



NATIONAL  
GEOGRAPHIC™



## ACHTUNG!



Nicht für Kinder unter drei Jahren geeignet. Benutzung unter unmittelbarer Aufsicht von Erwachsenen. Erstickungsgefahr, da kleine Teile verschluckt oder eingeatmet werden können. Schnitt- oder Stichverletzungen der Haut durch scharfe funktionale Kanten und Spitzen. Anweisungen für die Eltern oder andere verantwortliche Personen sind beigelegt und müssen beachtet werden. Halte kleine Kinder und Tiere beim Experimentieren fern. Experimentierkasten außerhalb der Reichweite von Kindern unter drei Jahren aufbewahren. Verpackung und Anleitung aufbewahren, da sie wichtige Informationen enthalten!

**ANLEITUNG MIT LEHRREICHEN INFORMATIONEN  
UND SPANNENDEN EXPERIMENTEN**

**VULKAN-SET  
VOLCANO SET**



## Allgemeine Warnhinweise

- Bevor Sie dieses Set verwenden, lesen Sie diese Anweisungen, befolgen Sie sie und bewahren Sie sie für ein späteres Nachschlagen auf.
- Halten Sie kleine Kinder und Tiere vom Experimentierbereich fern.
- Bewahren Sie dieses Experimentierset außerhalb der Reichweite von Kindern unter 8 Jahren auf.
- Reinigen Sie alle Teile nach Benutzung.
- Stellen Sie sicher, dass alle leeren Behälter ordnungsgemäß entsorgt werden.
- Waschen Sie Ihre Hände, nachdem Sie Experimente ausgeführt haben.
- Verwenden Sie ausschließlich Teile, die in diesem Set enthalten waren oder die in den Anweisungen für die Verwendung empfohlen werden.
- Essen oder trinken Sie nicht im Experimentierbereich.
- Lassen Sie Chemikalien nicht in Berührung mit den Augen oder dem Mund kommen.
- Stellen Sie sicher, dass alle Behälter nach Verwendung ordnungsgemäß geschlossen und gelagert werden.

## Allgemeine Erste Hilfe Informationen

- **Bei Augenkontakt:** Spülen Sie sofort das offene Auge mit reichlich Wasser aus. Suchen Sie unmittelbar einen Arzt auf.
- **Beim Verschlucken:** Spülen Sie den Mund mit Wasser aus und trinken Sie frisches Wasser nach. Übergeben sie sich nicht. Suchen Sie unmittelbar einen Arzt auf.
- **Beim Einatmen:** Gehen Sie an die frische Luft.
- **Bei brennenden Hautkontakt:** Waschen Sie die Stelle mindestens 10 Minuten mit viel Wasser ab. Bei Zweifel, suchen Sie unmittelbar einen Arzt auf. Nehmen Sie die Chemikalie und den Behälter mit.
- Bei Verletzungen suchen Sie unmittelbar einen Arzt auf.
- Schreiben sie die Telefonnummer der örtlichen Giftnotrufzentrale oder des Krankenhauses in die Lücke. Dort, können Sie Informationen für Gegenmaßnahmen bei Vergiftungen erhalten.

## EG-Konformitätserklärung



Eine „Konformitätserklärung“ in Übereinstimmung mit den anwendbaren Richtlinien und entsprechenden Normen ist von der Bresser GmbH erstellt worden. Diese kann auf Anfrage jederzeit eingesehen werden.

## ENTSORGUNG



Beachten Sie bei der Entsorgung des Geräts die aktuellen gesetzlichen Bestimmungen! Informationen zur fachgerechten Entsorgung erhalten Sie bei den kommunalen Entsorgungsdienstleistern oder dem Umweltamt.

**Allgemeiner Haftungsausschluss.** Die Bresser GmbH hat alle Bemühungen unternommen, um sicherzustellen, dass die Informationen in diesem Buch, zum Zeitpunkt der Veröffentlichung richtig und aktuell sind, übernimmt jedoch keine Haftung für Fehler, Unterlassungen oder Mängel.

**Alle Rechte vorbehalten.** Kein Teil dieser Publikation darf reproduziert, in einem Datenabfragesystem gespeichert oder gesendet werden, in keiner Form und auf keinen Fall, elektronisch, mechanisch, fotokopiert, aufgenommen oder anderweitig verwendet werden.



**Hol dir neue Experimente  
- nur online verfügbar!**

**Medien zu diesem Produkt**

Über folgenden QR-Code/Weblink kannst du weiterführende Medien (Experimente, Anleitungen, etc.) über die BRESSER Website abrufen\*.



<http://www.bresser.de/download/9130200>

\* Angebot abhängig von der Verfügbarkeit von Medien.

Notiere die Telefonnummer der örtlichen Giftnotrufzentrale oder Krankenhaus in das nachstehende Feld. Diese Einrichtungen können möglicherweise Informationen über Gegenmaßnahmen im Falle einer Vergiftung liefern.

**Wähle im Notfall:  
Europe 112 | UK 999  
USA 911 | Australia 000**



**Garantie und Garantiezeitverlängerung**

Die Garantiezeit beträgt 2 Jahre und beginnt am Tag des Kaufs. Bitte bewahren Sie die Rechnung auf. Sie können die Garantiezeit auf **5 Jahre** verlängern, wenn Sie sich auf [www.bresser.de/garantie](http://www.bresser.de/garantie) registrieren und den kurzen Fragebogen ausfüllen. Zur Inanspruchnahme der 5-Jahre-Garantie müssen Sie die Registrierung innerhalb von 3 Monaten nach dem Kauf (es gilt das Datum des Kaufbelegs) durchführen. Danach erlischt der Anspruch auf die verlängerte Garantie.

Sollten Sie Probleme mit Ihrem Gerät haben, wenden Sie sich bitte an unseren Service. Bitte senden Sie uns keine Artikel ohne vorherige telefonische Rücksprache. Viele Probleme lassen sich bereits am Telefon erledigen. Sollte das Problem nach Ablauf der Garantie auftreten, oder nicht von der Garantie gedeckt sein, so erhalten Sie von uns kostenfrei einen Kostenvoranschlag über die Reparaturkosten.

Service Hotline: +49 (0) 2872 - 80 74-210

**Wichtig bei Rücksendungen:**

Um Transportschäden zu vermeiden achten Sie bitte darauf, dass das Gerät sorgfältig verpackt in der Original-Verpackung zurückgegeben wird. Bitte den Kassenbon (oder eine Kopie) sowie die Fehlerbeschreibung beifügen. Ihre gesetzlichen Rechte werden durch diese Garantie nicht eingeschränkt.

Ihr Fachhändler:..... Art. Nr: .....

Fehlerbeschreibung: .....

Name:..... Telefon:.....

Straße:..... Kaufdatum: .....

PLZ/Ort:..... Unterschrift:.....

## Inhaltsverzeichnis

<b>ALLGEMEINE WARNHINWEISE</b>	3
<b>ALLGEMEINE ERSTE-HILFE-INFORMATIONEN</b>	3
<b>LISTE DER VERWENDETEN CHEMIKALIEN</b>	4
<b>ENTSORGUNG VERWENDETER CHEMIKALIEN</b>	4
<b>HINWEISE FÜR AUFSICHTSPFLICHTIGE ERWACHSENE</b>	5
<b>INHALT DES SETS</b>	5
<b>1. Einführung</b>	6
<b>2. Warum sollten wir etwas über Vulkane lernen?</b>	6
<b>3. Die Erde</b>	7
<b>3.1. Der Aufbau der Erde</b>	8
<b>3.2. Plattentektonik</b>	9
<b>3.3. Geothermische Energie: Nutzung der inneren Erdwärme</b>	11
<b>3.4. Vulkanismus</b>	12
<b>4. Vulkane</b>	13
<b>4.1. Definition von Vulkanen</b>	13
<b>4.2. Aufbau eines Modellvulkans</b>	14
<b>4.3. Herausgeschleuderte Materie</b>	14
<b>4.4. Vulkantypen und sonstige vulkanische Strukturen</b>	16
<b>4.5. Wie werden Vulkane erforscht?</b>	21
<b>4.6. Einige bedeutende Vulkanausbrüche in der Geschichte</b>	23
<b>5. Experimente</b>	25
<b>Experiment 1. Baue einen Jura-Vulkan</b>	25
<b>Experiment 2. Der Vulkanausbruch</b>	26
<b>Experiment 3. Vulkan</b>	27
<b>Experiment 4. Eine andere Methode, einen Vulkan zu basteln</b>	28
<b>Experiment 5. Vulkanflasche</b>	29
<b>Experiment 6. Geysir</b>	30
<b>Experiment 7. Eine andere Methode, einen Geysir zu basteln</b>	31

## LISTE DER ENTHALTENEN CHEMIKALIEN

Chemische Substanz	Molekülformel	CAS-Nummer
Natron (Natriumbicarbonat)	$\text{NaHCO}_3$	144-55-8

## ENTSORGUNG GEBRAUCHTER CHEMIKALIEN

Wenn Sie chemische Substanzen entsorgen müssen, beachten Sie unbedingt die nationalen und/oder örtlichen Vorschriften. Entsorgen Sie Chemikalien niemals in Abwasserkanälen oder im Hausmüll. Weitere Informationen erhalten Sie bei den zuständigen Behörden. Nutzen Sie die jeweiligen Sammelstellen, um Verpackungsmaterial zu entsorgen.



## HINWEISE FÜR BEAUFSICHTIGENDE ERWACHSENE:

Lesen und befolgen Sie diese Anweisungen, die Sicherheitshinweise und die Erste-Hilfe-Informationen, und bewahren Sie sie für späteres Nachschlagen auf. Bei unsachgemäßem Gebrauch von Chemikalien können Verletzungen und Gesundheitsschäden auftreten. Führen Sie nur die in den Anweisungen aufgelisteten Experimente aus. Dieses Experimentierset ist ausschließlich für Kinder über 8 Jahren geeignet. Da die Fähigkeiten von Kindern sogar innerhalb der gleichen Altersgruppe stark abweichen, sollten beaufsichtigende Erwachsene sorgfältig abwägen, welche Experimente für die jeweiligen Kinder geeignet und sicher sind. Die Anweisungen sollen Aufsichtsführende in die Lage versetzen, Experimente einzuschätzen, um ihre Sicherheit für das jeweilige Kind zu gewährleisten. Vor dem Beginn des Experiments sollten beaufsichtigende Erwachsene die Warn- und Sicherheitshinweise mit dem Kind bzw. den Kindern besprechen. Der Bereich rund um den unmittelbaren Experimentierbereich sollte frei von Hindernissen und nicht in der Nähe von Lebensmitteln sein. Der Bereich sollte gut ausgeleuchtet und belüftet sein und sich in der Nähe eines Wasserversorgungsanschlusses befinden. Ein fester Tisch mit hitzeresistenter Oberfläche sollte zur Verfügung gestellt werden.

## INHALT DES SETS



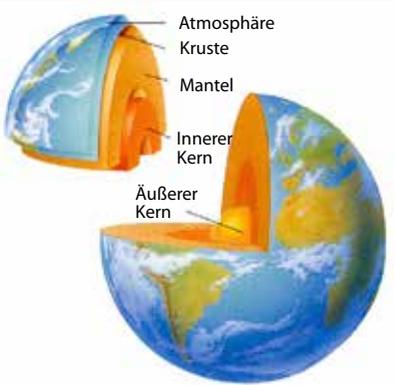
### Beschreibung:

### Anzahl:

1. Vulkanform	_____	1
2. Rolle	_____	1
3. Großer Messbecher	_____	1
4. Lebensmittelfarbe	_____	1
5. Natron	_____	1
6. Modellierpaste	_____	2
7. Holzstäbchen	_____	1
8. Pasteurpipette	_____	1
9. Plastikspatel	_____	1
10. Trichter	_____	1
11. Schutzbrille	_____	1
12. Reagenzröhrchen mit Deckel	_____	1

## 1. Einführung

Das Wort „Geologie“ leitet sich von den griechischen Wörtern „geo“ für „Erde“ und „logos“ für „Wissenschaft“ ab.



**Abbildung 1.** Innerer Aufbau der Erde.

Geologie ist die Wissenschaft, die den Planeten Erde und die Interaktion zwischen verschiedenen terrestrischen Systemen untersucht, und somit verschiedene Wissensbereiche miteinander verbindet.

Mithilfe der Geologie können wir den Planeten, auf dem wir leben, und seine Funktionsweise verstehen.

Dank der Geologie kennen wir den internen Aufbau der Erde, wissen, wie eine Bergkette oder eine Wüste entsteht, was ein Erdbeben oder einen Vulkanausbruch auslöst und wie die Kontinentalverschiebung funktioniert.

Die Geologie untersucht auch andere Prozesse und Phänomene, wie zum Beispiel die Entstehung und Veränderung von Felsgestein, den Wasserkreislauf, die Entstehung von Erdböden, Meteoriten, Kristallen und Fossilien sowie den Ursprung der Planeten und des Sonnensystems.

Auch die Wirtschaft profitiert von den Erkenntnissen aus der Geologie, denn sie hilft dabei, natürliche Ressourcen, wie zum Beispiel fossile Brennstoffe, Erz und Gestein für die Bauindustrie zu finden. Aus diesem Grund spielt die Geologie eine sehr wichtige Rolle für die wirtschaftliche Entwicklung.

Der Begriff „Geologie“ wurde zum ersten Mal von Jean-André Deluc im Jahr 1778 verwendet und wurde von Horace-Bénédict de Saussure im Jahr 1779 fest eingeführt. Der Natur- und Umweltschutz ermöglicht ein nachhaltiges gesellschaftliches Wachstum.

## 2. Warum sollten wir etwas über Vulkane lernen?

Aktive Vulkane gehören zu den eindrucksvollsten Elementen der Natur. Sie repräsentieren die Kraft, die der Erde innewohnt, und alle Vulkane erzählen uns etwas über den Planeten, auf dem wir leben. Vulkane spielten eine wichtige Rolle bei der Entwicklung unseres Planeten, da sie eine Quelle für Wasser und für Gase sind. Diese führten zur Entstehung der Ozeane und der Atmosphäre (beide sind grundlegende Elemente für die Entstehung des Lebens). Vulkane sind ein bedeutender Teil der Landschaft der Erde und besitzen die Kraft, um diese Landschaft zu verändern.

Sie können auch eine topografische Barriere bilden, das Klima bestimmen, fruchtbare Böden fördern und als Reservoir für Mineralien und Energiequellen dienen. Dank unseres Wissens über Vulkane können wir friedlich mit ihnen zusammenleben und vorhersagen, wann sie möglicherweise ausbrechen, und uns darauf vorbereiten.

Genauso wie Erdbeben und die Kontinentalverschiebung entstehen Vulkane aus dem Austausch, der durch die Art und Weise, in der innere Wärme freigegeben wird, tief im Innern des Planeten geschieht. Der Wärmeaustausch tief unter der Oberfläche unseres Planeten entsteht durch Konvektion.

Ein Strom heißer Materie entsteht tief im Inneren der Erde und steigt nach oben zur Oberfläche. Dabei kühlt die Materie sich ab und beginnt, wieder abzusinken. Dadurch entsteht eine Konvektionszelle. Diese Bewegung kann mit warmen und kalten Luftströmen in der Atmosphäre verglichen werden, oder mit dem Erhitzen von Wasser in einem Topf.

Konvektion ist eine der Hauptarten des Wärmeaustauschs, die nur in Medien auftreten – in Flüssigkeiten und Gasen.



Um Vulkane genauer kennenzulernen, müssen wir zuerst die Grundlage für ihre Entstehung verstehen: **DIE ERDE**.

### 3. Die Erde

Unser Planet ist alt... sehr alt: Wissenschaftler schätzen, dass die Erde ca. 4.500 Millionen Jahre alt ist – dies ist eine sehr, sehr lange Zeit.

Die Entstehungsgeschichte der Erde ist mit der Entstehung des Sonnensystems verknüpft. Sie ist eine Folge der Ereignisse, die durch die Geburt des Universums gestartet wurden, und darüber möchten wir im Folgenden sprechen.

Es wird heute weitgehend anerkannt, dass das Universum durch den Urknall entstanden ist. Die Urknalltheorie besagt, dass das Universum vor ca. 13,7 Milliarden Jahren mit einer monumentalen kosmischen Explosion auftauchte. Im nächsten Sekundenbruchteil, als Zeit und Raum entstanden, dehnten sich das Universum und die gesamte Materie aus, und Galaxien und Sterne entstanden. Dieser Prozess dauert bis heute an.

Unser Solarsystem kann auf eine sich drehende Wolke aus Staub und Gas (hauptsächlich Wasserstoff und Helium) zurückgeführt werden. Aufgrund der Drehung und der Schwerkraft begann die Materie, sich zur Mitte der Wolke zu bewegen, und bildete eine Proto-Sonne.

Da die Materie innerhalb der Proto-Sonne durch ihr eigenes Gewicht zusammengedrückt wurde, wurde sie dichter und wärmer. Die Temperatur stieg, bis sie mehrere Millionen Grad erreichte und der Prozess der Kernfusion begann – unsere Sonne war geboren. Während der Großteil der Materie in der Wolke sich in der Proto-Sonne konzentrierte, drehte sich ein kleiner Teil der Materie weiter um dieses Zentrum. Dieser Staub und diese Gase verdichteten sich zu kleinen Kernen, die miteinander zusammenstießen.

Mit der Zeit wuchsen diese Kerne zu größeren Gesteinen mit einer Breite von einigen Kilometern. Diese bezeichnet man als Planetesimal. Durch Kollisionen und Verschmelzungen wurden diese Planetesimale zu den Planeten des Sonnensystems.



**Abbildung 2.** Der Rosettennebel.

Wie entwickelte ein großer Felsen sich in den lebendigen Planeten mit Kontinenten, Ozeanen und einer Atmosphäre, den wir heute kennen? Die Antwort auf diese Frage lautet **Differenzierung**.

Mit Differenzierung bezeichnen wir den Prozess, durch den eine Ansammlung von Materie sich zu einem Körper mit klaren physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie mit einem Kern, der in Schichten aufgebaut ist, entwickelt.

Dieser Prozess steht am Anfang der Geschichte der Erde, als der Planet heiß genug wurde, um zu verschmelzen. Bei einem Meteoriteneinschlag wird eine große Menge Energie freigesetzt, und ein Teil dieser Energie wird in Form von Wärme abgegeben.

Zu Beginn ihres Lebens schlugen ständig Meteoriten und Planetesimale in die Erde ein, dabei wurde Energie freigesetzt und der Planet heizte sich immer mehr auf.

Ein entscheidendes Ereignis geschah ca. 20 Millionen Jahre nach der Entstehung der Erde, als ein anderer Planet mit der Größe des Planeten Mars in die Erde einschlug. Dabei wurde genügend Energie freigesetzt, um die Erde verschmelzen zu lassen (bei dieser Kollision wurde eine Wolke aus Trümmern in den Orbit geschleudert, aus welcher der Mond entstand). Mit dieser Verschmelzung begann der Prozess der Differenzierung.

Vor der Verschmelzung war die Erde eine relativ homogene Masse aus Materie. Durch die Verschmelzung begannen einige der schwereren Elemente, wie zum Beispiel Eisen, zum Mittelpunkt des Planeten abzusinken.

Leichtere Elemente, wie zum Beispiel Sauerstoff und Silizium, stiegen zur Oberfläche auf. Diese Bewegung der leichteren Elemente trug auch dazu bei, die Wärme an den Weltraum abzugeben, wodurch der Planet abkühlen und fest werden konnte. Als Folge dessen entwickelte die Erde sich zu einem differenzierten Planeten: sie war in mehrere Schichten unterteilt.

Betrachten wir nun den Aufbau unseres Planeten im Detail.

### 3.1. Der Aufbau der Erde

Was machst Du als Erstes, wenn Du eine geschlossene Box hast und Du nicht weißt, was darin ist? Die meisten Menschen würden die Box schütteln, um zu hören, welches Geräusch entsteht, und dann zu raten, was darin sein könnte. Mit der Erde können wir auf ähnliche Weise vorgehen.

Wir können dies zwar nicht hören, aber Erdbeben senden Wellen (seismische Wellen) aus, die sich ähnlich verhalten wie Schallwellen. Wenn wir diese Wellen auf ihrem Weg

durch den Planeten erforschen, erhalten wir viele Hinweise darauf, was unter unseren Füßen passiert.

Durch die Erforschung dieser Wellen konnten Wissenschaftler die Erde in verschiedene Schichten unterteilen, die alle unterschiedliche Merkmale und Eigenschaften aufweisen. Wie Du unten sehen kannst, gibt es zwei Modelle für den inneren Aufbau unseres Planeten.

#### a) Geostatisches Modell

In diesem Modell werden die Schichten anhand ihrer Zusammensetzung unterschieden:

**Kruste:** Die äußere Schicht, bestehend aus festem Gestein. Die Dicke variiert zwischen 20 km und 80 km.

**Mantel:** Diese Schicht ist ca. 2.900 km dick (ca. 45 % des Radius der Erde) und wird durch die **Mohorovičić-Diskontinuität** von der Kruste getrennt. Der Mantel besteht hauptsächlich aus Gestein mit mittlerer Dichte: Gemische aus Sauerstoff mit Magnesium, Eisen und Silizium. Aufgrund der hohen Temperatur und dem hohen Druck zeigt dieses Material ein plastisches Verhalten. Diese Schicht besteht aus dem oberen Mantel und dem unteren Mantel. the upper mantle and the lower mantle.

**Kern:** Der Radius des Kerns beträgt ca. 3.400 km. Er besteht aus Eisen und Nickel und ist verantwortlich für die Anziehungskraft der Erde.



Abbildung 3. Geostatic model.

## b) Geodynamisches Modell

In diesem Modell werden die Schichten anhand ihrer physischen Eigenschaften unterschieden:

**Lithosphäre:** Dies ist die äußerste Schicht. Sie ist elastisch, ca. 250 km dick und umfasst die Kruste und den oberen Mantel. Sie besteht aus festem und starrem Material – den Lithosphärenplatten (Kontinentalplatten).

**Asthenosphäre:** Dies ist der flüssige Teil des Mantels. Die seismischen Wellen werden langsamer. In dieser Schicht bewegen sich die Lithosphärenplatten.

**Mesosphäre:** Diese Schicht umfasst den unteren Mantel. Sie beginnt bei einer Tiefe von ca. 700 km, wo die Mineralien eine größere Dichte haben, ansonsten aber ihre chemische Zusammensetzung beibehalten. Sie besteht aus sehr heißem und festem, aber plastischem Gestein.

**D-Schicht:** Diese Schicht entspricht der Gutenberg-Diskontinuität und ist die Übergangszone zwischen der Mesosphäre und dem Kern. Hier wird das Gestein kontinuierlich erwärmt und kann nach oben in die Lithosphäre aufsteigen und einen Vulkan entstehen lassen.

**Kern:** Wie im geostatischen Modell besteht der Kern auch hier aus einer äußeren und einer inneren Schicht. In der flüssigen äußeren Schicht entstehen Strömungen und Bewegungen, während der feste innere Kern eine sehr hohe Dichte aufweist.

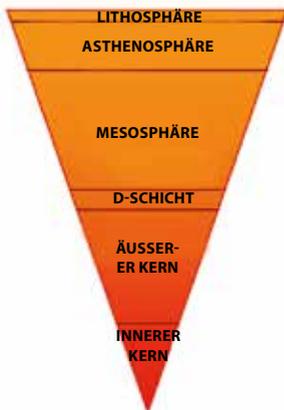


Abbildung 4. Geodynamisches Modell.

## 3.2. Plattentektonik

Der Begriff „Tektonik“ leitet sich vom griechischen Wort „téktón“ ab, das „der, der baut“ bedeutet. Diese Theorie erläutert die Bewegung der Platten, aus denen die Erdkruste besteht, über einen Zeitraum von tausenden Millionen Jahren.

Dieses Phänomen ist das Produkt der Konvektion des Mantels und ist für die stetige Veränderung der Lithosphäre verantwortlich. Das Modell beschreibt den Wärmeaustausch zwischen der Kruste und dem Mantel.

Gemäß des tektonischen Modells verhalten die ersten 100 km der Erdoberfläche, welche die Lithosphäre bilden, sich wie festes Material, sind brüchig und verfügen über eine geringere Dichte. Es handelt sich hierbei nicht um eine einheitliche Schicht, sondern sie ist in verschiedene Platten oder Blöcke unterteilt, wie Puzzle-Teile, die sich mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 2,5 cm pro Jahr bewegen.

Die Platten interagieren miteinander an ihren langen Außenkanten, was zu einer deutlichen Veränderung der Form von Kruste und Lithosphäre führt. Auf diese Weise können lange Bergketten, wie beispielsweise der Himalaya, oder lange Verwerfungslinien, wie beispielsweise die San-Andreas-Verwerfungslinie in den USA, entstehen.

Außerdem werden die meisten Erdbeben durch den Kontakt zwischen den Plattenkanten verursacht.

Die Theorie der tektonischen Platten erklärt auch, warum Vulkane und seismische Aktivitäten in bestimmten Weltregionen häufiger vorkommen als in anderen Regionen (z. B. der Pazifische Feuerring). In diesen Regionen stoßen häufig tektonische Platten aufeinander. Diese Theorie erklärt auch die Lage von Ozeangraben.

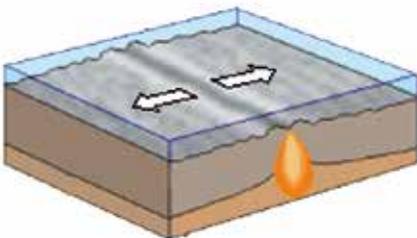
Die Bewegungsrichtung und die Zusammensetzung der Platten bestimmen die Merkmale des Kontaktbereichs zwischen diesen Platten. Es gibt vier Typen:



**Abbildung 5.** Die wichtigsten tektonischen Platten und ihre Bewegungsrichtung.

**a) Divergente Grenzen:** Dies sind Zonen, in denen die Platten sich voneinander weg bewegen. Es gibt Bereiche, in denen sich eine neue Kruste bildet. Eine der sichtbarsten Formen bilden Gräben mitten im Ozean – dabei handelt es sich um Unterwassergebirge.

In diesen Gebieten treten primäre Vulkane auf, deren Magma aus Materialien besteht, das aus den Tiefen des Mantels hochgestiegen ist. Eines der bekanntesten Beispiele für divergente Plattengrenzen ist der Mittelatlantische Rücken im Atlantischen Ozean, der ca. 11.300 km lang ist. Der höchste Punkt ist die Insel Pico in den Azoren. Ein weiteres Beispiel ist der Große Afrikanische Grabenbruch.

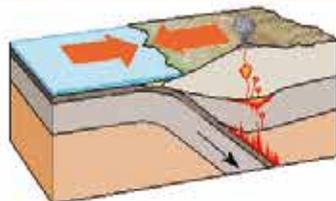


**Abbildung 6.** Divergente Plattengrenzen.

**b) Konvergente Plattengrenzen:** In diesen Zonen stoßen Platten aufeinander. Wenn zwei Platten der Lithosphäre konvergieren (zwei Ozeanplatten oder eine Ozeanplatte und eine Kontinentalplatte), bilden sie eine Subduktionszone (eine Platte schiebt sich über die andere Platte).

Wenn zwei Kontinentalplatten aufeinander stoßen, führt dies in manchen Fällen zu einer Metamorphose.

Aus den Subduktionszonen entstehen normalerweise Ozeangraben, wie zum Beispiel der Marianengraben. Konvergente Plattengrenzen hingegen führen normalerweise zu großen Bergketten, wie z. B. dem Himalaya und den Anden. In diesen Gebieten treten häufig seismische Aktivitäten und Vulkanismus auf (das Magma besteht üblicherweise aus verbundenem oder verschmolzenem Material aus der absinkenden Platte).



**Abbildung 7.** Konvergente Plattengrenzen.

**c) Transform boundaries or conservative boundaries:** In diesen Zonen bewegen die Platten sich ohne Kompression oder Dehnung aneinander vorbei, das heißt, die gleiten ohne transformative Verwerfungen aneinander vorbei. An den Kontaktflächen zwischen den Platten entstehen Schleif-, Scher- und Stauchschäden. In diesen Gebieten treten oberflächennahe Erdbeben sowie ein gewisses Maß an Vulkanismus auf. Ein Beispiel für konservative Plattengrenzen ist die San-Andreas-Verwerfung in Kalifornien.

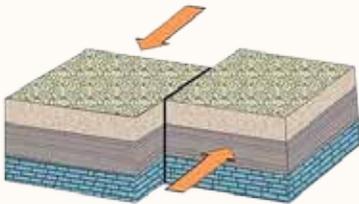


Abbildung 8. Transform-Plattengrenzen.

**d) Hot Spots:** Diese Zonen stehen nicht in Zusammenhang mit bestimmten tektonischen Platten, sondern es handelt sich dabei um sehr heiße Regionen an bestimmten Stellen des unteren Mantels. An den Hotspots bilden sich Schwaden aus sehr heißen Materialien, die an die Oberfläche steigen und dort Vulkane bilden. Da es sich hierbei um feste Gebiete handelt, die unabhängig von der Bewegung der Platten sind, bleiben die Schwaden trotz der Plattenbewegung an der gleichen Stelle. Sie bilden eine Kette aus Vulkanen, wie zum Beispiel in Hawaii. Um Dir dieses Phänomen vor Augen zu führen, stelle Dir vor, was passiert, wenn Du ein Blatt Papier langsam über eine brennende Kerze führst.



Abbildung 9. Verteilung der Hotspots auf der Erde.

### 3.3. Geothermische Energie: Nutzung der inneren Erdwärme

Geothermische Energie stammt aus dem Inneren des Planeten. Es handelt sich dabei um eine alternative Energieform, die wir heutzutage nutzen. Diese Wärme entsteht durch:

- Den Zerfall radioaktiver Elemente;
- Die verbleibende Wärme, die aus der Entstehung der Erde stammt.

Diese Energie zeigt sich in Form von Vulkanen, die durch geologische Prozesse entstehen, wie zum Beispiel Geysire und hydrothermale Quellen.

In Geothermiekraftwerken wird mittels Dampfturbinen aus dem Dampf, der durch von der Erde aufgeheiztem Wasser entsteht und unter Hochdruck durch Rohrleitungen zu den Turbinen geleitet wird, Strom erzeugt.

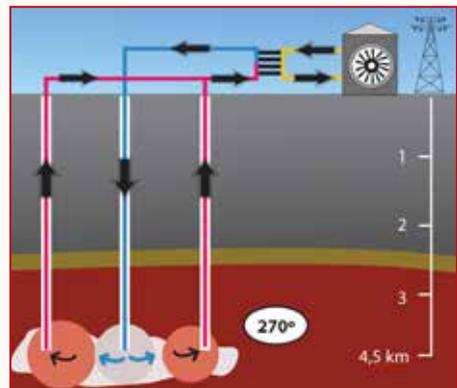


Abbildung 10. Geothermiekraftwerk.

Geothermische Energie kann auch für Heizungen und zur Erwärmung von Wasser verwendet werden.

Das Wasser aus hydrothermalen Quellen wird unter anderem in der Industrie zur Gewinnung von Mineralien, wie zum Beispiel Schwefel, Ammoniak und Schwefelsäurensalz verwendet (das Wasser ist sehr reich an Mineralien).

**Verwendung:**

- Thermalbäder: Heiße Quellen mit gesundheitlichem Nutzen;
- Heizkörper und Heißwasser;
- Gewinnung von Mineralien;
- Landwirtschaft und Aquakultur: für Gewächshäuser und die Fischzucht.

**Nachteile:**

Obwohl diese Energiequelle sehr umweltfreundlich ist und im Vergleich zu fossilen Brennstoffen nur sehr wenige Abfallstoffe erzeugt, ist ihre Nutzung nicht weit verbreitet, denn:

- Sie gibt Schwefelwasserstoff an die Atmosphäre ab;
- Sie gibt Kohlenstoffdioxid ab und trägt somit zu den damit verbundenen Problemen bei;
- Wasserläufe oder das Grundwasser können mit schädlichen Substanzen kontaminiert werden;
- Sie ist auf Gebiete mit aktiven Vulkanen beschränkt;
- Sie kann die Landschaft beschädigen.

**3.4. Vulkanismus**

Vulkanausbrüche werden durch Magma verursacht, das an die Oberfläche steigt. Sie treten besonders häufig in Gebieten auf, in denen Platten aufeinandertreffen:

**a) Bei Rücken oder Gräben,** seht Vulkanismus in Zusammenhang mit der Entstehung einer neuen Kruste. In Rückengebieten wird die ozeanische Lithosphäre durch das Auseinanderdriften der Platten immer dünner.

Der Druck der tieferen Materie ist stark genug, um diese dünne Schicht zu durchbrechen und an die Oberfläche aufzusteigen. Die meisten dieser Vulkane befinden sich unter Wasser und können umfangreiche Vulkanketten auf dem Meeresboden bilden.

In manchen Gebieten sind diese Vulkane höher als der Meeresspiegel und bilden Inseln, wie z. B. die Azoren und Island.



**Abbildung 11.** Submariner Vulkan.

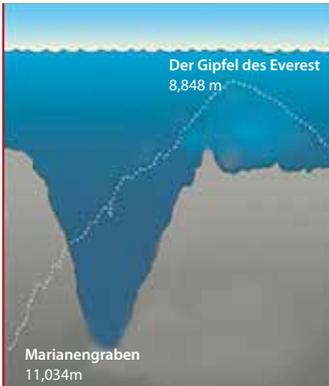
**b) In Subduktionszonen** steht Vulkanismus in Zusammenhang mit der Art und Weise, in der die nach unten geschobene Lithosphärenplatte den Mantel durchbricht.

Ein Beispiel für aktive Vulkane in einer Subduktionszone ist der Pazifische Feuerring. Hier bildet die Subduktionszone eine große Gruppe aus Ozeangräben, einschließlich dem Marianengraben (Abbildung 12).

Der 11 km tiefe Marianengraben bildet die tiefste Stelle auf der Erde. In solchen Gräben wird ein Teil des Materials in den Mantel eingeführt, wo es schmilzt und wieder an die Oberfläche steigt. Auf diese Weise entsteht ein Vulkangebiet hinter der Subduktionszone.

Das an die Oberfläche steigende Material besteht aus den Komponenten der absinkenden Platte, welche die geringste Dichte und den niedrigsten Schmelzpunkt aufweisen. Falls die Subduktionszone zwischen zwei Ozeanplatten liegt, kann an dieser Stelle eine Kette von Vulkaninseln im Ozean entstehen, wie es zum Beispiel an der Westküste des Pazifiks der Fall ist.

Ein Beispiel für Vulkane in einer Subduktionszone zwischen einer Kontinentalplatte und einer Ozeanplatte sind die Anden in Südamerika.



**Abbildung 12.** Vergleich zwischen der Tiefe des Marianengrabens und der Höhe des Mount Everest.

c) Vulkane können auch weit entfernt von Plattengrenzen und mitten auf tektonischen Platten auftreten – wie im Fall von **Hotspots**. Eine weitere Art von Vulkanismus stellen die Vulkaninseln am passiven Kontinentalrand von Afrika dar, wie beispielsweise die Kanarischen Inseln. Viele dieser Vulkane stehen in Zusammenhang mit Hotspots.

Wenn Platten über einen Hotspot gleiten, entstehen Vulkanketten, bei denen nur die jüngsten Vulkane aktiv sind. Beispiele für diese Art von Vulkanismus ist die Hawaii-Inselkette, die sich praktisch im Zentrum der pazifischen Platte befindet.



**Abbildung 13.** Hawaii-Archipel: eine durch Vulkanausbrüche entstandene Gruppe von Inseln.

**Es gibt fünf Regionen auf dem Planeten mit besonders ausgeprägter Vulkanaktivität. Diese sind:**

**1. Zirkumpazifische Zone:** Diese Zone ist auch als Pazifischer Feuerring bekannt und umfasst den Pazifik, die amerikanische Küste, Asien sowie Ozeanien. Zu dieser Zone zählen beispielsweise die Anden, die Rocky Mountains und verschiedene Inselketten. Die meisten aktiven Vulkane in dieser Zone befinden sich in Hawaii, Alaska, Japan, Peru und in den Philippinen.

**2. Asiatisch-Mediterrane Zone:** Diese Zone erstreckt sich vom Atlantik bis zum Pazifik in west-östlicher Richtung. Die meisten aktiven Vulkane in dieser Zone befinden sich in Italien, der Türkei und in Indonesien.

**3. Indische Zone:** Diese Zone umfasst den Indischen Ozean und ist bei Sumatra und Java mit der Zirkumpazifischen Zone verbunden. In dieser Zone gibt es viele Inseln und submarine Gebirge. Aktive Vulkane, wie zum Beispiel Réunion und die Komoren-Inseln, befinden sich im dorsalen indischen Gebiet.

**4. Atlantische Zone:** Diese Zone durchzieht den mittleren Teil des Atlantik von Norden nach Süden. Die Vulkane in Island, Ascension Island, St. Helena, den Azoren und den Kanarischen Inseln stechen in dieser Zone heraus.

**5. Afrikanische Zone:** Vulkane wie z. B. der Kilimandscharo stechen in dieser Zone heraus.

## 4. Vulkane

### 4.1. Definition von Vulkanen

Vulkane sind geologische Strukturen, die aus Öffnungen in der Erdkruste bestehen. Aus diesen Öffnungen steigt Magma an die Oberfläche. Je nach Art und Weise, in der die Lava durch Risse oder Spalten steigt, werden Vulkane entweder als Zentral- oder als Spaltenvulkane bezeichnet.

Zentralvulkane besitzen in den meisten Fällen einen Vulkankegel, an dessen Spitze sich eine Vertiefung oder ein Krater befindet. Dort befindet sich auch die Öffnung eines zentralen Schlots, der das Erdinnere mit der Oberfläche verbindet. Der Vulkankegel entsteht durch die Ablagerung von Lava, die aus dem zentralen Schlot fließt oder aus dem zentralen Kanal herausgeschleudert wird. Der Wissenschaftszweig „Vulkanologie“ beschäftigt sich mit der Erforschung von Vulkanen und Vulkanphänomenen.

**WUSSTEST DU...**

Dass der Begriff „Vulkan“ sich von „Vulcanus“ ableitet, dem römischen Gott des Feuers?



Abbildung 14. Gott Vulcanus.

**4.2. Aufbau eines Modellvulkans**

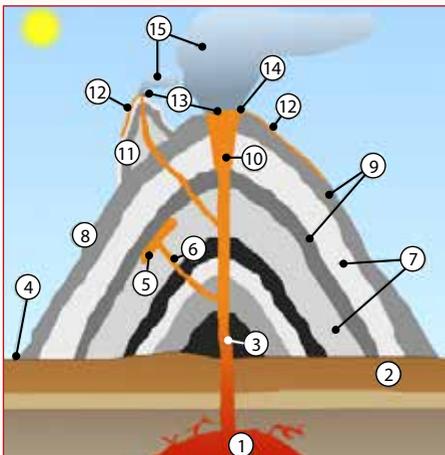


Abbildung 15. Aufbau eines Vulkans.

**1. Magmakammer:** Hier sammelt sich das Magma, bevor es herausgeschleudert wird. Die Magmakammer befindet sich viele Kilometer unter der Oberfläche und kann hunderte Quadratkilometer groß sein. Nach einem Ausbruch kann die Kammer teilweise geleert sein. In diesem Fall stürzt die Magmakammer möglicherweise ein, was die Stabilität des Vulkans darüber beeinträchtigen kann.

**2. Felsboden.**

**3. Schlot (Rohrleitung):** Der Bereich, den das Magma auf dem Weg an die Oberfläche durchläuft.

**4. Boden.**

**5. Intrusion.**

**6. Sekundärer Schlot.**

**7. Schichten aus Asche,** die aus dem Vulkan herausgeschleudert wurde.

**8. Kegel:** Der sichtbare Teil des Vulkans, der durch herausgeschleuderte Lava entsteht.

**9. Schichten aus Asche,** die aus dem Vulkan herausgeschleudert wurde.

**10. Schacht.**

**11. Nebenkegel.**

**12. Lavafluss.**

**13. Schlotöffnung.**

**14. Krater oder Caldera:** Der Austrittsbereich der aus dem Vulkan herausgeschleuderten Lava. Dieser Bereich befindet sich oben an den Flanken des Vulkans, der Schlot bildet dabei die Basis. Der Krater kann sehr klein oder auch sehr groß sein. Falls der Kegel teilweise oder vollständig einstürzt, entsteht ein deutlich größerer Krater, der als Caldera bezeichnet wird.

**15. Asche und Gaswolke.**

**4.3. Herausgeschleuderte Materie**

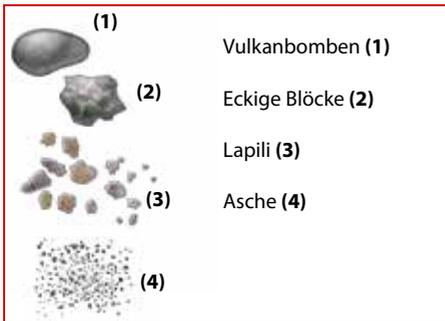
Im Hinblick auf die aus Vulkanen herausgeschleuderte Materie wird zwischen den folgenden Arten unterschieden:

**a) Feststoffe**

Die aus einem Vulkan herausgeschleuderte feste Materie wird als Feststoff bezeichnet. Dabei wird je nach Größe zwischen den folgenden Arten unterschieden:

**- Vulkanblöcke und Lavabomben:** Diese können einen viele Meter großen Durchmesser aufweisen und befinden sich nächster Nähe des Vulkankraters. Sie sind üblicherweise rund, da sie sich im Fallen drehen (und abkühlen).

- **Lapili:** expelled materials measuring 2-20mm in diameter.
- **Asche:** Partikel mit einer Größe von weniger als 2 mm. Diese Partikel bleiben nach dem Ausbruch normalerweise für längere Zeit in der Luft und können hunderte Kilometer weit getragen werden.
- **Gerölllawinen:** Ein Teil der Vulkanflanken stürzt hinab und verursacht große Lawinen. Dies kann durch die Instabilität der Materie an den Flanken entstehen, die unzureichend gestützt werden und aufgrund der Schwerkraft abbrechen können. Gerölllawinen könnten auch durch den Magmadruck im Innern des Vulkans oder durch ein Erdbeben verursacht werden.



**Abbildung 16.** Arten von Feststoffen: Vulkanbomben (1), eckige Blöcke (2), Lapili (3), Asche (4).

### b) Flüssigkeiten

Ab dem Zeitpunkt, an dem das Magma zur Oberfläche steigt, verliert es einige seiner Komponenten, insbesondere Gase, und wird als Lava bezeichnet. Lava besteht aus geschmolzenem Gestein, das aus dem Vulkan herausgeschleudert wird. Die Dicke der Lava hängt von ihrer chemischen Zusammensetzung ab: Lava mit viel Eisen und Magnesium ist zähflüssiger als Lava, die viel Silizium enthält. Die Viskosität der Lava hängt auch von ihrem Wassergehalt und ihrer Temperatur ab. Lava kann unter oder über der Wasseroberfläche vorkommen.

#### Es gibt drei Arten von oberirdischer Lava:

- **Pāhoehoe:** Hierbei handelt es sich um eine sehr flüssige Lava. Sie entsteht durch das

Erstarren einer sehr dünnen Oberflächenschicht, unter die Lava weiterfließt. Dadurch bildet die Oberflächenschicht Blasen und wird angehoben.

- **Aa:** Dieser Name leitet sich aus den Tönen ab, die Personen von sich geben, wenn sie barfuß über diese Art von Lava gehen, nachdem die Lava erstarrt ist. Denn diese Lava ist unregelmäßig und verfügt über scharfe Kanten. Es handelt sich hierbei um dickere Lava, die während des Abkühlens durch den Druck der restlichen, noch fließenden Lava in Blöcke zerbricht.



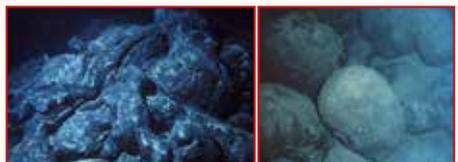
**Abbildung 17.** Pahoehoe-Lava. **Abbildung 18.** Aa-Lava.

- **Lavastrom,** diese Art von Lava unterscheidet sich vom knittrigen Aussehen der anderen beiden vorherigen Lava-Arten. Sie ist glatter und flüssiger.



**Abbildung 19.** Lavastrom.

- **Submarine Lava (oder Kissenlava):** Diese Art von Lava kommt mit Wasser in Kontakt und kühlt deshalb sehr schnell ab. Auf diese Weise erhält sie ihr charakteristisches Aussehen und ähnelt einem Kissen.



**Abbildung 20.** Kissenlava.

### c) Gase

Der Gasanteil des Magmas variiert zwischen 1 % und 5 % seines Gesamtgewichts. Diese Gase bestehen zu 70 bis 90 % aus Wasserdampf.

Der restliche Anteil umfasst üblicherweise Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Stickstoff ( $\text{N}_2$ ), Wasserstoff ( $\text{H}_2$ ), Kohlenstoffmonoxid ( $\text{CO}$ ), Schwefel ( $\text{S}$ ), Argon ( $\text{Ar}$ ), Chlor ( $\text{Cl}$ ) und Fluor ( $\text{F}$ ). Diese Gase können mit Wasser oder Wasserstoff zu verschiedenen toxischen Verbindungen reagieren, wie z. B. Chlorwasserstoff ( $\text{HCl}$ ), Fluorwasserstoff ( $\text{HF}$ ), Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) und Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ).



Abbildung 21. Ausstoß von Schwefelsäure.

### d) Schlamm und Geröllfluss

**Schlamm und Geröllfluss:** Diese sind auch als „Lahar“ bekannt und bestehen aus einem Gemisch aus Wasser und Gesteinsmaterial, das hauptsächlich vulkanischen Ursprungs ist (Steine, Bimsstein und Asche).

Sie können sehr schnell den Berg hinunterrollen. Schlamm- und Geröllflüsse treten häufig auf, wenn viel Wasser vorhanden ist.

Dies könnte an einer Verschmelzung von Eis- und Schneemassen oder an starken Regenfällen liegen, oder daran, dass der pyroklastische Strom auf einen See oder Fluss trifft.

Das Ausmaß der damit verbundenen Gefahr hängt von der verfügbaren Wassermenge, der Menge und der Größe des pyroklastischen Materials sowie von der Topografie ab.

## 4.4. Vulkantypen und sonstige vulkanische Strukturen

### a) Klassifizierung nach Form

**1. Schichtvulkan:** besitzt eine Kegelform und einen zentralen Krater. Der Kegel entsteht durch aufeinanderfolgende Schichten aus Lava, Schlacke und Asche als Ergebnis früherer Ausbrüche. Die meisten Vulkane in Guatemala sind Schichtvulkane (auch Strato-vulkane).



Abbildung 22. Mount Teide (Teneriffa, Spanien).

**2. Caldera:** Diese Vulkane entstehen durch große Ausbrüche, bei denen die Vulkanstruktur ganz oder teilweise einstürzt, sodass ein großer Krater entsteht.

Krater mit einem Durchmesser von mindestens einem Kilometer werden als Calderen bezeichnet. Es gibt mindestens 138 Calderen mit einem Durchmesser von mehr als 5 km auf unserem Planeten. Einige dieser Calderen sind so weitläufig, dass man sie nur vom Weltall ganz sehen kann.



Abbildung 23. Caldera de Tambora (Isla de Sumbawa, Indonesien).

**3. Schildvulkan:** Diese Vulkanart verfügt über eine niedrige Kegelform. Diese Vulkane bestehen aus aufeinander folgenden Schichten aus flüssiger Lava. Diese Art von Vulkanen ist in Hawaii häufig zu finden.



**Abbildung 24.** Vulkan Kilauea (Hawaii).

**4. Lavadom:** Diese Strukturen entwickeln sich aus Vulkanschloten und bestehen aus Lava, die so zähflüssig ist, dass sie nicht abfließt. Ein Beispiel für diese Vulkanart ist der Santiaguito-Dom im Südwesten des Vulkans Santa María in Guatemala.



**Abbildung 25.** Santa Maria-Dom (Guatemala).

**5. Schlacken- und Aschenkegel:** Hierbei handelt es sich um kleine Kegel, die - wie der Name schon sagt - aus Ansammlungen von Asche und Schlacke entstehen. Beispiele für diese Vulkanart sind die Berge in der Jalpataka-Verwerfung sowie die große und weitläufige Landvertiefung neben dem Ipalá-Vulkan in Guatemala.



**Abbildung 26.** Haleakala National Park (Hawaii).

**6. Heiße Quellen und Geysire:** Diese Vulkanarten stoßen Wasserdampf und Wasser bei hohen Temperaturen aus. Dies erfolgt häufig in Form eines Schwalls aufgrund der Erwärmung von Wasser in unterirdischen Höhlen. Durch die Hitze steigt der Wasserdruck so lange an, bis er so hoch ist, dass das Wasser an die Oberfläche steigt und kraftvoll hoch schießt. Die bekanntesten Geysire befinden sich im Yellowstone National Park in den USA.



**Abbildung 27.** Geysir (USA).

**7. Fumaroles:** Dies sind Öffnungen oder Risse im Erdboden, die sich üblicherweise in der Nähe von Vulkanen befinden und aus denen Gase in die Atmosphäre abgegeben werden.



**Abbildung 28.** Fumarole, Azoren (Portugal).

**8. Kaltwassergeysir:** Kalte Geysire, die Kohlenstoffdioxid abgeben.



**Abbildung 29.** Kaltwassergeysir in einem Nationalpark in Tschechien

**9. Solfatare:** Hierbei handelt es sich um Geysire, die Wasserdampf und Schwefelsäure abgeben. Sie werden nicht heißer als 100°C.

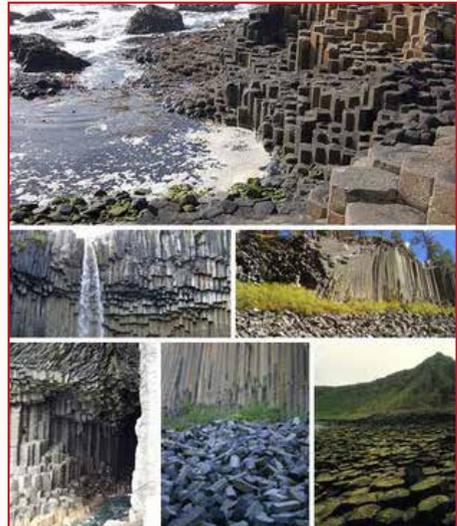


**Abbildung 30.** Solfatare: Ablagerungen von Schwefelkristallen (gelb) sind deutlich sichtbar.

**10. Spalteneruptionen und Lavaebenen:** Bei dieser Vulkanart wird die meiste Vulkanmaterie durch Risse in der Kruste, die als Spalten bezeichnet werden, ausgestoßen.

Durch diese Spalten kann zähflüssige Lava austreten, die sich über große Flächen erstrecken kann. Bei Spalteneruptionen wird dünnflüssige basaltische Lava ausgestoßen. Aufeinander folgende Schichten bedecken den Boden und bilden eine Lavaebene.

Diese Lavaflüsse werden als Flutbasalte bezeichnet. Diese Art von Lavaströmen ist häufiger auf dem Meeresboden zu finden.



**Abbildung 31.** Beispiele für Spalteneruptionen und Lavaebenen

**11. Kanäle:** Das Vulkangestein ist von Höhlen und Kanälen durchzogen, die durch Lavaströme entstanden sind. Diese Höhlen und Kanäle bildeten sich zur gleichen Zeit wie das umgebende Vulkangestein und sind nicht das Ergebnis von Erosionsprozessen.



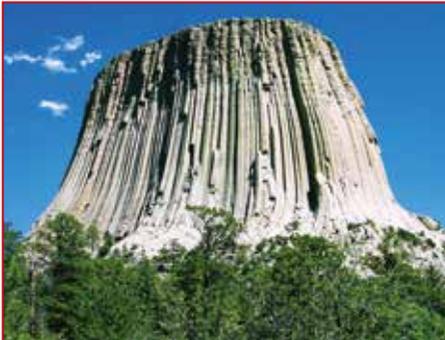
**Abbildung 32.** Durch Lavaströme entstandene Kanäle.

**12. Vulkanschlote:** Diese bestehen aus Basalt und sind das Ergebnis von Lava, die im Innern eines Vulkanschlots erstarrt ist.

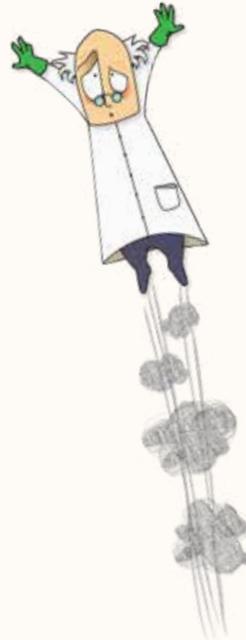
Erosionsprozesse zerstören und formen die Oberfläche unseres Planeten stets auf neue.

Vulkankegel, die aus Asche oder anderen, weniger festen Materialien bestehen, erodieren viel schneller als anderes Gestein, das aus

in einem Schlot erstarrter Lava entstanden und widerstandsfähiger und fester ist. Dieses Gestein kann auf diese Weise für eine lange Zeit isoliert bleiben. Diese Strukturen weisen eine sehr charakteristische Form auf.



**Abbildung 33.** Devil's Tower (USA): Überbleibsel eines Vulkanschlots, der bei einem Ausbruch offengelegt wurde.



### WUSSTEST DU...

Dass aus abkühlendem Magma verschiedene Gesteinsarten entstehen, die anhand ihrer ursprünglichen chemischen Zusammensetzung und anhand des Abkühlprozesses unterschieden werden können?

Man unterscheidet zwischen zwei Hauptgruppen:

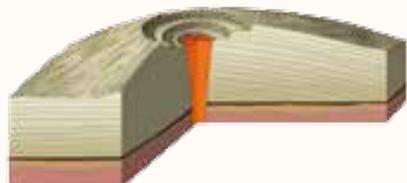
**Ergussgestein:** Hierbei kühlt die Lava an der Oberfläche sehr schnell ab. Dabei bilden sich sehr kleine Kristalle, die manchmal mit bloßem Auge schwer zu sehen sind. Sie bestehen normalerweise aus Pyroxen oder Olivin und haben einen hohen Eisengehalt. Beispiel: Basalt.

**Plutonisches Gestein:** Hierbei kühlt das Magma in der Tiefe sehr langsam ab. Dabei bilden sich gut ausgeformte Kristalle, die mit bloßem Auge erkennbar sind. Ein Beispiel für plutonisches Gestein ist Granit, was hauptsächlich aus Quarz, Feldspat und Glimmerschiefer besteht.

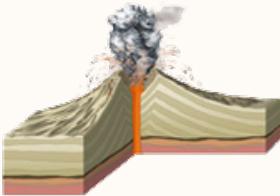
### b) Klassifizierung nach Eruptionstyp

Ein Vulkan kann anhand der effusiven und explosiven Natur seiner Eruption klassifiziert werden:

**Hawaiisch:** Dieser Eruptionstyp zeichnet sich durch sehr flüssiges Magma aus, das in großer Menge austritt. Dabei entstehen große Lava-seen und -ströme. Weil das Magma sehr flüssig ist, werden Gase gleichmäßig abgegeben. Heftige Ausbrüche kommen selten vor, aber die angesammelten Gase können springbrunnenartige Lavaströme verursachen, die mehrere Meter hoch sind.

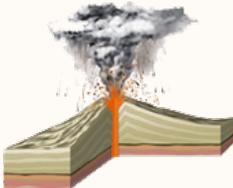


**Strombolianisch:** Dieser Eruptionstyp zeichnet sich durch regelmäßige und konstante Eruptionen aus, bei denen brennende Lava in die Luft geschleudert wird. Die Eruptionen gehen mit Lavaströmen und Gasemissionen einher. Die Lava ist dickflüssiger als beim hawaiianischen Eruptionstyp. Asche- und Schlackenkegel können sich schnell aus abwechselnden Schichten aus erstarrter Lava und pyroklastischem Gestein bilden.



**Vulkanianisch:** Diese Eruptionen treten seltener auf, sie sind jedoch explosiver als beim strombolianischen Eruptionstyp. Dies liegt hauptsächlich in der Art der Lava begründet. Diese ist noch zähflüssiger als bei strombolianischen Eruptionen, sodass Gase schlechter austreten können.

Eruptionen dieser Art gehen häufig mit Aschewolken und Gasen einher, die mehrere Kilometer hoch in die Atmosphäre aufsteigen können. Nach der Eruption ist der zentrale Schlot meistens frei, da kein Lavaström auftritt.



**Plinianisch:** Hierbei handelt es sich um sehr explosive Eruptionen, bei denen pyroklastisches Material mehrere Kilometer weit ausgeworfen wird und bei denen sich große vertikale Säulen aus Gasen und Asche bilden.

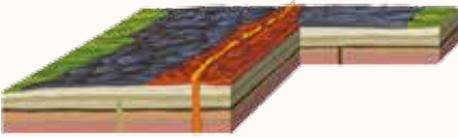
Bei plinianischen Eruptionen stürzt häufig der obere Teil des Vulkans ein.



**Peleanisch:** Hierbei handelt es sich ebenfalls um sehr explosive Eruptionen. Die Lava ist sehr zähflüssig und besitzt einen großen Gasanteil. Es können Ströme aus Gas, Asche, Steinen und pulverisiertem Magma auftreten, die sich sehr schnell bergab bewegen und dabei alles in ihrem Weg zerstören. Diese Ströme aus brennender Materie werden als pyroklastische Wolken bezeichnet und sie sind sehr gefährlich.



**Isländisch:** Vulkane mit diesem Eruptionstyp weisen keinen Kegel oder Krater auf, wie andere Vulkanarten. Ihr Hauptmerkmal ist die Emission von großen Mengen an Lava aus Erdspalten. Bei manchen Eruptionen treten Lavaströme mit geringer Viskosität auf, die sich über große Bereiche erstrecken.



**Grundwasser- oder Geysir-artig:** Bei diesem Eruptionstyp kommt das Magma mit dem Grundwasser in Berührung. Es fließt keine Lava, sondern Wasserdampf oder Wasser werden mit hohem Druck und bei hoher Temperatur ausgestoßen, üblicherweise an Hängen oder am Fuß des Vulkans. In manchen Fällen kann die Eruption explosiv genug sein, um kleine Krater zu bilden.

### c) Klassifizierung nach Aktivität

#### Aktive Vulkane

Aktive Vulkane können ausbrechen. Die meisten aktiven Vulkane brechen gelegentlich aus und bleiben die meiste Zeit inaktiv. Es gibt nur sehr wenige Vulkane, die kontinuierlich ausbrechen. Die aktive Zeit kann wenige Stunden oder auch mehrere Jahre betragen, während die inaktive Zeit Monate, Jahre oder sogar Jahrhunderte lang anhalten kann.

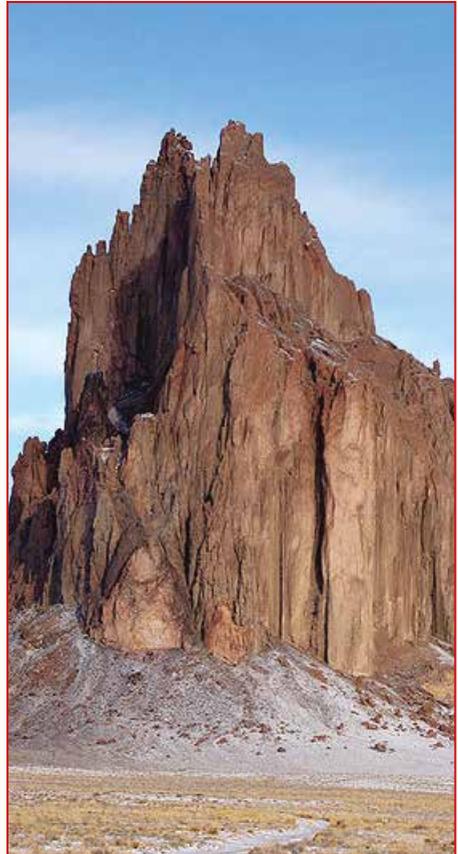
#### Inaktive Vulkane

Diese Vulkane befinden sich in einer Ruhephase. Sporadisch können Anzeichen für sekundären Vulkanismus auftreten, wie zum Beispiel heiße Quellen oder Fumarolen.

#### Erloschene Vulkane

Diese Vulkane waren früher möglicherweise aktiv, aber heute gibt es keine Anzeichen dafür, dass sie wieder aktiv werden könnten.

Diese Vulkane sind häufig zu finden. In seltenen Fällen wird ein Vulkan, den man für erloschen gehalten hat, wieder aktiv. Üblicherweise betrachtet man einen Vulkan erst dann als erloschen, wenn es viele Jahrhunderte lang keine Anzeichen für Vulkanaktivität gab. Die Ausbruchsaktivität tritt fast immer periodisch auf, dabei wechseln sich aktive Perioden mit langen inaktiven Perioden ab.



**Abbildung 34.** Shiprock (USA): Das Überbleibsel des Schlots eines erloschenen Vulkans

### 4.5. Wie werden Vulkane erforscht?

Die Erforschung von Vulkanen ist wichtig, da wir auf diese Weise Informationen über die Prozesse erhalten, die im Innern der Erde stattfinden. Wenn wir die Funktionsweise von Vulkanen verstehen, können wir Ausbrüche vorhersagen und Katastrophen verhindern. Circa 10 % der Weltbevölkerung lebt in Regionen mit Vulkanaktivität. Um Todesfälle und Schäden durch Vulkanaktivität zu verhindern, werden Vulkane kontinuierlich überwacht, um Veränderungen zu erkennen.

## Forschungsgebiete:

### - Geologie

Die geologische Erforschung von Vulkanen, Ablagerungen von früheren Ausbrüchen sowie des umgebenden Geländes spielt eine wichtige Rolle für unser Verständnis der Geschichte eines Vulkans und für die Vorhersage seines zukünftigen Verhaltens.

### - Thermodynamik

Durch das aufsteigende Magma werden Vulkane erwärmt. Deshalb ist es wichtig, die Temperatur eines Vulkans zu überwachen. Dazu verwendet man:

- Thermometer;
- Radiometer.

### - Geochemie

Ein Vulkan stößt Rauch und Gas aus, das im Magma gelöst ist. Deshalb ist es wichtig, die Zusammensetzung der freigesetzten Gase zu messen. Dazu verwendet man:

- COSPEC;
- Spektrometer zur Messung des Flusses der freigesetzten Substanzen;
- Analysen vor Ort.

### - Geodäsie

Durch Veränderungen des inneren Drucks aufgrund früherer Ausbrüche wird ein Vulkan verformt. Dies bedeutet, dass wir zahlreiche Erkenntnisse gewinnen können, wenn wir die den Winkel und die Entfernung zwischen verschiedenen Punkten am Äußeren des Vulkans messen.

### - Seismologie

Die Vulkanseismologie beschäftigt sich mit den seismischen Wellen, die durch Vulkanaktivität in einem bestimmten Gebiet entstehen. Der Vulkan und die nähere Umgebung bebene aufgrund von dynamischen Schwingungen, die durch Veränderungen bezüglich des inneren Drucks verursacht werden. Diese Schwingungen können mithilfe von Seismo-

metern gemessen werden. Die Seismometer werden am Äußeren des Vulkans oder in der näheren Umgebung aufgebaut. Normalerweise werden sechs oder mehr Seismometer miteinander verbunden. Dies ermöglicht eine genauere Berechnung der Geschwindigkeit und der Richtung der seismischen Wellen.

## - Forschungsmethoden und-techniken

### Gravimeter

Ein Gravimeter (Schwerkraftmesser) misst Abweichungen bezüglich der Schwerkraft, die durch Veränderungen im Gravitationsfeld verursacht werden, die entstehen, wenn Materialien mit unterschiedlicher Dichte in eine Schicht vordringen.

### Magnetometer

- Misst Abweichungen bezüglich der Intensität, der Inklination und der Deklination eines Magnetfelds, die durch das Eindringen von Materialien entstehen, die magnetische Eigenschaften aufweisen.

### Elektrode

- Misst den Widerstand und die Potenzialdifferenz, die durch das Eindringen von Materialien verursacht werden, die unterschiedliche elektrische Eigenschaften aufweisen.

### Messinstrumente

- Spektrogramm: Ein Instrument zur Messung des Frequenzspektrums eines Signals.

- RSAM-Methode (Real-time Seismic Amplitude Measurement)

Methode zur Echtzeitmessung von seismischen Amplitüden. Dies ist ein schnelles Verfahren für die Quantifizierung der seismischen Aktivität von Vulkanen. Diese Methode ist sehr hilfreich bei der Vorhersage von Ausbrüchen, wie z.B. die Ausbrüche des Pinatubo und des Mount St. Helen.

#### 4.6. Einige bedeutende Vulkanausbrüche in der Geschichte

**15. Jahrhundert v. Chr.:** Santorini (Ägäisches Meer). Dies war möglicherweise einer der Vulkanausbrüche, die zum Niedergang und zum Verschwinden der minoischen Kultur geführt haben.

**79 n. Chr.:** Vesuv (Italien). Bei diesem Ausbruch wurden die Städte Pompeji und Herculaneum zerstört.

**122 n. Chr.:** Ätna (Italien). Von diesem Ausbruch war die Stadt Catania, die Hauptstadt Siziliens, betroffen.

**1783:** Laki (Island). Gase und pyroklastisches Geröll zerstörten das Land und kosteten ca. 10.000 Menschen das Leben (20 % der Bevölkerung). Zudem gab es Todesopfer in Großbritannien und in Nordeuropa, weil das Klima in diesen Regionen beeinträchtigt war.

**1812:** Tambora (Indonesien). Die Explosionen forderten ca. 12.000 Todesopfer.

**1814:** Mayon (Philippinen). Die Lahare kosteten ca. 1.200 Menschen das Leben.

**1833:** Krakatoa (Indonesien). Dieser Ausbruch zählt zu den größten Explosionen, die jemals aufgezeichnet wurden, und war in 5.000 km Entfernung noch zu hören. Der Ausbruch verursachte einen Tsunami, der mindestens 35.000 Menschenleben forderte. Die ausgestoßenen Aschewolken beeinträchtigten das Klima mehrere Jahre lang.

**1902:** Santa Maria (Guatemala). 6.000 Opfer.

**1902:** Mount Pele (Martinique). Eine pyroklastische Wolke zerstörte die Stadt St. Pierre und forderte 28.000 Menschenleben.

**1902:** Soufriere (Saint Vincent). Pyroklastische Wolken kosteten ca. 1500 Menschen das Leben.

**1911:** Taal (Philippinen). Die Explosionen forderten 1.400 Todesopfer.

**1911:** Kelut (Indonesien). Der im Krater vorhandene See trat über die Ufer und kostete 1.000 Menschen das Leben.

**1931:** Merapi (Indonesien). Lahare führten zu mehr als 1.000 Todesfällen.

**1951:** Mount Lamington (Papua Neu Guinea). Eine pyroklastische Wolke forderte über 3.000 Menschenleben.

**1963:** Agung (Indonesien). Es gab ca. 1.000 Todesfälle, viele davon hatten die Evakuierung zuvor abgelehnt.

**1976:** Soufriere (Guadeloupe). Ein Fehlalarm führte zur Evakuierung von 70.000 Menschen.

**1980:** Mount St. Helen (USA). Es gab einige Todesopfer und insgesamt entstanden Schäden von mindestens 1 Milliarde Dollar.

**1981:** Galunggung (Indonesien): 40.000 Menschen mussten evakuiert werden.

**1982:** Chichón (Mexiko). Die Explosion forderte ca. 2.000 Menschenleben.

**1985:** Ruiz (Kolumbien). Laharen kosteten über 20.000 Menschen das Leben.

**1986:** Lake Nyos (Kamerun). Wolken aus giftigen Gasen führten zu mehr als 1.700 Toten.

**1991:** Gleichzeitige Ausbrüche in den Philippinen und in Japan:

- **Mount Unzen (Japan):** Die Vulkanologen Katia und Maurice Krafft und Harry Glicken sowie weitere 40 Menschen, darunter hauptsächlich Journalisten, verloren ihr Leben.

- **Pinatubo (Philippinen):** In den Tagen vor dem Ausbruch wurden ca. 60.000 Menschen evakuiert. Ca. 300 Menschen verloren ihr Leben.

Die in die Atmosphäre abgegebene Asche erreichte Malaysia, Vietnam und China. Der Ausbruch hatte großen Einfluss auf die philippinische Wirtschaft und wirkte sich monatelang auf das Klima der nördlichen Erdhalbkugel aus, indem die Temperatur sank.

**1993:** Der Mayon-Vulkan in den Philippinen brach erneut aus. 77 Menschen starben, und es wurde eine große Aschewolke freigesetzt.

**2006:** Ausbruch des Merapi-Vulkans in Indonesien. Eine große Menge Geröll wurde bis zu 4 km weit geschleudert. Außerdem entstand ein Ascheregen und es folgten weitere Explosionen im Krater. Die Bevölkerung wurde evakuiert, und einige Tage später verwüstete ein Erdbeben die Region.

**2010:** Am 17. April 2010 wurde bei der Explosion des Vulkans Eyjafjallajökull, der sich auf einem Gletscher mit dem gleichen Namen befindet, eine feine, giftige Aschewolke ausgestoßen, die bis in 10.000 Metern Höhe aufstieg. Die Partikel waren nicht sichtbar und verursachten schwere Schäden an Flugzeugturbinen. Dieser Vulkanausbruch führte zu Chaos an Flughäfen in Europa, und tausende Menschen konnten mehrere Tage lang nicht per Flugzeug reisen.

Der Mechanismus des Ausbruchs des Eyjafjallajökull, der den Flugverkehr in einem Großteil Europas lahmlegte, ähnelt dem Mechanismus eines großen Dampfkochtopfs. In den Wochen vor dem Ausbruch hatte der Vulkan sich aufgrund der Lavazungen zu einer Touristenattraktion entwickelt, bis zu dem Zeitpunkt der Explosion.

Gletscherwasser drang in den Vulkan ein und verdampfte beim Kontakt mit dem Magma, das eine Temperatur von über 1000°C aufweist. Dies führte zum Vulkanausbruch.

Eigentlich war der Ausbruch des Eyjafjallajökull nicht sehr stark – der Vulkanexplosivitätsindex (VEI) hat eine Skala von 0 bis 8, und diese Explosion wurde als 2 oder 3 gewertet. Bei diesem Index handelt es sich um einen Bewertungsindex, aber nicht um einen mathematischen Faktor, wie z. B. die Richterskala für Erdbeben.)



**Abbildung 37.** Staubwolke des Eyjafjallajökull.

### WUSSTEST DU...

Dass Island die größte Landmasse ist, die vollständig vulkanischen Ursprungs ist? Sie entstand durch Lava-Plateaus, die durch Spalten oder große kegelförmige Vulkane ausgestoßen wurde.



**Abbildung 36.** Ein Vulkangletscher.

### WUSSTEST DU...

Dass es in Island mehr als 10 aktive Vulkane gibt?  
Alle tragen weibliche Namen.

## 5. Experimente

★ **Material im Set enthalten.**



### Experiment 1 Baue einen Jura-Vulkan

#### Du brauchst:

- Modellierton ★
- Rolle ★
- Plastikbecher
- Pinsel und Gouache
- Schneidebrett

#### Schritte:

**1.** Bereite zunächst Deinen Experimentierbereich vor: Wähle einen breiten Tisch aus, auf dem Du die benötigten Materialien ausbreiten kannst.

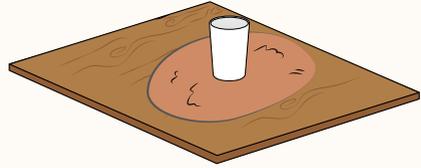
**2.** Öffne eine der Packungen mit Modellierton und bastle das Fundament Deines Vulkans: Lege den Modellierton auf das Schneidebrett und rolle ihn mit der Rolle aus.



**3.** Stelle sicher, dass das Fundament rund ist.

**4.** Drehe den Modellierton um und rolle auch diese Seite aus, sodass beide Seite glatt sind. Wenn Du eine Unebenheit im Ton siehst, drücke sie mit Deinem Finger flach.

**5.** Setze nun den Plastikbecher auf das Fundament aus Modellierton. Der Becher dient als Form für Deinen Vulkan.



**6.** Nun musst Du die Wände Deines Vulkans herstellen. Öffne die zweite Packung mit Modellierton und rolle ihn wieder aus, sodass er eine runde Form erhält.

**7.** Glätte den Modellierton mittels der Rolle und mit Deinen Fingern.

**8.** Der Kreis, den Du jetzt erstellt, muss größer sein als der erste Kreis. Denn dieser zweite Kreis muss den Becher abdecken und mit dem Fundament verbunden werden, so dass ein Kegel entsteht.

**9.** Wenn der Becher vollständig abgedeckt ist, verbinde diesen Modellierton mithilfe Deiner Finger mit dem Fundament.



**10.** Entferne den Modellierton oben von der Spitze des Vulkans (dort, wo sich die Öffnung des Bechers befindet), um einen Krater zu erstellen.

**Achtung:** telle sicher, dass Du genügend Modellierton hast, um den Rand des Bechers abzudecken.

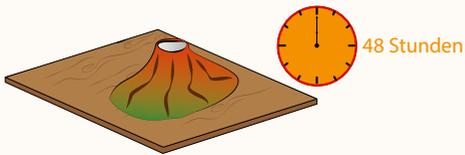


**11.** Du musst in allen Bearbeitungsphasen darauf achten, dass der Modellierton ebenemäßig ist. Fahre mit deinen Fingern darüber,

um die Verbindungsstellen zwischen dem oberen Kreis und dem Fundament zu glätten. Falls der Modellier-ton austrocknet, feuchte Deine Finger an und fahre damit über den Modellierten.



**12.** Lasse Deinen Vulkan für ca. 48 Stunden auf dem Schneidebrett trocknen. Nun kannst Du Deinen Vulkan mit dem Pinsel und der Gouache anmalen!



**13.** Wenn die Farbe getrocknet ist, ist Dein Vulkan fertig und kann verwendet werden.

### Erklärung:

Einige Materialien, die wir im Alltag verwenden, stammen aus der Natur. Der Modellier-ton, den Du in diesem Experiment verwendet hast, ist pflanzlichen Ursprungs. Das bedeutet, er stammt von einer Pflanze: dem Bambus.

### WUSSTEST DU...

Dass Bambus die Lieblingsspeise des Riesenpandas ist?



Abbildung 38. Ein Riesenpanda frisst Bambus.

Sicherlich kennst Du auch andere Arten von Modellierknete, wie zum Beispiel Play Dough und Ton.

Play Dough hat die Eigenschaft, dass sie nicht austrocknen kann. Ton hingegen ist reich an Wasser, deshalb kann man ihn so gut formen. Damit der Ton fest wird und eine harte Struktur bekommt, muss das gesamte darin enthaltene Wasser verdampfen. Deshalb muss Ton in einem Ofen gebacken werden.

Der große Vorteil des Modelliertons, den Du in diesem Experiment eingesetzt hast, ist, dass er nur an der Luft trocknen muss, um fest zu werden.

Abgesehen davon kannst Du den Modellier-ton, falls er fest geworden ist, jederzeit nochmal anfeuchten. Er verliert seine ursprüngliche Form dadurch nicht.



### Experiment 2 Der Vulkanausbruch

Lass uns nun versuchen, den Vulkan ausbrechen zu lassen. Kannst Du erkennen, um welchen Eruptionstyp es sich handelt?

### Du brauchst:

- Jura-Vulkan (aus Experiment 1)
- Pasteurpipette ★
- Rote Lebensmittelfarbe ★
- Plastikspatel ★
- Holzspatel ★
- Natron (Natriumbikarbonat) ★
- Großer Messbecher ★
- Essig
- Weizenmehl
- Schüssel

### Schritte:

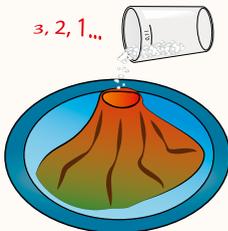
- 1.** Beginne das Experiment, indem Du den Jura-Vulkan in die Schüssel stellst.
- 2.** Fülle den Vulkan mit Essig.
- 3.** Füge mittels der Pasteurpipette einige Tropfen roter Lebensmittelfarbe hinzu und verrühre den Essig und die Farbe gut mit dem Holzspatel.



4. Gebe mittels des Plastikspatels 3 Löffel Weizenmehl in den Vulkan und rühre gut, bis sich das Mehl im Essig aufgelöst hat.

5. Gebe mittels des Plastikspatels 5 Löffel Natron zum großen Messbecher hinzu.

6. Starte einen Countdown und gebe den Inhalt des Messbechers in den Vulkan.



7. Beobachte, was passiert.

**ACHTUNG: Wenn Du mit dem Experiment fertig bist, musst Du alle Lebensmittelprodukte, die Du während des Experiments verwendet hast, entsorgen.**

#### Erklärung:

In diesem Experiment kannst Du mittels einer chemischen Formel simulieren, was während einer **effusiven** Eruption passiert.

Bei der chemischen Reaktion, die Du soeben gesehen hast, handelt es sich um eine **Säure-Basen-Reaktion**.

Essig enthält eine Säure, nämlich **Essigsäure**. Natron ist basisch.

Wenn Natron ( $\text{NaHCO}_3$ ) mit einer Säure gemischt wird, wird es gemäß der folgenden chemischen Formel zersetzt und es wird ein Gas freigesetzt (Kohlenstoffdioxid):



Bei dieser Reaktion erhalten wir als Reaktionsprodukte Salz (Na-Säure), das in Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) gelöst ist, und Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), das als Gas zu Bläschen in der Flüssigkeit führt.

Das Mehl dient in diesem Experiment dazu, die Lava zu simulieren, weil es die Lava geschmeidig macht.



### Experiment 3 Vulkan

In diesem Experiment sehen wir einen Vulkanausbruch.

#### Du brauchst:

- Sicherheitsbrille ★
- Natron ★
- Vulkanform ★
- Holzspatel ★
- Wasser
- Rote Lebensmittelfarbe ★
- Essig
- Großer Teller
- Pasteurpipette ★

#### Schritte:

1. Stelle die Vulkanform auf den Teller.
2. Fülle den Vulkan nun mit Essig.
3. Füge mittels der Pasteurpipette 4 Tropfen roter Lebensmittelfarbe zum Essig hinzu.
4. Nimm mit dem Holzspatel eine kleine Menge Natron und gebe diese in den Vulkan.
5. Schau zu, wie der Vulkan ausbricht!

### Erklärung:

Auch in diesem Experiment kannst Du mithilfe einer chemischen Formel simulieren, was bei einem Vulkanausbruch passiert!

Es liegt das gleiche chemische Prinzip vor wie bei Experiment 2.



### Experiment 4

#### Eine andere Methode, einen Vulkan zu basteln

Du kannst Vulkanlava auch auf eine andere Weise herstellen.

#### Du brauchst:

- Schale oder Schüssel
- Leere Plastikflasche (330 oder 500 ml)
- Zitrone
- Natron ★
- Spülmittel
- Mehl
- Rote Lebensmittelfarbe ★
- Modellierton ★
- Pasteurpipette ★
- Glas
- Teelöffel

#### Schritte:

**1.** Beginne das Experiment, indem Du die Flasche an der Schale oder an der Schüssel befestigst. Nimm ein wenig Modellierton und bastle daraus eine runde Unterlegscheibe. Drücke diese in die Schüssel, und drücke anschließend die Flasche daran fest.

**2.** Gebe die Hälfte des Zitronensafts in die Flasche. Füge dann mittels der Pasteurpipette 2 Tropfen roter Lebensmittelfarbe hinzu.

**3.** Wähle nun die Lava aus, die Du herstellen möchtest:

- Falls Du eine sehr zähflüssige Lava mit viel Schaum möchtest, gebe einen **Teelöffel Spülmittel** in die Flasche.

- Falls Du eine flüssigere Lava möchtest, gebe einen Teelöffel Mehl in die Flasche.

Du kannst die Flasche ein wenig schütteln, um die Zutaten miteinander zu vermischen. Aber sei vorsichtig, damit dabei kein Schaum entsteht.

**4.** Gebe zuletzt 2 Teelöffel Natron in das Glas.

**5.** Nun ist es an der Zeit, den Vulkan ausbrechen zu lassen: Gebe das Natron in die Flasche und schaue, was passiert!

### Erklärung:

In diesem Experiment findet die gleiche chemische Reaktion statt wie in den beiden vorherigen Experimenten: eine **Säure-Basen-Reaktion**.

Zitronensaft beinhaltet **Zitronensäure**. Wie der Name schon sagt, handelt es sich dabei um eine Säure, die Kohlenstoffdioxid freisetzt, wenn sie mit Natron (basisch) gemischt wird.

### WUSSTEST DU...

Dass Zitronensäure in allen Zitrusfrüchten, wie z. B. Zitronen, Orangen oder Mandarinen, zu finden ist? Diese Säure sorgt für den Geschmack all dieser Früchte!



Leere Plastikflasche



Lebensmittelfarbe



Modellerton



Spülmittel



Zitrone



Mehl



Schale oder Schüssel



### Experiment 5 Vulkanflasche

Warum kommt uns der erste Schluck eines heißen Getränks immer viel heißer vor als die weiteren Schlucke?

In diesem einfachen Experiment mit Wasser lernen wir, was passiert, wenn man heiße Flüssigkeiten mit kalten Flüssigkeiten mischt. Das heiße Wasser wird herausgeschleudert, wenn es in Kontakt mit kaltem Wasser kommt – genau wie bei einem Vulkan.

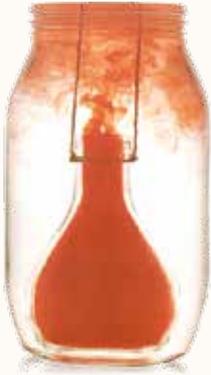
### Du brauchst:

- Kleine Glasflasche
- Großes Einmachglas (doppelte Größe der Glasflasche) ★
- Holzspatel ★
- Rote Lebensmittelfarbe
- Herd oder Mikrowelle ★
- Pasteurpipette
- Faden

### Schritte:

1. Schneide ein 30 cm langes Stück vom Faden ab und befestige ein Ende am Hals der kleinen Flasche.
2. Befestige das andere Ende des Fadens am Hals der kleinen Flasche, um einen Griff zu basteln.
3. Fülle das große Einmachglas mit kaltem Leitungswasser. Fülle das Glas nicht bis zum Rand, Du benötigst noch Platz, um die kleine Flasche in das Glas zu stellen.
4. Fülle die kleine Flasche bis zum Rand mit heißem Wasser.
5. Gebe mittels der Pasteurpipette einige Tropfen roter Lebensmittelfarbe in die kleine Flasche.

**6.** Halte die kleine Flasche am Griff, den Du zuvor aus dem Faden gebastelt hast, und tauche sie vorsichtig in das große Glas ein. Achte dabei darauf, dass die Flasche aufrecht bleibt.



**Abbildung 2.** Vulkanflasche.

**Explanation:**

Wenn Du die kleine Flasche, die heißes Wasser enthält, in einen Behälter mit kaltem Wasser eintauchst, wird das heiße Wasser wie bei einem Vulkan in das kalte Wasser ausgestoßen.

Das heiße Wasser steigt im Einmachglas schnell nach oben. Wenn Wasser erhitzt wird, dehnt es sich aus und nimmt mehr Platz ein.

Dadurch wird das heiße Wasser leichter (es hat eine geringere Dichte) als das kalte Wasser. Deshalb steigt das heiße Wasser an die Oberfläche des kalten Wassers.



**Experiment 6  
Geysir**

In diesem Experiment lernst Du, wie ein Geysir funktioniert.

**Du brauchst:**

- Trichter ★
- Schüssel (größer als der Trichter)

- Strohhalm
- Wasser

**Schritte:**

- 1.** Fülle die Schüssel zur Hälfte mit Wasser.
- 2.** Setze den Trichter in die Schüssel; das breitere Ende soll auf dem Boden der Schüssel stehen.
- 3.** Kippe den Trichter leicht zur Seite und halte ein Ende des Strohhalms an die gekippte Seite.
- 4.** Puste durch das andere Ende des Strohhalms in den Trichter. Was passiert? Versuche, stärker zu pusten.

**Erklärung:**

Wenn Du in den Trichter pustest, steigt die Luft aufgrund des unterschiedlichen Drucks und der unterschiedlichen Dichte schnell durch den engeren Abschnitt nach oben. Aufgrund der Geschwindigkeit und der Druckänderung sorgt die Luft dafür, dass das Wasser aus dem Trichter aufsteigt, was einem Geysir ähneln würde.

Wenn Du stärker pustest, erhöhst Du den Druck im Trichter, was zu einem eindrucksvolleren Effekt führt. Bei einem echten Geysir entsteht der Druck durch kochendes Wasser, das mit dem heißen Vulkangestein in Kontakt kommt.





## Experiment 7

### Eine andere Methode, einen Geysir zu basteln

In diesem Experiment lernst Du die besondere Stärke von Geysiren kennen.

#### Du brauchst:

- Eine Flasche Coca Cola, vorzugsweise Cola light
- Mentos (Süßigkeiten)
- Klebeband

#### Schritte:

1. Für dieses Experiment benötigst Du viel freien Platz.

2. Bereite nun die Süßigkeiten vor, damit Du sie alle gleichzeitig in die Flasche geben kannst. Dazu benötigst Du das Klebeband, um alle Süßigkeiten aneinander zu befestigen. Du musst nur die Mentos eins nach dem anderen mit dem Klebeband zusammenkleben. Vergiss nicht, das Klebeband an beiden Seiten der Mentos anzubringen. Wenn Du damit fertig bist, hast Du einen schönen kleinen Zylinder, der in die Flasche passt, perfekt!

3. Mache Dich bereit, denn Du musst gleich schnell sein! Bitte einen Erwachsenen um Hilfe, öffne die Flasche und gebe den Mentos-Zylinder schnell hinein!

4. Mache einen Schritt zur Seite und beobachte, was passiert.

#### Erklärung:

Erfrischungsgetränke mit Kohlensäure beinhalten eine hohe Menge an gelöstem Kohlenstoffdioxid, das sich im Gleichgewicht befindet und unter Druck steht, und dass bereit ist, nach außen zu strömen, sobald der Druck an der Oberfläche der Lösung abnimmt. Wenn wir also die Flasche öffnen, entweicht dieses Gas nach draußen. Deshalb hörst Du das charakteristische Zischen, wenn Du die Flasche eines Erfrischungsgetränks öffnest.

Wenn wir ein Mentos in die Flasche eines Er-

frischungsgetränks geben, bilden sich Blasen aus Kohlenstoffdioxid an der Oberfläche der Süßigkeiten. Alle diese Blasen entstehen so schnell, dass sie die Flüssigkeit mit aus der Flasche ziehen.

Wenn wir die Süßigkeiten zum Getränk hinzufügen, stellen wir Freigabepunkte für das Kohlenstoffdioxid her (das im Getränk gelöst ist).

Tatsächlich wissen wir, dass Kohlenstoffdioxid stets schnell freigegeben wird, wenn wir ein poröses Objekt, wie zum Beispiel Salz, in eine Flüssigkeit mit Gas geben.

Wenn wir ein Mentos mit einem Vergrößerungsglas betrachten, sehen wir, dass seine Oberfläche porös und rau ist. Diese Unregelmäßigkeiten führen dazu, dass das Gas freigegeben wird. Das Aspartam, das in Cola light enthalten ist, verringert die Oberflächenspannung des Getränks und ermöglicht eine stärkere Reaktion als bei normaler Cola. Viele Süßigkeiten zum Kauen, einschließlich Mentos, enthalten Gummiarabikum. Dieses Produkt wird in der Lebensmittelindustrie häufig verwendet, insbesondere aufgrund seiner Verdickungseigenschaften (solche Süßigkeiten eignen sich aufgrund des Gummiarabikums zum Kauen).

Gummiarabikum verringert außerdem die Oberflächenspannung von Wassermolekülen, was eine beinahe sofortige Freisetzung des in der Flasche enthaltenen Kohlenstoffdioxids ermöglicht. Die Ausdehnung des Gases erhöht den Druck in der Flasche. Deshalb sprudelt die Flüssigkeit aus der Flasche.





NATIONAL  
GEOGRAPHIC™

# VULKAN-SET VOLCANO SET



National Geographic supports  
vital work in conservation, research,  
exploration, and education.

Visit our website: [www.nationalgeographic.com](http://www.nationalgeographic.com)

© 2015 National Geographic Partners LLC.  
All rights reserved. NATIONAL GEOGRAPHIC  
and Yellow Border Design are trademarks of the  
National Geographic Society, used under license.



**Bresser GmbH**

Gutenbergstr. 2 · DE-46414 Rhede  
[www.bresser.de](http://www.bresser.de) · [info@bresser.de](mailto:info@bresser.de)

ANL9130200DE0316NG

Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.  
Errors and technical changes reserved.