkanischem Tuff — erhärtet. Auf diese Weise ist zum Beispiel der Traß oder Duffstein des Brohltals und des Mettels in Rheinpreußen entstanden.

Außer Wasserdampf entströmen den Vulkanen noch andere Dämpfe und Gase (Kohlen-, Bor-, Salzsäure, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff), welche die Gesteine zersetzen und zur Ablagerung von Eisenvitriol, Alaun, Glaubersalz, Schwefel, Salmiak, Eisen- und Kupferverbindungen, hauptsächlich aber von Porzellanerde Anlaß geben.

Der Mont Pélé und der Untergang St. Pierres.

Unter den vulkanischen Ausbrüchen der neuesten Zeit verdient derjenige des Mont Pélé auf Martinique besondere Beachtung, nicht nur der entsetzlichen Folgen wegen, sondern auch hinsichtlich mancher sonderbaren Erscheinungen, welche dabei zutage getreten sind und die Vulkanologen in hohem Maße beschäftigt haben. Martinique ist eine kleine französische Kolonie in Westindien und zählt etwa 200000 Einwohner, meistens Neger und Mischlinge (Mulatten). Zur Zeit ihrer Entdeckung durch Columbus im Jahre 1493 war sie von Indianern bevölkert; diese wurden aber teils in den Kämpfen mit den Weißen aufgerieben, teils gewaltsam auf andere Inseln gebracht. Martinique erfreut sich gleich den übrigen Gilanden der Kleinen Antillen — so

heißt die ganze Gruppe — einer üppigen tropischen Pflanzenwelt und eignet sich zum Anbau von Zuckerrohr, Kaffee, Kakao und tropischen Knollengewächsen, hat aber sehr unter Erdbeben, vulkanischen Eruptionen und Stürmen zu leiden. Besonders viel Unglück brachte das Jahr 1902. Im Norden der Insel befindet sich ein alter Vulkan, der Mont Pélé (das heißt der Kahle), welcher als erloschen galt und einen Kratersee enthielt, dessen Wasser heilkräftige Eigenschaften zugeschrieben wurden. Am Südfuß des 1350 Meter hohen Berges, der durch eine tiefe Bachschlucht, die Rivière Blanche (Weißer Fluß), wie gespalten erscheint, lag die blühende Hafen- und Handelsstadt St. Pierre (sprich Säng Piär) mit zirka 36000 Einwohnern. Im Frühjahr 1902 traten Erdbeben ein, die sich auf dem Meeresboden fortpflanzten, wodurch ein Bruch des unterseeischen Telegraphenkabels erfolgte. Dann trat der Vulkan in Aktion, indem er Asche, Lapilli, Bomben und das Wasser des Kratersees auswarf, wodurch ein gewaltiger dampfender, 7 Meter hoher Schlammstrom entstand, der sich im Bette des Rivière Blanche (sprich Rivière Blangsch) gleich einem Lavaström bis zum Meere wälzte und eine große Zuckerfabrik zerstörte, wobei mehrere Menschen das Leben verloren. Das war jedoch nur das Vorspiel; am 8. Mai frühmorgens trat die große Katastrophe ein. Augenzeugen berichten darüber in der „Gaa“ folgendes:

„Die Bewohner von St. Pierre waren wie gewöhnlich früh auf und gingen, zum Teil wenigstens, ihren Geschäften nach, als gegen 7 Uhr eine Art Wirbelsturm, heißer Schlamm und Feuer auf und über Stadt und See niederhing, wo etwa 18 Schiffe, ungerichtet die Küstenfahrer, vor Anker lagen. Im Augenblick stand die ganze Stadt in Flammen; die Schiffe wurden durch eine gewaltige Welle umgestürzt und begannen gleichzeitig zu brennen und zu sinken.“

Ein Schiffsoffizier des französischen Schoners Gabriell schreibt über seine Wahrnehmungen:

„Um 7 Uhr 50 Minuten (morgens) machte sich ein heftiges Grollen im Berge wahrnehmbar, und es zeigte sich vom Gipfel bis zum Fuße gleichsam wie ein gewaltiger Riß. Dann sah man inmitten schwarzen, dem Auge undurchdringlichen Rauchs eine ungeheure, unbrünnliche Masse, die sich mit gewaltiger Schnelligkeit talabwärts bewegte und in ihrem Wirbel alles verschlang; ganz St. Pierre. Auf der See verloren zwei Drittel der Schiffe ihre Masten und versanken, die einen mit dem Vorder-, die anderen mit dem Hinter-

teil. Nur drei Schiffe, worunter zwei Dampfer, vermochten dem Schoß (Stoß, Anprall) zu widerstehen, aber ihre Besatzung kam bis auf ein paar Köpfe um. Der Berichterstatter verdankt sein Leben nur dem Umstand, daß er sofort untertauchte; indessen war das Meer um ihn herum so heiß, daß er stark verbrüht wurde. (Es fand wahrscheinlich gleichzeitig ein unterseeischer Lavaausbruch statt.) Wieder auftauchend, sah er vor sich ein Blutmeer, das die Ruinen der schon eingestürzten Stadt verschlang.“

Ein anderer Augenzeuge (vom Dampfer Noraima) berichtet:

„Plötzlich machte sich ein furchtbares Brüllen bemerkbar, gefolgt von einer gewaltigen Explosion. Der Donner dieser letzteren kann nur verglichen werden mit der gleichzeitigen Entladung von tausend Kanonen des größten Kalibers. Der ganze Himmel war wie eine einzige Flamme. Als der Donner einen Moment schwieg, stürzte sich der Kapitän auf die Brücke und schrie der Besatzung zu, die Anker zu lichten. Allein es war zu spät. Ein Wirbelsturm von Dampf fiel auf die Schiffe und eine Lawine von Feuer segte über Stadt und See mit der Geschwindigkeit eines Orkans. Der Dampfer stieß mit dem Hinterteil auf den Grund, und Masten und Ramine gingen über Bord. Augen, Ohren, Mund und Kleider der Besatzung waren mit Asche und Lava (das war wohl heißer Schlamm!) bedeckt, die Finsternis so groß und der Donner so stark, daß niemand sehen oder hören konnte, was einige Fuß von ihm entfernt vorging, und man dem Ersticken nahe war. Der Feuerorkan dauerte nur einige Minuten.“

Der Postdampfer Est, der am Abend (nach der Katastrophe) ankam und 7 Kilometer vor der Küste liegen blieb, ließ die Dampfpfeife extönen, brannte Raketen ab und beorderte hierauf ein Boot zur allfälligen Rettung von Flüchtlingen und Verwundeten. Die Mannschaft konnte aber nicht landen und fand die Küste 6 Kilometer weit in Flammen. Spätere Besucher fanden den Kai und die Straßen voll Leichen; an der Stelle des ehemaligen Domes nicht weniger als 3000, fast alle schrecklich verbrannt und unkenntlich. Aus dieser Tatsache schloß man, daß der Berg sich gespalten und über die unglückliche Stadt eine ungeheure Feuergarbe ausgespien habe. Manche Berichte schienen auch darauf hinzuweisen, daß die Spalte giftige Dämpfe und Gase, zum Beispiel Kohlenäure, schweflige Säure, Schwefeldampf oder brennende Kohlenwasserstoffe ausgehaucht habe. Andere schildern, wie aus der elektrisch geladenen



Abb. 31. Straße in St. Pierre, März 1902, mit der Felswand des Mont Pelée im Hintergrund.
Aus Sapper, In den luftangefüllten Mittelamerikas und Westindien.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nagel) in Stuttgart.

Dampf- und Lavawolke ganze Feuergarben auf Stadt und Hafen herniedergeprasselt wären. Da sich nun aber ähnliche Ausbrüche mehrmals wiederholten, war den Geologen die Möglichkeit geboten, die Wahrheit mit ziemlicher Sicherheit festzustellen. Danach ist der Ausbruch keineswegs aus einer Spalte, sondern aus dem alten Krater des Pélé erfolgt, aber — und das ist das Seltsame — die explosionsartig ausgestoßene Glutwolke stieg nicht aufwärts, sondern drang durch eine Lücke des Kraterrandes und stürzte im Flußbett der Rivière Blanche gleich einer Staublawine abwärts, wobei sie sich fächerartig ausbreitete und durch ihre Glut Stadt und Schiffe in Brand setzte. Durch ihren ungeheuren Druck wurden die Mauern umgeblasen und die Stadt in einen Trümmerhaufen verwandelt. Die aus glühender Asche, Lapilli und überhitztem Wasserdampf bestehende Glutwolke bewirkte durch ihre hohe Temperatur, daß die Menschen erstickt und verkohlt wurden. In wenigen Minuten waren 30000 Menschen getötet. Die Glutwolke hatte offenbar noch am Meere eine Temperatur von mehr als 450 Grad Celsius, da die Schiffe sofort in Brand geraten sind. In St. Pierre war die Hitze beträchtlicher, was daraus hervorgeht, daß Glasflaschen an gut geschütztem Orte angeschmolzen sind; sie betrug aber weniger als 1090 Grad, denn die kupfernen Telephonbrähte waren nicht geschmolzen. Aus alledem glauben die Gelehrten eine Hitze von zirka 800 Grad annehmen zu dürfen, und das würde zur Erklärung der Katastrophe allerdings genügen. Solche absteigenden Aschen- und



Abb. 82. Die Felsnadel des Mont Pélée am 25. März 1903.

Dampfslaminen wurden nicht nur am Pélé, sondern auch auf der benachbarten Insel St. Vincent beobachtet, wo gleichzeitig der Vulkan Soufrière tätig war. Hier wie dort blieben Personen, die nur vom Rande der Glutwolke berührt wurden, am Leben, wenn es ihnen gelang, einige Zeit die heiße Luft und Asche von den Atmungsorganen fernzuhalten. Professor Sapper, der die Unglücksstätten besucht hat, erwähnt mehrere solche Fälle. Der Kapitän Freeman von der Roddam rettete sich dadurch, daß er ins Krankenhaus sprang und dort einige Zeit verblieb. An Bord der Koraima befand sich in einer Kajüte eine Dame mit zwei Kindern und einem Dienstmädchen; letzteres sollte eben der Dame ein Kleid reichen, als durch das offene Kabinenfenster der Gluthauch eindrang. Die Dame drückte die beiden Kinder an ihre Brust und starb alsbald mit ihnen, während das Dienstmädchen sich das Kleid um den Kopf schlang und dadurch gerettet wurde. Ein Verbrecher, der in St. Pierre in einer festen Zelle gefangen saß, kam mit dem Leben davon, doch erlitt er schwere Brandwunden durch den Gluthauch, der durch die Türriegen eindrang.

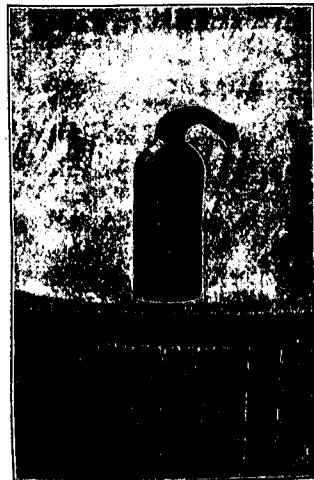


Abb. 83. Flasche, gefunden in St. Pierre nach dem Ausbruch am 8. Mai 1902.

Einer anderen Eigentümlichkeit des Pélé sei noch kurz Erwähnung getan, die bei den Fachgelehrten ebenfalls großes Erstaunen hervorgerufen hat. Etwa zwei Wochen nach der großen Katastrophe erblickte man im Krater einen Zentralkegel, der nicht, wie dies sonst der Fall zu sein pflegt, aus aufgeschüttetem Material, das heißt aus Bomben, Lapilli, Sand und Lavaströmen bestand, sondern massiv wie aus einem Guß war. Das seltsame Gebilde füllte schließlich den ganzen Krater aus und wuchs zu einem sogenannten Dome aus. Und dann wuchs aus dem Dome eine fingerförmige Felsnadel von der Höhe des Eiffelturmes empor, wodurch der Berg eine Gesamthöhe von zirka

1600 Meter erreichte. Dieser „Staufegel“ bestand aus sehr zäher, dicker, teigartiger Lava, die an der Luft rasch erstarrte, im Innern aber glühend blieb. Die erkaltete Rinde zeigte tiefe Risse, durch welche die rote Glut des Innern hindurchleuchtete. Von der gelblichbraunen Rinde lösten sich häufig kleinere und größere Blöcke ab, welche donnernd auf den Dom stürzten, bis die ganze Felsnadel zerstört war. Also Dampf- und Aschenwolken, die abwärts statt aufwärts geschleudert wurden, und Lavaströme, die himmelwärts wuchsen, statt den Berg hinunterzuzießen, das sind gewiß seltsame Formen vulkanischer Tätigkeit.

Einiges über die Quelle der vulkanischen Kraft.

Das ist ein sehr problematisches Gebiet, und unwillkürlich drängt sich uns der Ausspruch eines großen Forschers auf, der in Anlehnung eines alten Weisheitspruches lautet: „Was wir wissen, ist beschränkt; was wir nicht wissen, ist unendlich.“ Zwar existieren zahlreiche scharfsinnige Theorien und Hypothesen über die Ursachen der vulkanischen Erscheinungen, aber gerade deren große Zahl ist höchst verdächtig. Indes ist die Wahrheit auf dem Marsche, und eines Tages werden wir auch hier klar sehen. Vor etlichen Jahrzehnten schienen die Dinge sehr einfach zu liegen. Der Umstand, daß die Vulkane geschmolzene Massen zutage fördern, bewies untrüglich, daß das Erdinnere glutflüssig und von derselben Beschaffenheit wie Lava war. Die Temperaturzunahme in der Erdrinde ergab, daß letztere als eine dünne Haut, verhältnismäßig dünner als die Schale eines Hühneries, unseren Planeten umgab. Das sogenannte Urgebirge — Granit, Gneis usw. — war die alte Erstarrungskruste. Durch Abkühlung zog sich die Haut zusammen und erhielt da und dort Risse. In diese ergoß sich Meerwasser und verursachte bei Berührung mit dem Glutkern starken Dampfdruck und häufig Explosionen. Das war die Ursache der vulkanischen Ausbrüche und der Erdbeben. An manchen Stellen wurde die Erdrinde heulenartig aufgetrieben, und dann entstanden kuppenförmige Berge. Plakzte die Beule, so kam es zur Bildung eines riesigen Einfurzkraters (Somma beim Vesuv, Krater des Jorullo). Durch die Gewalt der Laven und Dämpfe wurden auch Kettengebirge — Alpen, Jura, Karpathen, Anden — emporgedrückt. Die sogenannten

Zentralmassive, das heißt die Granite, Gneise, Glimmerschiefer des Gotthard, des Finsteraarhorns, der Jungfrau, des Montblanc waren erstarrte Glutmassen, welche die Schichtgesteine (Kalksteine, Mergel, Sandsteine, Ton-schiefer) zersprengt und aufgerichtet hatten. So viel über die Ansichten von Anno dazumal.

Nun ist es ja Tatsache, daß die Wärme nach dem Erdinnern zunimmt, und zwar mit je 30 Meter Tiefe um 1 Grad Celsius. Im tiefsten Bohrloch der Welt, dem von Czuchow in Schlesiens, das Anno 1909 bei 2240 Meter beendet wurde, beträgt die Erdwärme bei 2200 Meter 83,4 Grad, so daß auf durchschnittlich 31,8 Meter Tiefe die Zunahme 1 Grad beträgt. Diese 31,8 Meter bilden hier die sogenannte geothermische Tiefenstufe. Sie ist jedoch nicht überall gleich. In einem Bohrloch bei Neufsen in Schwaben beträgt sie bloß 11,1

Meter, dagegen in den Kupfergruben am Oberen See (Nordamerika) 63 bis 70 Meter. Diese Zunahme der Erdwärme tritt auch im Innern der Gebirge auf, was sich bei den großen Tunnelbauten (Gotthard, Simplon) in höchst fataler Weise bemerkbar machte. Von der Wärmezunahme in der Erdrinde rühren auch die heißen Quellen (Thermen) und die merkwürdigen Spring-

Quellen, wie Berg und Tal entstehen.

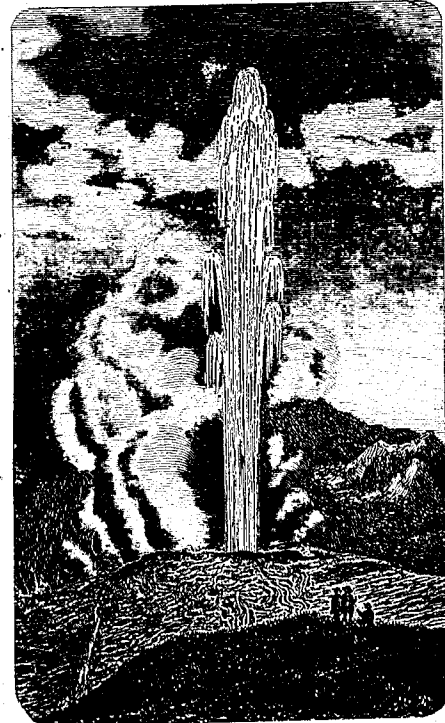


Abb. 34. Ein Geiser (Wasservulkan) in Tätigkeit.

quellen oder Geiser her, die kochendes Wasser auswerfen, daher auch als Wasservulkane bezeichnet werden. Nach den bis anhin gemachten Beobachtungen ergäbe sich mit großer Wahrscheinlichkeit, daß bei zirka 40 000 Meter Tiefe eine Temperatur von 1200 Grad herrschen müßte, was hinreichen würde, die bekannten Gesteinsarten in geschmolzenem Zustande zu erhalten.

Na also! sagt der Leser, und hält die Sache für erledigt. Allein die Naturforscher sind nicht dieser Ansicht. Das ist überhaupt ein merkwürdiges Völklein, immer mißtrauisch, immer grübelnd und zweifelnd, stets unzufrieden mit den eigenen Leistungen und denjenigen anderer, ewige Nergler. Diese Wähler, denen nichts heilig ist, mag es alt oder neu sein, wollen folgendes herausgefunden haben: Fürs erste beweist die große Verschiedenheit der geothermischen Tiefenstufen, daß die Zunahme der Erdwärme außer vom „Zentralfeuer“ noch von anderen Faktoren beeinflusst wird. Man kann dabei in erster Linie an chemische Prozesse — Umwandlung der Kohle, Zersetzung von Schwefelkies, Bildung von Gips usw. — denken. Auch wäre es nicht unmöglich, daß die radioaktiven Stoffe, welche gleich dem Radium in andere Elemente zerfallen, beträchtliche Wärmemengen liefern würden. Sodann hat sich herausgestellt, daß die Tiefenstufen nach der Erdmitte wachsen, mit anderen Worten, daß die Strecke, die eine Zunahme von 1 Grad Celsius aufweist, immer größer und größer wird, so daß man schließlich 80, 100, vielleicht 200 Meter tiefer gehen muß, um eine Temperatursteigerung von 1 Grad anzutreffen. Hierdurch wird natürlich die oben erwähnte Berechnung über den Haufen geworfen. Man muß also der Erdrinde eine größere Mächtigkeit als 40 000 Meter zubilligen und kann sie nicht mehr mit einem Eihäutchen oder einer Eischale vergleichen. Der „Schemel unserer Füße“ ist offenbar von soliderer Konstruktion, als man eine Zeitlang angenommen hat, und das kann auf uns Menschenkinder nur beruhigend wirken. Die Forschungen der letzten Jahre haben auch mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit ergeben, daß unser Planet ein sehr „altes Haus“ ist, viel älter als selbst die Naturforscher geahnt, und daß sein Alter sich nach Hunderten von Jahrtausenden bemißt, und daß zum Beispiel seit dem Auftreten der niedrigsten Lebewesen an die 500 bis 600 Millionen Jahre verfloßen sein

mögen — das sind Ewigkeiten! Im Verlaufe solcher unfassbar langer Zeiträume muß selbstverständlich die Abkühlung unseres Globus ziemlich tief vorgedrungen sein, so daß die feste Erdrinde statt 40 Kilometer ganz wohl einige hundert Kilometer mächtig sein mag. Damit stimmen auch die Berechnungen der Astronomen und Physiker, wonach sich unser Planet gegenüber der Anziehung von Sonne und Mond keineswegs als flüssiger, sondern vielmehr als gänzlich fester Körper, etwa wie eine Kugel aus Stahl verhält. Wie nun der Erdkern beschaffen sein mag, können wir freilich nicht wissen. Vermutlich herrscht dort eine Temperatur von einigen tausend Grad, so daß es keineswegs befremdend klingt, wenn einige Forscher sich das Erdzentrum gasförmig vorstellen. Allein man darf nicht vergessen, daß dort zugleich ein ungeheurer Druck herrscht und daß bei sehr hohem Druck die Stoffe ganz andere Eigenschaften zeigen als unter gewöhnlichen Umständen. (Durch starken Druck können Dämpfe und Gase in flüssigen, ja sogar in festen Zustand übergeführt werden.) Es kann daher nicht wundernehmen, wenn schon die Vermutung aufgetaucht ist, der Erdkern möchte aus einer sehr heißen, aber trotzdem festen Masse bestehen, und zwar dachte man sich diesen Kern hauptsächlich aus Eisen zusammengesetzt. Sei dem wie ihm wolle, jedenfalls so viel ist so gut wie sicher, daß die Erdrinde eine Dicke von etlichen 100 000 Metern hat und daß die tiefsten Schichten derselben, weil unter hoher Temperatur und ungeheurem Druck stehend (bei 10 Kilometer Tiefe weit über 20 000 Atmosphären, das heißt mehr als 200 Kilozentner auf den Quadratzentimeter), von einer zähen teigartigen Beschaffenheit sein müssen, wovon wir uns freilich keine Vorstellung machen können, weil wir solche Zustände im Laboratorium nicht herstellen können. Beginnt nun aber der flüssige Erdkern erst bei mehreren 100 Kilometern Tiefe (der Erdradius mißt am Äquator 6377 Kilometer), so ist es geradezu ausgeschlossen, daß von dort bis zutage klaffende Spalten sich bilden und erhalten könnten. Der ungeheure Druck würde allfällig entstehende Spalten sofort schließen. Desgleichen wird von namhaften Physikern bestritten, daß aus jenen ungeheuren Tiefen bis zur Oberfläche geschmolzene Massen dringen könnten.

Der Leser sieht, wir geraten da in eine ganz vertauselte Zwischmühle hinein, noch komplizierter als das berühmte Labyrinth

des Königs Minos auf Kreta. Aber die Geologen haben uns einen Ariadnesfaden verschafft, der uns glücklich hinaushilft. Sie sagten sich: Wenn die Erdkruste zu dick ist, als daß feurig-flüssige Massen dieselbe durchbrechen könnten, so muß der vulkanische Herd in der festen Erdrinde selbst liegen.

Mit dieser Ausflucht ist freilich noch nicht viel gewonnen, denn nun taucht sofort die Frage auf: Wie können in einer festen Gesteinsmasse vulkanische Herde entstehen? Die Antwort hierauf ist nicht derart ausgefallen, daß man behaupten könnte, das schwierige Problem sei gelöst; es zeigte sich vielmehr, daß noch eine Unmenge wissenschaftlicher Arbeit geleistet werden muß, bis jedes Dunkel aufgehellt werden kann. Am meisten befriedigte die Theorie des Dresdener Geologen Alfons Stübel, die hier kurz angedeutet werden mag.*

In der Urzeit unseres Planeten (vor beiläufig 1000 Millionen Jahren), als der feurige Ball erst von einer dünnen Erstarrungskruste umgeben war, vermochte die Glutmasse (Magma) oft durchzubringen und ergoß sich gleich einer feurigen Sintflut über die primäre Erstarrungskruste, so daß unsere Erde vorübergehend gleich einer kleinen Sonne wieder selbstleuchtend war. Dieser Vorgang wiederholte sich unzähligemal, und es bildeten sich ebenso unzählige Decken, welche die primäre Rinde zwiebelschalentartig umgaben; sie wurde unter einem gewaltigen Panzer von Ergußgesteinen begraben. (Siehe Figur 35, Panzerdecke.) Diese Panzerdecke wurde so dick und stark, daß das glutige Innere nicht mehr oder nur noch ausnahmsweise durchzubringen vermochte. Aber innerhalb der Zwiebelschalen erhielten sich infolge ungleichmäßiger Erkaltung große Nester glühenden Magmas, und diese wurden zu vulkanischen Herden. Die Glutnester erkalteten nämlich auch, das Magma kristallisierte, dehnte sich aus und hatte nun zu wenig Raum, weshalb ein Teil mit großer Gewalt ausgequetscht wurde. Diese Glutmasse bildete dann wiederum ausgedehnte Decken oder staute sich zu glockenförmigen Domen empor. Das ist die normale vulkanische Tätigkeit. So

* Wer sich näher dafür interessiert, lese eine der folgenden Schriften: A. Stübel, Über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart. Berlin 1901. Derselbe, Martinique und St. Vincent. Veröffentlichung der Vulkanologischen Abteilung des Grassi-Museums zu Leipzig. 1903.

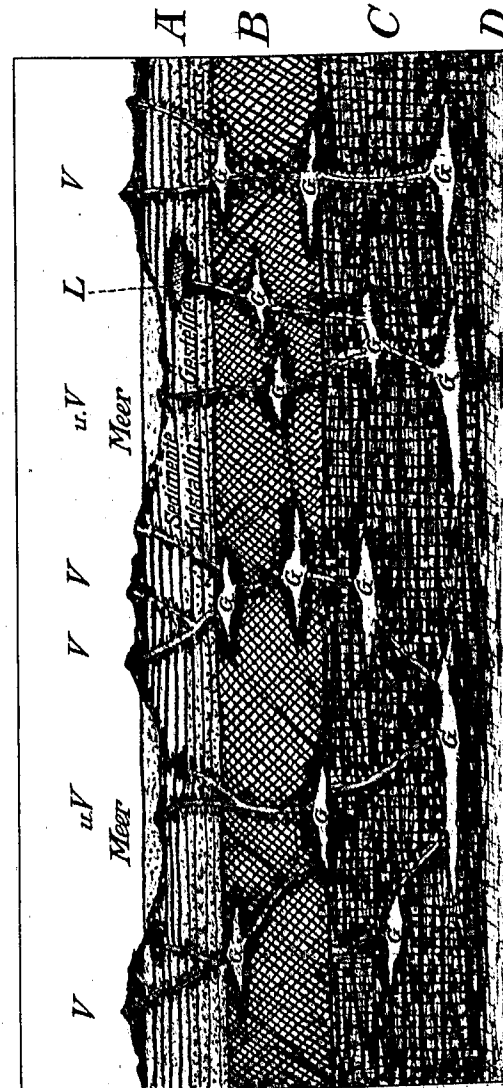


Abb. 35. Schematisches Profil eines Teils der Erdrinde. Nach A. Stübel.

A Gebirge und kristalline Gesteine. B Panzerdecke. C Primäre Erstarrungskruste. V Vulkane. L Saffolth. G G Glühender Kern.

entstanden die „homogenen“ oder massigen Vulkane, die aus einer gleichartigen Gußmasse bestehen, zum Beispiel der Hohentwiel im Hegau, der Teplitzer Schloßberg, das Siebengebirge bei Bonn, viele Kuppen Zentralfrankreichs und der amerikanischen Anden. War durch Ausstoßung des Überflusses der erforderliche Raum geschaffen, so hörte die vulkanische Tätigkeit auf. Bei weiterer Erstarrung und Kristallisation des Erdmagma's konnte jedoch abermals Raumnöte eintreten, worauf der Vulkan wieder erwachte und in eine neue Eruptionsphase eintrat. Mitunter gelang es den ausbrechenden Massen nicht, bis zur Oberfläche vorzudringen; dann zwängten sie sich zwischen den äußeren Krindenschichten derart ein, daß die überlagernden Gesteine blasenförmig emporgetrieben wurden. Derlei unterirdische oder „kryptogame“ Ergüsse nennt man Lakkolithen. Aus ihnen können sich auch neue Vulkanherde entwickeln. So rücken die Glutnester schließlich aus der Panzerdecke heraus und geraten in die „Sedimentdecke“ hinein, das heißt in jene Gesteinsformationen, welche sich in Seen und Meeren abgelagert haben. Je weiter aber die Glutnester nach außen rückten, desto häufiger trat Wasser hinzu und bewirkte gewaltige Dampferplosionen, wobei die glühende Lavamasse zersprach, das heißt als Bomben, Lapilli, Sand und Asche emporgeworfen wurde. Hierdurch erfolgte die Entstehung „geschichteter“ Vulkane nach dem Vesuv- und Atnatypus, wobei die Lavaergüsse an Masse zurücktreten und nur noch selten weitausgehende Decken oder Quellsuppen und hohe Dome à la Chimborasso entstehen. Die Bildung von Schichtvulkanen und Ausbrüche à la Kratatau, so gewaltige, furchtbare und folgenschwere Naturerscheinungen sie darstellen mögen, stellen doch eine Entartung der vulkanischen Tätigkeit dar, Zeugen des herannahenden Alters und Verfalls, Anzeichen für das langsame Erlöschen der vulkanischen Kraft.

Da nach Stübel's Auffassung jeder Vulkan seinen eigenen Glutherd hat, ist sofort klar, daß zwei oder mehrere benachbarte Feuerberge in ihrer Tätigkeit ganz unabhängig sein können (zum Beispiel Vesuv, Solfatara, Monte Nuovo), daß der eine tätig ist, während der andere ruht oder gänzlich erloschen ist, daß der erste nur Stunden oder Tage oder Wochen „speit“, während der zweite Jahrtausende in Aktion ist. Ebenso leicht verständlich ist dann die Tatsache, daß ein Feuerschlund trachy-

tische, sein Nachbar basaltische Lava ausstößt, ja daß derselbe Vulkan während verschiedenen Lebensperioden ganz verschiedenartige Ergüsse liefert, wie solches am Vesuv zu sehen ist; denn in einem großen Glutherd wird durch Erstarrung und Kristallisation im Laufe der Zeit eine Sortierung des Materials (Seigerung) nach den chemischen und physikalischen Eigenschaften erfolgen. Wir sehen, nach dieser Glutnestertheorie Stübel's wird manches verständlich, was bei Annahme eines Zentralherdes absolut unerklärlich erschien.

Zum Schlusse noch ein Wort über die Verteilung der Vulkane. Ein Blick auf die Karte zeigt, daß die heutigen Feuerberge fast durchweg in der Nähe von Meeresküsten vorkommen. (Vesuv, Atna, südamerikanische, ostindische, japanische Vulkane!) Dieser Umstand schien darauf hinzudeuten, daß eingedrungenes Meerwasser ein Hauptfaktor, wenn nicht gar Urheber vulkanischer Ausbrüche sei. Aber wenn! dem so wäre, müßten nicht nur sämtliche Küsten, sondern auch die Meeresbecken selber von Vulkanen förmlich wimmeln. Das ist nicht der Fall, vielmehr sind fast sämtliche Küsten Europas, Afrikas, Asiens und Australiens, sowie die Ostküste Nord- und Südamerikas von Vulkanen frei. Auch in den Meeren ist ihre Zahl sehr beschränkt. Es ist auch nicht einzusehen, warum Süßwasserseen nicht ebenfalls genügende Mengen Wasser liefern könnten; aber die vielen Alpenseen, die norddeutschen, schwedischen und russischen Seen sowohl wie die riesigen Becken Nordamerikas weisen keinen einzigen Vulkan auf. Am Meeresboden wird übrigens kaum viel Wasser versickern, weil allfällige vorhandene Klüfte durch beständige Absätze (Sedimente) von Ton, Schlamm, Kreideschlamm, Kalkstein usw. auszementiert und verstopft würden, wie solches übrigens auch in den Binnengewässern der Fall zu sein pflegt. Überdies stimmt die chemische Zusammensetzung des Meerwassers ganz und gar nicht mit derjenigen vulkanischer Dämpfe überein. Dem mag gleich noch beigelegt werden, daß die „Meernähe“ vieler Feuerberge nur eine scheinbare ist, nämlich nur auf Karten in kleinem Maßstabe. So sind Cotopaxi, Antisana, Tolima, Chimborasso, Sangay — alle in Südamerika — 200 bis 300 Kilometer vom Meere entfernt und durch riesige Gebirgszüge von diesem getrennt. Das sind aber Entfernungen wie Zürich oder Wien vom Mittelmeer,

Leipzig von der Ostsee, wobei wohl jeder Gedanke an Einbrüche des Meerwassers fallen gelassen werden muß. Dagegen ist festgestellt, daß große Störungen der Erdrinde: Senkungen, Faltungen, Spaltenbildung, Verwerfungen — den überschüssigen Glutmassen der vereinzelt Herde den Ausgang naturgemäß erleichtern, das heißt die Entstehung von Vulkanen fördern. Solche Einbrüche sind nun an der Westküste Amerikas in großem Maßstabe erfolgt und erfolgen offenbar jetzt noch. Damit im Zusammenhang steht die Aufstürmung der Anden und die Entstehung zahlloser Brüche und Quetschungstreifen. Daselbe gilt vom Japanischen, Agäischen und Tyrrhenischen Meer, die alle nachweisbar in junger Zeit durch Versinken großer Landschollen entstanden sind. Auch am Südrand der Alpen, der Karpathen und des Sächsischen Erzgebirges sind solche „Bruchfelder“ vorhanden, und auch dort fanden in nicht sehr entlegener Zeit zahlreiche vulkanische Eruptionen statt, wie die vielen Ergußgesteine beweisen. Die vulkanischen Herde jener Bruchzonen sind längst erschöpft und die ehemaligen Schloten verstopft, die Vulkanberge größtenteils zerstört — das Schicksal aller Feuerberge.

Indessen sind vulkanische Ausbrüche nicht immer an das Vorhandensein von Brüchen und „Quetschungstreifen“ gebunden, sondern auch in ungestörten Felschichten möglich. Hochgespannte Dämpfe vermögen nämlich, wie experimentell nachgewiesen wurde, das festeste Gestein, selbst Granit und Gneis, zu durchbrechen. Es entstehen sogenannte Schußkanäle wie bei den „Vulkanembryonen“ im Gebiete von Urach und den Maaren der Eifel. Immerhin sind derartige Durchschußkanäle nur möglich, wenn der Glutherd in geringer Tiefe liegt. Bei den genannten Vorkommnissen in Schwaben und dem Eifelgebiet waren die Magmaherde bei den ersten Auspuffen erschöpft, und es kam daher nicht zur Bildung eines Feuerberges, es war ein Versuch mit untauglichen, beziehungsweise ungenügenden Mitteln.

IV.

Erdbeben.

Zahl und Wirkung.

Ganz allgemein gilt bei uns „der Erde Grund“ als Sinnbild des Festen und Beständigen, im Gegensatz zum Wasser, „das keine Balken hat“, und zum Wind, von dem man nicht weiß, „von wannen er kommt und wohin er fährt“. Wir haben aber bereits erfahren, daß die Beständigkeit der Festländer, der Gebirge, der Seen und Meere, kurz der gesamten Oberfläche unseres Planeten nur eine scheinbare, daß alles dem Wechsel unterworfen ist. Nichts aber wird den Glauben an die Unbeweglichkeit der Erdkruste mehr erschüttern als ein Erdbeben. Wenn selbst der starre Boden, der tote Stein, „den Götter zum Getreten sein doch schufen“, rebellisch wird, wenn alles wankt, was wir für unerschütterlich angesehen, woran sollen wir uns halten, wohin uns flüchten? Die Erdbeben in ihrer heftigsten Form stellen sicherlich die schrecklichsten Naturerscheinungen dar. Kein Wunder, wenn jeweils die davon Betroffenen das Ende der Welt herangekommen wähten.

Die Zahl der Erdbeben ist, wie sich nunmehr herausgestellt hat, eine ungeahnt große. Vom Jahre 1850 bis 1857 zählt Kluge 4620, davon entfallen allein auf die Westalpen 1005. Im Jahre 1880 wurden in der Schweiz 59 Erdstöße verspürt, 1881 etwa dreimal soviel, nämlich 166. Nach J. Schmidt in Athen fanden in der griechischen Provinz Phokis in den Jahren 1870 bis 1873 300 bis 320 zerstörende und viele tausend schwächere Erschütterungen statt. „Man kann ohne Übertreibung behaupten“, sagt C. W. Fuchs, „daß die Erdoberfläche ununterbrochen in jedem Augenblick an irgend einer Stelle erschüttert wird und in Bewegung begriffen ist.“ Daß dem in der That so ist, zeigen die empfindlichen Instrumente, welche man an zahlreichen Beobachtungsstationen aufgestellt hat, die Seismometer und Seismographen, Erdbebenmesser und -aufzeichner (von Seisma, Erschütterung). Trotzdem im Jahre 1870 in Italien

kein starkes Beben stattfand, wurden doch 2225 Gebäude durch Erderschütterungen zerstört oder beschädigt und einige hundert Menschen getötet und verwundet.

Für die Wissenschaft sind gerade die so zahlreichen schwachen Beben, die für ruhige und exakte Beobachtung günstig sind, von größerem Wert als jene fürchterlichen, glücklicherweise selteneren Katastrophen, die in einem Augenblick ganze Städte in einen Schutthaufen verwandeln, Hunderte und Tausende von Menschen begraben und den Überlebenden die ruhige Besinnung rauben. Nur möglichst zahlreiche und zuverlässige Aufzeichnungen können die Lösung der Erdbebenfrage beschleunigen. Hierbei nach Kräften mitzumwirken, ist die Pflicht eines jeden Freundes der Wissenschaft und des Fortschritts, dem sich Gelegenheit bietet, bezügliche Wahrnehmungen zu machen; denn die Arbeit einiger wenigen reicht auf diesem Gebiete nicht aus. Man hat daher in manchen Ländern — wenn ich nicht irre, zuerst in der Schweiz — die Beobachtung der Erdbeben in der Weise organisiert, daß für eine jede Gegend ein wissenschaftlich und fachmännisch gebildeter Beobachter ernannt wird; dieser hat wieder seine Hilfsarbeiter und wendet sich zudem behufs Übermittlung von Nachrichten an die Zeitungsredaktionen, an die Vorstände der Eisenbahn-, Post- und Telegraphenstationen usw., sowie an jeden intelligenten Einwohner seines Bezirks. Eine kurze Instruktion über Wesen und Beobachtung der Erdbeben erleichtert dem Laien die Möglichkeit, brauchbare Mitteilungen einzusenden. Die hierdurch bereits gewonnenen Resultate sind von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Wir sehen, wie die Wissenschaft, will sie rasch und sicher vorwärts schreiten, genötigt ist, mehr Kräfte anzuwerben und ins Volk herniederzusteigen. Selbstverständlich ist dies nur möglich, wenn die Volksmassen genügend Bildung und wissenschaftliches Interesse besitzen. Durch die von den Popfgelehrten verachtete und als gefährlich erklärte, nun aber als notwendig erkannte Demokratisierung der Wissenschaften können beide Teile nur gewinnen.

Sind wir erst so weit, daß jeder mit gesundem Verstand begabte Mensch auch Denker und Forscher ist, erst dann werden die Ketten, welche die wahre Volksaufklärung, Volksbefreiung und Volksbeglückung hindern, für immer fallen.

Sollte dir, lieber Leser, einmal in stiller Mitternacht etwas Ungewöhnliches passieren, sollten die Gläser und Teller im Kasten zu klirren anfangen, als wäre der böse Geist unter sie gefahren, oder würde die Tür wie durch unsichtbare Hände auf- und zuklappen, so möchte ich dir geraten haben, nicht gleich an alte Großmuttergeschichten und dumme Ammenmärchen zu glauben, auch dann nicht, wenn der Spiegel herabstürzt oder die Tischlampe umfällt oder gar ein Glöcklein ganz von selbst anläutet; es geht alles mit höchst natürlichen Dingen zu, bieweil es andere gar nicht gibt, — bei solchem Spuk kanntst du ziemlich sicher sein, das ist ein Erdbeben; also Uhr und Bleistift und Papier zur Hand und alles sorgsam notiert. — „Das sei ja ein ganz bedenklich schlechter Trost!“ Nun ja, so ganz gemüthlich ist die Sache freilich nicht immer, aber bedenke, nicht das tausendste Beben ist gefährlich, die meisten richten keinerlei namhafte Verheerungen an und werden von Unkundigen kaum beachtet; es hat damit fast dieselbe Bewandnis wie mit den Stürmen, die als gefürchtete Zyklone (Wirbelstürme) ganze Städte zerstören und auf dem Meere Hunderte von Fahrzeugen versenken können, deren schwächste Vertreter aber kaum die Wipfel und Zweige des träumenden Waldes zu bewegen vermögen. Treten wir indessen etwas näher auf die hierher gehörigen Erscheinungen ein.

Man unterscheidet stoßförmige und wellenförmige Bewegung des Bodens. Die stoßförmige Bewegung geht durch seitliche Ausbreitung in eine wellenförmig schwankende über. Die einzelnen Stöße können senkrecht von unten nach oben oder schräg von der Seite, bisweilen fast horizontal erfolgen. Einige Beispiele für stoßförmige Bewegung:

„Beim Erdbeben des Jahres 1783 hüpfen in Kalabrien (Süditalien) die Berggipfel auf und ab, viele Häuser wurden samt den Fundamenten wie durch eine Mine in die Höhe geschleudert, und die Plastersteine flogen wie Geschosse in die Luft. In Kibamba (Ecuador, Südamerika) wurden 1797 die Leichen aus den Gräbern geschleudert; die Menschen, zu Hunderten in die Höhe geworfen, fielen tot auf einem hohen Hügel jenseits eines Flusses nieder.“

Diesen heftigen Wirkungen vertikaler Stöße stehen an Gewalt die wellenförmigen Bewegungen nicht nach, wie folgende Beispiele zeigen:

„1788 neigten sich in Kalabrien die Bäume so stark, daß die Äste am Boden anschlagend abbrachen. In langen Baumreihen konnte man das Fortschreiten der Welle von weitem sehen. 1811 schwankten in Missouri (Vereinigte Staaten Nordamerikas) die Wälder wie Kornfelder im Sturmwind. 1870 schwankte der Boden bei Wattang in China erst wie ein ruhiges, hernach wie ein vom Sturme gepeitschtes Meer.“

Heftige Erdbeben sind meistens mit der Entstehung von Spalten verbunden, welche sich häufig ebenso rasch wieder schließen, als sie entstanden sind. Im Jahre 1692 wurden auf Jamaika (Westindien) viele Menschen von Spalten verschlungen und lebendig begraben oder sofort erdrückt oder wieder ausgeworfen, nachdem sie starke Quetschungen erlitten hatten. Ähnliches wird von dem bereits erwähnten Beben von Riobamba berichtet. Hier konnten sich einige Menschen dadurch retten, daß sie rasch beide Arme horizontal ausstreckten, um nicht zu versinken. Nicht selten entstehen auch kreisförmige Löcher, von denen Spalten strahlenförmig ausgehen. An Meeresküsten stellen sich längs der Spalten oft Abrutschungen ein. So senkte sich an der Küste von Achaja (Griechenland) im Jahre 1861 ein Stück Land von zirka 13 Quadratkilometer. Ein Teil davon versank ins Meer. Zwölf Dörfer wurden teils schwer beschädigt, teils vollständig zerstört. Beim Erdbeben von Lissabon (1755) versank ein neu erbauter Marmorkai (Hafendamm), auf dem eine große Menschenmenge Rettung gesucht hatte. Die Wassertiefe an der betroffenen Stelle betrug nach der Katastrophe 600 Fuß. In gebirgigen Gegenden lösen sich oft riesige Felsmassen und stürzen zu Tal. Durch einen im Jahre 1348 bei Villach in Kärnten erfolgten Bergsturz, der aus Anlaß eines schrecklichen Erdbebens erfolgt war, wurden zwei Marktflecken und siebzehn Dörfer begraben.

Die Verluste an Menschenleben können sich bisweilen hoch in die Tausende belaufen. Durch das Erdbeben von Caracas am 26. März 1812 kamen über 20 000 Menschen um; im Jahre 1707 sollen auf Japan gar 200 000 Menschen einem Erdbeben zum Opfer gefallen sein.

Noch in aller Erinnerung sind die entsetzlichen Katastrophen von San Franzisko Anno 1906 und von Messina 1908, welche letzterem an die 100 000 Menschen zum Opfer gefallen sind. (Der ökonomische Schaden wird auf 600 Millionen Franken geschätzt.)

Oft werden die größten Verheerungen durch einen oder wenige Stöße verursacht. Caracas ward 1812 binnen einer halben Minute von Grund aus zerstört, Casamicciola auf Ischia (Italien) 1883 durch einen einzigen Stoß in Trümmer gelegt. Manchmal folgen sich aber zahlreiche Stöße während längerer Zeit. Die Erschütterungen, welche 1870 die griechische Provinz Rhodis verwüsteten, dauerten 3 1/2 Jahre. Der Bebenforscher Julius Schmidt (Athen) schätzt die Zahl der Erschütterungen und Schallwirkungen in den drei ersten Tagen auf 86 000, im ganzen auf 1/4 Millionen. In Messina dauerten die Nachwehen ebenfalls unheimlich lange. Noch im Frühjahr 1910 war ich dort Zeuge eines Bebens, das durch stürzende Mauern 10 Personen den Tod brachte. Auch seither wurden noch mehrmals Erschütterungen gemeldet. In manchen „Bebenherden“ sind die Erdbeben sozusagen chronisch, das heißt etwas so Gewöhnliches wie bei uns Sturm und Regen. Dies ist zum Beispiel in gewissen Gegenden Zentralamerikas der Fall, wo fast jeden Tag eine Erschütterung stattfindet. Auch in Japan kommen in der Umgebung von Tokio, der Hauptstadt des Reiches, jährlich etwa 90 Erschütterungen vor, das heißt die Erde erbebt dort durchschnittlich jeden vierten Tag. Ähnliche Schüttergebiete sind die Westküste Nordamerikas (San Franzisko) und Südamerikas (Peru, Chile), das Antillenmeer (Martinique, St. Vincent, Caracas), die Mittelmeerküsten (Kalabrien, Sizilien, Griechenland, Kleinasien, Atlasgebiet), Alpen und Karpathen, Rheintal, Mitteldeutschland, Himalaja und Zentralasien, Sunda-Inseln und benachbarte Gebiete. In vielen anderen Gegenden, wie zum Beispiel im östlichen Teile Nord- und Südamerikas, in Grönland, in der norddeutschen und der russischen Tiefebene, in Sibirien, sowie dem größten Teile Afrikas und Australiens sind Erdbeben so gut wie unbekannte Erscheinungen, ein Umstand von großer Bedeutung, auf den wir später noch einmal zurückkommen werden.

Der Verbreitungskreis der einzelnen Beben ist ebenfalls sehr ungleich, wobei keineswegs die Stärke ausschlaggebend ist. Das Erdbeben auf Ischia am 28. Juli 1883, das von schrecklichen Folgen begleitet war (Zerstörung oder Beschädigung der meisten Häuser, über 3000 Tote und Verwundete), erstreckte sich nur über das Areal der Insel, während das — sehr schwache —

schweizerische Beben am 27. Januar 1881 gleichzeitig vom Bodensee bis zum Genfer See verspürt wurde und sich über ein ovales Gebiet von 260 Kilometer Länge und 155 Kilometer Breite erstreckte. Ein Erdbeben des Jahres 1870 war von Neapel bis Wien am Roten Meer fühlbar und erschütterte Unteritalien, Griechenland, Kleinasien, Syrien, Aegypten und Arabien. Dies gilt indes nur für die gröberen Stöße und Wellen; die feinsten Erzitterungen, die nur noch von ganz empfindlichen Instrumenten, den Seismographen, wahrgenommen und selbsttätig aufgezeichnet werden, pflanzen sich über die ganze Erde fort, und zwar sowohl über die Oberfläche als direkt durch die Masse des Erdballs hindurch. Die Fortpflanzung ist eine ähnliche wie bei den Wellen, die entstehen, wenn wir einen Stein ins Wasser werfen; die ersten Wellen sind die stärksten; je weiter sie sich ausbreiten, desto schwächer werden sie, bis sie in ganz feinen Schwingungen austönen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist sehr groß, aber je nach Lagerungsverhältnissen und Gesteinsbeschaffenheit — ob harter gleichartiger Fels oder loser Sand und Kies — verschieden. Die Wellen des Bebens von San Franzisko umkreisten die Erdoberfläche zweimal und brauchten dazu nur die Zeit von nicht ganz $3\frac{1}{4}$ Stunden, das ergibt eine Geschwindigkeit von 3360 Meter pro Sekunde, zehnmal schneller als der Schall. Beim Beben von Charleston (Nordamerika) 1886 wurde sogar eine Geschwindigkeit von 5150 Meter und bei einem japanischen Beben am 31. August 1896 eine solche von 13300 Meter in der Sekunde konstatiert; dagegen betrug sie beim rheinischen Beben von 1846 bloß 560 und beim kalabrischen Beben 1857 gar nur 260 Meter. Zum Schlusse noch ein Wort über Seebeben.

In Seen und Meeren äußern sich die Beben durch starke Unruhe und durch Schwankungen des Wasserspiegels. Nicht selten zieht sich das Meer erst von der Küste zurück, um sodann als riesige Welle „gleich einer Mauer“ wiederzukehren und hoch über die Ufer zu branden. Beim Erdbeben von Bissabon (1755) stieg die Woge 16, nach anderen Berichten 40 Fuß höher als die höchste Mondflut und begrub Tausende in ihrem nassen Schoße.

„Die mehreste Schiffe,“ so steht im Bericht eines Augenzeugen zu lesen, „deren wir bei 305 in unserem Hafen hatten, sind ankerlos worden, einige versunken, andere beschädigt. Ein Holländisches, der

Capitän Namens Peter Koclos, ist in die Stadt geschmissen worden, und stuhnde das Schiff auf trockenem Lande; jedoch hat solches der liebe Gott wunderbarlich erhalten, bis daß eine ander Fluthe kam, und das Schiff vom trocken wieder wegnahme, und ohne Unglück in die See setzte: Es wiegt ein solches Schiff 18 bis 20000 Zentner.“

Beim Beben von Lima (Südamerika) im Jahre 1724 zerstörten die hereinbrechenden Wogen die Hafensstadt Callao vollständig, wobei fast alle Bewohner umkamen. Die im Hafen befindlichen Schiffe versanken größtenteils, einige wurden über die Stadt hinweg eine Stunde weit ins Land hinein geschleudert. 1707 sollen in Japan durch die aufgeregten Meeresfluten 150000 Menschen den Tod gefunden haben. Von dem kalabrischen Seebeben 1783 berichtet Branco:

„Als Kalabrien 1783 erschüttert ward, hatten sich gegen 1100 Menschen aus den Orten Scilla und Bagnara an den Strand geflüchtet, um vor den stürzenden Häusern und Felsen gesichert zu sein. Da schwoh das Meer heran und wusch in ungeheurer Woge alle hinweg. Mehrmals fluteten die Wasser hin und wieder zurück, wobei sich dann auch einzelne wunderbare Rettungen und Erlebnisse ereigneten. Der Apotheker Dieglio Macri ergriff ein im Meere schwimmendes Faß, hielt sich an demselben fest, ward von der rückkehrenden Woge landeinwärts und durch ein offenes Fenster des Hospitals in dieses hineingetrieben. Später erwieß sich, daß das Fenster gerade nur um einen Zoll breiter war als das Faß. Ein Mädchen, Santa Raimondo, ward in ebensolcher Weise landeinwärts gegen einen Baum geschleudert, wobei ihre Haare sich in den Ästen desselben verwickelten. So hing sie gleich Absalom etwa 20 Fuß über dem Erdboden, ward aber gerettet.“

Das Erdbeben von Messina.

Unter allen bekannten Erdbeben kommt an Furchtbarkeit der Wirkungen wohl keines demjenigen vom 28. Dezember 1908 gleich, durch welches die großen Hafensstädte Messina (150000 Einwohner) und Reggio di Calabria (sprich Regio, 45000 Einwohner), sowie zahlreiche kleinere Städte und Dörfer zerstört wurden. Ein Augenzeuge, Herr de Angelis, der in einer Vorstadt Messinas eine Villa besaß, erzählt in einem von D. W. Meyer veröffentlichen Bericht:

„Nichts lag in der Luft, was ein Unheil verkünden konnte. Wir hatten uns ruhig schlafen gelegt, als etwa nach 5 Uhr des Morgens

die in der Kammer des Dienstmädchens befindliche Katze ein jämmerliches Geheul begann, so daß das Mädchen davon erwachte. Es hörte, wie die Katze in höchster Angst große Sprünge machte und hinaus wollte. Das Mädchen machte Licht, um nach der Ursache dieser seltsamen Aufregung zu sehen, als plötzlich mit ungeheurer Gewalt der Boden unter den Füßen senkrecht gehoben wurde, um sogleich wieder mit derselben Blöcklichkeit und einem fürchterlichen Rucke herabzustürzen. Nach jenem ersten senkrechten Stoße mochten wohl 45 bis 50 Sekunden verflossen sein, als unter gräßlichem unterirdischen Geheul und Getöse die Erde in entsetzliche Wirbelbewegung geriet. Das Haus wurde nach allen Seiten geschüttelt und gehoben. Die ganze nach dem Meere zu gelegene Front des Hauses stürzte ein, während die anderen Wände stehen blieben. Es geschah das Wunder, daß die Decken der beiden Schlafzimmer, wo die Familie in diesen furchtbaren Augenblicken sich befand, nur je auf einer Seite einstürzten und an der Zwischenwand hängen blieben, so daß sie ein schützendes Zeltdach über den Geretteten bildeten.

„Die niedergestürzte Front ließ den Blick aufs Meer frei. Im Augenblick des zweiten Stoßes, sicher nur wenige Sekunden später, rollte eine mächtige Woge vom Meere ins Land hinein, die das fürchterliche Weltuntergangsgetöse noch erhöhte. Gleich darauf zog sich das Meer um mindestens 50 Meter zurück, so daß weithin der Meeresboden frei lag. Erst nach 1¼ bis 1½ Stunden hatte es sein früheres Niveau wieder erreicht.

„Gegenüber lag die kalabrische Küste. Sonst von einem funkelnden Lichtkranz eingefast, war sie jetzt in tiefe Nacht gehüllt. Mit den Lichtern mußte auch drüben alles Leben erloschen sein.“

Ein Berichterstatter des „St. Galler Tagblatts“ schreibt über seine Ankunft in der unglücklichen Stadt:

„Am Montag, den 28. Dezember, abends 5 Uhr, verließen wir mit dem Dampfer Neapel, um nach Messina zu fahren. In Neapel war nichts bekannt von irgend einem Unglück. Die Reisenden zogen sich frühzeitig zurück. Mit Tagesgrauen befand ich mich bereits wieder oben, um die Bilder der Einfahrt in den Hafen von Messina ja nicht zu veräumen. Als ich auf Deck erschien, bemerkte ich einige Unruhe unter den Schiffsoffizieren. Das Leuchtfeuer von Messina war nicht zu finden, auch war kein Licht in der Stadt bemerkbar; eine langgezogene fahle Rote sah sich an wie das Mahen des jungen Tages, und war dennoch nicht dasselbe. Inzwischen wuchs die Tageshelle, und wir kamen näher heran, so daß das mit dem Glase bewaffnete Auge die Gegenstände am Ufer unterscheiden konnte. ‚Was ist denn mit Messina, das kann nicht mein Messina sein!‘ rief einer



Abb. 26. Das Erdbeben von Messina 1908. Aus der Umgebung des Bahnhofes.
(Nach einer Photographie von M. Branger.)

der Offiziere, ich erkenne es nicht mehr; hat es Feuer zerstört oder ist es vom Erdboden verschwunden? Ich sehe nichts als Feuer und Rauch und öde Mauern. Angstvoll spähten aller Augen nach dem Strande, und man wußte sich nicht Rechenschaft zu geben. Inzwischen war es hell geworden und eine Barke unserm Schiffe nahegekommen. Drei Männer barg sie, und mit zum Himmel erhobenen Händen rief uns der eine zu: „Messina ist tot, ganz tot! Ein Erdbeben hat es vor 24 Stunden zerstört, zu einem Trümmerhaufen gemacht.“

„Wir sind alle starr, wie gelähmt vor Schrecken. Unser Schiff, dem Hafeneingang sich nähernd, bleibt vor ihm liegen, und wir sehen nun die graufigen Ruinen der langen Häuserreihen, welche früher den Kai der sonnigen Hafenstadt bildeten und den Schifffahrern durch die Straße von Messina entgegenlachten; nichts ist übriggeblieben als ein Haufen zerrissener rauchender Trümmer.“

Jenseits der Meerenge, auf kalabrischem Boden, der schon so unzähligmal von Erdbeben geschüttelt und zerrissen und zerhackt worden war, sah's ebenso trostlos aus. Ein Augenzeuge, Antonio Scarfoglio in der „Frankfurter Zeitung“, entwirft folgende Schilderung:

„Ich bin auf der letzten schmerzreichen Station angekommen, die Beine gelähmt durch einen ununterbrochenen Marsch von 31 Stunden über eine Entfernung von 67 Kilometer, und die Augen noch gefüllt von Entsetzen. Ich glaube, daß meine Nerven sich niemals von dem furchtbaren Eindruck erholen werden, den sie erlebt haben, und daß meine Augen, solange sie geöffnet bleiben, den Anblick des Todes und der Verwüstung, den sie gesehen haben, niemals überwinden werden. Denken Sie sich eine Kette von Verheerungen in einer Länge von 80 Kilometer, ein Miesenband von Blut, Brand und Trümmern, eine unendliche Folge von Klagen, Heulen, Verzweiflungsrufen! Da, wo reiche und blühende Städte, Dörfer wie Nester von Paradiesvögeln und im Sonnenschein verschlafene Villen standen, da dehnt sich jetzt nur noch eine Wüste aus, eine düstere und bedrohliche Wüste, gefüllt mit Menschen- und Tierleichen und mit Häusertrümmern, eine Wüste, schrecklich anzusehen, wie ein Wald, den ein Wirbelwind zu Boden warf. Da ist kein einziges Haus, das unversehrt blieb, keine Familie, die nicht weint; es ist eine Katastrophe aller, ein Unglück, das alles zerstört und jedermann trifft. Tot ist Palmi, sterbend Scilla, begraben Sanitello, vernichtet San Giovanni, tot ohne Hoffnung auf Wiederauferstehung Reggio, die herrliche Stadt der Könige und Kaiser, die prächtige Stätte der Flotten des Mittelmeers!“

Nicht nur das Land, auch das Meer befand sich an jenem 28. Dezember in furchtbarer Aufregung; kein Wunder, befand sich doch der Herd des Bebens, das Epizentrum, in der Mitte der Straße von Messina, mitten zwischen Scilla und Charvbidis. Das Meer schien „wie toll geworden von den furchtbaren Einstürzen auf seinem Grunde. Eine furchtbare Woge spülte Menschen, Möbel, Mauern, Schiffe vom Strande weg, um sie in tausend Stücke zu zerschellen. An der kalabrischen Küste kam die Flutwelle früher an und war noch höher als in der Umgebung von Messina. Sie hat die in Reggio am Meere gelegenen Häuserreihen völlig wegrasiert, an anderen Stellen Barken auf den Dächern niedergelegt und noch viele tausend Menschenleben gefordert.“

Die Meerenge von Messina ist ein altes Senkungsgebiet, ein sogenannter Grabenbruch gleich dem Rheintal und dem Jordantal. Vor langer, langer Zeit hing Sizilien mit Unteritalien zusammen. Die Senkungen gehen heute noch vor sich, daher die vielen Erdbeben in jener Zone. Wahrscheinlich ist die Schilderung der Charvbidis in der Odyssee nichts anderes als die poetische Beschreibung eines Seebebens, das im Altertum dort stattgefunden hat.

Nach Hobb's ist das Seebeben des 28. Dezember folgendermaßen zu erklären. Beim ersten Stoße erhob sich der Meeresboden, daher das gewaltige Ansteigen des Meeres. Dann entstand eine große Spalte, worin ein Teil des Wassers versank. Das Meer mußte sich also zurückziehen, bis von beiden Seiten her wieder genügende Wassermengen zugeflossen waren. Die Spalten, die sich gleichzeitig auf dem Lande bildeten, waren nur verhältnismäßig schwache Nachwirkungen, Rutschungen des Terrains gegen die sich wieder teilweise schließende Spalte in der Meerenge selbst.

Ist nun der Mensch den Erdbeben gegenüber gänzlich macht- und schutzlos? Nicht so ganz! Er kann durch solide Bauart das Zusammenstürzen der Häuser fast unmöglich machen. Abgesehen von niedrigen Holzbauten mit guter Konstruktion, sind es besonders die modernen Eisenbetonbauten, welche selbst den furchtbarsten Erdstößen standzuhalten vermögen. Um völlige Sicherheit zu erzielen, ist es aber notwendig, daß das ganze Gebäude samt dem Fundament gewissermaßen aus einem Gusse

besteht, was als monolithische Bauweise bezeichnet wird. Leider findet sie in den wirtschaftlichen Zuständen unserer Zeit fast unüberwindliche Hindernisse; aber die Zeit wird kommen, wo jene Hindernisse nicht mehr bestehen und der Mensch selbst den Erdbeben ihre Schrecken nehmen wird.

Die Ursachen der Erdbeben.

Der berühmte griechische Philosoph Aristoteles (384 bis 322 vor Christo), der Lehrer Alexanders des Großen, hielt dafür, daß die Erdbeben durch die Wirkung von Dämpfen in unterirdischen Höhlen entstehen; der große Mathematiker und Erfinder Pythagoras suchte den Grund in einem „Zentralfeuer“, Ansichten, die noch in unseren Tagen verfochten wurden. Die Chinesen schreiben die Ursachen bösen Geistern — Dämonen — zu, einige Völkerschaften Japans und Amerikas einem großen Walfisch, der unter der Erdscheibe durchschwimmen soll. Auch die Gelehrten des Mittelalters sprachen vom großen Meerfisch Zelebrant, der um die ganze Erde herumreiche; wenn derselbe die Sonne auf den Schwanz brenne, dann peitsche er wütend den Ozean, so daß alles erzittere. Die jüdischen Priester lehrten, daß Erdbeben entstehen, wenn „Jahve ergrimmt“ sei, und ihre christlichen Kollegen, wenigstens die „rechtgläubigen“, schreiben dem Christengott dieselben Zornestaten zu. Die Erdbeben sind Strafgerichte Gottes, oder sie dienen lediglich dazu, den Zweiflern die Allmacht des Höchsten vor Augen zu führen und sie seinen Dienern willfährig zu machen. Fromme Leute wußten zu berichten, daß 1908 in Messina und an der gegenüberliegenden Küste 100 000 Menschen eines schrecklichen Todes sterben mußten, weil „die Antiklerikalen gerade am Sonntag, welcher der schrecklichen Nacht vorausging, eine geschlossene Versammlung abhielten, in der bestimmt wurde, entschieden und gewalttätig gegen die Religion vorzugehen“. Die Stadt St. Pierre wurde samt ihren Einwohnern vom Erdboden vertilgt, weil — „am Karfreitag ein paar Neger ein Schwein ans Kreuz geschlagen haben“, wovon übrigens, wie Sapper versichert, auf Martinique niemand etwas weiß.

Solange man den Erdball als eine glutflüssige, nur von einer dünnen Schale umgebene Kugel ansah, erklärte man jedes

Beben als „Reaktion (Ausferung) des flüssigen Erdinnern gegen die Außenwände, als eine mißlungene Eruption“. Das war die Zeit, da man die Vulkane als Sicherheitsventile auffaßte (Humboldt). Die Sicherheitsventiltheorie spielte sogar in die Ingenieurpraxis hinein. Es wird erzählt, daß man an einigen Orten versucht habe, Feuerbergen, die ihre Tätigkeit eingestellt, auf künstlichem Wege „Luft“ zu verschaffen, um die Umgebung vor zerstörenden Erdbeben zu schützen.

Es ist nun sehr auffallend, daß es in vielen der bebenreichsten Gegenden niemals zum wirklichen Durchbruch der aufsteigenden Dampf- und Lavamassen kommt. All die Tausende und — wir dürfen ohne Übertreibung wohl sagen — Millionen von Beben in den verschiedensten Erdgegenden waren „erfolglos“; die Stadt Lima (Südamerika) wurde seit 1856 nicht weniger als elfmal zerstört, ohne daß es zu einem Durchbruch gekommen wäre; auch bei den Beben im Rheintal — nach Credner seit Anfang des 19. Jahrhunderts bis 1845 nicht weniger als 559 — blieb es bei „verunglückten Versuchen“.

Wie wir bereits ausgeführt haben, halten es hervorragende Physiker für möglich, daß der Erdkern aus einer festen Masse bestehe, aus einer Masse, in welcher Eisen den Hauptbestandteil bilden würde. Man hat nämlich durch scharfsinnige Experimente und Berechnungen herausgebracht, daß unser Planet ein spezifisches Gewicht von 5,6 bis 5,7 hat, das heißt ebensovielmal schwerer ist als eine gleich große Kugel aus Wasser, während die uns bekannten Gesteine der Erdrinde bloß 2,7 mal schwerer sind als Wasser. Daraus geht hervor, daß der Erdkern die Dichtigkeit und Schwere des Eisens (spezifisches Gewicht 6 bis 8) haben muß. Damit stimmen mancherlei Beobachtungen über die Fortpflanzung der Erdbebenwellen durch den Erdkern überein. Sie erfolgen nämlich so, wie wenn letzterer aus Stahl bestünde. Aber ganz abgesehen davon ist die Tatsache von größter Wichtigkeit, daß der Ausgangspunkt der Erdbeben — das Zentrum — jedenfalls nicht im glühenden Erdkern, sondern in der Gesteinsrinde, der sogenannten Lithosphäre liegt. Zahlreiche Berechnungen haben Tiefen von 8000, 9000, 20 000 Meter ergeben. Für das Zentrum des neapolitanischen Bebens vom Jahre 1857 und für dasjenige von Messina Anno 1908 wurde eine Tiefe von zirka 9000 Meter, für das mitteldeutsche Beben von

1872 zirka 18000 Meter berechnet. Damit wird die Sache immer rätselhafter. Vorläufig ist so viel sicher, daß nicht allen Beben die gleiche Ursache zugrunde liegt und daß man danach mindestens drei Arten unterscheiden muß, nämlich Einsturz-, Vulkan- und Stauungsbeben. In der Folge, das heißt mit dem Fortschreiten der Forschung wird sich die Zahl der Arten oder Kategorien wahrscheinlich noch vermehren.

1. Einsturz- oder Auslaugungsbeben.

Wir kennen bereits die ausgezeichnete Fähigkeit des Wassers, Mineralien aufzulösen und fortzuführen, weite Höhlen und Gänge zu bilden und ganze Gebirge zu unterminieren. Wenn die Gemölbe die Last nicht mehr zu tragen vermögen und einstürzen, so wird sich dies durch eine Erschütterung des Bodens bemerkbar machen. Dieser Fall tritt nicht selten ein in Gegenden mit Gips- und Salzlageren, sowie in Kaltgebirgen. Die merkwürdigen Schichtenstörungen in manchen Gebieten, die Bildung von Erdfällen und dergleichen sind auf diese Ursachen zurückzuführen. (Gegend von Gisleben, nördliches Hessen, Krain.) Die wirklichen Einsturz- oder Auslaugungsbeben haben wohl immer nur eine geringe Ausdehnung, sie können aber mit den beiden anderen Arten von Erdbeben vereint vorkommen und von denselben beschleunigt werden. Durch Einstürze unterirdischer Hohlräume sind im Karstgebiet zahlreiche Häuser samt ihren Bewohnern plötzlich begraben worden. Wahrscheinlich gehört auch das Erdbeben von Wisp in Wallis (1855) in diese Kategorie von Erderschütterungen.

2. Die vulkanischen Beben.

Diese haben ihren Grund in der Spannung der in Spalten sich aufwärts drängenden Laven und Dämpfe.

Wie in einem früheren Kapitel ausgeführt worden ist, kann es vorkommen — und nach der Auffassung Stübel's ist dies eigentlich das Normale —, daß die glutflüssige Masse ganz ruhig aus Spalten und Schloten ausfließt und sich je nach ihrer Fähigkeit zu Domen und Kegeln aufstirmt oder zu mächtigen Decken ausbreitet. Enthält aber das Magma viel Wasserdampf, der sich plötzlich frei macht, so entstehen Explosionen (Kratatau und Vesuv). Man hat deshalb die echt vulkanischen Beben

auch als Explosionsbeben bezeichnet. Ihr Mittelpunkt ist gewöhnlich ein Vulkan, und ihr Zentrum ist punktförmig. Ist der Kraterschlund geöffnet und die „Obstruktion“ überwunden, so hören sie gewöhnlich auf. In diesen Fällen erweist sich also der Vulkan als eine Art Sicherheitsventil, aber als höchst unzuverlässiges und bedenkliches. Der Wasserdampf braucht keineswegs immer von eingedrungenem See- oder Siedewasser herzurühren, sondern kann auch direkt dem Glutherd entstammen, denn zweifelsohne enthalten die feuerflüssigen Massen des Erdinneren allerlei Gase und Dämpfe in gebundener Form. Explosionen sind übrigens auch möglich ohne eine Spur von Wasser. Versuche im Laboratorium haben die höchst auffallende Tatsache ergeben, daß Granit bei Rotgluthitze explosiv wird. Durch Erhitzen auf 1000 Grad Celsius entwickelt 1 Kubikdezimeter Granit zirka 100 Kubikdezimeter Gase, so daß er unter gewissen Umständen wie Sprengpulver wirkt. Die Affen hierüber sind noch nicht geschlossen, wie denn überhaupt im Gebiet des Vulkanismus noch sehr viel Fragen der Beantwortung harren.

Die vulkanischen Beben haben, abgesehen von Katastrophen wie beim Kratatau, nur geringe Ausdehnung, können aber sehr unheilvoll wirken. Nicht immer erfolgt dabei ein vulkanischer Ausbruch, dem häufig vermögen die feurigen Massen die überlagernden Schichten nicht zu durchbrechen. Man spricht dann von kryptovulkanischen oder abyssischen Erdbeben, das heißt von solchen, die sich im Verborgenen und in großer Tiefe abspielen, wobei Ergüsse in Spalten und Hohlräume oder zwischen die Fugen von Rindenschichten erfolgen.

3. Stauungsbeben (tektonische oder Dislokationsbeben).

Diese übertreffen alle anderen an Häufigkeit, Ausdehnung und Furchtbarkeit. Dahin gehören zum Beispiel die Beben von Lissabon 1755, Kalabrien 1783, 1905 und 1907, Griechenland 1861 und 1870, San Franzisko 1906, Messina 1908. Die Ursache ist wahrscheinlich in der Abkühlung und Zusammenziehung des Erdkerns zu suchen. Durch die Verkleinerung des letzteren wird die erkaltete Rinde, die sich nicht mehr zusammenziehen kann, zu groß, wie die Haut eines eintrocknenden Apfels; sie hat das Bestreben nachzusinken, und dadurch entstehen Spannungen, Pressungen, Verschiebungen innerhalb der Erdrinde.

Einzeln Teile der Oberfläche werden durch den horizontalen Druck, der notwendig entstehen muß, gefaltet, ähnlich wie ein Tisch Tuch, das wir von der Seite zusammenschieben. Aus zahlreichen und langdauernden Faltungen und Überschiebungen entstehen sogenannte Kettengebirge wie Alpen, Himalaja und Anden. Andere Rindenteile — die Geologen bezeichnen sie als Schollen — sinken an den Bruchrändern in die Tiefe. Die so versunkenen Gebiete stellen meist graben- oder kesselförmige Einbrüche dar und werden gewöhnlich vom Meere bedeckt oder von Seen ausgefüllt.

„Heutzutage darf es füglich als erwiesen gelten,“ sagt Heim, „daß die Mehrzahl der Erdbeben ein rückweises Fortgehen der Lagerungsstörungen der Erdrinde, das heißt vor allem der Gebirgsbildung sind, und daß ihre letzte Ursache wahrscheinlich in dem Nachsinken der für den allmählich zusammenschrumpfenden inneren Teil zu weit werdenden Erdrinde zu suchen ist. Es ist der gleiche Vorgang, der die Erdoberfläche in großen Zügen in Land und Meer geschieden und die Gebirge getirmt hat und noch jetzt an der weiteren Ausbildung dieser Unebenheiten arbeitet.“

Daraus ist erklärlich, daß die meisten und ausgedehntesten Erdbeben in Gegenden vorkommen, wo in junger Zeit Schichtenstörungen stattgefunden haben (Alpen, Apennin, Anden), und am Rande von Senkungsgebieten (Rheintal, Mittelmeerküsten: Spanien, Italien, Griechenland, Kleinasien, Syrien, Nordrand von Afrika; Küsten des Roten Meeres, des Japanischen Meeres usw.).

Von 4620 Erdbeben der Jahre 1850 bis 1857 fielen 1086, also zirka ein Viertel auf die Alpen, und hier sind es wieder ganz bestimmte Richtungen und Gebiete (sogenannte „Schüttergebiete“), in denen die Erschütterungen immer und immer sich wiederholen. Letztere stehen in nachweisbarer Beziehung zum Bau — der Tektonik — des Gebirges und werden eben deshalb auch als „tektonische“ Beben bezeichnet. In Gegenden mit ungehörten, horizontalen Schichten und in alten, zum Stillstand gekommenen, abgestorbenen Gebirgen sind Erdbeben äußerst selten, so in der norddeutschen und russischen Tiefebene, dem nördlichen Sibirien, dem Alleghanygebirge Nordamerikas, in Kanada, Brasilien, Argentinien, der Sahara, dem größten Teil Australiens.

Professor Branco sagt hierüber:

„Das Erdinnere kühlt sich fortgesetzt durch die Rinde hindurch gegen das eisige Weltall ab. Dabei zieht es sich natürlich zusammen und verringert stetig, wenn auch unendlich langsam, seinen Umfang. Die Erdrinde dagegen, schon erkaltet, kühlt sich nicht mehr ab, verringert infolgedessen nicht mehr ihren Umfang. Zwar bildet sie eine Kugelfläche, und man möchte daher vielleicht denken, diese Kugelschale der Erdrinde würde sich als festes Kugelgewölbe unverletzt rings um das Erdinnere erhalten können, so daß schließlich das Innere ganz losgelöst wäre von der Rinde und in dieser läge

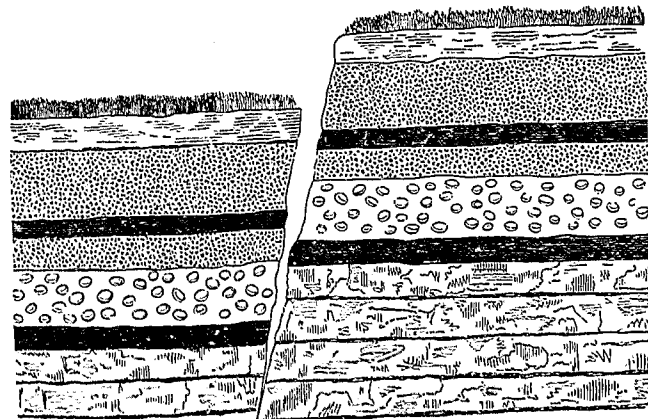


Abb. 87. Eine sogenannte Verwerfung; Aufhebung des Bodens und Senkung einer Erdscholle während eines Erdbebens.

wie der eingetrocknete klappernde Kern einer Haselnuß in seiner Schale. Allein in demselben Augenblick, in welchem der Erdkern auch nur Miene macht, sich von der Erdrinde zurückzuziehen, zerbricht das Kugelgewölbe in zahlreiche Schollen, und diese sinken dem schwindenden Erdkern nach wie die Eisschollen dem sinkenden Wasserspiegel eines Teiches. Das Zerbrechen der Erdrinde in riesige Schollen, das Absinken der letzteren längs der gebildeten Spalten, das Aufgerichtetwerden einzelner Schollen, die Überschiebung anderer über ihre Nachbarschollen, das tiefere Absinken schwerer Schollen, die Faltung wieder anderer Schollen — das sind die Ursachen der tektonischen oder Dislokationsbeben.“

Es ist klar, daß bei solchen Beben das Zentrum nicht punktförmig sein kann, sondern die Form einer langen Fläche, be-

ziehungsweise Linie haben muß, so daß ein Stoß auf Hunderte von Kilometern gleichzeitig verspürt wird. Beim jüngsten Erdbeben von San Franzisko (18. April 1906) bildete sich in der Erdrinde ein Riß von 600 Kilometer parallel der Meeresküste, wo vor Zeiten das Land in riesigen Schollen in die Tiefe gesunken ist. Jenem Riß entlang entstand eine Verwerfung, das heißt das Land wurde dort verschoben, und zwar beträgt die horizontale Verschiebung 2 bis 7 Meter, „so daß alle Brücken, Rohre usw., die über dieses Gebiet verliefen, auseinandergerissen, Bäume niedergeworfen wurden. Die Erde öffnete sich, um sich gleich darauf wieder zu schließen, alles verschlingend, was sich hier befand“. Zugleich fand eine Senkung des einen Flügels statt, welche stellenweise fast einen Meter beträgt. Beim japanischen Beben am 20. Oktober 1891 entstand eine 65 Kilometer lange Verwerfungsspalte, wobei eine Seite teilweise gehoben, teilweise aber um 6 Meter gesenkt wurde, so daß nun der eine „Flügel“ wie ein Eisenbahndamm den andern überragt. Damit war ebenfalls eine horizontale — scherende — Verschiebung um 1 bis 4 Meter verbunden, so daß Wege, Gräben, Äcker um diesen Betrag gegeneinander verschoben sind. Das gleiche wiederholte sich am 31. August 1896. (Eine Verwerfung um einen Zentimeter ist schon ein ziemlich starkes Beben und bringt Kamine zum Einsturz.) Nach dem Beben von Assam in Ostindien am 12. Juni 1897 wurde festgestellt, daß die Flügel zu beiden Seiten der Verwerfungsstelle horizontal um 8 Meter und vertikal um 4 Meter verschoben waren. Wiederholt sich dies hundert- oder tausendmal, so summieren sich die einzelnen Beträge derart, daß die Gestalt eines Landes eine ganz andere wird.

Einflüsse von Sonne und Mond, Barometerstand und dergleichen sind sehr wohl denkbar, können aber nicht ausschlaggebend sein. So kann zum Beispiel geringer Luftdruck ein Beben beschleunigen, wenn bereits alle Bedingungen zum Eintritt eines solchen gegeben sind, aber niemals für sich allein ein Beben bewirken.

V.

Gebirgsbildung.

Im Verlauf unserer Betrachtungen haben wir zu wiederholten Malen die Frage nach den Ursachen der Gebirgsbildung flüchtig berührt, und dem aufmerksamen Leser ist vielleicht nicht entgangen, daß darauf verschiedene Antworten erteilt werden müssen, je nachdem es sich um die eine oder andere Art von Gebirgen handelt. Denn wie es verschiedene Arten von Gebirgsbildung, Seebildung, Erdbeben gibt, so existieren auch verschiedene Arten oder Typen von Gebirgen. Als ersten Typus erwähnen wir die

Vulkangebirge.

Bekanntlich bestehen diese aus Gesteinen, die als glühendflüssige Massen dem Erdinneren entquollen und nach ihrem Ausbruch erstarrt sind, aus Lavaströmen, Bomben, Lapilli, Sand und Asche, letztere Produkte gewöhnlich durch Wasserfluten zu vulkanischem Tuff verkitet. Der Vulkan ist, wie oben dargetan wurde, ein Produkt seiner Eruptionstätigkeit, er ist seiner Unterlage wie ein Parazit aufgesetzt. Mit dieser Entstehungsart hängt auch seine leichte Zerstorbarkeit zusammen; denn sobald die eruptive Tätigkeit aufhört, wird der aufgeschüttete Aschen-, Schlacken- und Tuffmantel von den Gewässern durchfurcht und abgetragen. Nur der innere feste Kern, der vollständig aus erkalteter Lavamasse gebildet wird, bleibt längere Zeit erhalten und ragt in Form eines sogenannten Domes, einer Glocke oder Kuppe über seine Umgebung empor. Von einem Krater ist alsdann selbstverständlich nichts mehr zu sehen, wohl aber finden sich häufig noch Spuren vom ehemaligen Schlacken- und Aschenmantel. (Siehe Abb. 38.)

Häufig ist ein größerer Kern nicht vorhanden, so daß statt einer Kuppe oder einem Neck, wie die Schotten sagen, lediglich einzelne Lavamauern und Reste von Lavaströmen übrigbleiben, bis auch diese der Verwitterung und Abtragung zum Opfer fallen und nur eine sternförmige Narbe — die ausgefüllten

Schlote und Spalten — auf der Erdoberfläche zurückbleibt, wovon bereits in einem früheren Kapitel die Rede war.

Widerstandsfähiger sind natürlich die massigen Vulkanberge, die der Hauptfache nach aus einem Guß von Trachyt, Basalt, Phonolith usw. bestehen. Noch besser widerstehen die plutonischen oder Tiefengesteine, das heißt jene Ergußmassen, die in beträchtlicher Tiefe unter hohem Druck langsam erstarrt sind, wie zum Beispiel Granit, Syenit, Porphyr. Die Tiefengesteine haben ein sehr hohes Alter, kein Wunder, daß von den Vulkanbergen, mit denen sie einst in Verbindung gestanden, keine Spur mehr vorhanden ist.

Von vulkanischen Einzelbergen und Gebirgen auf deutschem Boden seien erwähnt: Die Ruppen des Hegau (Hohentwiel, Hohenstoffeln, Hohenträhen, Hohenhöwen, Hoheneck, Mägdeberg), die Basaltkuppen der Rauhen Alb (Rappenhühl bei Dettingen), der Kaiserstuhl bei Freiburg i. B., das rheinische Siebengebirge bei Bonn, das Vogelsgebirge, das Gebirgsland der Eifel, der Heldburger Schloßberg bei Koburg, der

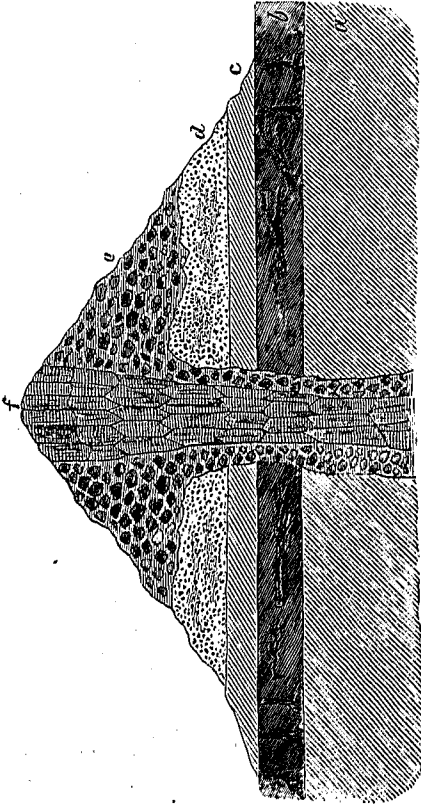


Abb. 38. Aufbau des Hohenberges im Habichtswald bei Kassel. Ein alter, größtenteils abgetragener Vulkan. a ältere, jüngere Schichtgesteine, b Braunkohlenflöz, f Basaltferrn, d und e lose vulkanische Auswürflinge.

Schloßberg von Stolpen in Sachsen. Alte Tiefengesteine treten massenhaft auf in den Vogesen, im Schwarzwald, Odenwald, Bayerischen Wald und Böhmerwald, Thüringer Wald, Harz, Fichtel-, Erz- und Riesengebirge.

Erosionsgebirge.

Ein ganz anderer Typus tritt uns entgegen in den Molassehügeln der schweizerischen Hochebene. Ihre Sandstein-, Nagelfluh- und Mergelschichten existierten, ehe ein Berg da war. Das ganze Gebiet müssen wir uns als eine ehemals zusammenhängende, eintönige Hochebene vorstellen, in welche während der sogenannten Eiszeit die Flüsse — speziell die Wasser der abschmelzenden Riesengletscher — breite Täler ausgefressen — erodiert — haben, wie solches teilweise heute noch geschieht (Sihltal, Löbital). Von der ehemaligen Hochebene sind nur einzelne parallel hingelagerte Rippen als Bergzüge stehen geblieben (Hörnli-, Allmann-, Pfannenstiel-, Zimmerberg-, Albskette). Jene hebende oder aufstürmende Kraft ist dabei nicht nachzuweisen; wirksam war nur die ausnagende Tätigkeit des fließenden Wassers; daher der Name Erosions- oder Ausnagungsgebirge. Hierher sind auch die Höhenzüge der bayerischen Hochebene und diejenigen in der Umgebung Stuttgarts zu zählen. Ein klassisches Beispiel für Erosionsgebirge ist sodann das Elbsandsteingebirge, das seiner malerischen, stellenweise geradezu wilden Szenerie wegen den Namen der Sächsischen Schweiz erhalten hat. (Siehe das Bild Seite 19, Pfaffenstein.) Mit Recht sagt Lindemann: „Die trostigen Felsburgen, die waghalsig dastehenden Türme und Säulen passen nicht recht in ein zahmes mitteldeutsches Bergland, sie scheinen der Formenwelt eines wildzerfessenen Hochgebirges entnommen zu sein. Beim Anblick all der merkwürdigen Felsgebilde bekommt man geradezu den Eindruck, als sei die Erdrinde infolge einer gewaltigen Naturkatastrophe an zahlreichen Stellen zerrissen, wobei bedeutende Teile des Gebirges vom Abgrund verschluckt wurden, während die übrigen als seltsam gestaltete Ruinen stehen blieben.“ Aber auch hier waren keinerlei unterirdische Gewalten tätig, sondern nur die Verwitterung und die ausnagende und wegführende Tätigkeit des Wassers.

Bruchgebirge.

Wir müssen nochmals auf die Tatsache zurückkommen, daß bei großen Erdbeben Spalten entstehen und die Schollen der Erdrinde sich verschieben. Anno 1819 entstand im Indusdelta (Ostindien) ein hoher Wall von 60 Kilometer Länge und mehreren Kilometern Breite, von den Bewohnern Allahbund, das heißt Gottesdamm genannt. Zuerst dachte man an eine plötzliche Hebung; es stellte sich aber heraus, daß umgekehrt eine Scholle von vielen hundert Quadratkilometern abgesunken sei. Ähnliche Vorkommnisse werden aus dem Gangesgebiet, aus Japan, Vorderasien, Griechenland und Unteritalien berichtet. Ein Land kann dadurch förmlich zerstückelt werden gleich dem heftigen Bergland. Dort ist ein ehemaliges Tafelland in zahl-

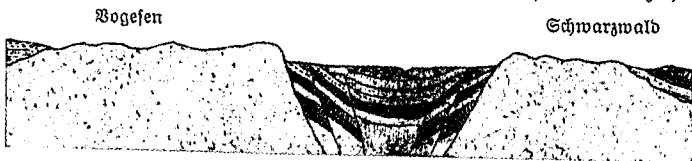


Abb. 39. Querschnitt durch Bogesen, Rheintal und Schwarzwald.
(Nach Laspeyres.)

lose Schollen zerbrochen. „Schichten, die ursprünglich im gleichen Niveau lagen, bilden hier den Kamm eines Bergrückens, dort den Untergrund eines tief eingeschnittenen Tales; kurz, es ist, als habe eine gigantische Kraft das ganze Land aus den Fugen gehoben und die Trümmer durcheinander geschüttelt. Dazu kamen noch an zahlreichen Punkten vulkanische Durchbrüche, deren Lavamassen sich über die Plateaus (sprich Plato) ausbreiteten oder eigene Kuppen und Regel aufbauten. So sehen wir, wie zweierlei Kräfte, tektonische und vulkanische, gemeinschaftlich einen vormals ebenen Landstrich zu einem Gebirge umgestaltet haben.“ (Lindemann, Die Erde.)

Häufig sind die Spalten parallel angeordnet, wodurch das Bruchgebiet die Form eines langgestreckten Streifens erhält. Man spricht dann von einer Grabenversenkung. Eine solche ist das Rheintal von Basel abwärts. Bogesen und Schwarzwald bildeten ehemals eine zusammenhängende Masse. Dadurch, daß

ein Streifen ruckweise einsank, wurden sie getrennt und erscheinen nun als gesonderte Gebirge. Auf der Ostseite des Schwarzwaldes sind die Schichten ebenfalls parallelen Spalten entlang abgesunken, so daß die Fundamente, die alten Granite und Gneise, dort nicht mehr sichtbar sind. Schwarzwald und Bogesen erscheinen als stehengebliebene Pfeiler, sogenannte Horste, weshalb sie auch als Horstgebirge bezeichnet werden. Wie die Schweizer Geologen festgestellt haben, reichte jener Rheintalgraben ursprünglich südlich über Basel hinaus quer durch die westliche Schweiz bis nach Oberitalien; durch die Empormöbung von Jura und Alpen wurden aber seine Spuren fast gänzlich ausgelöscht. Welche Revolutionen müssen über unsere Erde dahingegangen sein, um ihre Oberfläche derart umzugestalten! Revolutionen, mit welchen verglichen die Katastrophen von San Franzisko und Messina Kinderpiele sind. Auch der jetzige Rheingraben sah einstmals großartiger aus, denn er war viel tiefer. Über Schwarzwald und Bogesen lag eine 1000 Meter mächtige Decke von Trias- und Juragestein, welche von den Gemäßen abgetragen worden ist. Ein Teil jenes Materials bildet den Boden des heutigen — stark ausgefüllten — Rheintals.

Noch großartigere Erscheinungen der Art treffen wir in Ostafrika. Der „Graben“, in dem sich der Nyassasee, der Leopoldsee, der Tanganjikasee, der Albertsee befinden, erstreckt sich über eine Länge von mehr als 23 Grad; das entspricht ungefähr der Entfernung von Tunis bis Christiania. Dabei beträgt die Tiefe stellenweise zirka 5000 Meter. (Tiefe des Tanganjikasees 1700 bis 2700 Meter, Höhe des mauerförmigen Steilabfalls über dem Seespiegel 2000 bis 3000 Meter.)

Ostlich davon stoßen wir auf ein noch viel riesigeres Senkungsgebiet, das sich durch mehr als 40 Breitengrade verfolgen läßt, somit einer Entfernung von Kairo bis nach Lappland gleichkommt. Jener gewaltige Einbruch — es ist kein einzelner „Graben“ wie das Rheintal, sondern ein ganzes System von solchen — beginnt auf der Höhe von Sansibar, enthält eine große Zahl abflußloser Seen (der größte ist der Rudolfsee), zieht sich bis zum Roten Meer, erstreckt sich durch das ganze Becken desselben — das Rote Meer ist ein „Graben“, aber ein sehr großer —, gabelt sich am Sinaigebirge und sendet nordwärts mehrere Ausläufer bis zum Libanongebirge. Auch das

Tal des Toten Meeres und des Jordansflusses ist eine Grabenversenkung und das Gebirge Juda ist ein breiter Horst ähnlich dem Schwarzwald und den Vogesen. Diese letzteren sind übrigens nicht die einzigen Bruchgebirge Deutschlands; Odenwald, Harz, Thüringer Wald, Harz- und Erzgebirge gehören in die nämliche Kategorie, nicht zu vergessen das Hessische und südhannoversche Bergland, von dem schon oben die Rede war.

Säkulare Hebungen und Senkungen.

Wir haben noch einer besonderen, zur Stunde gänzlich rätselhaften Art von Hebungen und Senkungen Erwähnung zu tun. Dieselben erfolgen nicht ruckweise, sondern so sanft und langsam, daß sie erst im Verlauf von Jahrhunderten in Erscheinung treten, darum auch säkulare genannt werden, von Säkulum, das Jahrhundert. Ehemalige Hafensstädte liegen heute trocken, während über andere schon seit geraumer Zeit die Meereswogen rauschen. Die französische Stadt La Rochelle (sprich Laroschäll), die ihren Namen von ihrer Lage auf einem inselartigen Felsen verdankt, ist gegenwärtig nur durch einen schmalen Kanal mit dem Meere in Verbindung. Eine andere Hafenstadt, Brouage (sprich Bruasch), im Mittelalter ein wichtiger Handelsplatz, ist jetzt eine fern vom Meere liegende Ruine. Mälars-, Wetter- und Wenernsee waren einst Meeresbuchten, und am Roten Meere findet man junge Korallenriffe hoch über dem Wasserspiegel, wo Korallentiere selbstverständlich nicht leben können; es muß also eine Hebung stattgefunden haben. Daß zahlreiche Koralleninseln südlicher Meere auf Senkung des Meeresbodens hinweisen, wurde bei einem früheren Anlaß mitgeteilt. Große Berühmtheit durch abwechselnde Hebungen und Senkungen hat eine Stelle bei Pozzuoli am Golf von Neapel erlangt. Dort stehen die Ruinen des sogenannten Serapistempels,* worunter vor allem drei gewaltige, je aus einem Stück gearbeitete Marmorsäulen die Aufmerksamkeit des Besuchers auf sich lenken. Bis zur Höhe von zirka 2 Meter sind dieselben ganz glatt, darauf folgt eine Partie, die von Bohrmuscheln durchlöchert ist (die dunkle Partie in der Mitte der Säulen). Dies beweist, daß sich

* Serapis war ein mächtiger ägyptischer Gott, Beherrscher der Unterwelt; er ist längst dahin wie die anderen Götter.

der Tempel einst gesenkt und bis zur Höhe von 6 Meter unter Wasser gestanden hat. Der untere Teil war mit vulkanischem Sande erfüllt, daher vor den Angriffen der Bohrmuscheln ge-

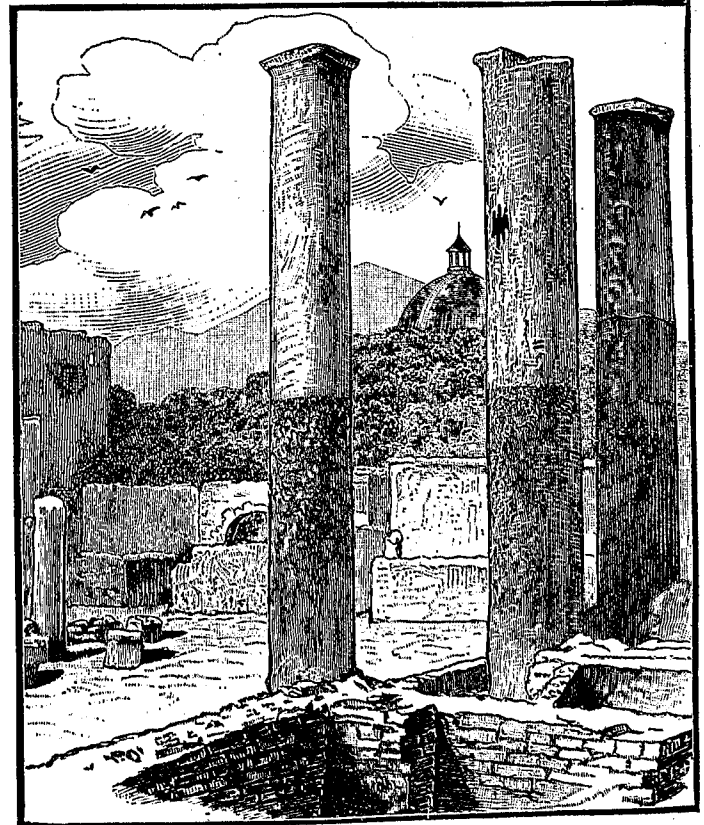


Abb. 40. Die Ruinen des Serapistempels bei Pozzuoli, unweit Neapel. Im Hintergrunde der Monte Nuovo.

schützt. Nachträglich fand wieder eine Hebung statt, doch so, daß der Tempelboden immer noch tiefer als die Meeresoberfläche stand, daher auch vom Wasser bedeckt blieb. Wie mir mein Führer versicherte, soll der Boden seit einiger Zeit wieder langsam sinken.

Bommelet, Wie Berg und Tal entstehen.

Einige besonders kritische Gelehrte, darunter auch Goethe, das Universalgenie, haben diese Vorgänge angezweifelt und andere Erklärungen versucht, die aber teils als völlig ungenügend, teils als geradezu unmöglich befunden wurden.

Am besten sind die Hebungen aus Skandinavien bekannt. Celsius, der Erfinder des nach ihm benannten hundertteiligen Thermometers, ließ im Jahre 1730 an der Ostküste Schwedens in einem Uferfelsen eine Marke anbringen, und seine Beobachtung ergab, daß der Rückzug des Meeres innerhalb 13 Jahren 0,18 Meter, also im Jahrhundert 1,38 Meter beträgt. „Celsius wurde deshalb von den Theologen in Stockholm und Upsala* der Gottlosigkeit angeklagt. Der Reichstag versuchte sogar durch ein Botum (Abstimmung) die Frage zu entscheiden; aber der Bauern- und der Adelsstand erklärten sich für inkompetent (unbefugt), während die Vertreter der Geistlichkeit, unterstützt von den zaghaften Vertretern der Städte, die neue Lehre als eine abscheuliche Kezerei verdamnten.“

An aufsteigenden Küsten besorgt die Natur selber die Markierung. Die Wellen unterwühlen die Uferfelsen und fressen der Steilküste entlang eine Rinne aus, eine natürliche Wassermarke. An flachen Gestaden dagegen werden lange Reihen und Wälle von Muscheln, Tangen, Schlamm und Sand angeschwemmt. Solche Strandlinien sieht man in Skandinavien zu mehreren übereinander bis zu Höhen von 162 Meter.

Man hat aber noch andere Beweise. Im Christianiafjord fand man 20 bis 30 Meter unter dem Seespiegel abgestorbene Stämme einer Koralle (*Oculina prolifera*), welche nur in Tiefen von etwa 300 Meter gedeiht. Die Fjorde selbst, jene seltsamen, schmalen, tief ins Gebirge eingreifenden Meeresbuchten, welche die norwegische Küste in lauter Inseln und Vorgebirge auflösen, zeugen für wiederholte Schwankungen. Es sind Flußtäler, die großartige Gletscherwirkungen erkennen lassen; sie müssen einst höher gelegen haben als heute. Dann tauchte die ganze Küste unter und die Täler sind „erjoffen“, das heißt das Meer drang in sie ein und wandelte sie in Fjorde um, und in jüngerer Zeit steigen sie wieder — fast unmerklich langsam — empor. Ebenso ist nunmehr festgestellt, daß der Böttinische Meerbusen (Ostsee)

* Upsala, berühmte Universität.

immer seichter und in absehbarer Zeit einen Binnensee bilden wird gleich dem Ladoga- und dem Onegasee.

Auffallenderweise ist der südlichste Teil Schwedens im Untertauschen begriffen, wie verschiedene vom Meere bedeckte Wälder, Straßen und Gebäuderuinen beweisen. Es liegt daher ein Vergleich mit einem Brettle, das Schaufelbewegungen ausführt, sehr nahe.

Auch Großbritannien, Grönland, Neuseeland und Südamerika scheinen derartige Schaufelbewegungen auszuführen. Als gegenwärtige Hebunggebiete werden außer Skandinavien bezeichnet: Schottland, Grönland, die Polarregion Nordamerikas, die rus-

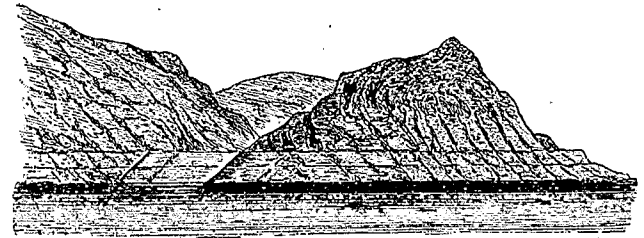


Abb. 41. Strandlinien und Terrassen bei Grönnes.
(Aus Credner, Elemente der Geologie.)

fische und sibirische Eismeerküste, die Küsten des westlichen Mittelmeeres und des Roten Meeres, Hinterindien, die Westküste Nord- und Südamerikas. Dagegen tauchen langsam unter: die deutsche Ost- und Nordseeküste, Filtland, Holland, Südengland, Normandie und Bretagne (Westfrankreich), fast die ganze Ostküste Amerikas, sowie die äquatorialen Gebiete des Großen und des Indischen Ozeans.

Mit den Hebungen und Senkungen ist eine Änderung in der Gestalt der Erdteile und Meere, eine andere Verteilung des Festen und Flüssigen und damit auch eine Änderung des Klimas verbunden.

Retten- oder Faltengebirge.

Durch bloße Hebungen und Verwerfungen ist die Entstehung eines Plateau- und Tafelgebirges gleich dem Schwarzwald und der Schwäbischen Alb sehr wohl möglich, nicht aber die Auf-

türmung eines Faltengebirges wie Alpen, Apenninen, Karpathen, Himalaja, Anden. In diesen sind die Schichten nicht nur gehoben und gesenkt, sondern zu riesigen Falten zusammengeschoben. In welchem Sinne dies gemeint ist, zeigt ein Querschnitt durch den schweizerischen Kettenjura. Unwillkürlich drängt sich uns dabei der Vergleich mit einem wogenden Meere auf. Die zu Stein erstarrten Wellen scharen sich meistens zu sogenannten Ketten zusammen. Wie im Meere Wellenberge und Wellentäler abwechseln, so hier Gewölbe und Mulden; erstere bilden gewöhnlich Gebirgsgrate, letztere Längstäler. Durch Erosion und Abtragung der Gewölbe kann auch an Stelle des ehemaligen Grates ein Längstal treten, und eine Mulde kann zum Grat oder Berggipfel werden. (Siehe Abb. 42.) Eine Kette besteht aus einer einzigen oder mehreren Falten, ein ganzes Gebirge wie Alpen oder Anden aus vielen Tausenden solcher.

Beim Faltungsprozeß mag der Gewölbeseitel häufig gesprungen sein, da die obersten Gesteinsschichten spröde waren, während sich die tieferen Schichten des Gewölbefernes infolge des enormen Druckes bildsam — plastisch — verhielten. Der Längsriß im Gewölbeseitel wird durch Verwitterung und Auswaschung bald zu einem Hochtal erweitert. (In unserm Juraprofil sind nicht weniger als sieben derartige Hochtäler sichtbar.)

Denkt man sich die Falten des Schweizer Jura ausgeglättet, so erhält man ein Zuviel, und zwar um mindestens den fünften Teil, das heißt 5 bis 6 Kilometer; um so viel war das Gebiet ehemals breiter; es hat also eine wirkliche Schrumpfung

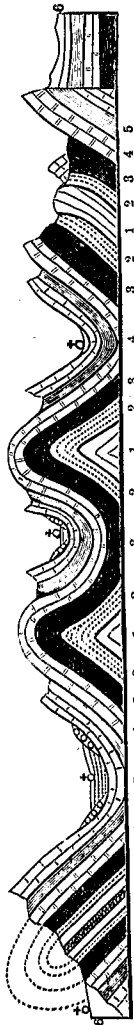


Abb. 42. Profil durch die Ketten des Schweizer Jura von Günsberg über Wehlmühl.
1 Mutschelkalk, 2 Sauper, 3 Stas, 4 Dogger, 5 Malin, 6 jüngere Gesteine, 7 Ströbörfer.
Einß eine zerklüftete Falte, angebeutet durch einen Aufschnitt; rechts eine Verwerfung.

der Erdrinde stattgefunden. Viele Falten stehen schief oder sind ganz umgekippt, woraus zu ersehen ist, daß der gebirgsbildende Schub nicht von unten, wie man früher glaubte, sondern von der Seite, und zwar aus Südosten, erfolgte. Von einer allfälligen Hebung durch vulkanische Ergußmassen oder vulkanische Dämpfe kann schon deshalb keine Rede sein, weil im Kettenjura vulkanische Gesteine fehlen. Dagegen läßt sich neben dem Faltungsprozeß überall die zerstörende und abtragende Kraft des Wassers erkennen, und ihr hat das ursprünglich eintönige Gebirge seine jetzigen vielgestaltigen und malerischen Formen zu verdanken. Vor der Faltung bereits vorhandene Flußsysteme sind natürlich stark gestört und viele Flußläufe förmlich zerstückelt worden. Manche Täler wurden zum Stillstand gebracht und ausgefüllt, andere infolge vermehrten Gefälls rascher vertieft. Einigen Flüssen ist es gelungen, mit der Faltung Schritt zu halten und die Ketten quer zu durchsägen. Durch diese Quertäler und Klüften führen zahlreiche Straßen; sie sind es auch, welche dem Geologen einen wundervollen Einblick in den inneren (tektonischen) Bau des Gebirges gewähren. Wo dergleichen natürliche Einschnitte fehlen, muß der Forscher durch Bohrungen, Schächte, Stollen, Bergwerke usw. einen Blick in die Art und Lagerung der Schichten zu gewinnen suchen; ganz besonders aber kommen ihm dabei die Bahntunnels, speziell die modernen großen Basistunnels (Gauenstein, Gotthard, Weissenstein, Sätzberg, Simplon) zuflatten.

Der Schweizer Jura ist übrigens kein selbständiges Gebirge, sondern nur ein Ausläufer, ein Zweiglein jenes gewaltigen Gebirgssystems, das unter dem Namen der Alpen bekannt ist. Beide sind getrennt durch eine riesige Mulde, welche im Laufe ungeheurer Zeiträume von den Trümmern der Uralpen ausgefüllt wurde; es sind die Nagelfluh-, Sandstein- und Mergelschichten der schweizerischen Hochebene.

Die Ketten des Jura stellen die letzten Schwingungen eines großartigen Faltungsprozesses dar, gewissermaßen die Brandung des steinernen Meeres, dessen Wellen am walten Granit- und Gneismassiv der Vogesen und des Schwarzwaldes zerschellten und zum Stillstand gelangten.

In den Alpen geht alles ins Gigantische, ins Phantastische, ins Unglaubliche, und zwar in solchem Grade, daß die ersten

diesbezüglichen Berichte und Zeichnungen der Schweizer Geologen bei ihren norddeutschen Fachgenossen nur ein bedenkliches Schütteln des Kopfes erregten. Ja, Arnold Escher von der Linth (ein Sohn des Erbauers des großartigen Linthwerkes, durch welches ein ganzer Kanton vor dem Untergang gerettet wurde), jener Escher II., wagte lange nicht, seine Entdeckungen zu ver-



Abb. 43. Einzelne Falte.

öffentlichen, aus Angst, man würde die ganze Geschichte für eine Fabel halten und ihn selber für verrückt erklären. Und seither stellte jede neue Forschung neue Komplikationen fest, so daß es schien, als wären die Alpen ein unentwirrbares, unverständliches und unerklärliches Chaos von zyklischen Ruinen. Die einzelnen Falten lassen sich nämlich nicht so gut erkennen wie im Kettenjura; sie sind umgeklippt, übereinander gelegt, miteinander verknüpft, zu sogenannten Fächern eng zusammengedrückt und häufig durch Verwitterung und Abtragung dermaßen zerstört,

daß von einem Faltensystem, das einst Hunderte von Quadratkilometern bedeckt hat, nur einzelne Felsen übrig geblieben sind. Dabei sind die Schenkel der Falten wieder gefaltet, und die Fältelung wiederholt sich in jedem Handstück, ja selbst in einem mikroskopischen Splitterchen. Da gibt's keinen Stein von Faustgröße, der an seinem ursprünglichen Orte wäre und seine ursprüngliche Beschaffenheit besäße. Die Mittelschenkel der Falten sind häufig zerquetscht und umgewandelt und derart ausgewalzt, daß sie kaum mehr zu erkennen sind, so daß man eine echte Verwerfung vor sich zu haben glaubt. Die Falte

wird dann zur Überschiebung, und die gleichen Schichten wiederholen sich mehrmals in umgekehrter Reihenfolge, wobei oft das Unterste zu oberst gekehrt erscheint. Die Fälle, wo der Fuß eines Berges aus jüngeren, der Gipfel aus älteren Formationen besteht, sind zu Tausenden bekannt. Als ein verhältnismäßig einfaches und deshalb sehr belehrendes Beispiel erwähne ich die Kleine Windgälle im Kanton Uri. Das Fundament besteht aus steil aufgerichteten Gneis, darüber folgt mittlere Juraformation (Dogger), hierauf oberer Jura (Malm) und Tertiär (Braunkohlenformation); darüber liegen statt jüngerer Schichten die um Millionen Jahre älteren Juraschichten; den Gipfel bildet ein prachtvoller Porphyry, ein altvulkanisches Gestein, das erwiesenermaßen älter als die Juraformation und älter als die Faltung der Alpen ist. Wir haben es hier mit einer liegenden Falte zu tun, die größtenteils zerstört ist. (Siehe Abbildung 46.) In diesen Fällen hält es sehr schwer, die ursprüngliche Ausdehnung und den Verlauf der Schichten festzustellen, und der Geologe muß sich dann mit sogenannten Luftkäften behelfen, das heißt er deutet im Profil die fehlenden und die verborgenen oder ausgequetschten Teile der Falten durch punktierte Linien an, wobei naturgemäß Irrtümer nicht immer ausgeschlossen sind.

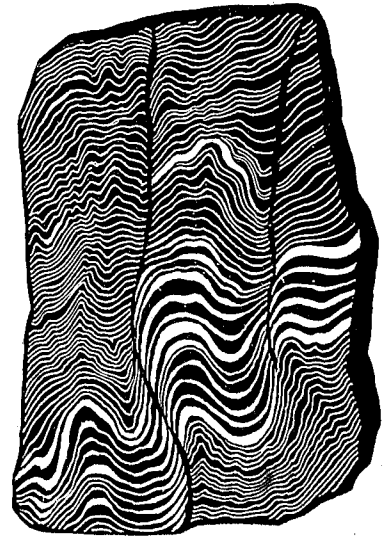


Abb. 44. Gefalteter Schiefer (Handstück) mit zwei kleinen Verwerfungen.

Aber das ist noch nicht alles.

In den letzten Jahren wurde die erstaunliche Entdeckung gemacht, daß die meisten bislang bekannten Falten der Alpen eigentlich nur untergeordneter Art, daß sie gewissermaßen nur

dekoratives Beiwerk, mit anderen Worten, daß sie selbst wieder als Teile noch viel großartigerer Gebilde, nämlich der sogenannten Überschiebungsdecken, aufzufassen sind. Schon seit langem kannten die Schweizer Geologen einige Berge und Gebirgsformationen, die einen ganz fremdartigen Charakter trugen und zu ihrer Umgebung gar nicht paßten. Sie erschienen wie Fremdlinge oder Findlinge und spotteten der bisherigen Fal tungstheorie, weil sie mit benachbarten Falten selbst durch die kühnsten „Luftsättel“ nicht in Verbindung zu bringen waren.

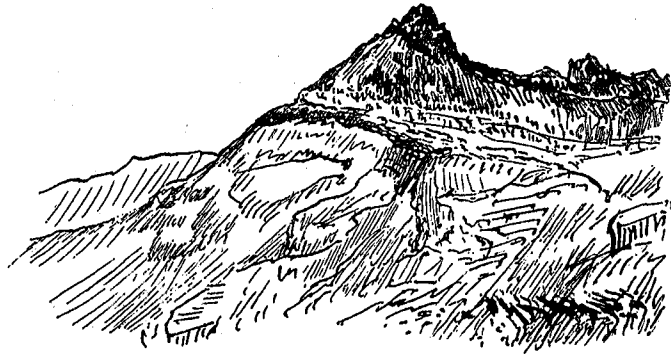


Abb. 45. Kleine Windgälle (Uri), Ansicht.

Ebenso wenig glückte dies durch einige sehr originelle Hypothesen, zum Beispiel durch die Voraussetzung eines alten Gebirges am Nordrand der heutigen Alpen. Dieses Gebirge, für dessen Existenz massenhafte fremdartige Gerölle in den Nagelfluhbänken der Boralpen (Nigi, Roßberg, Speer) zu sprechen schienen, sollte untergegangen und nunmehr von den riesigen Molassefalten bedeckt sein. Aber einige Zeugen guckten noch hervor gleich ägyptischen Sphinxen aus dem Wüstensand. Da war zum Beispiel der zackige Kalkblock der Mythen bei Schwyz, der aus fremd artiger Trias-, Jura- und Kreideformation besteht, während der Fuß aus viel jüngerem Gestein, dem einheimischen Flysch (Braun kohlenformation) aufgebaut ist. Wie Klippen aus dem Ozean, so tauchen sie aus dem Flyschmeer empor. Dasselbe gilt vom Großen Schyn, dem Roggenstock, dem Stanser Horn, dem Buochser Horn und anderen. Sie wurden daher geradezu als

„Klippen“ bezeichnet. Zahlreiche Untersuchungen ergaben aber mit ziemlicher Sicherheit, daß die vermeintlichen „Klippen“ nicht aus der Tiefe kommen, daß sie vielmehr „wurzellos“ sind und auf dem jüngeren Gebirge „schwimmen“ wie der Eisberg auf dem Meere. Die Geschichte wurde immer verzwickter; hier schien der Wissenschaft eine Grenze gesetzt. Da brachte die prophetische Vision eines genialen Franzosen des Rätsels Lösung. Der Pariser Professor Bertrand hatte im nordfranzösischen Kohlengebiet seltsame Überschiebungen beobachtet und kam auf die kühne Idee,

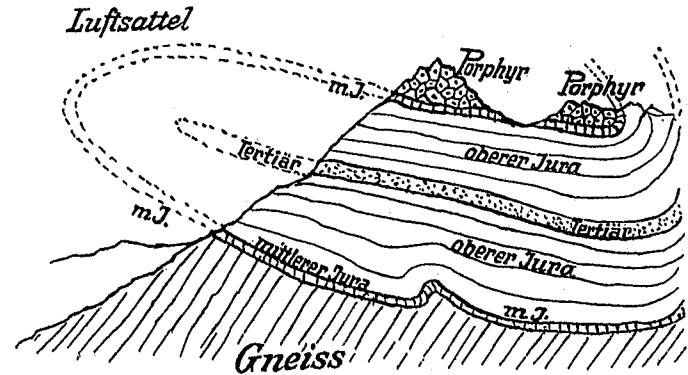


Abb. 46. Kleine Windgälle (Uri), Profil.
 Liegende Falte an der kleinen Windgälle. Die Spitze besteht aus Porphyry, darunter liegen oberer und mittlerer Jura und Tertiär.

die Alpen möchten aus übereinander geschobenen kolossalen Decken bestehen. Danach stammten zum Beispiel die Gesteine der Mythen, des Buochser Hornes und Stanser Hornes etwa aus der Gegend des Comer und Luganer Sees und waren über den Gotthard hinüber an ihren jetzigen Standort „geschlittelt“ worden.

Es ist begreiflich, daß eine so ausschweifende Theorie auf Widerstand stieß, und Bertrand sollte den Triumphzug seiner Ideen nicht mehr erleben; er verfiel in geistige Amnachtung und ist im Februar 1907 gestorben. Aber der ausgezeichnete Züricher Geologe Schardt war durch seine Untersuchungen der Boralpen zwischen Genfer und Thuner See auf ähnliche Ideen geführt worden und fand bald einen begeisterten Mitkämpfer in

seinem Lausanner Kollegen Eugeon (sprich Vilschong), der Überfaltungsdecken auch in den südlichen Zentralmassiven, in den Ostalpen, den Karpathen, den Apenninen und auf Sizilien nachwies. Heute ist die Streitfrage entschieden, und „die Bertrand-Schardt-Eugeonsche Erkenntnis der Überfaltungsdecken hat von 1898 bis heute einen mitreißenden Siegeszug von Westen nach Osten durch die Vertreter der alpin-geologischen Wissenschaft gehalten, wie er ähnlich in der Geschichte unserer Wissenschaft kaum je vorgekommen ist. Wir stehen am Anfang der fruchtbarsten Schaffensperiode. Rätsel, vor denen wir jahrzehntelang ratlos gestanden, lösen sich und erscheinen nun als notwendig und selbstverständlich. Wie Schuppen fällt es uns von den Augen, und als eine zwar enorm verwickelte, aber großartige Faltungseinheit, viel verständlicher, viel harmonischer als früher, stehen heute die Alpen vor unserem geistigen Auge.“ (Alb. Heim, Bau der Schweizer Alpen.)

Was für unfassbar gigantische Kräfte müssen erforderlich gewesen sein, um ganze Gebirge 50 bis 100 Kilometer über bereits bestehende Hochgebirge zu verschieben. Das Säntisgebirge, der Glärnisch, der Mürtschenstock, der Aigen, der Urvirotstock, sie alle waren einst viel weiter südlich, ihre „Wurzeln“ wurden gefunden in einer Linie, die sich von Chur bis Andermatt hinzieht. Auch der Große St. Bernhard, der Monte Rosa, der Simplon sind Trümmer riesiger Überschiebungsdecken, und über dem Gotthard lagen ehemals solche „Decken“ in einer Mächtigkeit von 3000 bis 4000 Meter. Was dereinst in großen horizontalen Abständen zur Ablagerung gelangt ist, liegt jetzt unmitttelbar beisammen oder vertikal übereinander. Wenn wir die Überfaltungsdecken im Geiste abwickeln und die Gebirgsmassen in ihre ursprüngliche Lage zurückversetzen, so erhalten wir das Vier- bis Achtfache der jetzigen Breite. Das Gebiet der Schweizer Alpen, gegenwärtig zirka 150 Kilometer breit, bildete vor den Faltungen und Überschiebungen einen Streifen von 600 bis 1200 Kilometer Breite.

Mit den Überschiebungen steht die Seebildung in Zusammenhang. Durch die kolossalen Deckenfalten wurden die Alpen überlastet; sie sanken ein, die tiefen Täler verloren ihr Gefälle und füllten sich teilweise mit Wasser, sie sind „erfossen“. Dadurch entstanden die sogenannten Randseen wie Wallensee,

Züricher See, Vierwaldstätter See, Brienzler und Thuner See, Bodensee und Genfer See.

Bis zur Stunde sind die Alpen noch nicht gänzlich zum Stillstand gekommen, das Schieben und Rücken und Biegen und Brechen geht in gelindem Maße noch fort, wie die vielen Erdbeben beweisen.

Das ist in ein paar wenigen Strichen die Entstehungsgeschichte eines Ketten- oder Faltengebirges vom Typus der Alpen.

„Immer wieder,“ schreibt Heim im „Bau der Schweizer Alpen“, „immer wieder taucht in meiner Erinnerung das Bild der Alpen auf, wie ich es aus etwa 6000 Meter Höhe über dem Juragebirge, im Ballon stehend, einst genossen habe. Ihre verschneiten Rämme sahen aus wie die Wellen eines brandenden Meeres, die deutlich gegen uns sich zu bewegen schienen. In dem Eindruck lag Wahrheit. Die Alpen sind die Wellen einer langsamen gewaltigen Bewegung der scheinbar festen Erdrinde, die Wellen oder Falten, die sich von Süd nach Nord überholt und überstoßen haben und endlich brandend erstarrt sind — groß für uns und unser Erfassen — klein im Verhältnis zur Mutter Erde — nur wie die kleinen Nuzeln ihres lieben alternden Amiliges. Sie stellen nur ein Stadium dar im Lebenslauf der Erde, ein Zeitalter, wie es ähnlich der Planet Venus, Jupiter, Saturn noch nicht begonnen, der Planet Mars schon überlebt hat. Die Erde selbst aber schwebt, verschwindend klein und unbedeutend, zwischen Millionen ähnlicher Himmelskörper im unendlichen Welttraum, zwischen der Ewigkeit der Vergangenheit und der Ewigkeit unbestimmter Zukunft.“

Bilder-Verzeichnis.

	Seite		Seite
Abb. 1. Ein Ammonshorn	6	Abb. 29. Fingalshöhle auf der Insel Staffa (Schottland)	68
= 2. Kopf des Fischdrachen	6	= 30. Ausbruch des Vesuv im Oktober 1822 (Pintenvolke)	71
= 3. Der Flugdrache	7	= 31. Straße in St. Pierre, März 1903, mit der Felsnadel des Mont Péls im Hintergrund	77
= 4. Karrenfeld (Schraffenalp im Kanton Schwyz)	15	= 32. Die Felsnadel des Mont Péls am 25. März 1903.	78
= 5. Eine Klamm oder Raus (Weichtalklamm)	18	= 33. Flasche, gefunden in St. Pierre nach dem Ausbruch am 8. Mai 1902	79
= 6. Felsruine, Sandsteinfels am Pfaffenstein in der Sächsischen Schweiz	19	= 34. Ein Geiser (Wasservulkan) in Tätigkeit	81
= 7. Talchlucht (Canon) des Colaradosflusses (Nordamerika)	21	= 35. Schematisches Profil eines Teiles der Erdrinde. (Nach A. Strübel)	85
= 8. Das Delta	23	= 36. Das Erdbeben von Messina 1908	97
= 9. Gletscher mit Moränen	26	= 37. Eine sogenannte Verwerfung; Aufhebung des Wadens und Senkung einer Erdscholle während eines Erdbebens	105
= 10. Gletscher am Montblanc	27	= 38. Aufbau des Biegenberges im Galtstättwald bei Kassel. Ein alter, größtenteils abgetragener Vulkan	108
= 11. Gletscher auf Spitzbergen, ins Meer dringend	30	= 39. Querschnitt durch Vogesen, Rheintal und Schwarzwald. (Nach Laspeyres)	110
= 12. Gletschertor am Rhonegletscher	31	= 40. Die Klüften des Serapstempels bei Pozzuoli, unweit Neapel. Im Hintergrund der Monte Nuovo	113
= 13. Ein grönländischer Gletscher	33	= 41. Strandklüften und Terrassen bei Grötne	115
= 14. Schwinnende Eisberge	35	= 42. Profil durch die Ketten des Schweizer Jura von Sämsberg über Weimühl	116
= 15. Natürliche Felsbrücke an der Küste von Schottland	37	= 43. Einzelne Kette	118
= 16. Helgoland	39	= 44. Geldfeller Schiefer (Handstück) mit zwei kleinen Verwerfungen	119
= 17. Fortbewegung des Dünenlandes	40	= 45. Kleine Windgälle (Art). Ansicht	120
= 18. Gangstück von Freiberg mit symmetrisch lagenförmiger Struktur	45	= 46. Kleine Windgälle (Art). Profil. Legende Falte an der kleinen Windgälle	121
= 19. Ein Korallenstock (Madrepore) verkleinert	49		
= 20. Stn- ob. Windungskoralle, verkleinert	51		
= 21. Ringinsel oder Atoll	52		
= 22. Schematische Darstellung der Entstehung einer Ringinsel	52		
= 23. Ein röhrenbauender Ringelwurm (Serpula)	53		
= 24. Globigerinen mit den Kalknadeln der Schale, sehr stark vergrößert	55		
= 25. Kieselalgen (Diatomeen), sehr stark vergrößert	57		
= 26. Schiffsfische	58		
= 27. Der Inselvulkan Ferdinandea	61		
= 28. Der Vulkan Cerro del Atar (Südamerika) mit seinem Gipfelkrater	63		

Namen- und Sachregister.

	Seite		Seite
Areagletscher	29, 32	Denudation	20
Abrafion	36	Diatomeen	58
Abtragung	103	Distonium	24
Abysstische Beben	65	Distotationsbeben	103
Acconcagua	8, 117	Donau	12, 23
Alpen	82	Dünen	38
Alter der Erde	6	Einsturzbeben	13, 102
Ammonshörner	13	Eis, geologische Tätigkeit	25
Anhydrite	64	Eisberge	34
Ararat	100	Eisenbakterien	58
Aristoteles	70, 74	Eisenerze	44
Asche, vulkanische	71	Eiszeit	8, 24, 34
Astka	106	Eibe	12
Affan, Erdbeben	64, 66, 71	Eisandfingebirge	109
Atna	53	Ein, Bergsturz	16
Atoll	62	Erbsenstein	44
Baden i. N.	92	Erdbeben	89
Batang	40	Erdbeben, Fortpflanzungsgeschwindigkeit	94
Bevendt	16	Erdbeben, Verbreitung	93
Bergstürze	121	Erdfern	82, 105
Berttrand	69	Erdrinde	80, 101, 105
Bimsstein	28	Eroffon	17, 109
Blockpfel	49	Großfonsgebirge	109
Blumentiere	81	Eruption, vulkanische	67, 70
Bohlscher	7	Erze	44, 59
Boll	67, 70	Erzgänge	46
Bomben, vulkanische	114	Ester v. d. Bith	118
Bottinischer Meerbusen	65, 105	Eptofionsbeben	103
Branco	36	Faltengebirge	115
Brandung	44	Felsenmeere	28
Braunstein	8, 57	Ferdknaben	62
Braunkohlen	36	Ferdklinge	8, 33
Bretagne	112	Fischdrache	6
Brouage	88	Fische	114
Buchfelber	110	Fledten, geologische Wirksamkeit	59
Bruchgebirge	41	Flugdrache	7
Buntsandstein	92	Flut, zerstörende Wirkung	37
Caracas	93	Flysch	120
Casamitecola	66	Fraas	50
Catania	114	Frostsprengungen	26, 28
Celsius	94	Fundbat, Springflut	38
Charleston, Erdbeben	65	Ganges	23
Chimborasso	114	Gebirgsbildung	104
Christiantaford	20	Geiser	81
Colaradosfluß	72	Senkung, Eruption	72
Cotopaxi	70, 101	Georgios, Vulkan	61
Creebner	81	Geothermische Tiefenstufe	81
Cuchow, Bohrsch	52	Gips, Löslichkeit	13, 43
Darwin	22	Gletscher	8, 24, 29
Deftablindung	65	Gletscherschliffe	33
Demawend	65		

	Seite		Seite
Gletschertor	31	Raacher See	44
Globtgerinen	54	Rabbaye	12
Gobt, Temperaturschwankungen	42	Vallokkithen	86
Goldbau, Bergbau	16	Rapiti	70
Gotteßdamm in Indien	110	La Rochelle	112
Grabenbruch	99, 110	Rava	65, 66
Granit	11, 103	Rége, Dünenvanderungen	40
Grönländische Gletscher	34	Le Vieu	12
Grundmoräne	32, 43	Des Landes	38
Hawai	65	Reiter Bad	12
Hebungen des Landes	36, 112	Rina, Erdbeben	95, 101
Helm	10, 14, 25, 104, 122, 123	Rindemann	109
Helgoland	38	Rintz	17
Hirnkorallen	50	Rissabon, Erdbeben	92, 94
Hobbs	99	Roa, Vulkan	68
Hohentwiel	64	Röcklichkeit der Mineralien	11
Höhlen	13	Röpp	43
Homogene Vulkane	86	Rugeon	122
Horgen, Braunkohlen	8	Ryffische Wüste	41
Horstgebirge	111	Ruare	65
Ichthyosaurus	6	Rangan	44
Indus	23	Martintique	74
Irrblöde	8	Martins	32
Island	66	Moffige Vulkane	86, 108
Jamaica	92	Meerwasser, Zusammensetzung	48
Japanische Neben	92, 93	Mer de glace, Gletscher	29
Jorullo	61	Mergel	7, 48
Journee	12	Messina	92, 93, 95, 100, 101
Jungbühn.	72	Mineralgänge	46
Juragebirge	13, 116	Mineralquellen	12, 44
Kalabrien	91, 92, 95, 98	Mississippi	23
Kalk	11, 12, 14, 48	Missouri, Erdbeben	92
Kalkalgen	59	Molasse	24, 109
Kalkschwämme	53	Monolithische Bauweise	100
Kalktuff	43	Monte Nuovo	61
Kaolinitierung	28	Monte Somma	64
Karlsbader Sprudel	12	Mont Pelé	74
Kärnten, Erdbeben	92	Moränen	30
Karrenfelder	14	Murgang	17
Karst	13	Muscheln	54
Kesselstein	11	Mythen	120
Kettengebirge	104, 115	Nagefluh	7
Kieselalgen	58	Nea	107
Kieselguhr	59	Neuffen, Bohloch	81
Kieselsäure	44	Neufalzwert, Sole	41
Klimaschwarz	65	Nöfidian	69
Klimaschwankungen	24	Orbe	12
Klippen der Vorpalpen	120	Paläontologie	5
Korallen	49	Pangerbede	84
Koffeiz	50	Pelé	74
Krakatau	69, 73	Pertin	66
Krater	62	Pflanzen, felsbildende	56
Kraterseen	72	Pflugstein	8
Kreibetierchen	56	Phlegmatische Felder	65
Kurisches Gaff	40	Pintenvotte	70

	Seite		Seite
Plutonische Gesteine	108	Serapistempel	112
Pochulla	61	Serpuit	54
Robetta	23	Sichwald	22
Popocatepetl	64	Simeto	20
Porzuolt	112	Scandinavien, Hebungen	114
Pterodactylen	7	Staptar Stüßl	66
Quarz	11, 44	Solfatara	62
Quellen	12, 43, 44	Somma	64, 74
Quinet	5	Spezifisches Gewicht der Erde	101
Radium	82	Sprudelstein	44
Rantum	40	Stalattiten und Stalagmiten	46
Rafeneisen	44	Stauungsbeben	103
Reggio	98	Steinschläge	16
Reuß	22	Strandlinien	114
Rhein	19, 48	Stromboli	60, 69
Rhonegletscher	29	Strubeltöcher	17, 36
Richtshofen	36	Stübel	84, 102
Riesentöpfe	17	Sumpferz	44
Riffkorallen	50	Talstufen	24
Ringinseln	52	Tektonische Beben	103
Riohamba, Erdbeben	91, 92	Terrassen	23, 36
Rio Colorado	20, 21	Themse	48
Rogenstein	44	Thermen	12
Rosenwärmer	53	Tiefengesteine	108
Rotes Meer	50, 111	Tiefenlufe, geothermische	81, 82
Rundhöcker	33	Tiefenschlamm	54
Rühlmeyer	86	Tieffecton	56
Sächsischer Schweiz	20, 109	Tolfa, Erdbeben	93
Sahara	41	Torf	56
St. Malo, Stüt	37	Traub	74
St. Pierre	74, 100	Travertin	43
Samum	42	Tuff, vulkanischer	74
Sand, vulkanischer	70	Heberschiebungssedten	120
Sandwischinseln	65	Ullabund	110
Sandwüste	41	Urach, Vulkane	65
San Franzisto	92, 106	Urtere, felsbildende	54
Santorin	66	Ullorbe	12
Schardt	121	Bernagtgletscher	29
Schaukelbewegung	115	Berwertung	106
Schneegegrenze	29	Berwitterung	10, 24
Schneefristalle	25, 28	Besuw	62, 71
Schufkanäle, vulkanische	88	Billaeh, Erdbeben	92
Schüttergebete	93, 104	Bisp-Erdbeben	102
Schutttegel	17	Bogesen	111
Schwämme	53	Bulfane	60
Schwarzwalb	111	Bulkanembryonen	65, 88
Schwefelbatterien	44	Bulkanische Beben	102
Schwefellager	44, 58, 64	= Gebirge	107
Seebeben	94, 99	= Herbe	84
Seebildung	22, 33, 122	Winderofion	43
Seeigel	54	Windgälle	119
Seeireide	48	Zeibrant	100
Seismometer	89	Zittel	41
Senkungen	112	Zürich	5, 24

☞ Kleine Bibliothek. ☜

- Nr. 1. Braun, Ad., Die Tarifverträge und die deutschen Arbeiter.
- Nr. 2. Tscherewanin, A., Das Proletariat und die russische Revolution.
- Nr. 3. Kautsky, Karl, Die Klassengegensätze in der französischen Revolution.
- Nr. 4. Gorter, H., Der historische Materialismus. Aus dem Holländischen übersetzt von Anna Dammekoet.
- Nr. 5. Dunder, Käthe, Die Kinderarbeit und ihre Bekämpfung. Zweite, durchgesehene Auflage.
- Nr. 6. Volkswirtschaftliche Grundbegriffe mit besonderer Berücksichtigung der ökonomischen Grundlehren von Karl Marx. Als Leitfaden für Unterrichtskurse von Dr. Hermann Dunder. Zweite, vermehrte Auflage.
- Nr. 7. Plechanow, G., Die Grundprobleme des Marxismus. Autorisierte Uebersetzung von Dr. M. Nachimson.
- Nr. 8. Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie. Von Friedrich Engels. Mit Anhang: Karl Marx über Feuerbach. Vom Jahre 1845. Fünfte Auflage.
- Nr. 9. Linke, Felix, Ist die Welt bewohnt? Eine Darstellung der Frage nach der Bewohnbarkeit anderer Weltkörper auf Grund unseres jetzigen Wissens von der Natur derselben und vom Leben.
- Nr. 10. Reitz, Dr. Adolf, Die Bakterien. Eine Einführung in das Reich der Mikroorganismen.
- Nr. 11. Boldt, Richard, Der industrielle Großbetrieb. Eine Einführung in die Organisation moderner Fabrikbetriebe.
- Nr. 12. Kautsky, Karl, Parlamentarismus und Demokratie.
- Nr. 13. Frank, Dr. Ludwig, Die bürgerlichen Parteien des deutschen Reichstags. Historische Skizzen.
- Nr. 14. Linke, Felix, Kann die Erde untergehen? Betrachtungen über die kosmische Stabilität unseres Erdenlebens.
- Nr. 15. Bommelt, R., Die Geschichte der Erde. Erster Teil: Wie Berg und Tal entstehen. Kurzer Abriss der dynamischen Geologie.
- Nr. 16. Deutsch, Julius, Aus alten Tagen. Soziale Bilder aus der deutschen Vergangenheit.
- Nr. 17. Boldt, Richard, Das großindustrielle Beamtentum. Eine gewerkschaftliche Studie.

Der Preis eines jeden Büchleins ist broschiert 75 Pfennig,
gebunden 1 Mark.
