

# Vorhersage und Vorbeugung von Vulkanausbrüchen

## ① Folgen eines Vulkanausbruchs

Ein Vulkanausbruch mag die „größte Schau der Welt“ sein, aber der Eintritt ist nicht frei. Der hohe Preis heißt: Zerstörung von Bauwerken, Ernteverluste, vernichtete Vegetation, durch Ascheablagerungen unfruchtbar gewordene Felder, von Staubwolken gedämpfte Sonnenbestrahlung, die sich auf das Wetter auswirkt, und nicht zuletzt die Vernichtung von Leben.

Vermutlich ist es unmöglich, einen Vulkanausbruch ganz zu verhindern - und in dem unwahrscheinlichen Fall, dass es technisch doch einmal machbar sein sollte, sind die Risiken hoch und nützliche Resultate fraglich. Man hat Bombenabwürfe auf Vulkane erwogen, um Ausbrüche entweder zu beenden oder auszulösen. Der guatemaltekeische Vulkan Santa Maria begann 1946 mit einer leichten Eruption, die bald größeren Schaden anrichtete als viele kürzere, aber heftigere Ausbrüche. Der Vulkan stieß keine feste Materie aus, nur Schwefeldämpfe - aber sie zerstörten viele Morgen einst fruchtbarer Kaffeeplantagen. Die Gase strömten sieben Jahre lang aus. Zu den Vorschlägen, wie man dieser Gefährdung von Guatemalas wichtigstem Landwirtschaftsprodukt abhelfen könne, gehörte ein Plan, den Krater zu bombardieren und damit wenigstens zeitweilig den Schlot zu blockieren, durch den die Gase ausströmten. Ehe eine Entscheidung getroffen wurde, löste der Vulkan selber das Problem, indem er aufhörte, Gase auszustoßen.

## ② Frühe Versuche zur Vorhersage

Im Zweiten Weltkrieg erwog man die Möglichkeit, den Vesuv und bestimmte japanische Vulkane zu bombardieren. Wenn dadurch ein Ausbruch ausgelöst werden könnte, so hoffte man, würden die Italiener und Japaner von ihren Kriegsanstrengungen abgelenkt. Die Vulkanologen beurteilten die militärische Wirksamkeit eines solchen Unterfangens skeptisch und wiederum wurde der Versuch nicht durchgeführt. Der Vesuv brach aus, als die alliierten Truppen bereits in Süditalien stationiert waren. Die Landebahnen des Flughafens von Neapel waren mit Asche bedeckt, was die Starts behinderte, aber sonst gab es kaum nennenswerte Beeinträchtigungen.

Im Gegensatz zu diesen Unwägbarkeiten bringt die verlässliche Vorhersage, wann mit einem Vulkanausbruch zu rechnen ist, unschätzbaren Nutzen. Die sorgsame Beobachtung seines Barometers rettete Fernand Clerc, einem der größten Plantagenbesitzer auf Martinique, beim Ausbruch des Mont Pelée das Leben. Er wachte früh am Morgen des 8. Mai auf, sah die Nadel seines Barometers ständig hin und her zucken und handelte unverzüglich. Der britische Autor Frank Lane schildert Clercs Reaktionen in seinem Buch „The Elements Rage“: „Er ließ sofort anspannen, packte seine ganze Familie in die Kutsche und fuhr kurz nach sieben Uhr aus der Stadt. Seine Freunde lachten ihn wegen seiner Angst aus. Er fuhr zum Mont Parnasse, eine Meile von Saint-Pierre entfernt. Als er und seine Familie ausstiegen, blickten sie zur Stadt hinüber. Es war zehn Minuten vor acht am 8. Mai - die Stunde Null für eine der größten Tragödien der Welt.“

## ③ Der Neigungsmesser

Messungen der Vorgänge vor einem Vulkanausbruch sind seit 1902 erheblich genauer geworden. Seismometer registrieren die Zunahme örtlicher kleiner Erdbeben, sogenannter Mikrobeben, die auf Bewegungen des Magma in einem Vulkan hinweisen. Das Aufsteigen von Magma verändert die lokalen Gravitations- und Magnetfelder, und diese Veränderungen deuten auf einen bevorstehenden Ausbruch hin. Auf manchen Vulkanen sind Observatorien eingerichtet worden, die ihre Aktivitäten messen. Ein Instrument, das gute Dienste bei der Vorhersage leistet, ist der Neigungsmesser. In manchen Fällen dringt vor einem Ausbruch Magma in die Kammern und Spalten eines Vulkans ein und lässt ihn zwar nur geringfügig, jedoch messbar anschwellen. Im Wesentlichen besteht ein Neigungsmesser aus zwei Flüssigkeitsbehältern (im Allgemeinen Quecksilber), die durch eine Röhre verbunden sind. Ein „Anschwellen“ des Bodens verändert den Pegel in den Behältern, weil die Flüssigkeit vom oberen in den unteren abfließt. Meistens stehen zwei dieser Instrumente im rechten Winkel zueinander, sodass auch die Richtung der Neigung festgestellt werden kann. Die Neigungsmesser warnen nicht nur, dass ein Ausbruch bevorsteht, sondern können auch anzeigen, dass die Aktivität bloß vorübergehend nachlässt. Ein Beispiel dafür gab es auf dem Kilauea, dem jüngsten Vulkan auf Hawaii mit seinem berühmten

Lavasee Halemaumau, das heißt „Wohnsitz des ewigen Feuers“. 1957 zeigten die Neigungsmesser auf dem Kilauea an, dass die gesamte Oberfläche des Berges anschwell. Dieses Anschwellen setzte sich über die nächsten zwei Jahre gleichmäßig fort, bis eine plötzliche Steigerung des Tempos im November 1959 einen unmittelbar bevorstehenden Ausbruch ankündigte. Er kam am 14. November aus einem Krater in Gipfelnähe, aber es trat nicht viel Lava aus, und im Dezember hörte die Aktivität wieder auf. Der Berg „wuchs“ jedoch immer noch stark an, ein Zeichen dafür, dass der Ausbruch noch nicht vorbei war. Seismische Messungen ließen auf unterirdische Bewegungen der Lava schließen, und am 13. Januar 1960 entstanden in der Innenstadt von Kapaho - fast 45 Kilometer vom Gipfelkrater entfernt - Erdrisse. Außerhalb der Stadt öffnete sich eine 750 Meter lange Spalte, aus der große Mengen Lava quollen und zum Meer flossen. Dämme wurden errichtet, um Kapaho und einen Leuchtturm zu schützen, aber sie hielten sämtlich den Lavamassen nicht stand, die vier Wochen später, als der Ausbruch versiegte, auf 150 Millionen Kubikmeter errechnet wurden. Zu der Zeit zeigten die Neigungsmesser ein starkes Einsacken an, und nach ein paar Monaten hatte der Kilauea wieder den Umfang von vor 1957.

#### ④ **Versuche zur Ableitung der Lava**

Der erste bekannte Versuch, einen Lavastrom abzuleiten, fand 1669 auf Sizilien bei einem schweren Ausbruch des Ätna statt. Ein Mann aus Catania namens Pappalardo hüllte sich mit 50 anderen Bürgern zum Schutz gegen die Hitze in nasse Kuhhäute. Mit Brecheisen und eisernen Haken rissen sie am Rand des Lavastroms in die erstarrende Kruste ein Loch. Lava strömte durch diese Bresche, und damit verlor der sich auf Catania zubewegende Strom beträchtlich an Wucht und Tempo. Bedauerlicherweise bedrohte dieser abgeleitete Strom die kleine Stadt Paterno, woraufhin 500 Bewohner die Catanier mit Waffen vertrieben. Die Bresche verkrustete nun, und die gesamten Lavamassen nahmen wieder Richtung auf Catania. Sie stauten sich zunächst vor der fast 20 Meter hohen Stadtmauer, ergossen sich dann mit voller Wucht über die Stadt und begruben große Teile unter sich.

#### ⑤ **Versuche zur Abkühlung und Verlangsamung des Lavastromes**

Im heutigen Sizilien liegen so viele Dörfer an den fruchtbaren Hängen des Ätna, dass jetzt Versuche, die Lava abzuleiten, nicht mehr erlaubt sind. Derartige Verbote standen den entschlossenen Bemühungen der Isländer auf den Nestmann Inseln (zu denen der neue Vulkan auf Surtsey gehört) nicht im Wege, als sich eine Spalte auf dem Helgafell öffnete, einem Berghang, der knapp einen Kilometer von Heimaey, Islands größtem Fischereihafen, entfernt ist. Der Ausbruch begann im Januar 1973. Innerhalb weniger Stunden waren in der Stadt viele Dächer unter der Last der Asche eingebrochen. Die Bevölkerung wurde evakuiert, aber die Lava drohte den Hafen zu blockieren und die Stadt zu zerstören. Um die Lava abzukühlen, wurde Wasser aus dem Meer auf den sich nähernden Strom gepumpt. Man hoffte, er würde dadurch erstarren. Dank aus den USA eingeflogenen Spezialpumpen verlief die Aktion erfolgreicher als vermutet. Durch Bohrlöcher in der nicht mit Wasser besprengten Lava wurde in 14 Meter Tiefe eine Temperatur von 1000 Grad Celsius gemessen, in der mit Wasser getränkten dagegen nur 700 Grad. Als der Ausbruch im Juni zu Ende war, lag die Stadt in Trümmern, aber die durch den Lavafluss verengte Einfahrt hatte den Hafen geschützter gemacht.

#### ⑥ **Erfolg durch Bombardements**

Ein Ausbruch des Mauna Loa, Hawaiis größtem Vulkan, bedrohte 1935 den Hafen von Hilo. Dr. Thomas A. Jaggar, der Leiter des hawaiischen Vulkan-Observatoriums, gab den Rat, den rasch fließenden Lavastrom an strategischen Punkten zu bombardieren und dadurch kleine Seitenströme zu schaffen. Zwei Ziele wurden gewählt und mit 300-Kilogramm-Bomben belegt. Am folgenden Tag hatte der Lavastrom sein Tempo von 270 Metern auf nur 34 Meter in der Stunde verlangsamt und blieb bald darauf ganz stehen. Diese Aktion kostete 25000 Dollar. Hätte der Strom Hilo erreicht, wäre der Schaden in die Millionen gegangen.



## ⑦ Technische Maßnahmen: Einschnitte und Drainagen

Am schwersten beeinflussbar sind Vulkanausbrüche der Art, die Saint-Pierre zerstörten. Das liegt an der ungeheuren Hitze und Schnelligkeit der Feuerwolke. Man hat jedoch folgende Gegenmaßnahme erwogen: Wenn Siedlungen gefährdet sind, sollte ein Einschnitt an einer anderen Stelle des Kraterandes geschaffen werden, damit die tödlichen Gaswolken in eine andere Richtung entweichen können. Der Kelut auf Java ist durch aufwendige technische Konstruktionen sicherer gemacht worden, um die Bewohner des an seinem Fuße gelegenen Dorfes zu schützen. Die größte Gefahr bildete der tiefe Kratersee in seinem Kegel. Die Ausbrüche des Kelut sind meist heftig, aber kurz, sie können sich jedoch katastrophal auswirken, weil der See aus dem Krater geschleudert wird, sich mit der Asche zu Schlamm verbindet, der dann die Hänge hinabfließt und alles zerstört. Im Jahre 1919 fanden dabei über 5000 Menschen den Tod. Die holländischen Behörden beschlossen daraufhin, ein Tunnelsystem anzulegen, das den See zum größten Teil entwässern sollte. Über dreißig Jahre verstrichen, bis bei der nächsten Eruption 1951 die Tunnels erprobt wurden. Diesmal bildeten sich keine Schlammströme mehr, und nur sieben Menschen kamen ums Leben. Zwei davon waren Vulkanologen, die zufällig in einem der Drainagetunnels arbeiteten, als der Vulkan ausbrach. Allerdings blockierte der Ausbruch die Tunnels, und in einem neuen, tieferen Krater entstand abermals ein großer See. Es wurden keine neuen Abflusstunnels gebaut, und 1966 brachte eine Eruption wieder große Schlammströme mit sich, die viele hundert Menschen unter sich begruben. Seither wurden neuerlich künstliche Abflüsse geschaffen.

## ⑧ Überwachung der gefährlichsten Vulkane

Vulkane in abgelegenen Weltgegenden, die man für erloschen hält, werden manchmal plötzlich wieder aktiv und verursachen schwere Zerstörungen. Man kann nicht jeden Vulkan der Erde beobachten, aber in Japan, auf Hawaii, auf den Philippinen und in Teilen Indonesiens - dicht besiedelten Gebieten, die ständig durch Vulkane gefährdet sind - nimmt man die Überwachung sehr ernst. Es ist heutzutage unwahrscheinlich, dass ein Vulkanausbruch die Umgebung unvorbereitet trifft. Bei rechtzeitiger Warnung können sämtliche Anwohner evakuiert werden. Vulkane sind höchst unterschiedlich, und nur für die auf Inseln, in der Nähe von Seen oder anderen großen Wasserflächen gelegenen lässt sich eine allgemein gültige Regel aufstellen: Wer das Schauspiel einer Eruption genießen will, sollte dies nicht vom Ufer aus tun. Er sollte vielmehr an den Krakatau denken und zusehen, dass er auf einen Berg entkommt, je höher, desto besser!

## ⑨ Leben am Vulkan

Trotz der großen Gefahr, die beim Ausbruch eines Vulkans besteht, leben viele Menschen in der Nähe dieser Feuer speienden Berge. Wohl deswegen, weil dieser Lebensraum viele positive Faktoren bieten kann. Zwischen den Ausbrüchen liegt meist eine lange Zeit. In dieser langen Schonfrist für die Umgebung des Vulkans bilden sich um den Berg herum günstige Lebensbedingungen für die Natur. Die Vulkanasche ist ein guter Dünger, und der Boden um den Vulkan fruchtbar und ertragreich. Es eröffnen sich aussichtsreiche landwirtschaftliche Möglichkeiten. Aber auch die Hitze und die Dämpfe, die aus dem Inneren des Vulkans kommen, können nicht nur todbringend sein. Auf Island fördert die vulkanische Tätigkeit heiße Quellen. Man hat dort Heizwerke gebaut, die aus diesen natürlichen Quellen versorgt werden. Außerdem entstanden Heilbäder. In Italien erzeugt man aus dem heißen Dampf sogar Elektrizität. Die vulkanischen Gesteine (Bims, Basalt) können gut als Baumaterial verwendet werden. Nicht zuletzt bietet die üppige Natur, gepaart mit der reizvollen Landschaft der Vulkangebenden, Möglichkeiten für Tourismus und Wintersport, was den dort ständig lebenden Menschen den Lebensunterhalt sichert.

### Arbeitsaufgaben:

- ① Lies den Text aufmerksam und durch.
- ② Unterstreiche in den Abschnitten ②-⑦ alle Sätze mit Vorhersage- und Vorbeugemaßnahmen, die ausprobiert worden sind.
- ③ Schreibe die Sätze auf einem Blatt zusammen.
- ④ Notiere stichpunktartig, was Menschen veranlasst, in der Nähe von Vulkanen zu wohnen.