

Kapitel 12 Vulkanismus

1) Wann ereignete sich der letzte verheerende Ausbruch des Yellowstone – Vulkans?

630.000 Jahren

→ In den letzten 2 Millionen Jahren, hat sich ein solcher Ausbruch 6 Mal ereignet. Sicher ist, dass es in geologischer Kürze wieder zu einem Ausbruch kommen wird, der sogar schon überfällig ist.

2) Was ist der Grundstoff aller Vulkane?

Magma bzw. Lava

→ Die Asthenosphäre ist ein wichtiges Liefergebiet von Magma. In Tiefen von **über 100 km** und Temperaturen von **über 1300 Grad** werden hier Gesteine aufgeschmolzen. Als Sekundärquelle von Magma werden untere Teilbereiche der Lithosphäre betrachtet, die wiederaufschmelzen können. An der Erdoberfläche ausfließendes Magma wird als Lava bezeichnet.

3) Wie kann Magma an die Erdoberfläche gelangen?

Magma kann an Schwächezonen oder durch partielles Aufschmelzen der Lithosphäre nach oben gelangen, dort ausfließen und Vulkane bilden, da sie weniger dicht ist als ihr umgebende Gestein.

4) Was umfasst das Geosystem Vulkanismus?

Alle Prozesse, von der Heerstellung der Magmen bis zur Eruption. Sie kann als ch. Fabrik betrachtet werden, die die Magma verarbeitet und die Lava durch ein „Fördersystem“ nach oben befördert. (WDH. Magmatische Differentiation: Wann Magma aufschmilzt, dann nimmt sie bei ihrem Aufstieg in die Lithosphäre ch. Bestandteile auf. Es können sich aber auch ch. Bestandteile absetzen und dann verarmt die Schmelze an ch. Substanzen.)
- Fließt Lava aus, gehen flüchtige Bestandteile in die Atmosphäre oder in die Ozeane über. Vulkane sind somit ein klimawirksamer Faktor und mit dem System Klima eng verbunden.

5) Welche Informationen kann man aus Lava gewinnen?

Laven liefern wichtige Hinweise auf die physikalischen Eigenschaften des oberen Erdmantels, aus denen die Magmen stammen. Außerdem sind Altersbestimmungen von bis zu Milliarden Jahren möglich.

6) Was versteht man unter einer A Zentral und B Spalteneruption?

A: Entleerung der MK (Magmenkammer) am Hauptkrater

B: Bei Zunehmender Größe des Vulkans auch Entleerung an den Flanken und an seitlichen Schloten.

7) Wann wird eine Eruption besonders heftig?

Je mehr Gase die Laven haben und je höher der SiO₂-Gehalt.

8) Wann wird die Lava besonders zähflüssig (viskos)?

Je mehr SiO₂ Gehalt und je kühler die Temperatur der Lava

9) Zu welchen magmatischen Gesteinstypen erstarren Laven im Wesentlichen?

Basalt (zu dem auch die Aa-Laven (Brockenlava), die Pahoehoe-Laven (Stricklava) und die Pillow-Laven (Kissenlaven) gehören), Andesit, Rhyolit

10) Was ist charakteristisch für basaltische Laven?

- Basalt ist ein basisches Effusivgestein mit hohen Anteilen an Eisen, Magnesium, Calcium, jedoch wenig SiO₂.
- häufigste Gesteinsschmelzen, Gesteinsäquivalent: Gabbro
- entstehen an Spreading-Zentren, an Hot Spots und an kontinentalen Rift-Strukturen
- glüht hellrot bis gelblich, erkaltet grau bis dunkelgrau
- sind aufgrund des geringen SiO₂-Gehaltes sehr dünnflüssig
- Fließgeschwindigkeit: einige km/h, zeitweise mit 100 km/h
- basaltische Vulkanausbrüche sind selten explosiv, eher fließt die Lava an den Flanken des Vulkans seitwärts ab
- erstarren zu Aa- oder Pahoehoe-Laven auf dem Festland

→ Aa-Lava (Brockenlava):

Findet man weiter vom Ausbruchsort entfernt, enthält kaum Gase, fließt langsamer, erstarrt zu einer dicken Kruste, die, bei weiterem Fließen, sehr scharfkantig zerbricht

→ Pahoehoe-Lava (Stricklava):

Findet man nahe am Ausbruchsort; schichtförmiges Ausbreiten dünnflüssiger Lava, deren obere Haupt erstarrt, während die unteren Schichten weiter fließen können und alles zu Wülsten zusammenschiebt

→ Pillow-Lava (Kissenlava)

Findet man unter der Wasseroberfläche; runde, erstarrte Lava mit Klumpenform und Durchmesser von 1 Meter am z. Bsp. Mittelozeanischen Rücken. Pillow-Laven auf dem Festland sind ein Indiz für frühere Bedeckung mit Wasser. Die Außenhaut eines Pillows wird bei der Entstehung durch das Wasser zu einem Gesteinsglas abgeschreckt.

11) Was ist charakteristisch für andesitische Laven?

- Gesteinsäquivalent: Andesit, oder Dazit

- Der SiO₂-Gehalt liegt zwischen dem niedrigen der Basalte und dem hohen der Rhyolite

- Entstehen an Vulkangürteln aktiver Plattengrenzen bzw. an Subduktionszonen
- Aufgrund von niedrigeren Temperaturen als bei basaltischen Laven und höherem SiO₂-Gehalt, fließt die Lava deutlich schlechter und kann sich im Vulkanschlot zu einer Blockade aufstauen, bevor die angesammelten Gase eruptiv entweichen und große Explosionen erzeugen

12) Was ist charakteristisch für rhyolitischen Laven?

- Neben erhöhtem Natrium und Calcium hoher SiO₂-Gehalt (über 68%)
- Gesteinsäquivalent des Rhyolit
- Rhyolitische Schmelzen entstehen dort, wo aus dem Mantel aufsteigende Magmen zur Aufschmelzung großer Bereiche der kontinentalen Kruste führt
- Rhyolite sind hell und oftmals rosa gefärbt
- unter dem Yellowstone NP sammeln sich zurzeit große Mengen an rhyolitischen Laven an. Da rhyolitische Laven aufgrund der höchsten SiO₂-Werte sehr zähflüssig (viskos) sind, stapeln sie sich in Fließrichtung gewöhnlich knollenartig auf. Unter ihnen sammeln sich so oft Gase, weshalb sie als besonders gefährlich und explosiv gelten, so wie unter dem **Yellowstone-Nationalpark der Yellowstone-Supervulkan**.

13) Was ist die Ursache für ein unterschiedliches Gefüge der Vulkanite?

Grobkörnige Gefüge: Erstarren langsam und knapp unter der Oberfläche, so dass die Kristalle Zeit haben, um zu wachsen

Feinkörniges Gefüge: Erstarren beim Herausschleudern schnell, so dass die Kristalle keine Zeit haben, um zu wachsen. (bei hohem SiO₂-Gehalt erstarren sie zu vulkanischen Gläsern wie Obsidian)

Gashohlräume & Blasen: Entstehen, wenn Gase entweichen wie bei einer Flasche Mineralwasser, wenn der Druck beim Aufsteigen nachlässt.

14) Was sind A Bims und B Mandelsteine?

Bims ist ein extrem blasenreicher Lavatyp

Als Mandelsteine werden Laven bezeichnet, wenn in ihren Hohlräumen neue Kristalle wachsen.

15) Was sind pyroklastische Ablagerungen und welche gibt es?

Kommt es zu besonders starken Eruptionen, kommt es zu pyroklastischen Ablagerungen. Als Pyroklasten oder Tephra wird die Gesamtheit aller vulkanischen Förderprodukte bezeichnet.

Entsprechend ihrer Größe werden sie in unterschiedliche Klassen eingeteilt:

- Aschen: unter 2mm (können sich weltweit verteilen)
- Lapilli: 2-64mm
- Bomben & Blöcke: über 64mm (können bis über 10 km weit geschleudert werden)

16) Was sind vulkanische Tuffe, Tuffite und vulkanische Brekzien?

- Tuff: feinkörniges, verfestigtes Lockermaterial am Lieferort
- Tuffit: umgelagerte Tuffe
- Vulkanische Brekzien: Entstanden aus den größeren Fragmenten

17) Wann erfolgt die Verfestigung der pyroklastischen Förderungsprodukte (Lithifizierung)?

Entweder schon in der Luft oder durch diagenetische Zementierung am Boden durch Neubildungen von Mineralen.

18) Was sind pyroklastische Ströme?

Spektakuläre, aber oft die verheerendste Form von Vulkaneruptionen, wenn Gase, Aschen und Stäube als Glutwolken mit 800 Grad und Geschwindigkeiten von 200 km/h den Hang des Vulkans abwärts rasen. Feste Partikel werden durch Gase und heiße Luft in Schwebelage gehalten, so dass der Reibungswiderstand gering ist und sich der Strom sehr schnell ausbreiten kann.

19) Wovon ist die Morphologie aktiver Vulkane abhängig?

- Eigenschaften der geförderten Laven
- Geschwindigkeit, wie schnell Laven produziert werden
- Von Fördersystem, durch das die Laven an die Oberfläche gelangen

20) Welche Vulkantypen gibt es?

A.) Zentraleruptionen

-> Führen zu den bekanntesten kegelförmigen Vulkanen über einen zentralen Schlot, einer Öffnung am oberen Ende eines röhrenartigen Förderkanals.

1. Schildvulkane

Durch mehrmaliges Ausfließen von basaltischer Lava aus einem Zentralschlot oder aus den Flanken entstehen sie über mehrere Millionen Jahre. So entstehen viele flach geneigte Schichten durch dünnflüssiges Abfließen.

Bsp.: Mauna Loa auf Hawaii (auf dem die CO₂-Konzentration der Atmosphäre gemessen wird)

2. Vulkanische Quell- oder Staukuppen

Saure Lava, die stark viskos ist, fließt nicht seitlich ab sondern verstopft den Zentralschlot. Gase stauen sich an bis es zur Explosion kommt und die Quellkuppe zerstört wird.

Bsp.: Mount St. Helens (1980)

3. Schlackenkegel

Wall aus Lockermaterial, welches sich um den Krater, bzw. um den Eruptionsschlot ringförmig anhäuft.

Bsp.: Schlackenkegel in der Vulkaneifel

4. Schichtvulkane (Stratovulkane)

Ähnlich wie ein Schildvulkan, jedoch kommt es hier zum Wechsel von Tuffen und Laven. Radialspalten mit erstarrter Lava festigen den Förderschlot: Fudschijama Vulkan / Hawie

5. Krater

Kegelförmige Senke, die nach einer Lavaeruption i.d.R. durch zurückfließende Lava in den Förderschlot freigelegt wird. Das zurückfließende Material erstarrt und wird beim nächsten Ausbruch als pyroklastisches Material herausgesprengt.

6. Calderen und resugente Calderen

Nach einem Ausbruch fällt die leere Magmakammer unter der Auflast zusammen und bildet einen großen Krater, der mit Wasser gefüllt sein kann. Wenn sich die Magmenkammer wieder füllt und es zur Aufwölbung der Caldera kommt, spricht man von einer resugenten (wieder auflebenden Caldera). Dieser Zyklus kann sich häufig wiederholen. Calderen können Durchmesser von 50km oder mehr erreichen. Die Yellowstone-Caldera ist die aktivste Caldera in den USA.

7. Diatreme

Diatreme sind Überbleibsel aus verfestigten Vulkanischen Brekzien in einst verfüllten Vulkanschloten, nach Abtragung der umliegenden Vulkanschichten oder Sedimentgesteinen. Diese Durchschlagsröhre ist mit pyroblastischen Tuffen oder Brekzien plombiert. Die im Diatrem vorgefundenen Gesteine und Minerale konnten nur in großen Tiefen um 100 km – als im oberen Erdmantel – entstanden sein. Diatreme bilden oft auch Verlängerungen von Maaren in die Tiefe hin, vor allem wenn der Gasreichtum einer Schmelze nicht belegt werden kann.

Bsp.: Ship Rock oder Kimberlyschlote (oberer Mantel aus Peridotit)

B.) Spalteneruptionen

-> Die größten Eruptionen stammen nicht von Zentraleruptionen sondern von Spalteneruptionen – große, nahezu vertikal verlaufende Spalten an der Erdoberfläche, die oftmals dutzende km lang sind. Solche Spalteneruptionen treten am Mittelozeanischen Rücken oder auf Grönland, einem freigelegten Bereich des Rückens, auf.

1. Flutbasalte / Trapp

Schichten aus, von Spalteneruptionen geförderter, sehr dünnflüssiger, erstarrter Lava. Nur wenn das meiste Material aus einem Zentralschlot gefördert wird, entsteht dabei ein Schildvulkan.

2. Pyroklastische Ströme – Aschestromablagerungen (Ignimbrit)

Pyroklastische Ströme lagern durch Spalteneruptionen ausgedehnte harte Decken mit Tuffen ab, die als Aschestromablagerungen bezeichnet werden. Nachdem der Strom zur Ruhe gekommen ist, können die Tuffe miteinander verschweißen, so dass der Tuff in ein Festgestein übergeht.

21) Welche Wechselwirkungen gibt es mit dem Vulkanismus und anderen Systemen?

Vulkane fördern Gase wie Wasserdampf, Co₂, Schwefeldioxid, und Spuren von Stickstoff, Wasserstoff Kohlenmonoxid, Schwefel und Chlor. Einige der Gase gelangen erstmals an die Oberfläche (juvenile Gase). Andere Gase mögen von Beimengungen aus der Atmosphäre kommen, wieder andere stammen aus dem Gestein selbst. Es gibt somit Wechselwirkungen mit der Umwelt. Hydrosphäre und Atmosphäre sind exemplarisch herausgegriffen:

A Hydrosphäre

1. Fumarolen

Gasexhalationen, überwiegend Wasserdampf, aber auch andere gelöste Stoffe bei 200 – 800 Grad. Diese durch Eisenverbindungen und Thermogas gefärbten Substanzen sind für Fumarolen typisch.

2. Solfataren

Weniger heiße (100 bis 250 Grad) Exhalationen von Wasserdampf und Schwefel. Durch Oxidierung von Schwefelwasserstoff entsteht reiner Schwefel, der sich als gelber Belag an der Austrittsstelle der Solfataren zeigt und wirtschaftlich abgebaut werden kann.

3. Mofette

Exhalation von Co₂ bei unter 100 Grad. Sie treten in aktiven UND erloschenen Vulkangebieten auf. Bsp.: Laacher See (Eifel) und Vorland der schw. Alb.

4. Heiße Quellen und Geysire

Ein Geysir ist eine heiße Springquelle, die in regelmäßigen Abständen Wasser ausstößt. Sie entstehen, wenn unterirdisch zirkulierendes Wasser in Kontakt mit Magma im Untergrund kommt, welche seine Hitze für Jahrtausende erhalten kann. Der bei hydrothermalen Phänomenen freiwerdende Dampf sowie das Thermalwasser lassen sich häufig zur Gewinnung geothermischer Energie nutzen.

B Atmosphäre / Klima

Vulkane können das Wetter und auch das Klima beeinflussen. Der Vulkan **Tambora 1815** steht im Zusammenhang zum Jahr ohne Sommer, als Staubpartikel das Klima abkühlten und selbst im Juli in England Schneestürme auftraten. Dazu gab es Hungersnöte und 90.000 Opfer. Zudem stand der Vulkanausbruch in der sog. kleinen Eiszeit aufgrund eines langen Sonnenminiums (Maunder & Dalton-Minimum) statt. So traf es die Menschheit gleich doppelt hart. Auch 1992 verursachte der Vulkan Pinatubo eine weltweite – vorübergehende - markante Abkühlung von 0,5 Grad. Globale Abkühlungen treten dann auf, wenn die Aschewolken in die Stratosphäre eindringt.

22) Wie sind Vulkane weltweit verteilt?

Viele Vulkane gibt es um den sog. Zirkumpazifischen Feuerring. Die Ansammlung von Vulkanen lässt sich auch hier durch plattentektonisch aktive Zonen erklären:

80% der Vulkane sind an konvergierende Plattengrenzen, 15 % an divergierende Plattengrenzen gebunden. Der Rest sind **Intraplattenvulkane**, wie sie z. Bsp. bei Hot Spots auftreten (Bsp. Insel Hawaii).

Der größte Teil der gefördert Laven stammt aus den Spreading-Zentren am mittelozeanischen Rücken.

Das Mengenverhältnis spricht auch eine deutliche Sprache:

→ Nur 1 Kubikkilometer Lava / Jahr wird durch die ca. 400 aktiven Vulkane gefördert; 3 Kubikkilometer aber allein am mittelatlantischen Rücken. Die Magmen entstehen vor allem, wenn Peridotit im Erdmantel durch Druckentlastung aufschmilzt.

23) Was versteht man unter Black Smokers?

„Rauchende, heiße Quellen“ am Mittelatlantischen Rücken in der Tiefsee. Hier ermöglicht neu gebildete ozeanische Kruste eine Zirkulation des Meerwassers. Auf dem Kamm der Mittelatlantischen Rückens fließt bis zu 300 Grad heißes und durch Sulfidminerale dunkel gefärbtes Wasser heraus, woher auch der Name stammt. Andere Wässer sind hingegen heller, weil sie aus einer anderen Zusammensetzung bestehen und kühler sind. Man schätzt, dass in ca 10 Millionen Jahren die gesamte Wassermenge der Weltmeere durch diese Zentren zirkuliert.

Des weiteren erkannte man, dass diese Zentren die chemischen, biologischen und geologischen Verhältnisse stark mit beeinflussen:

→ 60% des Wärmeüberflusses aus dem Inneren der Erde wird durch das zirkulierende Wasser abgegeben

→ In der neu gebildeten Kruste, führt hydrothermale Tätigkeit zum Lösen von Metall und anderen Element-Ionen, die anschließend in die Ozeane gelangen, in etwa so viel, wie durch alle Flüsse ins Meer gelangt.

→ Ausfällung von Sulfidmineralen, die an höhere Bereiche der Kruste Erze mit hohen Gehalten an Zink, Kupfer und Eisen bilden. Entsteht dadurch, dass kaltes Meerwasser durch die Klüfte in junge ozeanische Krustenbereiche kommt, dort aufgeheizt wird und diese Elemente aus der jungen Kruste auslaugt.

→ Den mittelatlantischen Rücken besiedeln Millionen fremdartiger Organismen, die ihre Energie nicht aus Sonnenlicht, sondern aus dem Erdinneren erhalten, meist Archaebakterien, die Muscheln oder Würmern als Nahrung dienen. Man geht inzwischen davon aus, dass das Leben an solchen Zonen der Erde entstanden ist.

24) Was wissen Sie über Vulkanismus an Subduktionszonen?

Die Magmen dieser, an Subduktionszonen gebunden Vulkane, entstehen dadurch, dass von der abtauchenden Lithosphärenplatte flüchtige Bestandteile, vor allem Wasser, in die darüber liegende Asthenosphäre aufsteigen.

Dort wird durch diese fluiden Phasen der Schmelzpunkt des Mantelgesteins herabgesetzt, so dass es zum Schmelzvorgang kommt. Diese Magmen sind weitaus inhomogener, als die basaltischen Laven. Ihre ch.

Zusammensetzung reicht von basisch (wenig SiO₂) bis sauer (viel SiO₂), also von basaltisch bis rhyolithisch, meist jedoch **andesitisch (intermediär)**.

Über dem Meer bilden sich Vulkaninseln und über den Festland Vulkangürtel. (Bsp: Anden, Kaskadengebirge durch Juan de Fuca-Platte, Mt. St. Helen, Rainer,...)

25) Was wissen Sie über Intraplattenvulkanismus und Manteldiapire?

Vulkane in den Platten (Intraplattenvulkanismus) werden Hot-Spots gespeist:

Hawaii entstand dadurch, dass sich eine Platte über einen stationären Hot Spot bewegt. Hot Spots fördern heißes, plastisches Material aus den Tiefen der Erde (ggf. bis zur Kern/Mantelgrenze) in engen schlauchartigen Konvektionsströmen.

Wenn in einem Manteldiapir die aufsteigenden Peridotite die Stockwerke mit geringerer Dichte erreichen, schmelzen sie und es entsteht ein basaltisches Magma, was die Lithosphäre durchdringt und an der Oberfläche ausfließt. Die Bewegung der Platte führt daher zu einer Reihe älterer, erloschener Vulkane, die in Reihe hintereinander auftreten. Auf Hawaii bewegt sich z. Bsp. die pazifische Platte mit ca. 100 mm pro Jahr über den Hot Spot. Manteldiapire scheinen über einen längeren Zeitraum ortsfest zu sein. Es gibt aber auch die Überlegung, dass Hot Spots über längere Zeit ihre Lage verändern können (**Inselknick auf Hawaii**), da hier die Richtung der Plattenbewegung **gleich geblieben** ist.

Eine Hypothese, dass Hot Spots schlauchförmige Zonen darstellen, in denen Material aus dem tiefen Erdmantel aufsteigt, ist umstritten. Hot Spots können in einer Zeit von bis zu 1 Millionen Jahren Lavamengen fördern, die der Produktionsrate des gesamten mittelatlantischen Rückens entspricht.

Ebenso ist die Reihung von Calderen im **Yellowstone NP** ein Ergebnis der absoluten Plattenbewegung der Nordamerikanischen Platte über einen Ortsfesten Hot Spot mit ca. 25mm/ Jahr.

26) Wie werden A absolute und B relative Plattenbewegungen bestimmt?

A Durch Hot Spots oder GPS Messungen

B Relative Plattenbewegungen zu einer anderen Platte ebenso mit GPS

27) Was versteht man unter Slap Pull?

Als wesentlichen Antrieb der Plattentektonik werden die Platten verstanden, die subduziert werden, wie etwa die Pazifische, die Nazca-, Cocos- und die Indoaustralischen Platte. Wo hingegen keine wesentlichen Teile subduziert werden, wie bei der Eurasischen und Afrikanischen Platte, ist die Plattengeschwindigkeit deutlich langsamer. Eine subduzierte Platte ist also aktiv im Bewegungsprozess mit eingebunden und beschleunigt ihn.

28) Nennen Sie Beispiele für große Vulkanprovinzen!

Vulkanprovinzen bestehen aus mächtigen, großflächig verbreiteten, überwiegend basischen Effusiv- und Intrusivgesteinen, deren Entstehung noch ungeklärt ist. Diese Vulkanprovinzen bestehen entweder aus kontinentalen Flutbasalten und den damit verbundenen Intrusivgesteinen oder aus submarinen Flutbasalten sowie aus den aseptischen Rücken der Hot Spots. Flutbasalte sind nicht auf Kontinente begrenzt, sondern bilden auch ausgedehnte submarine Plateaus, wie etwa das Otong-Java Plateau im Norden der Insel Neuguinea oder Teile des Kerguelen-Plateaus im südlichen Indischen Ozean. Andere Beispiele wären das Columbia-Plateau im Nordwesten der USA, Äthiopien, Deccan in Indien oder die Flutbasalte in Sibirien, die mit einem Massensterben am Ende des Perms durch eine Klimaerwärmung im Zusammenhang stehen.

Viele Geologen denken, dass nahezu alle Vulkanprovinzen durch Hot Spots erklärt werden können. Dabei denkt man, dass es bei einer Neubildung eines Hot Spots zur einer pilzförmigen Aufwölbung der Magma kommt, welche dann großflächig Laven produziert, erheblich mehr, als zu späteren Zeiten der Hot Spots. Andere meinen jedoch, dass große Lavamengen an die prähistorischen Schwächezonen auf den Kontinenten gebunden sind und daher ein Hinweis sind, dass Magmen durch Konvektionsströme im oberen Mantel entstehen.

29) Welche Risiken gehen von einem Vulkanausbruch aus?

Lahar

Schlamm- und Schuttströme aus wassergesättigtem Material. Das Wasser stammt aus Regen, Kraterseen Eis oder Flüssen. Sie bilden sich, wenn ein pyroklastischer Strom z. Bsp. auf ein Schneefeld trifft.

Kollaps eines Vulkanberges

Z. Bsp. eines Schichtvulkans, der an sich schon instabil ist, ausgelöst z. Bsp. durch ein Erdbeben. Eine Flanke des Vulkans kann zu steil werden oder abbrechen. Solche Vulkanrutschungen ereignen sich ca. 4 Mal / Jahrhundert.

Rutschen diese Massen in die Meere ab, kommt es zu verheerenden Tsunamis. Auf Hawaii fand man z. Bps. marine Schotter-sedimente in ca. 300 Meter Höhe über NN.

→ Akutes Beispiel eines bevorstehenden Kollaps mit Tsunami: **Schildvulkan Kilauea** / Hawaii: Die Bewegung der Südflanke: 25 cm pro Jahr in Richtung Meer. Vor kurzen kam es zu einer erschreckenden Beschleunigung dieser Bewegung auf 50 mm / Tag (!), ehe die Geschwindigkeit wieder abnahm. In geologisch gesehen naher Zukunft, wird diese Flanke abbrechen und einen gewaltigen Tsunami auslösen, der für sämtliche Küstengebiete des Pazifiks, einschließlich Kalifornien sehr schlimm wäre.

Einbruch einer Caldera

Der Einbruch einer Caldera ist zwar selten, aber eines der schlimmsten Naturkatastrophen der Erde. Solche möglichen Einbrüche werden oft überwacht:

Geologen beobachten mit Sorge die Zunahme kleiner Erdbeben in der Yellowstone-Caldera. Ebenso sind Hinweise wie die Hebung der Caldera als Zeichen zunehmender Aktivität der Magmenkammer zu bewerten. Seit 1992 dort ausströmendes Gas an der Long Valley Caldera hier zum Absterben der Bäume.

Eruptionenwolken

Eruptionenwolken in der Atmosphäre können große wirtschaftliche Schäden anrichten, wenn der Flugverkehr (wie in 2010 über Europa geschehen) eingestellt werden muss. Ebenso kühlen große Mengen vulkanischer Aschen, die bis in die Stratosphäre geschleudert werden, das Erdklima ab und vermindern die Sonneneinstrahlung.

30) Wie können Risiken durch Vulkane vermindert werden?

Durch eine Kombination von Wissenschaft und Öffentlichkeitsarbeit können Auswirkungen stark vermieden, jedoch keineswegs verhindert werden.

→ Landnutzung einschränken; weniger Besiedlung in Gefahrenzonen

→ Der Vulkan Rainier in Washington, brach in den letzten 6000 Jahren öfter mit massiven Überschwemmungen und Laharen aus. Das zeigen Sedimentuntersuchungen. In dieser Zone leben heute aber 150.000 Menschen. Ein neuer, unvorhergesehener Ausbruch könnte die gesamte Wirtschaft des pazifischen Nordwestens sowie Unsummen von Opfern bedeuten.

31) Können Ausbrüche vorhergesagt werden?

In vielen Fällen lässt sich durch Aufwölbung des Bodens, Gasaustritt oder die Zunahme von Erdbeben, auf eine Eruption schließen.

2 Beispiele für vorgewarnte Ausbrüche:

Vulkan Mount St. Helens 1980

Vulkan Pinatubo 1991 auf den Philippinen (sorgte für kurzzeitige Abnahme der globalen Temperaturen von 0,5 Grad)

→ Eine Verbesserung der Vorhersage und Überwachung ist dennoch erforderlich!

32) Kann man Vulkanausbrüche kontrollieren?

Nein. Was man aber kann ist den Lavastrom durch künstliche Beregnung abbremsen. Die beste Vorsorge ist jedoch weiterhin ein Besiedlungsstopp gefährdeten Gebieten, Evakuierungen, Notfallpläne und Warnsysteme.

33) Was sind die Haupttodesursachen bei Vulkanausbrüchen?

- pyroklastische Ströme; Hungersnöte; Tsunami; Schlammströme

34) Welche Rohstoffe – oder welchen Nutzen kann man aus der Vulkanaktivität ziehen?

- **Geothermische Energie** nutzen: San Francisco wird mit Energie aus den Geysiren in Kalifornien versorgt. Auch wird die Hauptstadt Islands komplett mit dieser Energieform versorgt.

- Geothermische Speicher mit Temperaturen über 180 Grad sind für eine direkte Erzeugung von el. Energie nutzbar. Sie treten besonders bei jungen Vulkanen in Form von heißen, trockenen Steinen oder heißem Dampf auf

- **Böden** auf Vulkangestein sind besonders fruchtbar durch die Fülle an mineralischen Nährstoffen

- Die geförderten Gesteine, Gase und Dämpfe sind eine wichtige Quelle für Industrieminerale und Chemierohstoffe wie Bimsstein, Ammoniak, Co₂, und zahlreiche Metalle.

- Das in den Vulkansystemen der mittelatlantischen Rücken zirkulierende Wasser ist wichtiger Faktor bei der **Bildung von Erzen** und ist mitbestimmend für die Erhaltung des chemischen Gleichgewichtes in den Ozeanen.