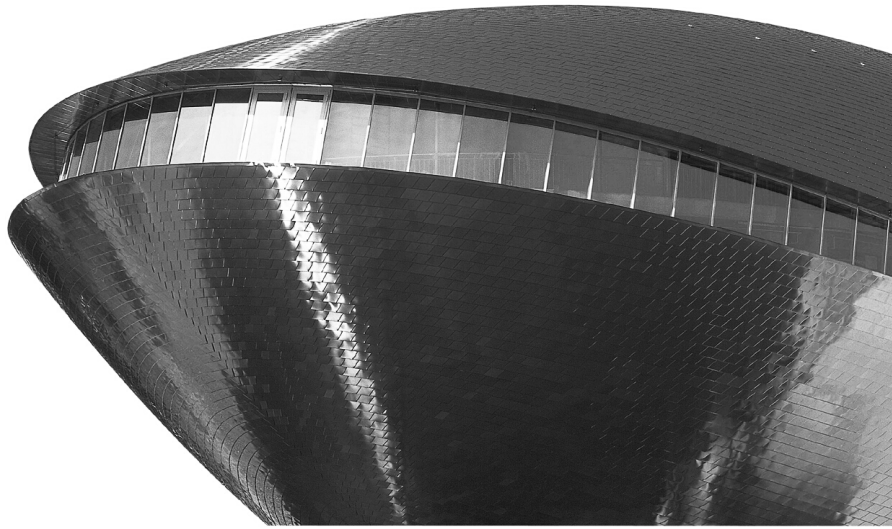
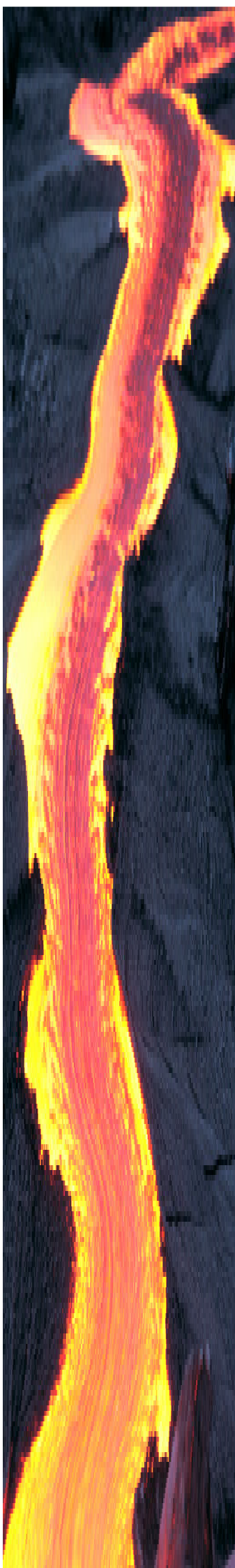




Grips Trips

Eine Reise
durch das Universum[®]
zu

Feuer und Erde

Handreichung für Lehrerinnen und Lehrer
mit Arbeitsmaterialien (Primarbereich) für
das Universum[®] Science Center Bremen

Inhalt

• Einführung und Kurzbeschreibung	3
• Empfehlung	4
• Einbindung in den Rahmenplan für die Primarstufe des Landes Bremen	5
• Einbindung in das Universum [®] Science Center Bremen	6
• Hintergrundinformationen für Lehrerinnen und Lehrer	7
• Reiseführer durch das Universum [®] zu <i>Feuer und Erde</i> (Arbeitsbögen für Schülerinnen und Schüler)	21
• Experimente zu <i>Feuer und Erde</i>	33
• Recherchetipps	36

Einführung und Kurzbeschreibung

Die Handreichung „Eine Reise durch das Universum[®] zu *Feuer und Erde*“ ist eine Möglichkeit, das Universum[®] unter einem speziellen Themenschwerpunkt zu entdecken. Sie beinhaltet theoretische Hintergrundinformationen für Lehrerinnen und Lehrer, die zur Vor- und Nachbereitung gedacht sind und dient als Anregung zur Auseinandersetzung mit dem inneren Aufbau der Erde, dazu gehören die einzelnen Erdschichten, wie der Innere und der Äußere Kern, der Mantel und die Kruste. Weiterhin ist die Entstehung von Vulkanen und Erdbeben sowie dessen Vorkommen auf der Erde Thema dieser Handreichung.

Zusätzlich enthält die Handreichung Arbeitsbögen für Schülerinnen und Schüler der 3. und 4. Jahrgangsstufe. Sie gehen den Geheimnissen unseres brodelnden Planeten auf den Grund, indem sie den Weg des Magmas nachvollziehen: Vom Erdinneren über den Aufstieg im Vulkan bis zum eigentlichen Ausbruch. Warum werden Steine flüssig? Wo gibt es überall Vulkane? Wie entsteht ein Erdbeben? Sie entdecken verschiedene Vulkantypen und untersuchen die Eigenschaften von Lava, dem flüssigen Gesteinsbrei an der Erdoberfläche. Sie sammeln Erfahrungen zu Konvektion, untersuchen unterschiedliche Gesteine und befassen sich mit Magnetismus. Dabei steht das gemeinsame Erlebnis an den ausgewählten Mitmach-Stationen im Universum[®] Science Center Bremen im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler werden mithilfe der Arbeitsbögen ermuntert, sich aktiv mit den Stationen auseinander zu setzen und Erfahrungen zu den entsprechenden Phänomenen zu sammeln. Ziel ist es, eine lebhaft Kommunikation zu entfachen. Die Fragen in den Arbeitsbögen wurden bewusst offen gehalten, um Schülerinnen und Schüler einzuladen, die Stationen genau zu betrachten, sowie selbstständig und immer wieder durch erneutes Probieren zu Antworten zu gelangen. Dabei geht es nicht um richtig oder falsch. Vielmehr sind die Fragen so formuliert, dass sie zum Nachdenken anregen und die Schülerinnen und Schüler herausfordern, ihre Erfahrungen selbstständig und selbstverantwortlich zu reflektieren.

Empfehlung

Zur Vorbereitung des Universum[®]-Besuchs ist die Einführung des Themas mit den aufgeführten Experimenten dieser Handreichung oder anderen Experimenten empfehlenswert. Weiterhin ist es hilfreich, wenn die Schülerinnen und Schüler im Vorfeld, ihre Ideen dazu sammeln können, sowie Gruppen- und Stationsarbeit bereits kennen. Bleistifte, Klemmbretter und Namensschilder sind für die Erforschungen der Mitmach-Stationen und Bearbeitung der Aufgaben in Expedition Mensch und Kosmos erforderlich. Zur Unterstützung stehen Universum[®]-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Ausstellung zur Verfügung. Die Texte der Ausstellung sowie das Infoterminalsystem stehen ebenso für eine vertiefte Auseinandersetzung bereit. Für die ganz pfiffigen Forscher und Entdeckerinnen sind einige Aufgaben mit Zusatzfragestellungen versehen. Diese sind deutlich erkennbar an der Rubrik „Für Experten“ und an der folgenden Figur:



Erfahrungsgemäß sind für den Besuch 30 bis 40 Minuten zusätzlich einzuplanen, um den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, das Universum[®] auch auf eigene Faust zu erkunden.

Übrigens: Ein Besuch der Lehrerinnen und Lehrer zur Vorbereitung bei bestehender Anmeldung einer Schulklasse ist kostenlos (Anmeldung unter: 0421-3346 333, E-Mail: vertrieb@universum-sc.de)!

Einbindung in den Rahmenplan für die Primarstufe des Landes Bremen

Die Handreichung „Eine Reise durch das Universum® zu *Feuer und Erde*“ ermöglicht es Schülerinnen und Schüler der 3. und 4. Jahrgangsstufe vor allem Erfahrungen in dem Lernfeld 6: *Natur* und in dem Lernfeld 7: *Technik und Medien* zu sammeln. So lernen die Schülerinnen und Schüler neben dem Aufbau des Erdinneren die Prozesse kennen, die zu einem Vulkanausbruch führen. Sie können einfache Experimente durchführen und damit Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge verdeutlichen. Beim Experimentieren können Fragen zur Erschließung von Sachverhalten entwickelt werden und selbstständig Vermutungen aufgestellt und überprüft werden.

Die Schülerinnen und Schüler setzen bereitgestellte Medien aufgabenbezogen ein und lernen einen außerschulischen Lernort kennen. Sie können die Bedeutung der Naturwissenschaften für ihren Alltag und die Gesellschaft einschätzen.

Zudem machen die Schülerinnen und Schüler Erfahrungen im Umgang mit sich selbst und anderen. Sie stellen beispielsweise Regeln für das gemeinsame Arbeiten auf und übernehmen Verantwortung für die Aufgaben. In einem Abschlussgespräch können die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse präsentieren und miteinander vergleichen.

Einbindung in das Universum® Science Center Bremen

Der Reiseführer führt die Schülerinnen und Schüler in die Expedition Erde des Universum® Science Center. An folgenden Mitmach-Stationen erleben sie Phänomene zu *Feuer und Erde*:

Expedition Erde:

- Schalenpuzzle
- Erdmittelpunkt
- Magnet Erde
- Konvektion
- Bremen – New York
- Erdbebensofa
- Hüpfseismograph
- Pulsierendes Magma
- Eruption
- Vulkanologe im Interview

Darüber hinaus können die Schülerinnen und Schüler in den Bereichen „Platten der Erde“ sowie „Gesichter der Erde“ der Expedition Erde weitere Mitmach-Stationen zu *Feuer und Erde* entdecken und erforschen.

Hintergrundinformationen für Lehrerinnen und Lehrer

Magnet Erde

Wie sieht es im Innersten der Erde aus? Das tiefste Bergwerk der Welt ist weniger als 4 km tief, und keine Bohrung ist bisher tiefer als 12 km. Doch die Entfernung von der Oberfläche bis zum Erdmittelpunkt beträgt 6370 km. Allerdings kann man auf indirekte Weise herausfinden, was sich im Herzen unseres Planeten befindet, vor allem durch die von Erdbeben ausgelösten Schwingungen- den so genannten seismischen Wellen. Es handelt sich um zwei Arten von Wellen: Oberflächenwellen, die um die Außenseite der Erde herumlaufen, und Raumwellen, die durchs Erdinnere laufen und somit Auskunft über den Aufbau der Erde geben können. Die Raumwellen werden beim Passieren verschiedener Materialien gebrochen, in denen sie sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit bewegen. Aus derartigen Brechungen haben Wissenschaftler eine Menge über das Erdinnere erfahren. Auch, dass der äußere Erdkern flüssig ist.

Weil flüssiges Eisen leicht strömen kann und Eisen zudem ein guter elektrischer Leiter ist, könnte der Erdkern als bewegter Leiter eines Dynamos fungieren. Die Erde ist ein Magnet – so groß, dass sich das auf jeden Magneten auf der Erde auswirkt. Warum genau die Erde magnetisch ist, ist nicht eindeutig geklärt. Die meisten Magnete hören auf zu funktionieren, wenn sie heiß werden. Heute nehmen die Wissenschaftler an, dass der Magnetismus durch die von der Hitze bewirkte Konvektion im flüssigen äußeren Erdkern entsteht. Diese Konvektion erzeugt Elektrizität- wie ein Fahrraddynamo. Diese elektrischen Ströme haben wiederum ein Magnetfeld und so wird aus der Erde ein gigantischer Magnet.

Wissen über Vulkane

Seit jeher sind die Menschen von den Feuer spuckenden Bergen fasziniert. Wissenschaftler in aller Welt untersuchen die Ursachen, Hintergründe und Auswirkungen von Vulkanen. Fotografen wagen sich für spektakuläre Bilder in gefährliche Nähe von Eruptionen, Künstler arbeiten mit den bizarren, vulkanischen Produkten und in manchen Ländern werden Vulkane sogar religiös verehrt.

Schon sehr lange wusste man, dass bei der Erdentstehung vulkanische Aktivität für die Bildung der Erdkruste mitverantwortlich war. Jedoch erst mit der Theorie der Plattentektonik, die sich in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts etablierte, konnten die Ursachen von Vulkanen, ihre Verteilung auf der Erde sowie ihr Eruptionsverhalten verstanden werden. Auch heute gibt es noch viele Fragen, auf die die Wissenschaft keine eindeutigen Antworten weiß, da die Ursprünge von Vulkanen nicht direkt beobachtet und untersucht werden können: Liegen sie doch in den Tiefen der Erde, in die noch nie ein Mensch vordringen konnte.



Abb. 1: Vulkanausbruch

Antrieb aus dem Inneren

Die meisten Vulkane speisen sich aus dem Erdmantel. Der Erdmantel ist die dickste Schicht der Erde und misst fast 3 000 Kilometer von unten bis oben. Sie ist zwar aus Stein, aber dennoch ständig in Bewegung. Ganz langsam bewegen sich Teile des Erdmantels in verschiedene Richtungen. Wenn Material nach oben transportiert wird, kann es sein, dass es aufschmilzt und flüssig wird.

Die Erde setzt sich aus vier Schichten zusammen: innerer Kern, äußerer Kern, Erdmantel und Erdkruste. Der innere Kern ist, trotz einer Temperatur von 4 400 °C, fest. Der sehr hohe Druck, den die umgebenden Schichten auf den Kern ausüben (3 Mio. bar), verhindert das Aufschmelzen seiner Hauptbestandteile Eisen und Nickel. Temperatur und Druck nehmen zur Erdoberfläche hin ab.

Ihr Zusammenspiel entscheidet, welchen Aggregatzustand das entsprechende Gestein hat. Der äußere Erdkern ist aufgeschmolzen. Der Erdmantel hingegen ist plastisch, ähnlich wie Knetgummi. Er besteht hauptsächlich aus einem olivgrünen Gestein, Peridotit. Manche Vulkane katapultieren dieses Mantelgestein als so genannte Bomben direkt an die Erdoberfläche. Die Erdkruste ist die dünnste Schicht der Erde- sie ist fest.

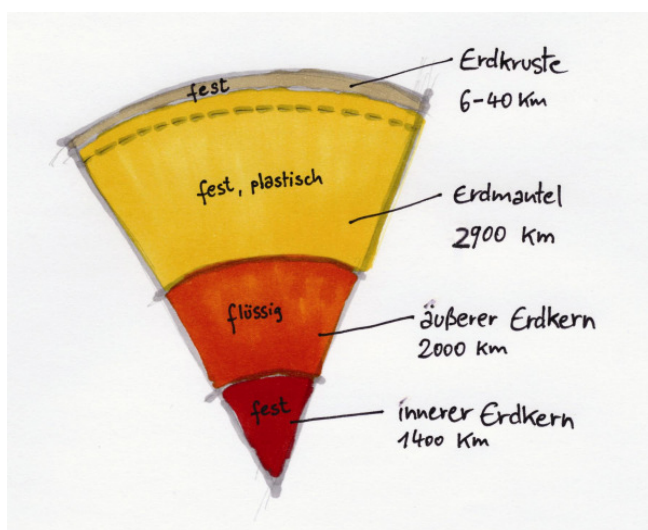


Abb. 2: Schichten der Erde und Peridotitbombe

Konvektion

Je weiter man ins Innere der Erde vordringt, desto wärmer wird es. Diese Wärmeenergie ist letztlich für die Entstehung von Vulkanen verantwortlich und wird durch radioaktiven Zerfall im Erdinneren verursacht. Warmes Material steigt im plastischen Erdmantel auf, kühlt weiter oben wieder ab und wird von nachströmendem Gestein zur Seite gedrängt. Dort sinkt es wieder nach unten. Es entsteht ein anhaltender Wärmekreislauf - die Konvektion.

Konvektion entsteht immer, wenn sich fließfähiges Material an der unteren Seite erwärmt und oben abkühlt. Im Alltag lassen sich Konvektionsbewegungen häufig beobachten: beispielsweise bei siedendem Wasser, bei heißer Luft über der Heizung oder bei Rauch, der über einem Schornstein aufsteigt und später wieder absinkt. Die Konvektionszellen im Erdinneren haben jedoch andere Dimensionen. Sie transportieren Wärme über mehrere hundert Kilometer. Ihre Geschwindigkeit ist zwar relativ gering. Sie beträgt einige Zentimeter pro Jahr. Ihre Auswirkungen sind jedoch gewaltig. Sie bestimmen die Bewegung der Erdplatten und sind die Ursache von Vulkanen und Erdbeben.

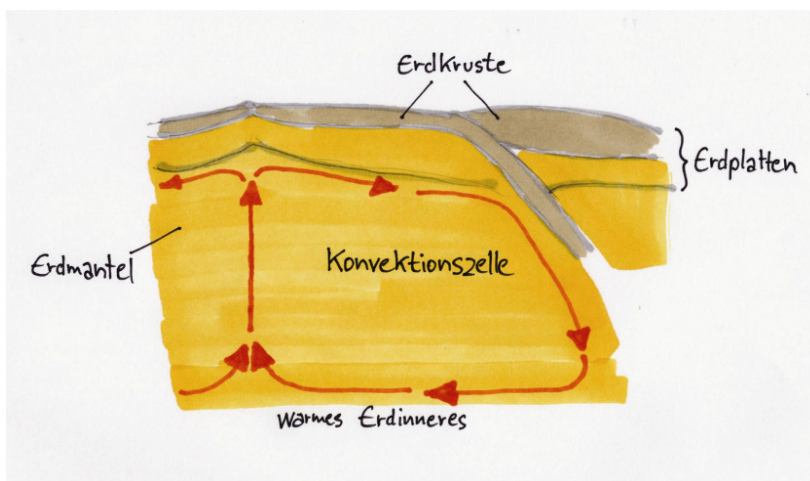


Abb. 3: Konvektion im Erdmantel

Plattentektonik

Die Erdoberfläche sieht aus wie ein Puzzle aus riesigen Teilen: Sie besteht aus mehreren großen und vielen kleineren tektonischen Platten. Diese Platten setzen sich aus Erdkruste und dem festen, oberen Teil des Erdmantels zusammen. Sie "schwimmen" auf dem plastischen Teil des Erdmantels und werden durch Konvektionsströme mit einer Geschwindigkeit von einigen Zentimetern pro Jahr bewegt.

An den Plattengrenzen kommt es zu Reibung und Zusammenstößen. Dort finden verstärkt Erdbeben und Vulkanausbrüche statt. Verschiedene Prozesse sind für den Vulkanismus an den Plattengrenzen verantwortlich. Stoßen zwei Platten zusammen, taucht eine Platte unter die andere. Dieser Prozess wird Subduktion genannt. Dort sinkt Krustenmaterial und "mitgeschleiftes" Wasser in den wärmeren Erdmantel, schmilzt und steigt als Magma auf. Der Mt. St. Helens in den USA ist hierfür ein typisches Beispiel. 85 % aller Vulkanausbrüche finden an Subduktionszonen statt. Die Platten bewegen sich jedoch nicht nur aufeinander zu, sondern auch voneinander weg. An solchen Divergenzzonen reißt die Erdkruste auf und aufsteigendes Magma füllt die Lücke. So entsteht etwa am mittellatantischen Rücken immer wieder neue Ozeankruste.

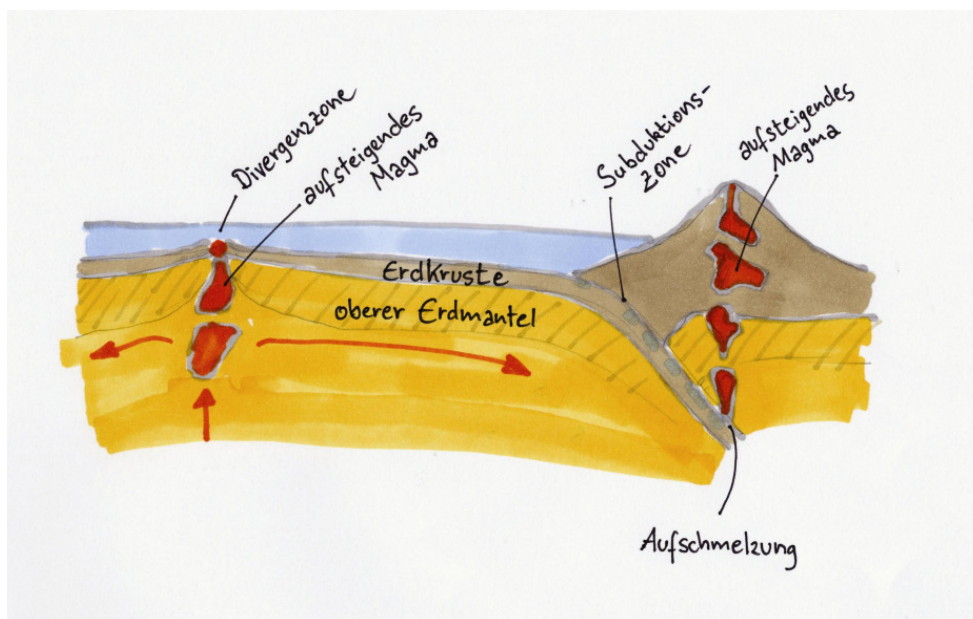


Abb. 4: Plattentektonik

Erdbeben

Erdbeben sind Erschütterungen des Untergrundes und nach wie vor eine unberechenbare Naturgewalt. Auch wenn die Regionen bekannt sind, in denen es häufig zu Beben kommt, ist es noch nicht möglich, präzise Vorhersagen zu treffen, wann und wo ein Erdbeben stattfinden wird. Die meisten Beben nehmen wir Menschen gar nicht wahr, manche haben jedoch verheerende Folgen.

Bei Erdbeben entladen sich aufgestaute Spannungen entlang von Plattengrenzen.

Die frei werdende Energie breitet sich in Form von konzentrischen Wellen über die gesamte Erde aus. Ein einziges Erdbeben kann daher überall auf der Welt registriert werden. Dazu dienen Seismographen, die die Bodenbewegungen aufgrund von Erdbebenwellen aufzeichnen. In der Nähe des Epizentrums führen die Wellen zu heftigen Erschütterungen des Bodens. Charles Richter entwickelte 1935 eine Skala für die jeweilige Erdbebenstärke, die Erdbebenmagnitude. Sie ist ein Maß für die freigeordnete Energie. Magnitude 3 gegenüber Magnitude 2 bedeutet dabei eine Verzehnfachung der Energie. Die Erdbebenstärke lässt sich nur aus den Aufzeichnungen mehrerer Seismographen berechnen. Ein einziger Seismograph reicht dazu nicht aus.

Der Punkt, an dem im Inneren der Erde die Bewegung stattfindet, ist der Herd eines Erdbebens. Das Epizentrum liegt unmittelbar über dem Erdbebenherd an der Erdoberfläche.

Gase im Magma

Im flüssigen Gestein können Gase enthalten sein. Zu ihnen gehören Kohlendioxid (CO_2) und Wasserdampf (H_2O). In großen Tiefen können diese Gase nicht aus der Schmelze entweichen, weil der Druck des umliegenden Gesteins zu groß ist. Wenn das Magma jedoch aufsteigt, wird dieser Druck geringer und das Gas bildet kleine Bläschen, die auf dem Weg bis zur Erdoberfläche immer größer werden.

Viele vulkanische Gesteine sind leichter als Gesteine anderer Herkunft. Wenn man sie aufschlägt oder zersägt, sieht man, dass sie zerlöchert sind wie ein Schweizer Käse. Hier sind die Gasblasen durch die Erstarrung der Lava "eingefroren". Manche Gesteine haben nur wenige Blasen, andere sind richtig porös. Im Extremfall ist das Gestein aufgeschäumt wie ein Schwamm. Ein Beispiel ist der Bimsstein. Hier ist der Anteil der Gasblasen so hoch, dass Bims auf dem Wasser schwimmt. Wenn der Gasgehalt in der Gesteinsschmelze sehr hoch ist, kann das beim Austritt aus dem Vulkan zu großen Explosionen führen. Die Lava fliegt dabei auseinander und zerspritzt in alle Richtungen.

Gasreiches Magma mit viel Kieselsäure (SiO_2) kann zur Bildung von Bimsstein führen. Die im Vulkanschlott entstandenen Schaumfetzen werden herausgeschleudert und erstarren sofort. Kieselsäure macht das Magma zähflüssig, so dass das Gas unterwegs nicht so leicht entweichen kann.



Abb. 5: Bimsstein und blasiger Basalt

Magma und Lava

Magma ist aufgeschmolzenes Gestein im Erdmantel und in der Kruste der Erde. Wenn das Magma in der Erdkruste stecken bleibt, kühlt es langsam ab und es entstehen plutonische Gesteine. Tritt das Magma an der Oberfläche der Erde aus, wird es zu Lava. Die Geschichte des Magmas bestimmt die Eigenschaften der Lava. So kann beispielsweise ihre Temperatur zwischen 700 und 1200 °C liegen. Nach dem Erstarren wird Lava zu vulkanischem Gestein.

Magma ist ein zähflüssiger Brei, der aus flüssigem Gestein, festen Gesteinsbrocken und gelösten Gasen besteht. Der Gesteinsbrei steigt nach oben, weil er eine geringere Dichte hat als das umgebende Gestein. Er drängt durch Schlote und Spalten in Richtung Erdoberfläche. Oft sammelt sich das glutflüssige Magma in relativ geringer Tiefe in Kammern. In Hawaii sitzt die Magmakammer zum Beispiel in einer Tiefe von zwei Kilometern. Es gibt drei Gründe, warum Gesteine im Inneren der Erde schmelzen: durch nachlassenden Druck, durch zunehmende Temperatur und durch Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Gesteins.

Die Magmakammer ist der Vulkanherd in der Erdkruste, aus dem ein Vulkan seine Schmelzen und Gase bezieht. Solche Kammern treten in verschiedenen Tiefen der Erdkruste auf und erreichen ein Volumen von mehreren Kubikkilometern.

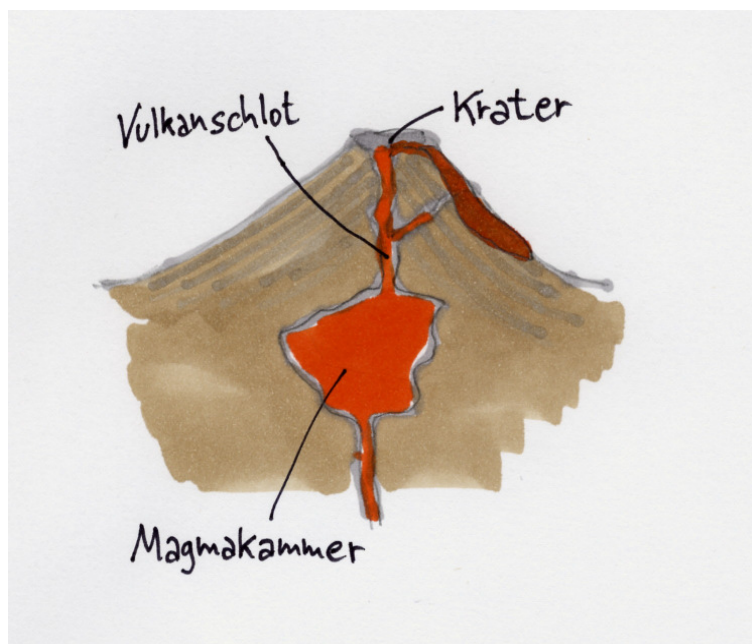


Abb. 6: Querschnitt eines Vulkans

Ein zäher Brei

Die Zähigkeit von Magma, seine Viskosität, hängt von dessen Zusammensetzung und Temperatur ab. Je höher die Temperatur ist, desto dünnflüssiger ist das Magma. Wie bei einem Pudding wird Magma beim Abkühlen immer zäher. Außerdem wird die Viskosität von der chemischen Zusammensetzung des Gesteinsbreis bestimmt.

Alle Magmen enthalten unterschiedliche Anteile an Kieselsäure (SiO_2), dem Hauptbestandteil der Gesteine. Je mehr Kieselsäure in einer Gesteinsschmelze ist, desto zäher wird sie. Die häufigsten magmatischen Gesteine sind Basalte. Sie bestehen nur zur Hälfte aus Kieselsäure. Basaltlava ist daher eher dünnflüssig.

Granite entstehen aus Magma mit einem hohen Anteil an Kieselsäure (ca. 75 %). Folglich ist dieses Magma sehr zähflüssig. Wenn solches Magma in großen Blasen in der Erdkruste erstarrt, bildet sich ein grobkörniger Granit. Manchmal erreicht auch dieses zähflüssige Magma die Erdoberfläche. Es bildet sich ein sehr explosiver Vulkan.



Abb. 7: Fließende Basaltlava

Lavafluss und Schlackenwurf

Vulkane sind Lava spuckende Berge. Wie ein Berg spuckt, beeinflusst die Vulkanform. Es gibt Ausbrüche, bei denen die aufsteigende Lava die Kraterwände überfließt. Manchmal werfen Vulkane zerfetzte Lava, Steine und Staub jedoch regelrecht aus dem Krater heraus. Die größeren Bruchstücke dieser Schlacke werden nicht so weit katapultiert und häufen sich um den Schlot an, während die kleineren Teile weiter weggetragen werden.

Fließt dünnflüssige Lava immer wieder die Berghänge hinab, bildet sich ein flacher, breiter und kuppelförmiger Vulkan. Er wird wegen seiner Form Schildvulkan genannt, da er an einen Schild erinnert, wie ihn Ritter trugen. Ein typischer Schildvulkan ist der Mauna Loa auf Hawaii. Zähflüssige Lava hingegen wird oft in Form von Schlacke in heftigen Ausbrüchen aus dem Vulkan geworfen, so entstehen Schlackenkegel. Wechseln sich Lavafluss und Schlackenwurf ab, baut sich Schicht für Schicht ein Schichtvulkan auf. Er ist steil und kegelförmig. Der Vesuv ist ein typischer Schichtvulkan. Vulkanausbrüche führen jedoch nicht immer zu eindrucksvollen symmetrischen Bergkegeln. In vielen Gebieten der Erde überdeckt ausgeflossene Lava als Basaltlage breite, weite Flächen.

Das jüngste Vulkangebiet in Deutschland ist die Eifel. Die letzten Eruptionen fanden dort vor etwa 10 000 Jahren statt. In der Eifel sind Schlackenkegel der häufigste Vulkantyp.

Ein Vulkan bricht ein

Die Magmakammer eines Vulkans liegt meistens einige Kilometer unterhalb des Kraters. Nach einem Ausbruch ist diese Kammer leer. Ihr Dach muss, wie ein Gewölbe, von den Gesteinen der Kammerseiten getragen werden. Halten die Seiten jedoch nicht stand, kann der Hohlraum einstürzen. Die Vulkanspitze versinkt im Hohlraum. Es entsteht ein großes Becken mit steilen Wänden, eine Caldera.

Einige Calderen nehmen solch große Dimensionen an, dass sie mit bloßem Auge gar nicht mehr auszumachen sind. Aufgrund ihrer Ausmaße werden sie auch Supervulkane genannt. In Amerika haben Forscher mit Hilfe von seismischen Messungen unter dem Yellowstone Nationalpark eine Caldera mit einer Magmakammer von 50 Kilometern Länge gefunden. Ein explosionsartiger Ausbruch könnte dabei weite Teile Nordamerikas verwüsten und gravierende Auswirkungen auf das Weltklima haben.

Es gibt Vermutungen, dass die sagenumwobene Stadt Atlantis mit dem Caldera-Kollaps der heutigen Insel Santorin im Meer versunken sein könnte.

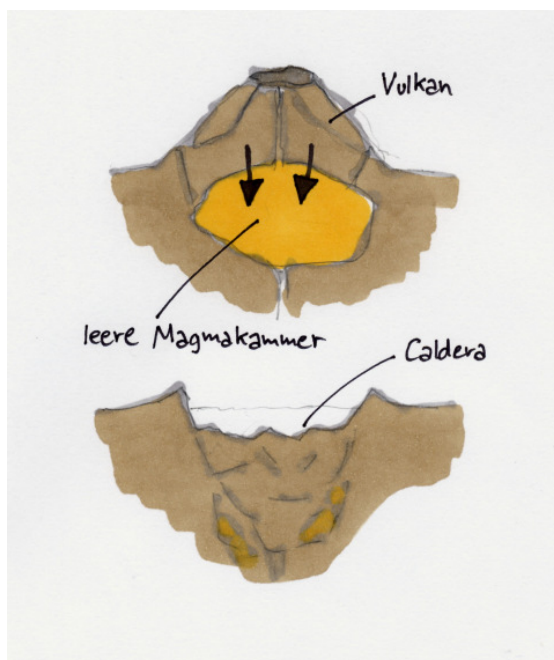


Abb. 9: Entstehung einer Caldera

Aus Steinen lesen

Geologen lesen in Gesteinen, um die Entwicklung von vulkanischen Gebieten zu verstehen. Die verschiedenen Schichten der Erde haben ganz unterschiedliche Zusammensetzungen. Daher kann man aus magmatischen Gesteinen schließen, wo das Magma entstanden ist. Je nach Anteil der Elemente im Ausgangsgestein bilden sich ganz verschiedene Minerale.

Auch den Weg des Magmas zur Erdoberfläche kann man mit Steinen ergründen.

Besteht ein Gestein zum Beispiel aus großen Kristallen, dann ist das Magma in der Erdkruste stecken geblieben und ganz langsam fest geworden. 90 % aller Gesteinsschmelzen bilden solche Gesteine, nur 10 % schaffen es bis nach oben. Ein bekanntes Beispiel ist der gefleckte Granit. Er stammt aus riesengroßen Magmablasen, die in mehreren Kilometern Tiefe über Jahrtausende abkühlten und erst später als festes Gestein an die Erdoberfläche gelangten. Ist das Gestein dagegen einfarbig oder zeigt nur vereinzelte große Kristalle, erreichte das Magma die Erdoberfläche und erstarrte schnell. Die Gesteinsschmelze hatte dann keine Zeit große Kristalle zu bilden, da sie an der Luft rasch abkühlte. Ein Beispiel ist der dunkelgraue Basalt.

Minerale sind die Grundbausteine eines Gesteins. Sie bilden je nach Entstehungsgeschichte mikroskopisch kleine oder große Kristalle mit typischen Formen, Farben und Eigenschaften.



Abb. 10: Basalt und Granit

Mensch und Vulkan

Vulkanausbrüche sind ein gefährliches Naturschauspiel. Lawinen aus Schlamm und Glut sowie Steinhagel bedrohen die dort lebenden Menschen. Trotzdem ist der Lebensraum sehr begehrt. Vulkane produzieren nicht nur Steine als Baustoffe, sondern auch Unmengen an nutzbarer Energie für den Menschen. Vulkanische Asche und verwitterte Lava gehören weltweit zu den fruchtbarsten Böden.

Vulkane schleudern Unmengen an Aschepartikeln und Gasen bis in eine Höhe von 50 km. Neben einer farbenprächtigen Atmosphäre haben solche explosiven Vulkanausbrüche auch verheerende Auswirkungen auf das Klima. Bis zu einigen Jahren verweilen diese Partikel in der Atmosphäre und können die Erde so stark verdunkeln, dass die Temperatur zwischen 0,5 und 1 °C abnimmt. Lokal kann die Abkühlung mehrere Grad betragen. Ein Vulkanausbruch in Indonesien machte beispielsweise den Sommer 1816 zum Winter. Ernteaussfälle brachten die Menschen in Europa und Amerika an den Rand einer Hungersnot.

Vulkanische Gase waren an der Entstehung von den Meeren und der Atmosphäre beteiligt. Sie beeinflussen noch heute unser Klima. Hauptbestandteil ist Wasserdampf, Kohlendioxid und Schwefeldioxid. Bei jedem Ausbruch werden enorme Mengen dieser Gase freigesetzt.

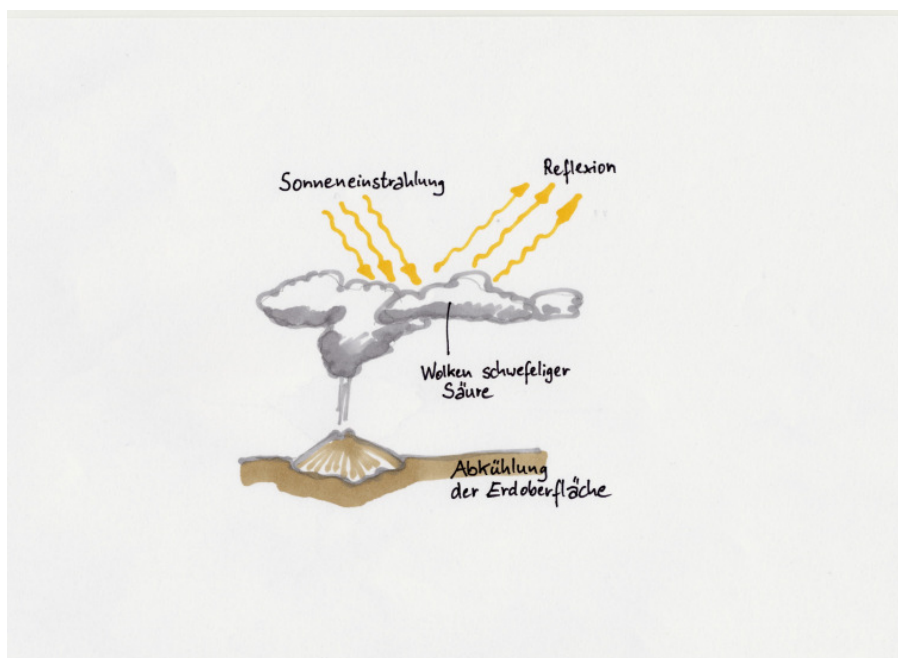


Abb. 11: Partikel eines Vulkanausbruchs reflektieren das Sonnenlicht zurück in den Weltraum

Vulkane und Vorhersagen

Vulkanologen überwachen Vulkane und halten Beobachtungen über Vulkanausbrüche genau fest. Satelliten liefern ebenfalls wichtige Informationen über Veränderungen rund um Vulkane. Ausbrüche kündigen sich in Form von "Unruhe" an. Die Erde bebt, Spalten reißen auf und Gase strömen aus. Die genaue Überwachung dieser Phänomene ermöglicht eine auf wenige Tage genaue Vorhersage.

Es gibt 500 bis 600 aktive Vulkane auf der Erde. Jedes Jahr brechen davon 50 aus. Forscher können sogar die Bewegung des Magmas innerhalb eines Vulkans genau bestimmen. Manche Vulkane bäumen sich vor einem Ausbruch auf. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Magmakammer prall gefüllt ist. Daher vermessen Vulkanologen die Größe des Berges genau. Der Vulkan Mount St. Helens beulte sich vor seinem Ausbruch 1980 für das bloße Auge sichtbar aus. Aufgrund der Vorzeichen können vor Vulkanausbrüchen Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung getroffen werden. Bei Erdbeben ist das ganz anders. Sie ereignen sich aus heiterem Himmel.

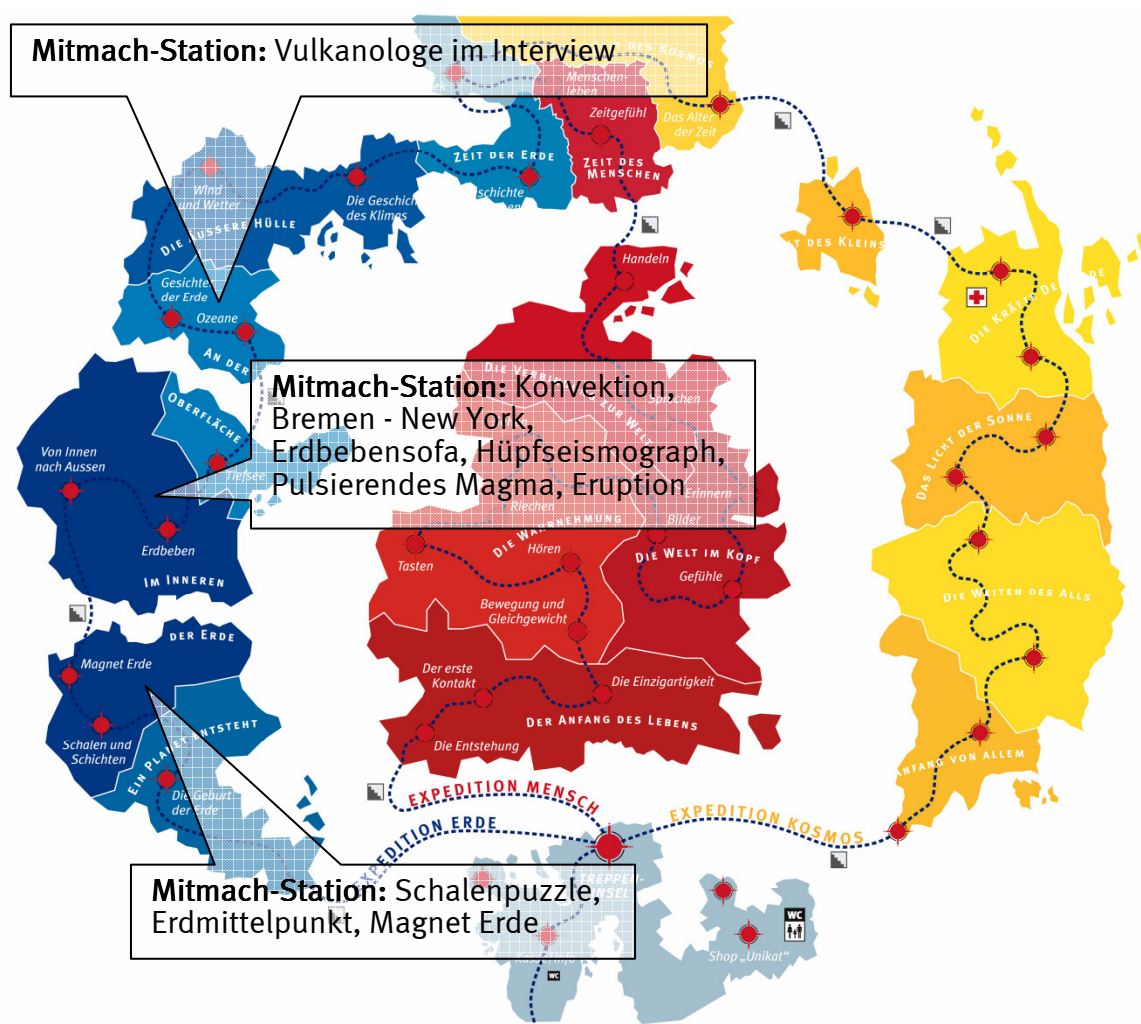
Wichtige Instrumente zur Überwachung von Vulkanen sind, wie bei Erdbeben, Seismographen. Sie registrieren alle Bewegungen im Untergrund und lokalisieren das Magma. Der Aufstiegsweg des Magmas wird durch bestimmte seismische Erschütterungen über Monate verfolgt.

Reiseführer durch das Universum® zu *Feuer und Erde* - Arbeitsbögen für Schülerinnen und Schüler

Der Reiseführer weist dir den Weg durch die Expedition Erde rund um das Thema *Feuer und Erde*. Du kannst viel über Vulkane, Erdbeben und Magnetismus erfahren.

Informationen erhältst du von den Universum-Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und an den Computern. Du kannst alle Aufgaben bearbeiten. Notiere dir deine Ergebnisse in den Kästchen.

Universum®-Wegweiser



Mitmach-Station: Schalenpuzzle



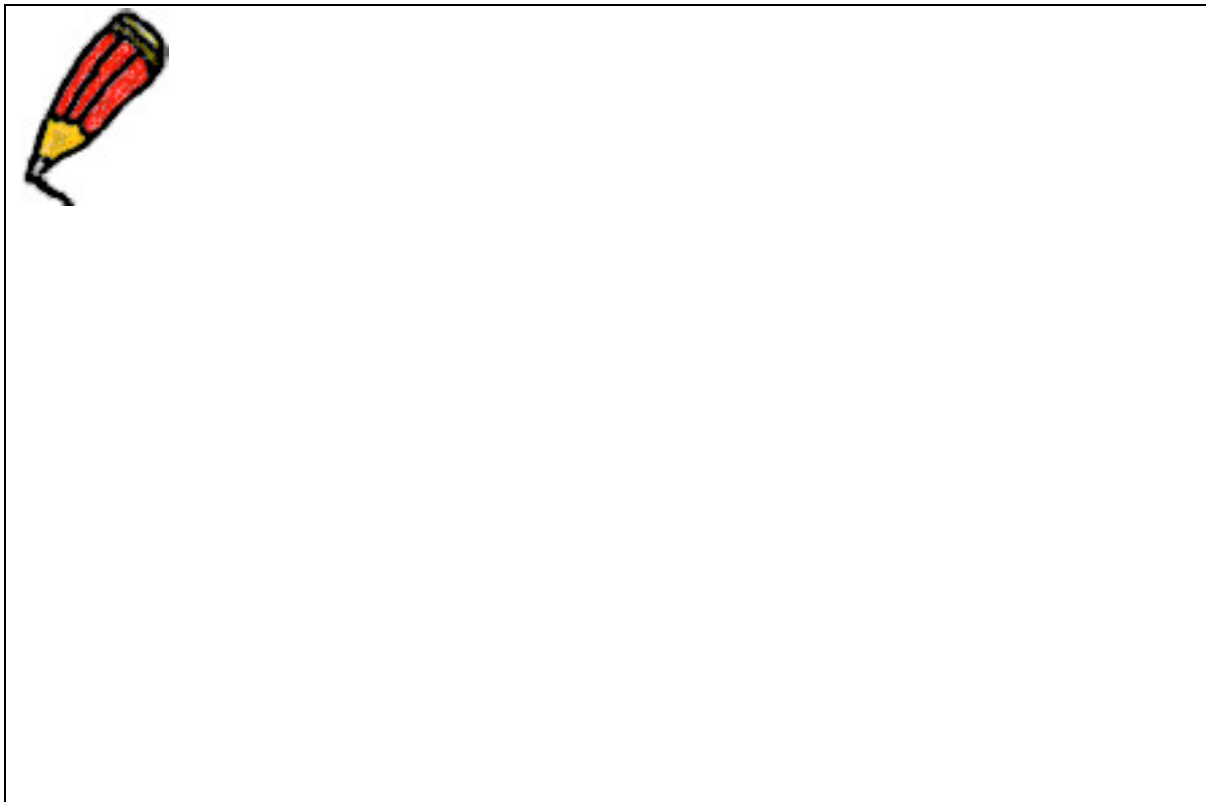
Die Mitmach-Station findest du im
1. Obergeschoss.

Aufgabe:

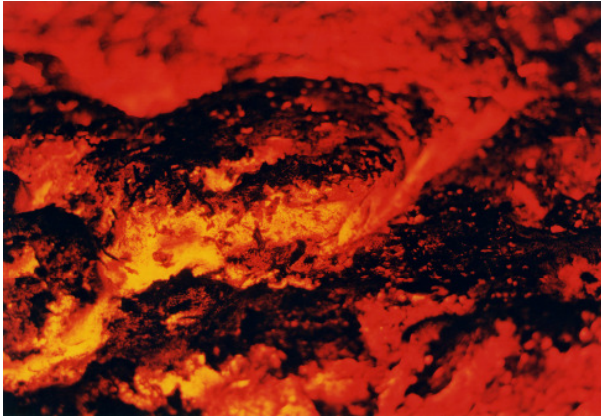
Puzzle die Schalen und Schichten der Erde zusammen.

Hier ist Platz, um das Innere der Erde zu zeichnen.

Wie heißen die Schalen und Schichten? Beschrifte deine Erde.



Mitmach-Station: Erdmittelpunkt



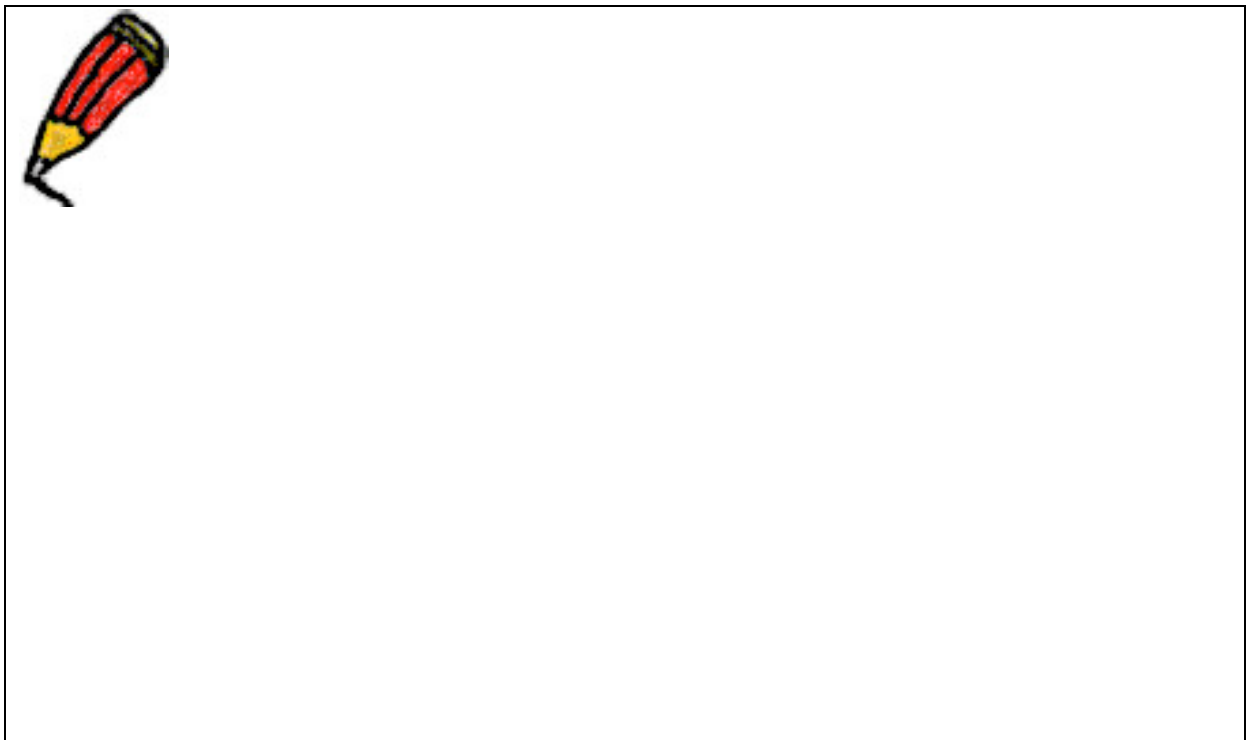
Die Mitmach-Station findest du im
1. Obergeschoss.

(Erdmittelpunkt = die feurig-rote Installation in
der Mitte)

Aufgabe:

Schau dich genau um. Finde heraus, wie heiß es im Mittelpunkt
der Erde ist. Es ist°C im Erdmittelpunkt.

Wie stellst du dir den Erdmittelpunkt vor? Zeichne hier deine
Ideen.



Mitmach-Station: Magnet Erde



Die Mitmach-Station findest du im
1. Obergeschoss.

Aufgabe:

Experimentiere mit den Eisenspänen auf der Messingkugel. Kannst du Muster erkennen? Nimm etwas Eisenspäne in die Hand und führe sie über die Kugel, ohne sie zu berühren. Beschreibe, was du herausgefunden hast!



Mitmach-Station: Konvektion

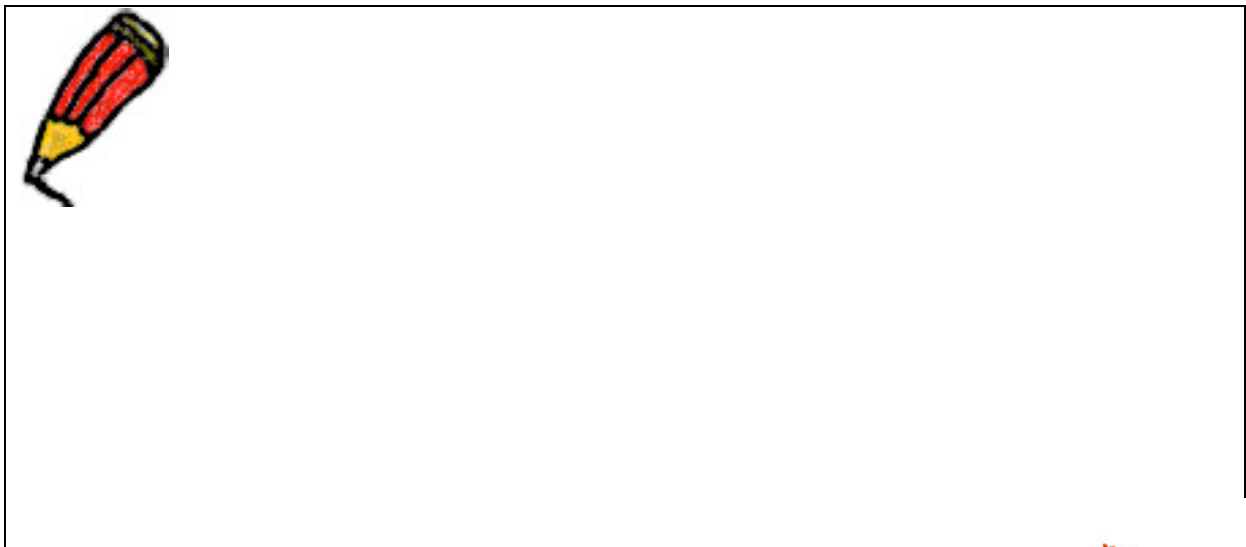


Die Mitmach-Station findest du im
2. Obergeschoss (Treppenhaus).

Achtung: Das Foto links verdeutlicht das
Prinzip. Die Mitmach-Station sieht anders
aus!

Aufgabe:

Drücke mehrmals hintereinander auf den Knopf und beobachte,
was passiert. Zeichne dein Erlebnis!

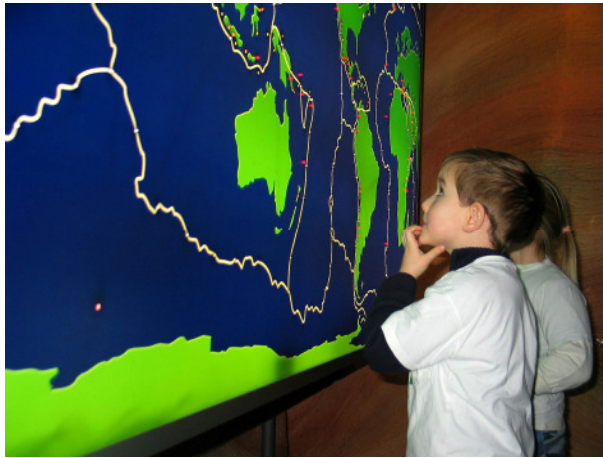


Für Experten:

Kannst du dir erklären, warum das Wasser aufsteigt? Woher kennst
du das?



Mitmach-Station: Bremen-New York



Die Mitmach-Station findest du im
2. Obergeschoss.

Aufgabe:

Betrachte die Leuchttafel genau. Kannst du Länder und Meere erkennen? Untersuche, wo es auf der Welt Vulkane gibt. Per Knopfdruck kannst du sie dir anzeigen lassen.

Zähle, an wie vielen Orten Vulkane vorkommen
und kreuze an:



- ☐ Es gibt über 50 Orte auf der Welt, wo Vulkane vorkommen.
- ☐ Es gibt über 100 Orte auf der Welt, wo Vulkane vorkommen.
- ☐ Es gibt über 200 Orte auf der Welt, wo Vulkane vorkommen.



Für Experten: Dort, wo Vulkane auftreten, kommen häufig auch Erdbeben vor. Wie heißen diese Orte?

Mitmach-Station: Erdbebensofa



Die Mitmach-Station findest du im
2. Obergeschoss.

Aufgabe:

Nimm auf dem Sofa Platz und wähle ein Erdbeben per Knopfdruck aus. Welches Erdbeben empfindest du als am stärksten? Begründe deine Antwort.



Mitmach-Station: Hüpfseismograph



Die Mitmach-Station findest du im 2. Obergeschoss.

Aufgabe:

Hüpfe kräftig auf den Boden und beobachte die Anzeige. Was stellst du fest? Beschreibe und zeichne dein Ergebnis. Du kannst vorsichtig auf den Bildschirm tippen, um dein Seismogramm „einzufrieren“!



Für Experten:

Finde heraus, bis in welcher Entfernung du noch eine Bodenbewegung auf der Anzeige sehen kannst.



Mitmach-Station: Pulsierendes Magma



Die Mitmach-Station findest du im
2. Obergeschoss.

Aufgabe:

Betätige den Hebel und beobachte, was passiert. Zähle auf, was bei diesem „Vulkanausbruch“ fehlt. Zeichne einen Vulkanausbruch mit allem Drum und Dran: Aschewolken, Lavaströme, Gesteinstrümmer.



Mitmach-Station: Eruption



Die Mitmach-Station findest du im
2. Obergeschoss.

Aufgabe: Beobachte einen kleinen Vulkanausbruch ganz aus nächster Nähe. Was meinst du fliegt bei einem Ausbruch weiter, kleine oder große Steinchen? Notiere dein Ergebnis mit Begründung.



Mitmach-Station: Vulkanologie im Interview



Die Mitmach-Station findest du im
3. Obergeschoss (Panoramalounge).

Aufgabe: Was meinst du, was gut ist an Vulkanen? Finde heraus,
was das sein könnte und halte dein Ergebnis fest.



Expertenaufgabe

Schaue dich im Universum[®] genau um! Vielleicht findest du noch etwas zu *Feuer und Erde*. Hier kannst du deine eigenen Ideen eintragen.



Jetzt ist deine Reise zu Ende. Aber vielleicht hast du ja noch Lust weiter zu forschen - das gesamte Universum steht dir zur Verfügung!

Experimente zu *Feuer und Erde*

Der Erdapfel

Material

Apfel, Messer, Plakafarbe, Pinsel, Blatt Papier

Anleitung

Zunächst vorsichtig mit dem Messer den Apfel halbieren. Kern, Mantel und Kruste der Erde entsprechen beim Apfel dem Kern, Fruchtfleisch und der Schale. Diese mit Farbe bepinseln und auf einem Blatt Papier drucken und beschriften.

Magnet Erde

Material

Eisenspäne, Messer, Tischtennisball, Stabmagnet, Karton

Anleitung

Halbiere vorsichtig einen Tischtennisball mit dem Messer und setze eine Hälfte auf den Karton. Schütte die Eisenspäne behutsam über den Ball, so dass eine dünne gleichmäßige Schicht entsteht. Nun nähert ihr den Karton von oben dem Magneten, so dass sich die Kugelhälfte genau darüber befindet: Es entsteht ein Muster, das den Magnetfeldlinien der Erde ähnelt.

Kompass

Material

Nadel, Magnet, Styropor, Messer, Becher, Wasser, Klebeband

Anleitung

Zunächst aus dem Styropor eine kleine Scheibe ausschneiden, so dass gerade die Nadel auf ihr Platz hat. Magnetisiere die Nadel durch Reiben mit dem Magneten in immer der gleichen Richtung. Nadel auf die Scheibe kleben und diese in den mit Wasser gefüllten Becher legen.

Zähigkeit

Material

Drei Marmeladengläser, drei Löffel, Honig, Öl, Wasser

Anleitung

Fülle je ein Marmeladenglas mit Wasser, Öl und Honig und beobachte beim Befüllen das Fließverhalten. Mit einem Löffel spürst du den Unterschied noch deutlicher.

Schwimmende Steine

Material

Bims (in Drogerien erhältlich), Aquarium oder Becken, Wasser

Anleitung

Bims genau untersuchen. Aquarium mit Wasser füllen und Bims hineinlegen.

Steine untersuchen

Material

Lupen, Maßbänder, Messbecher, Waagen, Verschiedene Steine

Anleitung

Steine genau betrachten (Farbe, Form, Gewicht, Oberflächenstruktur) und untersuchen. Mit Messbecher und Wasser kann untersucht werden, wie viel Wasser ein Stein verdrängt. Steine nach verschiedenen Kriterien sortieren.

Konvektion

Material

Aquarium oder Becken, Wasser, Flasche mit schlankem Hals, Trichter, Wasserkocher, Lebensmittelfarbe

Anleitung

Aquarium zu $\frac{2}{3}$ mit Wasser füllen, danach Lebensmittelfarbe in Flasche geben, heißes Wasser dazu und die Flasche ins Aquarium auf den Grund legen. Von der Seite beobachten, was passiert.

Vulkanexplosion

Material

Stilles und stark kohlensäurehaltiges Mineralwasser

Anleitung

Wasserflasche mit stillem Wasser schütteln und dann den Deckel aufmachen. Danach Wasserflasche mit Kohlensäure, also Wasser in dem viel Gas (Kohlendioxid) gelöst ist, öffnen, jetzt kommt es zu einer „Vulkanexplosion“.

Schuhkartonvulkan

Material:

Schuhkarton, Schraubenzieher, Paketklebeband, Strohhalme, Schere, Mehl, Sand

Anleitung:

Schuhkarton mit Deckel vollständig mit Paketklebeband abdichten. Oben mittig und an einer Seite mittig mit dem Schraubenzieher ein Loch stanzen. In die Seite den Strohhalm stecken und rundherum abdichten. Auf das Loch an der Oberseite einen Sandvulkan häufen. Kräftig durch den Strohhalm den Vulkan zum „ausbrechen“ bringen.

Recherchetipps

Experimentier- und Kinderbücher

- Unsere Erde- ein aktiver Planet, Bibliothek des Wissens, Arena, 2001
- Die Feuerspucker- Lavaströme, Ascheregen und die Kraft der Vulkan, Sabrina Ließ, Julia Riegert, rororo rotfuchs, 2003
- Tessloffs Buch der Erde, Martin Redfern, Tessloff Verlag, 1999
- Vulkane. Die Welt erleben und verstehen, Verlag Dorling Kindersley, 2003
- Sehen, Staunen, Wissen. – Vulkane- Feuer speiende Berge, Erdbeben, Geysire, Gerstenberg, 1998
- Tessloffs Welt des Wissens, Erdbeben und Vulkane, Tessloff Verlag, 2001
- Was ist Was, Bd. 57, Vulkane, Tessloff Verlag, 1999
- Kids Tipps. Eine Reise zum Thema „Steine“, Universum[®] Science Center Bremen, Mechthild Kummetz und Kerstin Haller, 2004

Fachbücher und Internet

- Verständliche Forschung. Geodynamik und Plattentektonik, Spektrum Akademischer Verlag, 1995
- Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung. Die Dynamik der Erde, Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, 1988
- Spektrum der Wissenschaft compact. Was die Steine erzählen, Maurice Mattauer, 2/2002
- Spektrum der Wissenschaft, Vulkanismus, H. Pichler, 1988
- Vulkane und Vulkanismus, H. Rast. Enke, 1987
- Spektrum Lehrbuch, Frank Press/Raymond Siever. Allgemeine Geologie, Spektrum Akademischer Verlag, 1995
- Vulkanismus. Hans-Ulrich Schmincke, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2000

www.vulkane.net

www.g-o.de

<http://www.volcano.si.edu/>

http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/volc_images/volc_images.html

Die Grips Trips - Reise durch das Universum® kann kostenlos unter Lehrmaterialien auf der Homepage des Universum® Science Center (www.universum-bremen.de) und auf der Homepage des Landesinstitutes für Schule (www.lehrplan.bremen.de) heruntergeladen und ausgedruckt werden.

Diese Handreichung wurde im Herbst 2006 von der Universum Managementges. mbH unter der Mitarbeit des Landesinstitutes für Schule, Bremen entwickelt.

AutorInnen: Mechthild Kummetz, Kerstin Haller und Tobias Wolff

Ansprechpartnerinnen

Beate Vogel

Landesinstitut für Schule

Am Weidedamm 20

28215 Bremen

Mechthild Kummetz

Universum Managementges. mbH

Wiener Straße 5

28359 Bremen