

## Plattentektonik

	Didaktische Hinweise	106
	Schüleraktivitäten	
C 1	Aufbau der Erde	107
C 2	Die Platten und ihre Bewegung	108
C 3	Was geschieht an den Plattengrenzen?	110
C 4	Der Superkontinent Pangäa bricht auseinander	112
C 5	Experimente zur Plattentektonik	114
C 6	Erdbeben	116
C 7	Vulkantypen	118
C 8	Plinius - Augenzeuge des Ausbruchs des Vesuv	120
C 9	Messmethoden von Vulkanologen zur Erkennung drohender Ausbrüche	121
C 10	Hot Spots und untermeerische Berge	122
C 11	Entwicklungsstadien von Vulkanbergen auf den ozeanischen Platten am Beispiel von Hawaii (Oberstufe)	124
C 12	Ein neuer Ozean mitten in Afrika	127



# Plattentektonik

## Didaktische Hinweise

CD | Alle Arbeitsblätter sowie separat die Grafiken der Arbeitsblätter.

### Lernziele

Warum sollten schon Fünftklässler Grundzüge der Plattentektonik lernen? Es geht um die Erkenntnis, dass die heutige Weltkarte nichts Statisches ist, sondern dass das Aussehen unserer Erde eine Momentaufnahme in einer Kette von sehr verschiedenen Zuständen ist. Ziel ist es, Plattengrenzen als Orte größter tektonischer Aktivität kennenzulernen. Als Folgeerscheinungen sind Vulkane und Erdbeben erfahrungsgemäß ein für Schülerinnen und Schüler aller Altersstufen sehr motivierendes Thema und kann in naturwissenschaftlich begründbaren Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen vermittelt werden.

### Themenbereiche der Arbeitsblätter

Mit C 1 und C 2 werden die Grundlagen der Plattentektonik angesprochen. Das Geschehen an den Plattengrenzen kann systematisch und tabellarisch in das Arbeitsblatt C 3 eingetragen werden.

Mit C 4 wird der Urkontinent Pangäa behandelt, seine Bildung und sein Zerfall kann durch das Puzzle nachvollzogen werden. Dass es sich bei der Bildung und dem Zerfall im Sinne des Aktualitätsprinzips um regelhafte Vorgänge handelt, erfahren die Schüler und Schülerinnen beim Eintrag der Phasen des Wilson-Zyklus in die heutige Weltkarte.

C 5 stellt einfache Experimente vor, die zum Verständnis der Strukturbildung bei Plattenkollisionen beitragen sollen. Alle Arbeitsblätter sind für die Unterstufe geeignet.

Mit den folgenden Arbeitsblättern C 6 und C 7 kann der Zusammenhang zwischen der Plattenbewegung und Erdbeben und Vulkanismus erarbeitet werden. Beim Pliniusbericht in C 8 wird durch den Umgang mit einer historischen Originalquelle ein Bezug zum Fach Geschichte hergestellt. Deutsch findet seine Berücksichtigung im Weiterführen eines Briefes in erzählender Form. Dabei ist noch anzumerken, dass der Brief beliebig fortgesetzt werden kann, d. h. als Bericht, als Erlebniszerzählung, als Schilderung etc., je nach Jahrgangsstufe bzw. Vorwissen.

Das Arbeitsblatt C 9 zeigt verschiedene Möglichkeiten der Vorhersage von Vulkanausbrüchen.

Die Arbeitsblätter C 10 und C 11 behandeln die Entstehung der Vulkanketten auf dem Ozeanboden, ein Beispiel für die dynamischen Prozesse auf der Erde. Während das Arbeitsblatt C 10 mit einem einfachen Experiment die Entstehung der Hawaii-Vulkankette über einem Hot-Spot deutlich macht – obwohl ab der Unterstufe vorgesehen, haben daran aber selbst Abiturienten Vergnügen – ist das Arbeitsblatt C 11 etwas anspruchsvoller in seiner Darstellung der Entwicklungsstadien von ozeanischen Vulkanketten. Die unterhalb des Meeresspiegels von der Erosion abgetragenen Vulkane werden bei entsprechender Wassertemperatur von Korallenriffen besiedelt. Es bilden sich Saumriffe, Atolle und Lagunen. Diese Thematik bietet sich zu einer fächerübergreifenden vertiefenden Betrachtung an.

Die Oberstufe kann sich dann spekulativ (C 12) mit der tektonischen Zukunft des Ostafrikanischen Grabens beschäftigen.

# Aufbau der Erde

## Arbeitsaufträge an die Schüler

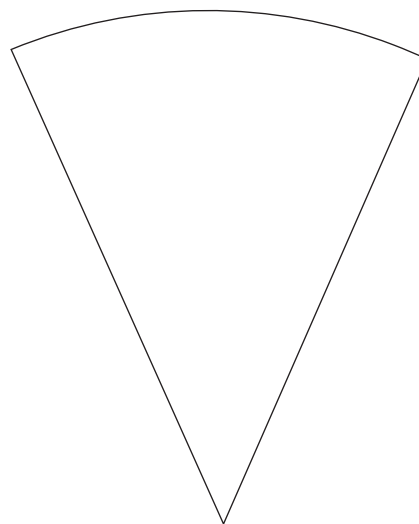
1. Trage die Tiefenlage der Schalen von der Oberfläche bis hin zum Erdmittelpunkt in den Ausschnitt ein. Nun kannst Du die Schalen eintragen. (1 cm auf der Zeichnung = 1000 km.)
2. Das Schalenmodell der Erde wird manchmal auch mit einem Apfel verglichen. Wo gibt es Gemeinsamkeiten?
3. Die Erdkruste und der oberste Erdmantel sind fest und werden zusammen als Lithosphäre bezeichnet (griech. *lithos* = Stein). Sie ist höchstens 200 km dick. Trage sie braun in die Zeichnung ein. Der direkt darunterliegende Teil des Erdmantels wird als Asthenosphäre bezeichnet (griech. *asthenos* = schwach), weil das Gestein hier weich und ist zähplastisch ist. Trage die Asthenosphäre gelb in die Zeichnung ein.

### Infotext

Die Erde ist in mehrere Schalen gegliedert, die eine unterschiedliche Zusammensetzung haben. Diese sind entstanden kurz nachdem sich die Erde aus dem Staub und Gas des Kosmos gebildet hat. Sie hat sich aufgeheizt und ist aufgeschmolzen. Die Temperaturen waren dabei so hoch (> 2.000 °C), dass sich geschmolzenes Eisen gebildet hat. Dieses flüssige Eisen ist zum Zentrum der Kugel abgesunken und bildete dort den Erdkern. Durch den hohen Druck ist jetzt ein Teil des geschmolzenen Eisens wieder fest und nur der äußere Kern ist noch flüssig. Leichtes Material stieg dagegen auf und bildete die Erdkruste. In der Tabelle ist die Tiefenlage der Schichten des Erdkörpers aufgelistet.

Die Schalen		Tiefe
Kruste		bis 80 km
Mantel		bis 2.900 km
Kern	äußerer Kern (flüssig)	bis 5.100 km
	innerer Kern (fest)	bis 6.371 km

1. + 3.



2.

---



---

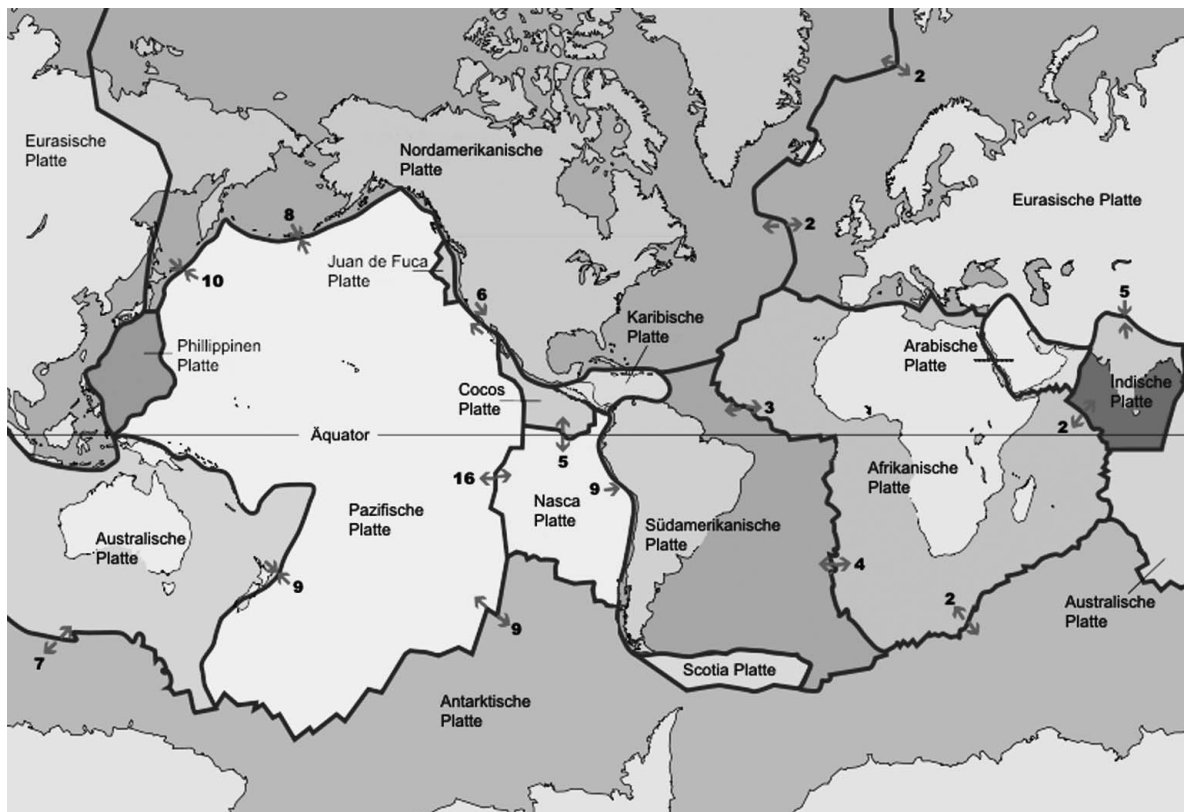


---

# Die Platten und ihre Bewegung

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Finde in der Abbildung die Namen der großen und der kleinen Platten und schreibe sie auf.
2. Vergleiche die Karte mit einer Weltkarte in Deinem Atlas. Auf welchen Platten liegt nur ein Ozean und auf welchen liegen ein Ozean und ein Kontinent? Markiere diese Unterschiede in Deiner Liste hinter dem Plattenamen mit (O) und (O/K).



C21 |

1. + 2. Große Platten

Kleine Platten

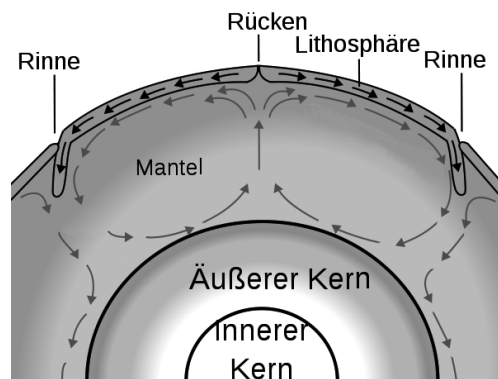
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

## Experiment

### Infotext

Die Außenhaut der Erde, die Lithosphäre, ist starr. Sie besteht aus der Erdkruste und dem darunterliegenden oberen Teil des Erdmantels. Diese Außenhaut ist in viele Stücke (Platten) zerbrochen, die ständig in Bewegung sind. Den Grund für die Bewegung der Platten kennt jeder von uns. Stellt man einen Topf mit Wasser auf eine heiße Herdplatte, so passiert folgendes: Zuerst erwärmt sich das Wasser am Boden des Topfes. Durch die Aufheizung dehnt sich das Wasser aus und damit wird seine Dichte etwas verringert. Das heiße, leichtere Wasser steigt daher an die Oberfläche und kaltes Wasser sinkt ab. Diese Kreisbewegung des Wassers wird Kon-

vektionszelle genannt. Im Zentrum der Erde ist es der heiße Erdkern, der den Erdmantel erwärmt, und es bilden sich, wie im Kochtopf, große Konvektionszellen, die aufsteigen und die Platten an der Erdoberfläche in Bewegung setzen.



C22 |

Du kannst selbst sehen, wie Wärme allein zur Bewegung von Platten führt:

1. Fülle einen Kochtopf mit Wasser und lasse 2 – 3 kleine Holzbrettchen darauf schwimmen.
2. Nun lasse sich das Wasser wieder beruhigen. Wenn das Wasser ganz ruhig ist, achte darauf, dass Du nicht mehr an den Topf stößt und schalte die Platte ein.

Beschreibe, was mit den Holzbrettchen geschieht, wenn das Wasser zu kochen beginnt.

---



---



---



---



---



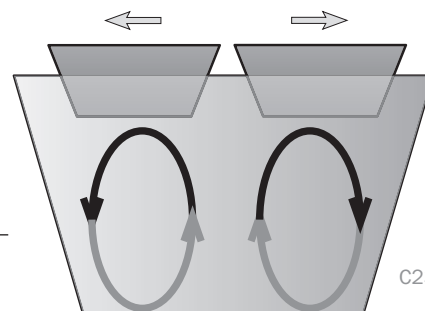
---



---



---



C23 |

# Was geschieht an den Plattengrenzen?

## Arbeitsaufträge an die Schüler

Fülle die Tabelle auf der nachfolgenden Seite aus.

1. Trage in die 2. Spalte als Bewegungsrichtung ein (Eine Bewegungsrichtung musst Du mehrmals eintragen!):

**Platten bewegen sich aneinander vorbei.**

**Platten trennen sich und bewegen sich voneinander weg („divergieren“).**

**Platten bewegen sich aufeinander zu und stoßen zusammen („konvergieren“).**

2. Trage die nachfolgenden Begriffe in die 3. Spalte ein. Du darfst Begriffe doppelt verwenden und in einem Fall sogar zwei Begriffe für ein Beispiel verwenden.

**Faltengebirge**

**Tiefseerinne**

**Mittelozeanischer Rücken**

**In der Landschaft nicht eindeutig zu erkennen.**

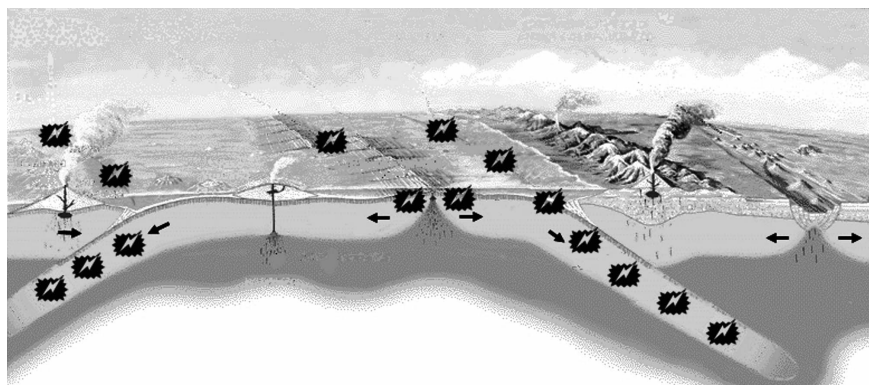
3. Finde für die 3. Spalte zu jeder der 5 Zeilen mit Deinem Atlas ein räumliches Beispiel und trage es in die 4. Spalte ein.
4. In die 5. Spalte trage die Tiefe der Erdbebenherde ein. Dazu hilft Dir die untenstehende Abbildung. Eine Tiefenangabe musst Du dreimal eintragen.

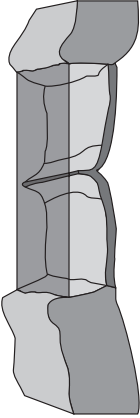
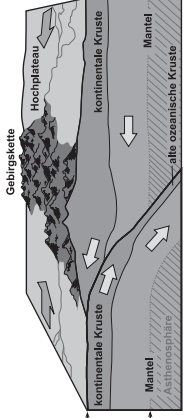
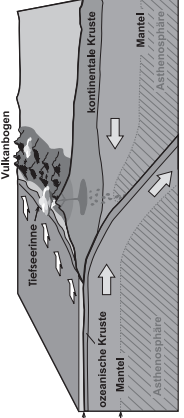
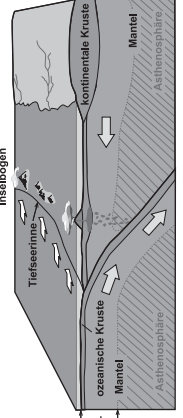
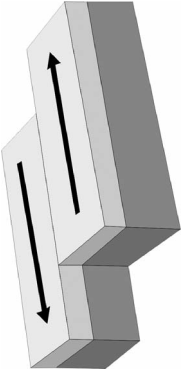
**0 – 20 km**

**0 – 30 km**

**0 – 700 km**

C24 | Dort, wo Platten auseinander gezogen werden, sich aneinander vorbei bewegen oder gegeneinander stoßen, können sie sich verhaken und dann wieder lösen. Dabei entstehen Erdbeben in unterschiedlicher Tiefenlage.



	Bewegungsrichtung	Welche Landschaftsform entsteht?	Räumliches Beispiel	Tiefe der Erdbebenherde
				
				
				
				
				

C25 - 29 |

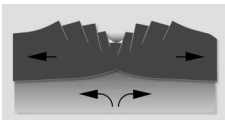
# Der Superkontinent Pangäa\* bricht auseinander

\* Pangäa ist ein griechisches Wort, welches bedeutet: „alle Erde zusammen“: Vor etwa 360 bis 290 Mio. Jahren wurde der Superkontinent Pangäa während der Variszischen Gebirgsbildung geformt, ein einziger riesiger Kontinent umgeben von einem einzigen, riesigen Meer.

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Pangäa zum Ausschneiden: Schneide die Kontinentblöcke aus und beschrifte sie: **Eurasien, Afrika, Indien, Grönland, Nordamerika, Antarktis, Südamerika, Australien**. Bilde aus den Ausschnitten den Superkontinent Pangäa. Simuliere das Auseinanderbrechen Pangäas und füge die Teile zur heutigen Konfiguration der Kontinente zusammen.
2. Das Auseinanderbrechen der Kontinente:  
Finde für jedes der Bilder als Überschrift einen Satz.
3. Auch heute finden plattentektonische Vorgänge irgendwo auf der Welt statt.  
Finde für jedes der Stadien des Wilson-Zyklus in Deinem Atlas ein räumliches Beispiel und trage es in die Weltkarte ein.

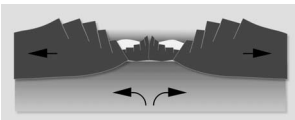
2.




---



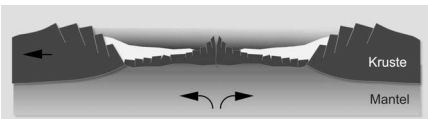
---




---



---



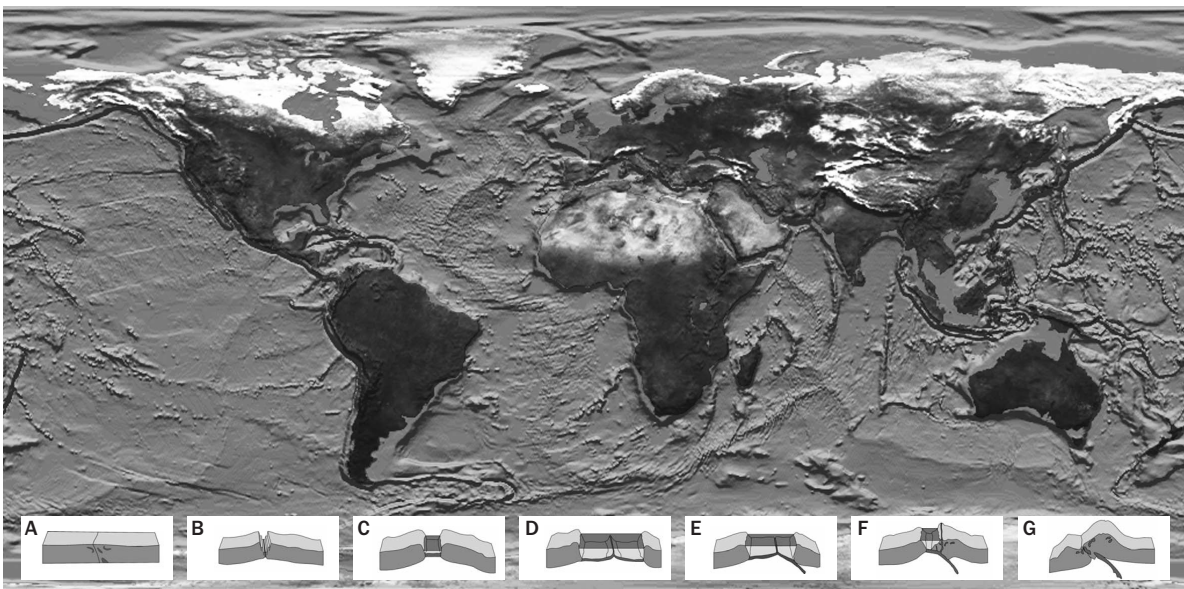
C30 - C32 |

---



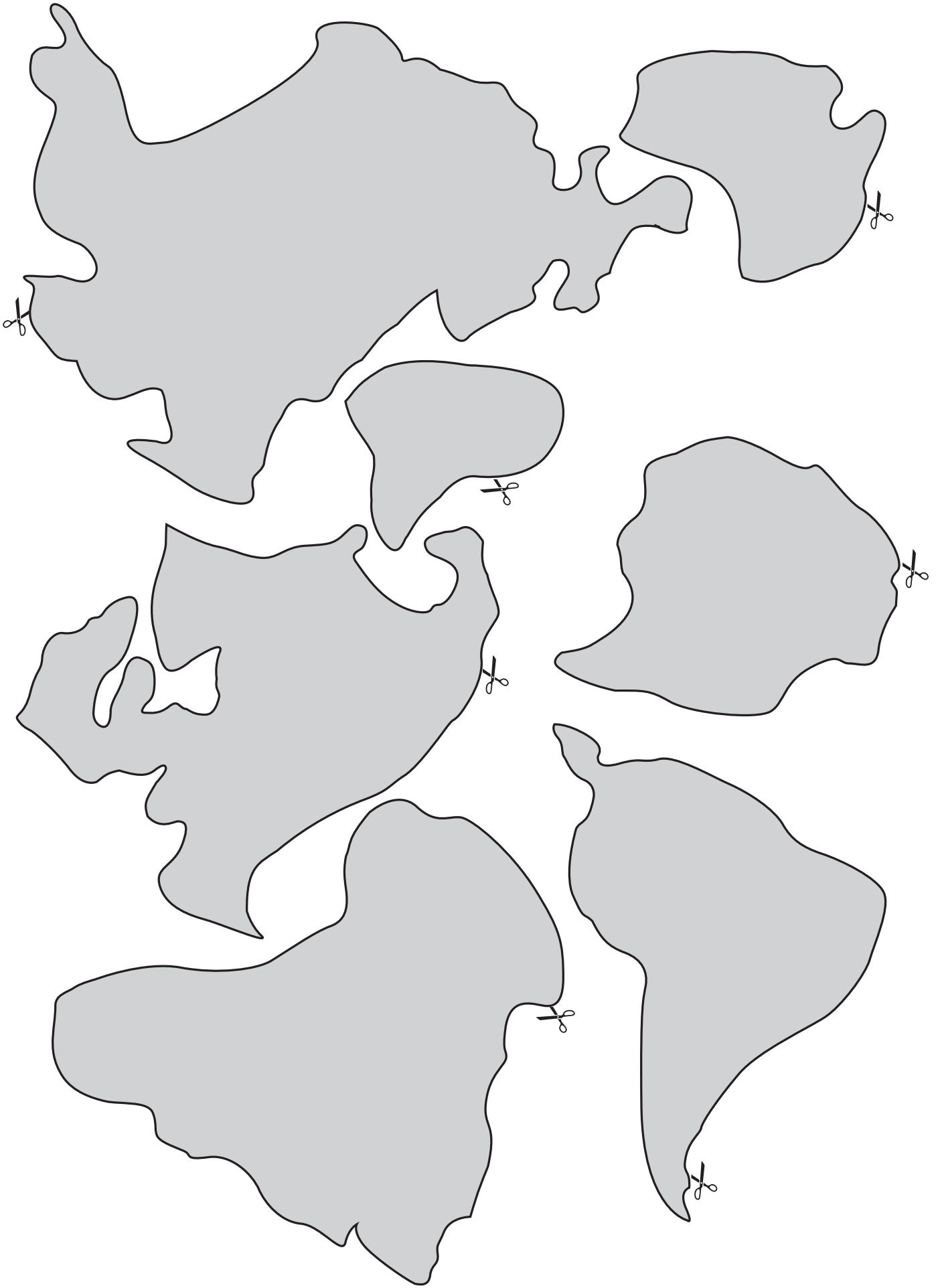
---

3.



C33 |





# Experimente zur Plattentektonik

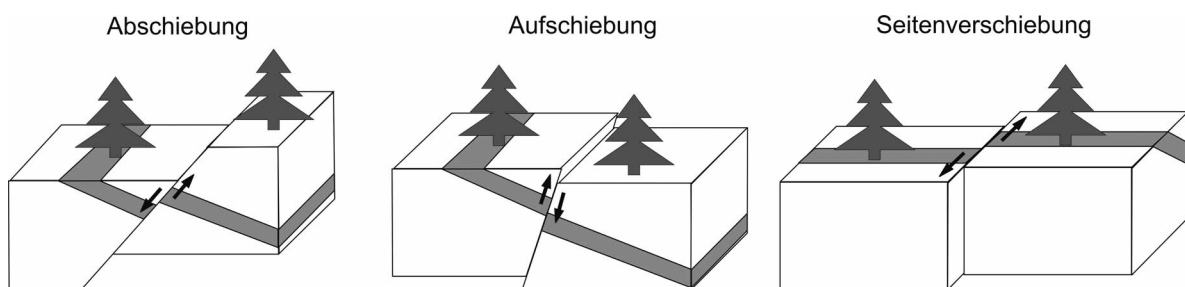
Bei der Kollision von zwei Lithosphärenplatten kommt es zu einer Einengung der Kruste. In der Kollisionszone werden die Gesteine deformiert.

In den folgenden Experimenten soll nachgestellt werden, was dabei mit den Gesteinen passiert. Dabei müssen die Geschehnisse in der oberen Kruste und in der unteren Kruste unterschieden werden. In der oberen Kruste sind die Gesteine hart und brüchig, im tiefen Bereich der Kruste

unterhalb von 10 bis 15 km ändert sich das. Hier können die Gesteine verformt werden, ohne dass sie brechen, und es bilden sich Schiefer und Gneise. Ein Grund für diese Unterschiede liegt in der Zunahme der Temperatur mit der Tiefe in der Erdkruste. Mit jedem Kilometer Tiefe nimmt die Temperatur um etwa 30 °C zu. Bei Temperaturen oberhalb 300 °C können Granite bei langsamer Verformung plastisch verformt werden.

## Experiment 1

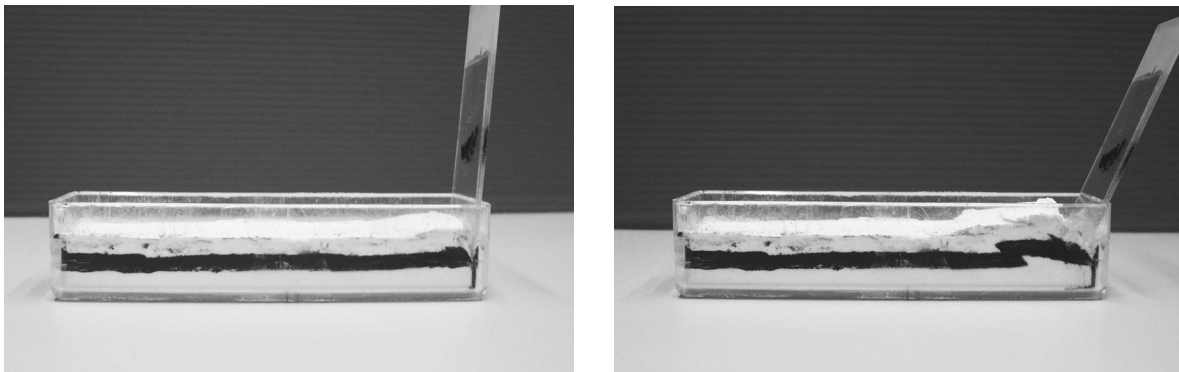
1. Benötigt wird Knetgummi oder sogenannte Hüpfknete, die man im Spielzeugfachgeschäft kaufen kann, oder Ton aus dem Werkunterricht. Daraus wird ein Block geformt, achten Sie darauf, dass die Schüler die Knete nicht in den Händen rollen und erwärmen.
2. Die Schüler sollen zunächst mit der kalten Knete das bruchhafte Verhalten des Material nachvollziehen: wenn die Knete gezogen wird, reißt sie ab. Dann soll die Knete mit den Händen erwärmt werden und der Versuch wird wiederholt. Nun lässt sich die Knete auseinanderziehen, ohne dass sie reißt.
3. Danach soll der Einfluß der Geschwindigkeit der Verformung getestet werden. Geologische Verformungen an den Plattengrenzen laufen normalerweise sehr langsam ab. Wenn die warme Knete langsam verformt wird, dann ist sie plastisch verformbar, bei schneller Bewegung reißt sie ab. Jeder Schüler hat sicher schon mal erlebt, was passiert, wenn man zu schnell und ungeduldig mit der Knete arbeitet.
4. Aus Knete mit unterschiedlichen Farben können Gesteinsschichten simuliert werden und ein Gesteinblock geformt werden. Mit einem Lineal oder Messer werden Störungsbahnen eingeschnitten. Damit können Aufschiebung bei Einengung, Abschiebung bei Dehnung und Seitenverschiebung erzeugt werden.



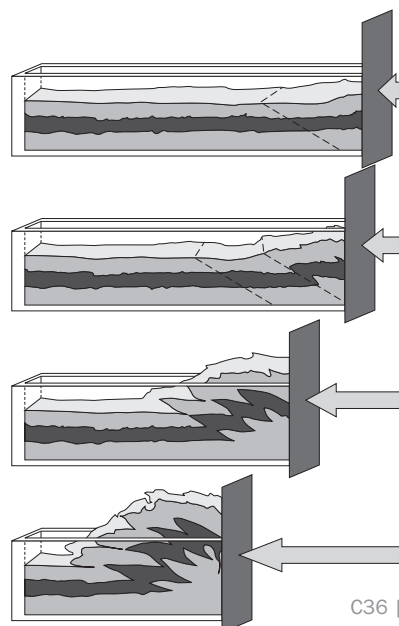
C34 |

## Experiment 2

1. Benötigt wird ein kleiner Plexigaskasten, Mehl, Kakao und ein Schieber.
2. Bei der Kollision der Lithosphärenplatten kommt es im oberen bruchhaften Bereich der Kruste zu Überschiebungen der Gesteinspakete, wie in vielen Gebirgen zu sehen ist (z. B. Alpen, Himalaya, Appalachen).
3. Man füllt schichtweise Mehl und Kakao in den Kasten, der Kasten sollte insgesamt nicht viel mehr als zur halben Höhe gefüllt werden. Der Schieber sollte genau die Innenbreite des Kastens haben, hier kann man sich z. B. ein Stück Balsaholz zurechtsägen. Nun schiebt man langsam die Schichten zusammen und beobachtet, was passiert.
4. Mit einer Digitalkamera können die Entwicklungsstadien während der Überschiebung dokumentiert und Ausdrücke der Bilder nachher gemeinsam ausgewertet werden. An den aktiven Überschiebungen kommt es in der Natur zu Erdbeben. Im Experiment können die Bewegungsabläufe beobachtet, und die Orte, wo Erdbeben entstehen können, lokalisiert werden.



C35 a + b |



C36 |

# Erdbeben

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Wie kommt es zu tektonischen Beben?  
Durch welche Faktoren können Erdbeben ausgelöst werden?
2. Beschreibe die Verteilung von Erdbeben auf der Welt anhand der abgebildeten Karte. Wo treten Häufungen auf?
3. Die Stärke eines Erdbebens wird mit dem Seismographen gemessen und in der sog. Richter-Skala (nach Ch. F. Richter) in neun Stufen eingeteilt. Unten siehst Du einen Ausschnitt daraus. Man spricht häufig von der nach „oben hin offenen“ Richter-Skala. Was soll damit angedeutet werden?
4. In welchen Regionen in Deutschland treten tektonische und nichttektonische Erdbeben auf?

1.

---



---



---



---



---

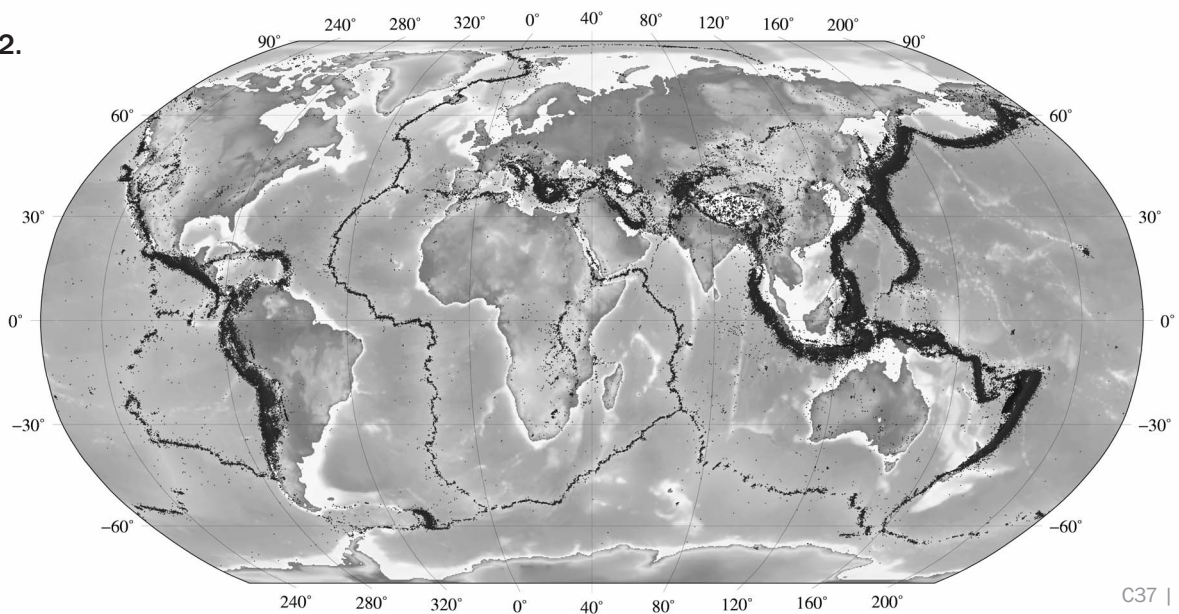


---



---

2.



C37 |



# Vulkantypen

C40 – C42 |

**Schichtvulkane**, auch Strato-vulkane genannt, sind an ihrer typischen, relativ steilen, spitzkegeligen Form erkennbar. Gefördert wird meist zähflüssiges, kieselsäurereiches, bei seinem Austritt nur ca. 700 –



900 °C heißes Magma, das als dicker Lavastrom nicht sehr weit talwärts fließt. Ein hoher Gasanteil bewirkt, dass die Eruptionen stark explosiv verlaufen und zwar meist im Wechsel zwischen austretendem Lockermaterial und Lava. Eine solche Abfolge verursacht bei Erkaltung und Ablagerung die charakteristische Schichtung. Die Gewalt der Eruptionen ist bei dieser Form des Vulkanismus so groß, dass die vulka-

nischen Aschen bis in Höhen von 40 km in die Erdatmosphäre geschleudert werden können. Oft wird die Tätigkeit dieses Vulkantyps durch lange Ruhephasen unterbrochen, wenn erkaltete Lava

den Vulkanschlott verstopft. Baut sich der Druck zu sehr auf „erwacht der schlafende Riese“ erneut. Der größte Teil der Vulkane auf der Erde (ca. 600 Stück) zählt zu den Schichtvulkanen. Sie finden sich v.a. entlang des pazifischen Feuerrings, meist an Subduktionszonen (z.B. der Mt. St. Helens in den USA, Fujisan in Japan, Vesuv in Italien). Einige der höchsten Berge der Welt sind Schichtvulkane (Kilimandscharo).

**Schildvulkane** (ca. 110 weltweit) fördern gigantische Massen dünnflüssiger, gasarmer Lava, die sich meist auch ohne größere Explosionen bei flachen Hangneigungen weit



ausbreiten können. Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit der Lava (bis zu 60 km/h) handelt es sich durchweg um sehr flach abfallende, dafür ausgedehnte, schildförmige Kegel. Die geförderte basaltische Lava stammt aus dem oberen Erdmantel und ist bei ihrem Austritt zwischen 1000 und 1250 °C heiß. Sie fördert keine vul-

kanischen Lockermaterialien, der Lavastrom kann jedoch mit rund 50 km/h in die Höhe schießen. Ca. 90 % aller aktiven Vulkane sind Schildvulkane. Insgesamt ist dieser Vulkantyp jedoch

berechenbarer, da flüssige Lava den Schlott nicht so leicht verschließt und schneller entgast. Schildvulkane finden sich über Hotspots (z. B. dem Hawaii-Archipel), sowie an divergierenden Plattenrändern (z. B. Island), die meisten liegen am Ozeanboden. Der Vogelsberg in Hessen ist der einzige Schildvulkan Deutschlands.

**Schlacken- und Aschenkegel** sind wesentlich kleiner als die Schicht- und Schildvulkane. Sie erreichen meistens nur eine Höhe und einen Durchmesser von wenigen hundert Metern. Kennzeichnend sind



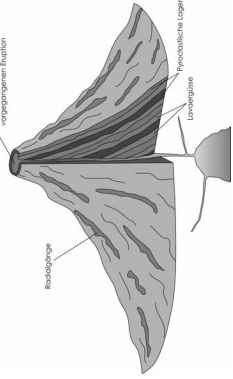
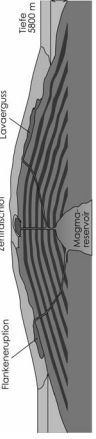
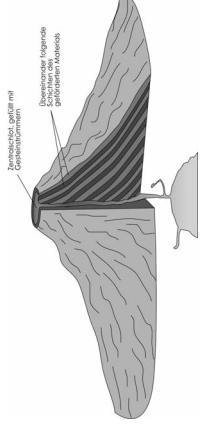
eine regelmäßige Kegelform mit steilen Flanken und stumpfer Spitze, mit gut sichtbarem Krater. Bemerkenswert ist, dass diese Vulkane oft in sehr kurzer Zeit (z. B. in einem Hauptkrater) heranwachsen können, jedoch auch schnell wieder sterben. Aus einer Magmakammer erreicht durch einen Schlott flüssiges Magma die Oberfläche, welche als Lava schnell entgast, was den Ausbruch weniger explosiv macht.

Aschenkegel bestehen aus nur locker geschichteten vulkanischen Aschen und Lapilli (ital. = Steinchen), die lediglich durch die Schwerkraft zusammengehalten werden. Schlackenkegel setzen sich

aus Schlacke, vulkanischen Bomben und Bimsstein-Brocken zusammen. Diese Bestandteile sind groß genug, dass sie nach dem Ausstoß noch nahe dem Schmelzpunkt landen und dann zu einem Kegel verbacken. Die Flanken eines Schlackenkegels sind daher oft wesentlich steiler als die eines Aschenkegels. (ca. 70 Vulkane weltweit; Beispiele: der Stromboli in Italien, Sunset-Crater in Arizona, Paricutin in Mexiko)

## Arbeitsauftrag an die Schüler

Man unterscheidet nach ihrer Form drei Vulkantypen. Die Informationen aus dem vorgegebenen Text dienen Dir als Grundlage zum Ausfüllen der Tabelle. Antworte in Stichpunkten.

<p><b>Aussehen</b></p>							
<p><b>Benenne die abgebildete Vulkanart.</b></p>							
<p><b>Beschreibe die Form des Vulkans.</b></p>				<p><b>Nenne die Beschaffenheit des Magmas, der Lava.</b></p>			
<p><b>Auswirkung/ Gefährlichkeit</b></p>				<p><b>Wie lässt sich der Name dieses Vulkantyps erklären?</b></p>			
<p><b>Vorkommen/ Häufigkeit</b></p>				<p>C43 - C45  </p>			

## Plinius - Augenzeuge des Ausbruchs des Vesuvs

Admiral Gatus Plinius Secundus (genannt Plinius der Ältere) befand sich im Jahr 79 n. Chr. mit der römischen Flotte in der Region des heutigen Neapel. Sein 17-jähriger Neffe (Plinius der Jüngere) begleitete ihn und berichtete später in einem Brief an einen Geschichtsschreiber von seinen Beobachtungen beim Ausbruch des Vesuvs. Der Brief beginnt so:

*Am 24. August etwa um die siebente Stunde ließ meine Mutter ihm (Plinius dem Älteren) sagen, am Himmel stehe eine Wolke von ungewöhnlicher Gestalt und Größe. (...) Er ließ sich seine Sandalen bringen und stieg auf eine Anhöhe, von der aus man das Naturschauspiel besonders gut beobachten konnte. Es erhob sich eine Wolke, für den Beobachter aus der Ferne unkenntlich, auf welchem Berge (später erfuhr man, dass es der Vesuv war), deren Form am ehesten einer Pinie ähnelte. ...*

(Quelle: Epistulae, 16; Plinius d. J. an Tacitus)

Stelle Dir nun vor, Du bist Plinius der Jüngere und schreibst diesen Brief über den Vulkanausbruch und die Zerstörung der beiden Städte Pompeji und Herculaneum zu Ende. Um Deinen Bericht mit Inhalt füllen zu können, sind Dir mehrere Sachinformationen gegeben, die Plinius beobachtet haben könnte. Bringe so viele dieser Informationen wie möglich in erzählender Form in Deinen Brief ein.

- **Plinianische Eruption** (= Ausbruch von Magma): Gase im Inneren eines Vulkans führen zu einer Explosion und zum Aufstieg einer kilometerhohen, pinienförmigen Säule aus heißen Gasen mit Teilen von zerrissenem Magma und Asche.
- **Asche- und Lapilliregen:** Wird bei einem Ausbruch weit in die Luft geschleudert und lagert sich in der Umgebung ab.  
**Asche** = staubfeine Partikel der Vulkaneruption  
**Lapilli** = schlackige Lavabrocken bis maximal Wallnussgröße
- **Pompeji und Herculaneum:** Unter einer hohen Asche- und Schlammschicht begrabene antike, römische Städte am Fuß des Vesuvs, die beim Ausbruch des Vesuvs 79 n. Chr. zerstört wurden. Die meisten Bewohner kamen bei dem Ausbruch ums Leben.
- **SchlammLawine:** Ein Strom aus zerrissener Lava, vermischt mit von Wasser durchtränkter Asche, ergießt sich bergab und begräbt alles, was sich ihm in den Weg stellt.
- **Glutwolke:** Heiße Gase und Staub breiten sich mit einer Geschwindigkeit von 160 m/s aus und lassen Menschen in Sekundenschnelle ersticken und zu „Mumien“ ausdörren.



# Messmethoden von Vulkanologen zur Erkennung drohender Ausbrüche

## Arbeitsauftrag an die Schüler

Sortiere die genannten Messmethoden entsprechend der Vorgabe in der Tabelle.

- **Deformationsmessung:** Durch Magmenbewegungen im Inneren des Vulkans verändert sich auch seine Oberfläche.
- **Spaltenmessung:** Kurz vor einer Eruption drängt das Magma in einem Vulkan langsam nach oben. Die Oberfläche des Vulkans dehnt sich dadurch leicht aus, Risse und Spalten entstehen oder verbreitern sich.
- **Gasmessung:** Zusammensetzung und Menge der austretenden Gase zeigen, ob das Magma im Reservoir steigt oder sinkt und wie hoch der Druck im Schlot ist.
- **Magnetfeldmessung:** Magnetfeld und Schwerkraft ändern sich mit, wenn sich die Höhe einer bestimmten Stelle am Vulkan ändert.
- **Erdbebenmessung:** Kurz vor einem Vulkanausbruch steigt die Erdbebenaktivität meist deutlich an. Deshalb installieren Vulkanologen bei besonders aktiven Vulkanen ein dichtes Messnetz aus Seismometern um den Vulkan herum.
- **Satellit:** Satellitenmessungen registrieren nicht nur Veränderungen in der Form des Berges, sondern erkennen auch, wenn das Innere eines Schlots kurz vor dem Ausbruch langsam heißer wird.
- **GPS-Empfänger:** Damit GPS-Satelliten auch kleine Veränderungen im Profil eines Vulkans registrieren können, installieren Vulkanologen an einigen Vulkanen GPS-Messpunkte, deren genaue Position zueinander bei aufeinander folgenden Überflügen des Satelliten verglichen werden.

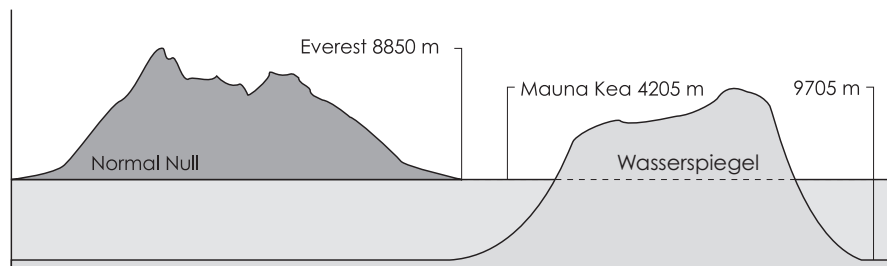
Beobachtung der Veränderung der Vulkanoberfläche	Physikalische Messungen

# Hot Spots und untermeerische Berge

## Infotext

Vulkane treten nicht nur an Plattengrenzen, sondern manchmal auch innerhalb der Platten auf. Auf den Ozeanböden findet man ganze Ketten von aneinandergereihten Vulkanbergen, die meisten von

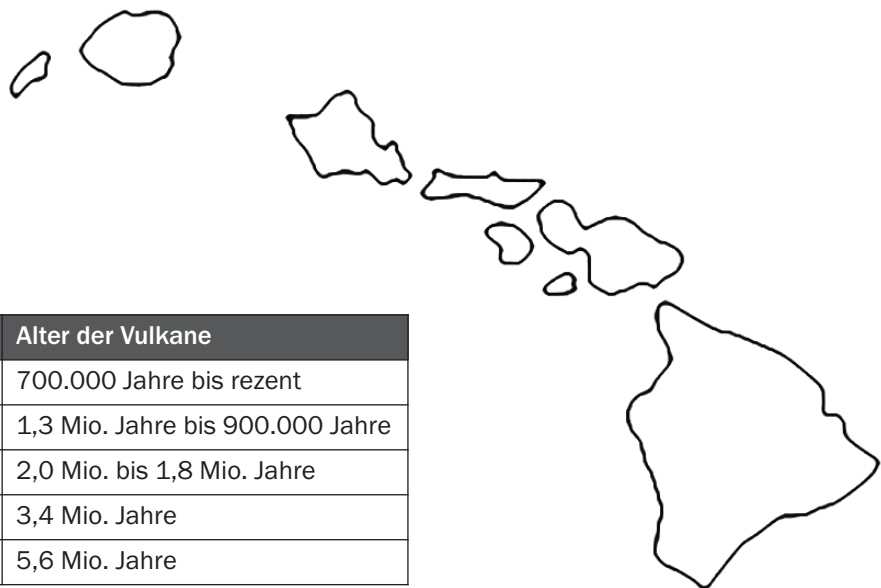
ihnen unterhalb des Meeresspiegels. Diese Seeberge (im englischen Seamounts) sind die höchsten Berge auf unserer Erde, wenn man ihre Gesamthöhe vom Meeresboden aus berücksichtigt.



C46 |

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Finde auf Deinem Atlas Bergketten auf dem Meeresboden des Pazifischen, Atlantischen und Indischen Ozeans.
2. Eine Vulkankette innerhalb der Pazifischen Platte wird von den Inseln von Hawaii gebildet. Beschrifte mit Hilfe Deines Atlases diese Inseln.
3. Die Hawaii-Inseln sind, wie die unten stehende Tabelle zeigt, unterschiedlich alt. Färbe die Inseln auf der Karte entsprechend ihrem Alter von blau (alt) über lila, dunkelrot, hellrot nach orange (jung).



Name der Vulkaninsel	Alter der Vulkane
Hawaii	700.000 Jahre bis rezent
Maui	1,3 Mio. Jahre bis 900.000 Jahre
Molokai	2,0 Mio. bis 1,8 Mio. Jahre
Oahu	3,4 Mio. Jahre
Kauai	5,6 Mio. Jahre

## Hot Spot-Experiment

### Infotext

Die Vulkane sind entstanden, als sich die Pazifische Platte über einen Hot Spot (Heisser Fleck) bewegt hat. An Hot Spots steigt heißes Material aus dem Erdmantel nach oben, dabei kommt es zu einer Aufschmelzung der Gesteine des oberen Erdmantels. Es bildet sich eine große Magmenkammer, aus der immer wieder, manchmal mit Unterbrechungen von mehreren Hunderttausend bis zu Millionen von Jahren, Magma an die Erdoberfläche steigt. Wo das Magma die Erdkruste durchbricht, bildet sich auf dem Meeres-

boden ein Vulkan. Durch das Übereinanderfließen von Tausenden von Lavaströmen wächst der Vulkan immer höher, bis er den Meeresspiegel durchbricht und zu einer Vulkaninsel wird. Nun bewegt sich die Pazifische Platte mit einer Geschwindigkeit von mehreren Zentimetern pro Jahr über den ortsfesten Hot Spot hinweg. Wenn aus der Magmenkammer über einen langen Zeitraum kein Magma gefördert wird, hat sich die Platte schon weiterbewegt und bei erneutem Basaltaufstieg bildet sich ein neuer Vulkan.

Um die Entstehung der Vulkankette von Hawaii nachzustellen, kannst Du folgendes Experiment durchführen:

1. Nimm Dir ein Stück Pappe oder Karton (etwa DIN A4 Größe) und schneide 5 kleine Löcher (Tip: Pappe einmal falten und mit der Schere kleine Dreiecke ausschneiden, die Löcher sollten nicht größer als 1 cm sein) hinein und beschrifte die Löcher von 1 bis 5. Der Karton stellt die Erdplatte dar, die sich über einen Hot Spot bewegt. Jetzt braucht man nur noch eine Magmenkammer und aufsteigendes Magma. Hierzu kannst Du entweder eine Tube mit Zahnpasta nehmen, oder eine Dose mit Sprühsahne.
2. Bitte einen Mitschüler, die Platte langsam über Deinen Hot Spot zu bewegen und simuliere die Förderung des Magmas durch Ausdrücken der Zahnpasta oder Betätigen des Sprühknopfes der Sahnedose. Beginne mit dem Loch Nr. 1. Auf Deiner Platte bildet sich jetzt eine Kette von 5 Vulkanen.
3. Du kannst jetzt Deine Vulkane beschriften und die Alter dazuschreiben (↗ Arbeitsaufträge 2 und 3).

### Rechenaufgabe

Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich die pazifische Platte über den Hot Spot hinweg? Um dies auszurechnen, musst Du auf einer geeigneten Karte im Atlas den Abstand zwischen dem jüngsten und dem ältesten Vulkan (↗ Arbeitsauftrag 3) bestimmen.

---



---

# Entwicklungsstadien von Vulkanbergen auf den ozeanischen Platten am Beispiel von Hawaii (Oberstufe)

## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Erklären Sie, wie man den Knick in der Hawaii-Emperor Kette deuten kann.
2. Recherchieren Sie, unter welchen Bedingungen sich Korallenriffe und Atolle bilden können.
3. Erklären Sie, warum sich auf den Vulkanen der Emperor-Kette keine Korallenriffe bzw. keine Atolle ausgebildet haben.
4. Beschreiben Sie die in der Tabelle dargestellten Stadien der Hawaii-Emperor-Kette und finden Sie jeweils mindestens ein Beispiel dafür.

### Hinweis:

Wenn an der Schule Computer zur Verfügung stehen, sollten die verschiedenen Entwicklungsstadien mit Hilfe des Programms Google Earth (Freeware) recherchiert werden.

1.



C47 | Die Vulkane der Hawaii-Emperor-Kette haben sich während der stetigen Bewegung der pazifischen Platte über einen stationären Hotspot gebildet. Die Vulkan-kette weist einen markanten Knick auf. Die Alter der Vulkane sind markiert.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**3. + 4.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**4. Infotext**

Die Vulkane der Emperor-Kette liegen alle unter dem Meeresspiegel, die der Hawaii-Kette bilden dagegen viele Inseln. Nur der jüngste Vulkan im Südosten, Loihi, liegt wiederum unterhalb des Meeresspiegels.

Dieses Auftauchen und Wiederabtauchen der Vulkanberge unter dem Meeresspiegel ist durch verschiedene Stadien in ihrer Entwicklungsgeschichte gesteuert. Einige der Inseln sind ringförmige Gebilde von einigen Kilometern Durchmesser. Im Ge-

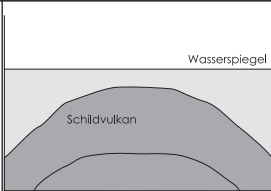
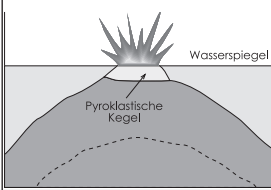
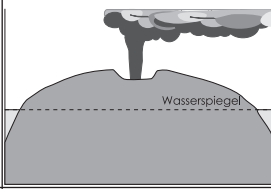
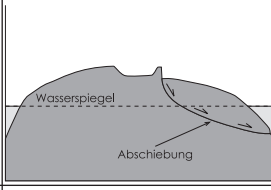
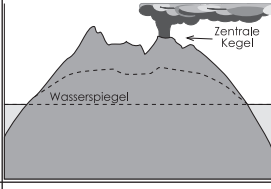
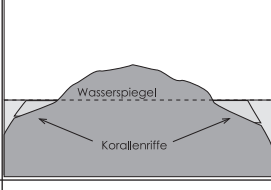
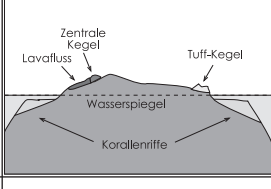
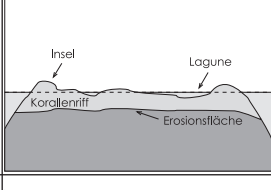
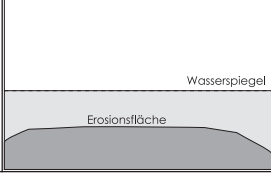
gensatz zu den Vulkangesteinen findet man hier biogene Sedimente und Sedimentgesteine. Hier

haben sich Korallenriffe um und auf den untermeerischen vulkanischen Inseln gebildet.



C48 | USGS-Landsat7-Satellitenbild des Pearl-und-Hermes-Atolls, Nordwestliche Hawaii-Inseln

4. Tabelle

Stadium		Kurzbeschreibung	Beispiele	Alter der Beispiele in etwa
1			Loihi	
2			Loihi in 150.000 Jahren	
3			Hawaii	
4			Hawaii (Kilauea, Mauna Loa)	
5			Hawaii (Mauna Kea)	
6			West Maui, Molokai, Kauai	
7			West Maui, Molokai, Kauai	
8			Midway, Kure	
9			Vulkane der Emperor-Kette	

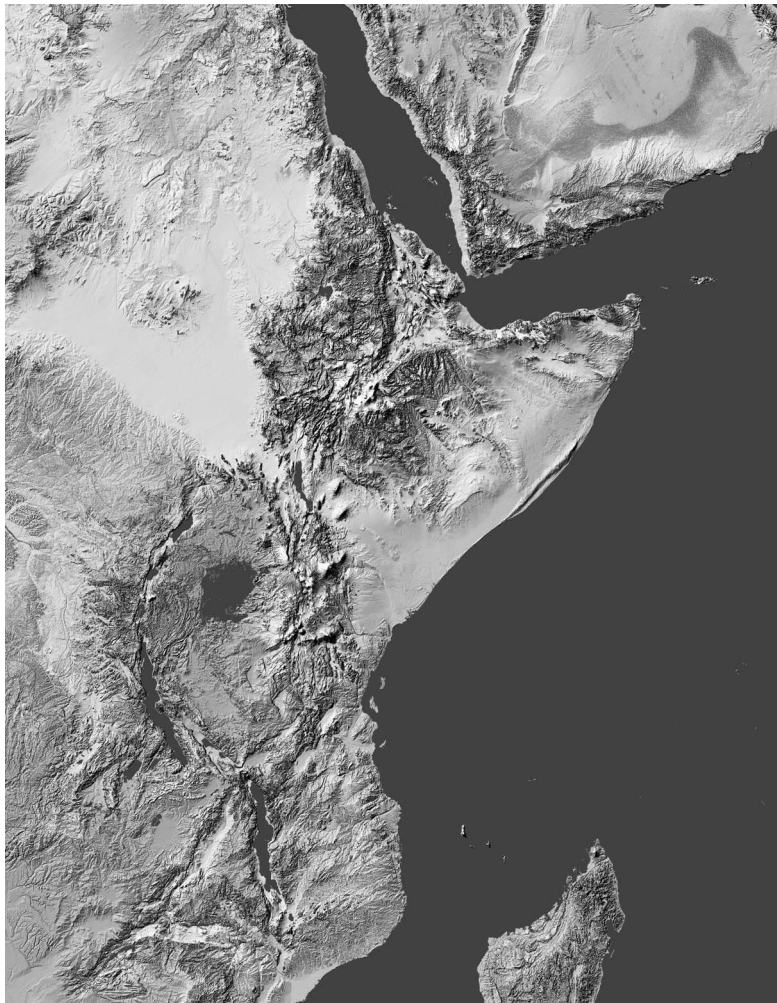
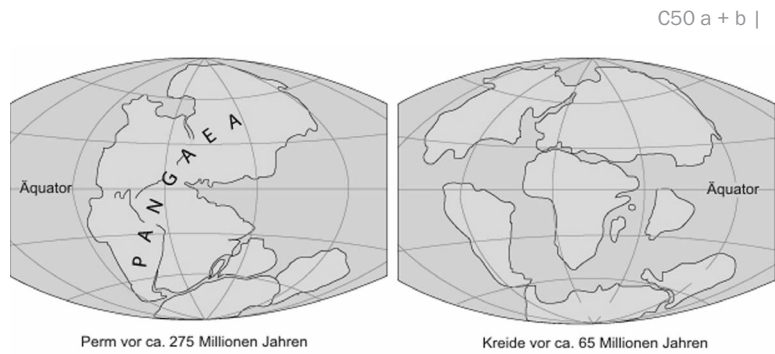
C49 a - i |

# Ein neuer Ozean mitten in Afrika

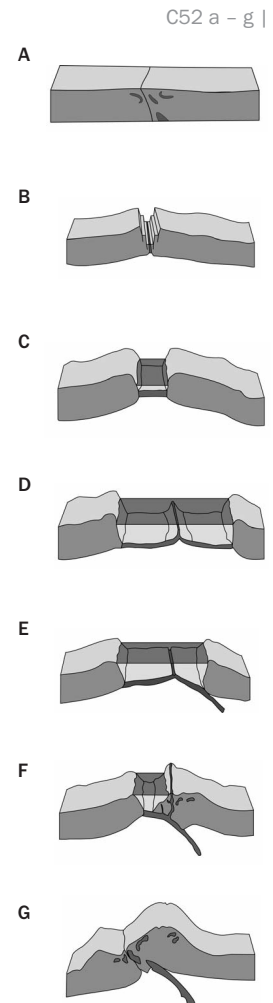
## Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Zeichnen Sie die tektonischen Großstrukturen in die untenstehende Karte ein. Wagen Sie nun eine Voraussage für Ostafrika in 50 Mio. Jahren.
2. Ordnen Sie die heutige Situation und Ihre Voraussage in die Phasen des Wilson-Zyklus ein.

Auf den beiden Karten können Sie erkennen, wie Madagaskar und Indien vom heutigen Afrika getrennt wurden: Ostafrika war in der Vergangenheit bereits schon einmal Zentrum tektonischer Aktivitäten.



C51 |



**Herausgeber**

Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Gesundheit (StMUG)

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB)