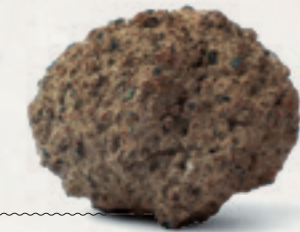


INHALT



Rotglühende Erde	6	Die Explosion des Krakatau 1883	54
Willkommen bei den Broders	8	Mount Pelé, 1902	58
Der Aufbau der Erde	10	Mount St. Helens, 1980	59
Das Schalenmodell der Erde	11	Vulkane verstehen	60
Immer in Bewegung	12	Vulkane entdecken	62
Kleine Bewegung, große Wirkung	13	Berühmte moderne Vulkanologen	63
Der Pazifische Feuerring	14	Gut ausgerüstet	64
Heiße Stellen – Hot Spots	15	Vulkanologen bei der Arbeit	66
Das Innenleben von Vulkanen	16	Rette sich, wer kann	68
Beule im Berg	16	Frühwarnsysteme	69
Grillen mit Vulkanhitze	20	Der Welle entkommen	69
Flach, steil oder eingefallen?	21	Stumme Vögel, zappelige Ziegen	70
Vulkane in Europa und weltweit	22	Die Lava aufhalten	71
Erebus – Vulkan in der Antarktis	24	Leben am Vulkan	72
Gefährliche Expedition	25	Reise zum Vulkan	74
Eine Insel entsteht	26	Das Geschenk des Vulkans	75
Ein neues Ökosystem	27	Heiße Quellen	78
Urlaub in der Eifel	30	Geysire	79
Spucken, schlafen, sterben	31	Energie aus dem Vulkan	80
Italien – Land der Vulkane	32	Fontänen aus Wasser: Geysire	82
Vulkane in Afrika	34	Geschichte der Geothermie	84
Vulkane in den USA	36	Geothermie weltweit	86
Was spuckt der Vulkan?	40	Wasser oder nicht?	88
Verheerende Ausbrüche und Erdbeben	42	Außerirdische Vulkane	90
Erst das Beben, dann das Feuer	44	Bist du ein Vulkanexperte?	92
Vulkanische Erdbeben	45	Energieheld*in werden	93
Der Riss im Gestein	45	Der Vulkan in der Flasche	94
Das Erdbeben von Chile	46	Glossar	96
Der Untergang von Pompeji	50		
Der Ausbruch des Tambora 1815	52		

ROTGLÜHENDE ERDE

„In der Tiefe brodelte es. Rotglühende Lava wird aus dem Krater in die Höhe geschleudert. Immer und immer wieder. Aus dem Lavasee tief unter dir steigen Dämpfe auf, es riecht nach Schwefel und die heiße Luft nimmt dir fast den Atem. Wie das Fell eines Urzeittieres sieht die Oberfläche des Sees aus, auf dem schwarze Platten aus erkaltetem Gestein schwimmen.“

Zwischen ihnen leuchtet die Lava hervor und taucht die Nacht in rotes Licht. Diesen Anblick wirst du nie vergessen.“
So erzählt es der Vulkanologe Janos Broder, der dich zusammen mit seiner Familie auf deiner Reise in die Welt der Vulkane begleiten wird. Komm mit!



WILLKOMMEN BEI DEN BRODERS

Hi, ich bin Kim und das sind meine Geschwister Eliah und Lilly. Die Großen auf dem Foto sind unsere Eltern, Janos und Anna. Zusammen sind wir die Familie Broder. Papa ist Vulkanologe, das heißt, er erforscht Vulkane.

Er beobachtet die Feuerberge, führt Messungen durch und nimmt Proben vom Boden. Manchmal bringt er uns von seinen Forschungsreisen ein paar Brocken Lavagestein mit. Das ist dann natürlich schon kalt und nicht mehr rot wie Lava, sondern ganz schwarz.“



ANNA



JANOS



ELIAH



KIM



LILLY



Vulkanologe

Vulkanologen haben eine Ausbildung zum Geologen, Mineralogen oder Geophysiker gemacht. Sie kennen sich gut mit Gesteinen aus und wissen, wie die Erde aufgebaut ist.

Papa ist oft unterwegs. Er war schon auf vielen Kontinenten und in vielen Ländern, denn Vulkane gibt es fast überall. Auch in Europa und in Deutschland. Einige werden wir in den Ferien zusammen besuchen. Darauf freue ich mich schon. Eliah wollte erst nicht mit. Da hat Mama ihm erzählt, dass die Vulkane, die wir besuchen wollen seit Langem schlafen. Sie werden nicht plötzlich ausbrechen. Das wäre ja auch viel zu gefährlich!“



DEUTSCHLAND (JANUAR 2017)



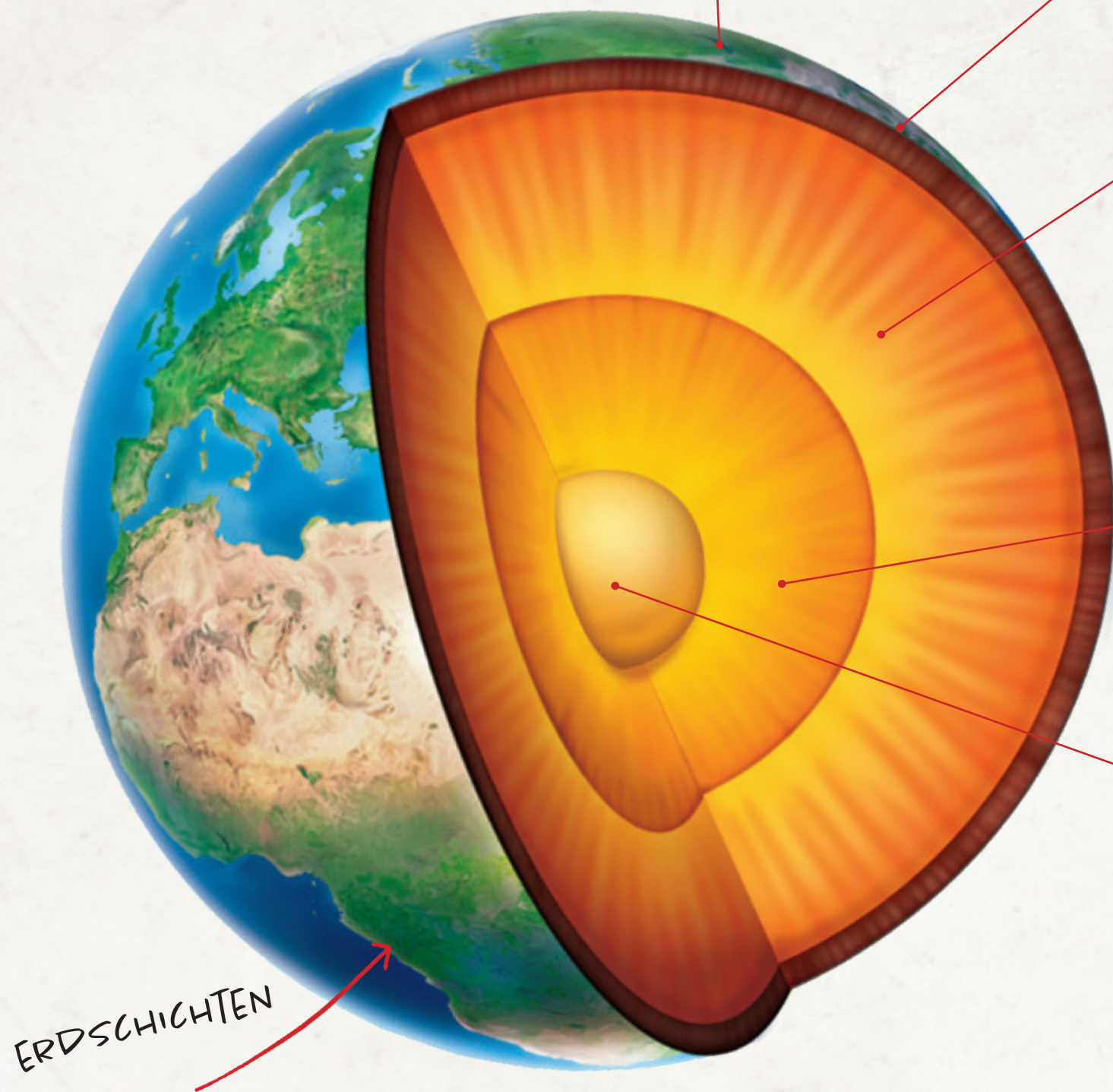
ITALIEN (MÄRZ 2018)

HOHENTWIEL,
BADEN-WÜRTTEMBERG

Der Vulkan Stromboli liegt auf einer Insel nördlich von Sizilien. Er gilt als einer der aktivsten Vulkane der Welt.

DER AUFBAU DER ERDE

Die Erde hat eine feste Oberfläche. Deshalb versinken wir nicht im Boden. Im Inneren ist sie aber nur zum Teil fest. Ein Großteil ist flüssig. Um leicht zu verstehen, wie die Erde aufgebaut ist, haben Wissenschaftler das Schalenmodell entwickelt. Um einen Kern liegen mehrere Schichten, ähnlich wie bei einem Pfirsich oder einer Zwiebel.



1 ERDKRUSTE
TIEFE: 0 bis 35 Kilometer
ZUSTAND: fest
TEMPERATUR: bis 1.000 Grad Celsius

2 OBERER ERDMANTEL
TIEFE: ca. 35 bis 700 Kilometer
ZUSTAND: zähflüssig bis fest
TEMPERATUR: bis 2.000 Grad Celsius

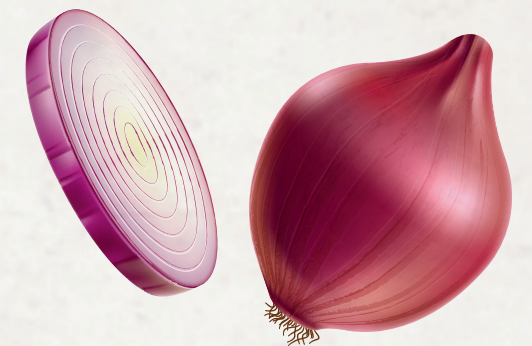
3 UNTERER ERDMANTEL
TIEFE: 700 bis 2.900 Kilometer
ZUSTAND: fest
TEMPERATUR: bis 3.700 Grad Celsius

4 ÄUSSERER ERDKERN
TIEFE: 2.900 bis 5.100 Kilometer
ZUSTAND: flüssig
TEMPERATUR: bis 4.300 Grad Celsius

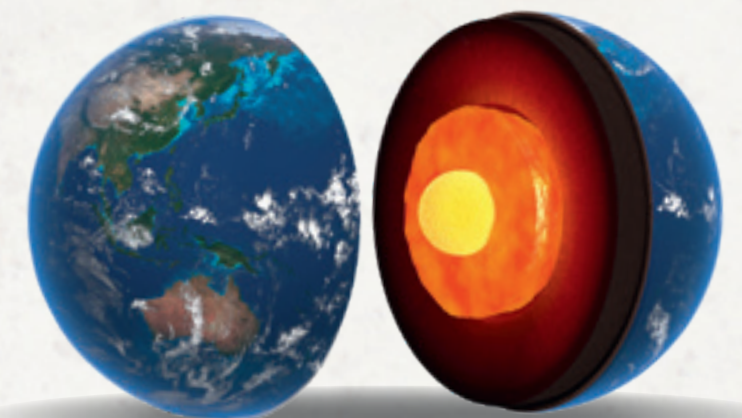
5 INNERER ERDKERN
TIEFE: 5.100 bis 6.371 Kilometer
ZUSTAND: fest
TEMPERATUR: bis 7.000 Grad Celsius

DAS SCHALEN-MODELL DER ERDE

Die äußerste Schicht ist die Erdkruste, auf der du dich bewegst. An sie schließen sich erst der obere und dann der untere Erdmantel an. In der Mitte liegen schließlich der äußere und innere Erdkern.



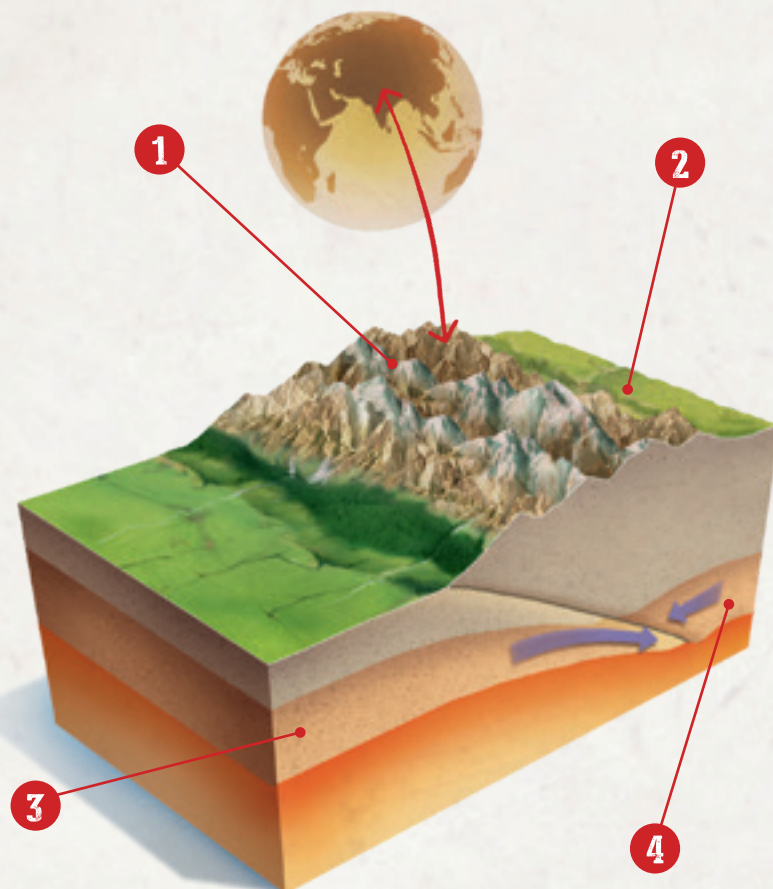
WIE DIE SCHICHTEN EINER ZWIEBEL



IMMER IN BEWEGUNG

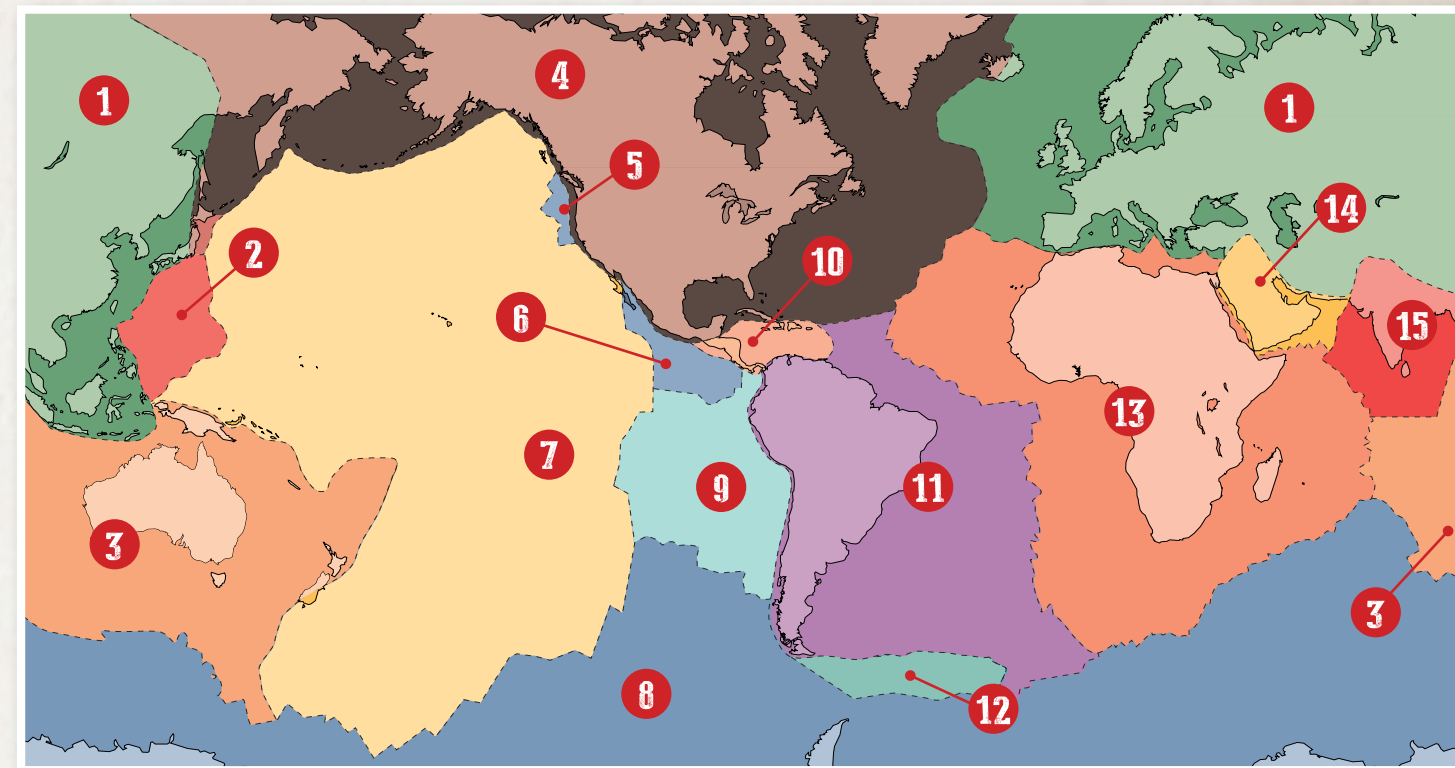
Anders als die Haut eines Pfirsichs ist die Haut der Erde, die Erdkruste, nicht glatt und nahtlos. Sie ist in mehrere Platten, sieben große und mehr als 20 kleinere, zerbrochen. Diese Platten tragen Ozeane wie den Pazifik oder Kontinente wie Afrika. Es gibt aber auch Platten, die sowohl Ozeane als auch Land tragen. Zu ihnen gehört die Australische Platte, auf der neben dem gleichnamigen Kontinent auch Teile des Indischen Ozeans liegen.

Alle Platten sind ständig in Bewegung. Wie Flöße treiben sie auf dem oberen Erdmantel – sie bewegen sich aufeinander zu oder voneinander weg. Sie stoßen aneinander, verkeilen sich, schrammen aneinander vorbei und schieben sich über- oder untereinander. Diese Bewegungen geschehen wie in Zeitlupe. Große Entfernungen werden dabei nicht zurückgelegt, nur etwa zehn Zentimeter pro Jahr. Die Auswirkungen dieser Drifts, so nennt man das Treiben mit einer Strömung, sind jedoch gewaltig.



- 1 Himalaya
- 2 Tibetisches Hochland
- 3 Indisch-Australische Platte
- 4 Eurasische Platte

WIE AUF FLÖSSEN!



KLEINE BEWEGUNG, GROSSE WIRKUNG

Ändert sich die Lage der Platten, verändert sich das Gesicht der Erde. Gebirge drängen nach oben, Inseln und tiefe Gräben bilden sich, Erdbeben lassen den Boden erzittern und Vulkane brechen aus. Dies geschieht vor allem dort, wo Platten auseinanderdriften. In der Erdkruste entstehen dann Risse, durch die Magma an die Oberfläche steigt. Die Sankt-Andreas-Spalte in Kalifornien ist solch ein Riss. Sie wird auch Sankt-Andreas-Graben genannt. Dort gleitet die Pazifische Platte an der Amerikanischen vorbei nach Norden.

Die tektonischen Platten

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1 Eurasische | 8 Antarktische |
| 2 Philippinische | 9 Nazca |
| 3 Australische | 10 Karibische |
| 4 Nordamerikanische | 11 Südamerikanische |
| 5 Juan de Fuca | 12 Scotia |
| 6 Cocos | 13 Afrikanische |
| 7 Pazifische | 14 Arabische |
| | 15 Indische |

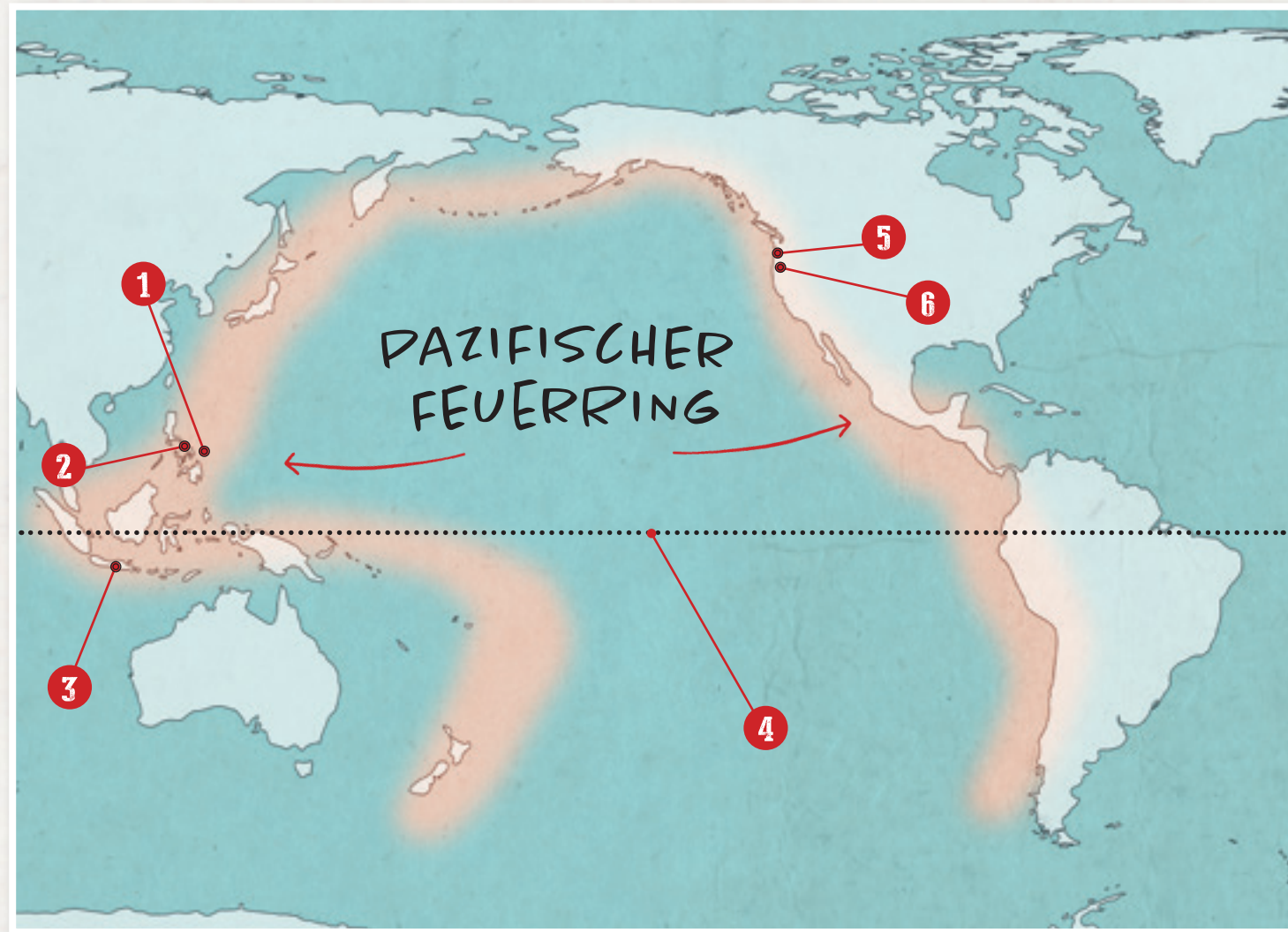
Lava oder Magma?

Geschmolzenes Gestein wird Magma genannt. Durchbricht Magma die Erdoberfläche, nennt man es Lava.



Der Sankt-Andreas-Graben ist 1.300 Kilometer lang.

Der Pazifische Feuerring sieht aus wie ein umgedrehtes U.



DER PAZIFISCHE FEUERRING

Die meisten Vulkane entstehen an den Rändern der Erdplatten. Dort sind die Spannungen sehr groß und die Erdkruste ist etwas dünner. Besonders viele Vulkane gibt es am Pazifischen Feuerring. Sie reihen sich in einer scheinbar endlosen Kette auf einer Länge von rund 40.000 Kilometern aneinander. Der Pazifische Feuerring zieht sich von Chile über Peru, die Westküste der USA und Nordalaska weiter nach Japan und Südostasien bis zu den Inseln im Pazifik. Auf diesem „Ring“ gibt es nicht nur sehr viele Vulkane, sondern es treten auch häufig Erdbeben auf. Der Grund dafür ist die ozeanische Pazifische Platte, die sich unter mehrere kontinentale Platten schiebt.

- 1 Mayon
- 2 Pinatubo
- 3 Krakatau
- 4 Äquator
- 5 Mount Garibaldi
- 6 Mount St. Helens



Vulkane in Indonesien

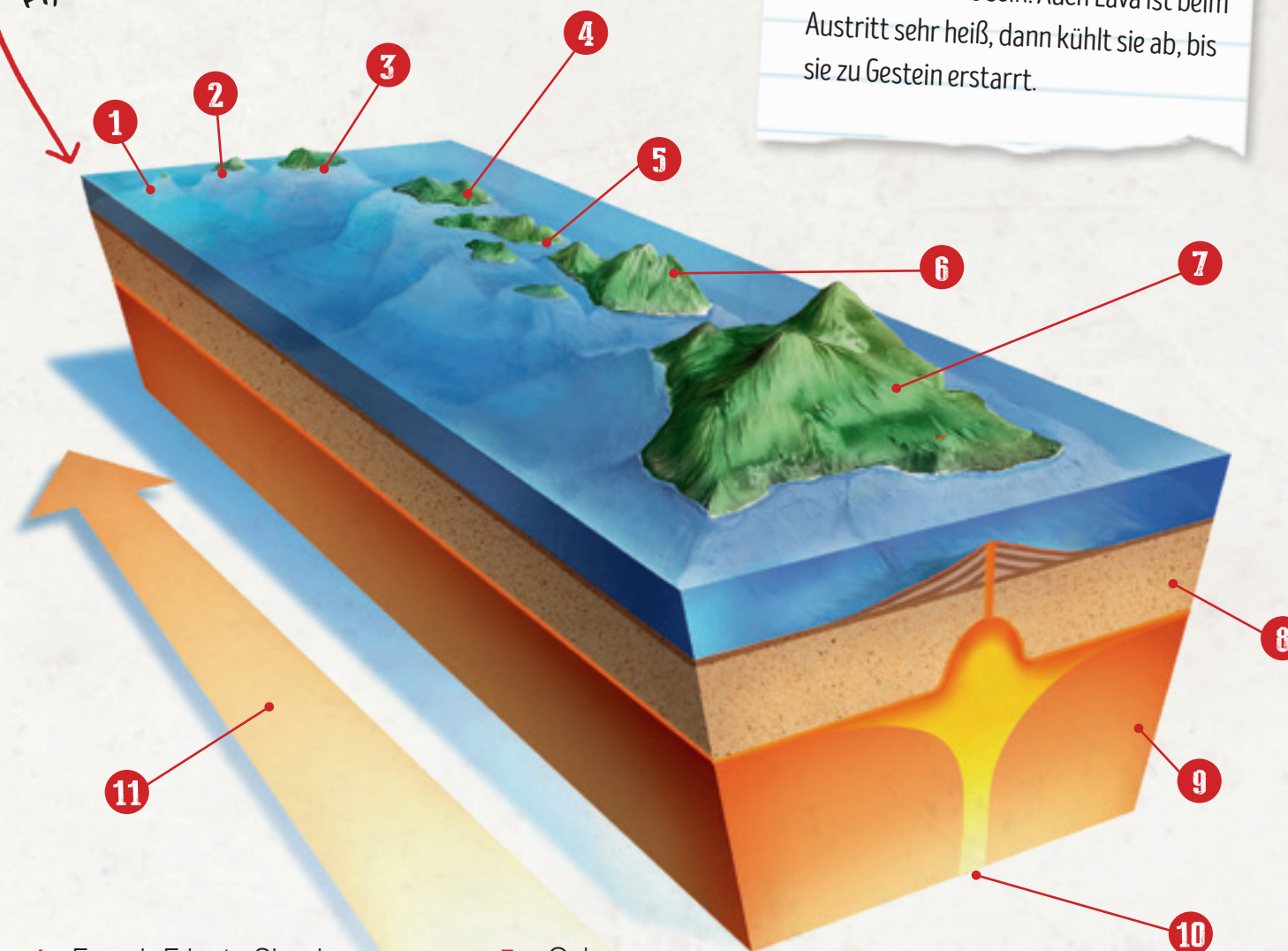
In Indonesien, das auch am Pazifischen Feuerring liegt, gibt es 129 aktive Vulkane.

HEISSE STELLEN - HOT SPOTS

Vulkane bilden sich aber nicht nur an den Rändern der Erdplatten, sondern manchmal auch mitten auf diesen – entweder an Land oder unter Wasser. Sie entstehen durch die sogenannten Hot Spots. Das sind sehr heiße Stellen im Erdmantel, aus denen Magma an die Erdoberfläche aufsteigt und einen Vulkan bildet. Schiebt sich die Platte über der heißen Stelle weiter, trägt sie den Vulkanberg mit sich. Über dem Hot Spot bildet sich dann ein neuer Vulkan, der ebenfalls mit der Platte weiterwandert. So reiht sich Vulkan an Vulkan, bis die heiße Stelle irgendwann abkühlt.



ENTSTEHUNG DER HAWAII-INSELKETTE



- 1 French Frigate Shoals
- 2 Necker Island
- 3 Nihoa
- 4 Kauai
- 5 Oahu
- 6 Maui
- 7 Hawaii
- 8 Erdkruste
- 9 Erdmantel
- 10 Hot Spot
- 11 Drift der Pazifischen Platte

DAS INNENLEBEN VON VULKANEN

Von außen sehen die meisten Vulkane aus wie ein Kegelberg. Einige sind steil, andere flach wie Tausend andere Berge auch. Im Inneren unterscheiden sie sich jedoch deutlich von gewöhnlichen Bergen. Ein langer Schlot, eine Art Röhre, durchzieht den Berg von unten nach oben. Er entsteht, wenn Magma aus dem Erdinneren nach oben drängt. Es stammt aus dem Erdmantel und sammelt sich in einer großen Kammer. Ist diese Magmakammer voll und strömt weiterhin Magma aus tieferen Schichten nach, steigt der Druck wie in einem Dampfkessel. Das Magma sucht sich dann mit Gewalt einen Weg an die Oberfläche. An einer schwachen Stelle in der Erdkruste ist es dann soweit: Der Vulkan bricht aus und spuckt Lava und Asche.



Am Devils Tower in Wyoming kann man gut sehen, wie das Magma in Säulenform erstarrt ist.

BEULE IM BERG

Manchmal schafft es das Magma nicht bis an die Oberfläche. Es wird unter der Erdkruste fest und drängt das umgebende Gestein zur Seite und in die Höhe. So können regelrechte Beulen im Fels entstehen. Fachleute nennen sie Lagergang.

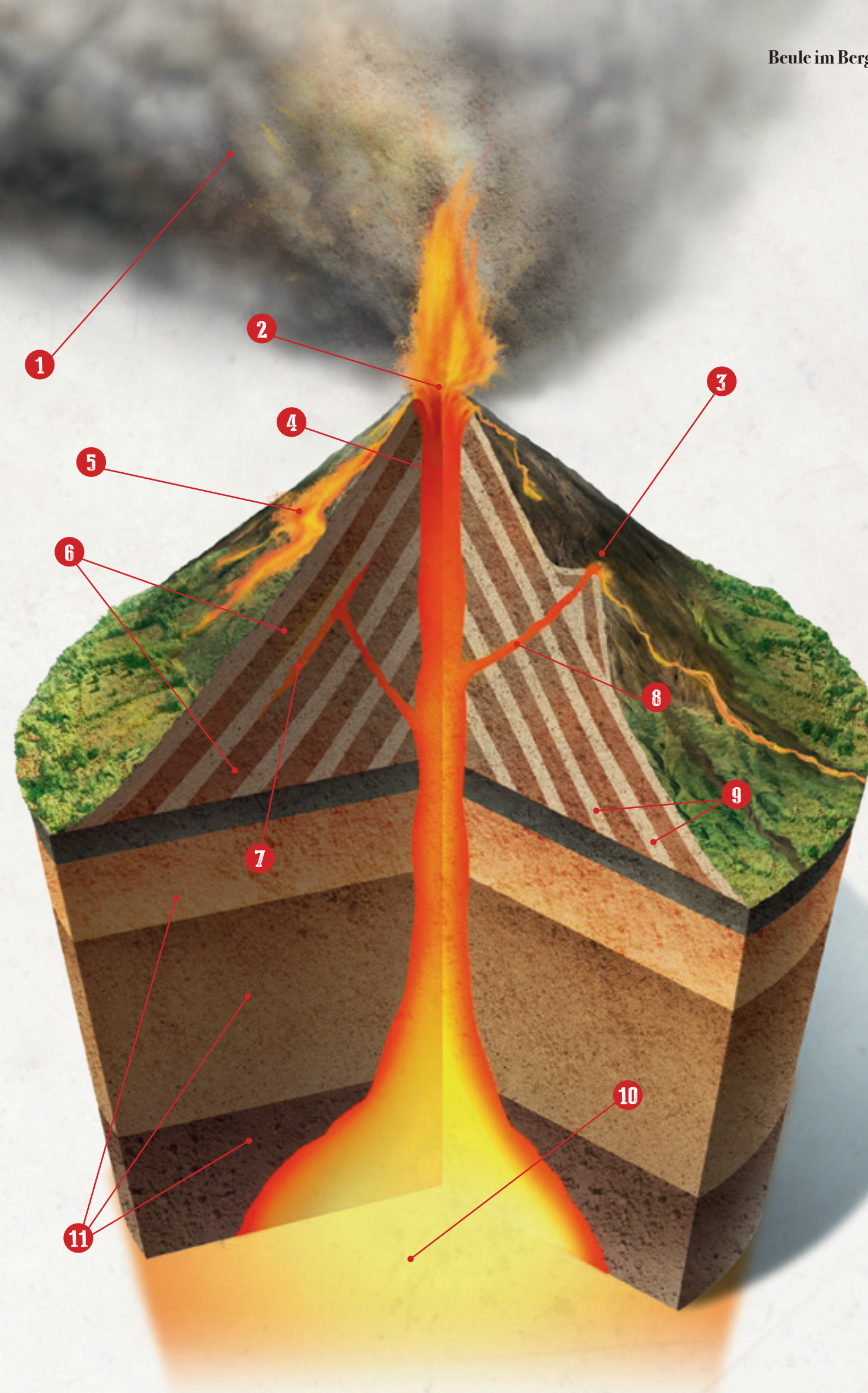
Nebenschlot

Manchmal tritt Lava seitlich am Vulkan aus. Dann hat sich das Magma einen neuen Weg gebahnt und einen Seitenschlot gebildet.

SCHICHTVULKAN

Querschnitt eines Vulkans

- 1 Aschewolke
- 2 Krater
- 3 Nebenkrater
- 4 Hauptschlot
- 5 Lavastrom
- 6 Erstarre Lavaschicht
- 7 Lagergang
- 8 Nebenschlot
- 9 Ascheschicht
- 10 Magmakammer
- 11 Verschiedene Schichten des Erdmantels (Lithosphäre, Asthenosphäre, Mesosphäre)





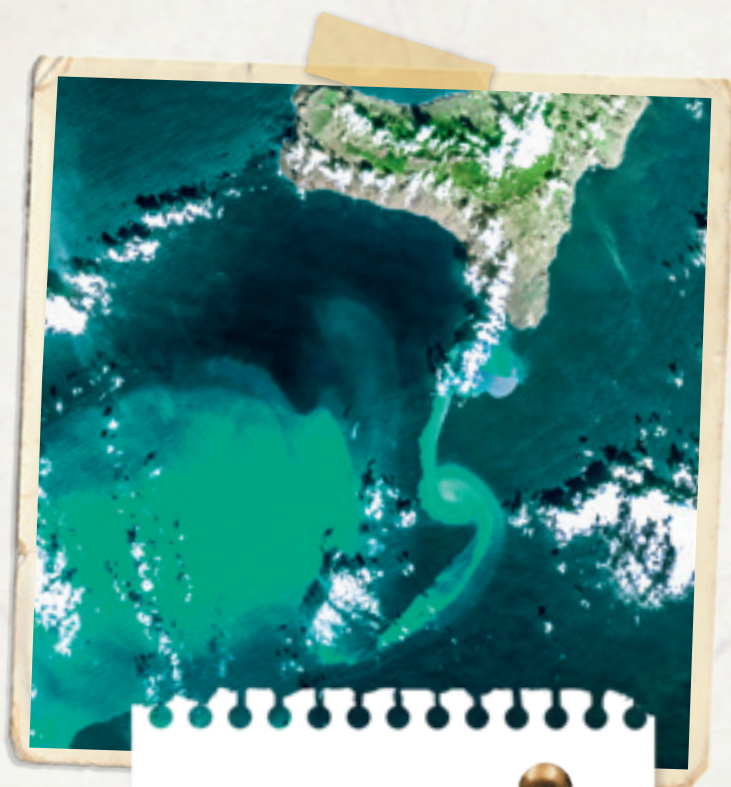
Die Vulkane auf der spanischen Insel Lanzarote entstanden vor rund 300 Jahren. Damals quoll sechs Jahre lang Lava aus dem Erdinneren. Im Nationalpark Timanfaya können Touristen noch heute die schwarzen Lavafelder sehen und die Hitze der Erde spüren.

1/20

GRILLEN MIT VULKANHITZE

Mama, was gibt es heute zu essen?“ Eliah stürmt in die Küche. Anna lächelt. „Wir grillen. Papa muss aber erst noch den Grill anzünden, schließlich haben wir keinen Vulkan im Garten, auf dem wir braten können.“ Eliah prustet los. „Auf einem Vulkan grillen? Das geht doch gar nicht!“ „Und ob!“, sagt Anna und erzählt von der Vulkaninsel Lanzarote:

„Dort ist an manchen Stellen die Vulkanhitze immer noch zu spüren. Mitarbeiter im Nationalpark halten zum Beispiel Heu über ein Loch im Boden und es fängt sofort an zu brennen. Auch in Restaurants nutzen sie das und grillen dort über einem Erdloch Fleisch für die Besucher. Und jetzt lauf und frag Papa, wann wir essen können.“



Vulkane unter Wasser

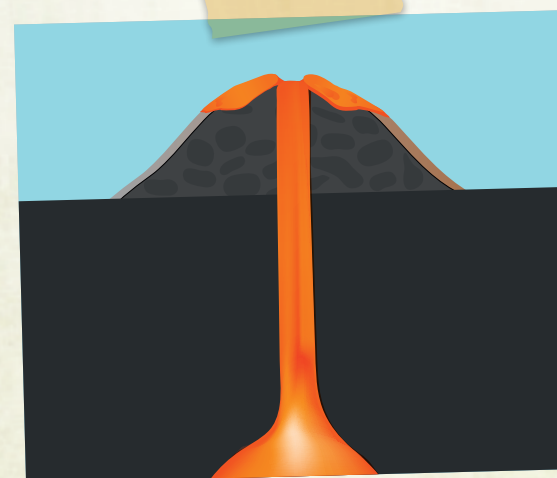
Viele Vulkane befinden sich auf dem Meeresboden. Ein Ausbruch ist dann nicht immer gleich zu sehen.

WIR GRILLEN JETZT WIE AUF LANZAROTE



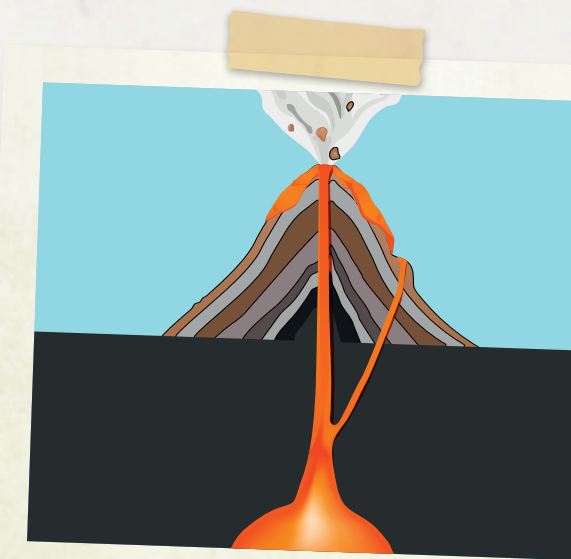
FLACH, STEIL ODER EINGEFALLEN?

Vulkane können ganz verschieden aussehen, sich bei einem Ausbruch unterschiedlich verhalten und verschiedene Materialien „spucken“.



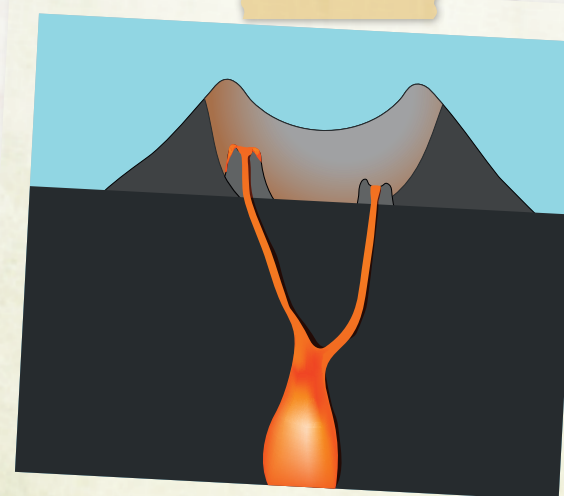
SCHILDVULKANE

Sie sind breit und haben einen flachen Kegel, ähnlich einem Schildkrötenpanzer. Aus diesem Vulkantyp strömt sehr heiße, dünnflüssige Lava. Schildvulkane entstehen häufig über Hot Spots und unter dem Meer an den Stellen, wo die Erdplatten auseinanderdriften. Hawaii und Island sind so entstanden.



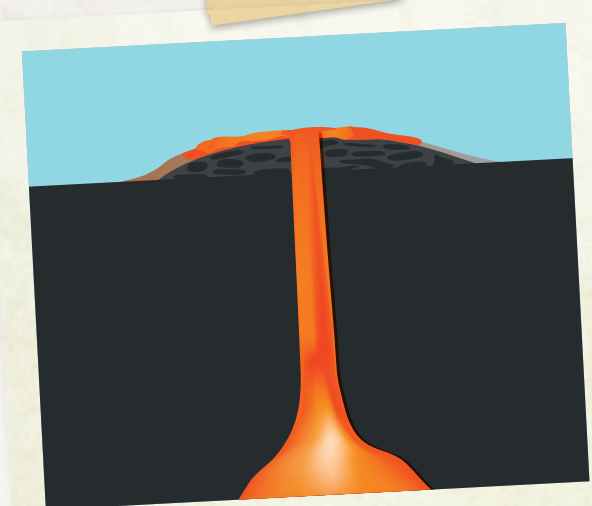
SCHICHTVULKANE

Sie sind steil und hoch und ihr Magma ist zähflüssig. Schildvulkane, auch Stratovulkane genannt, sind gefährlich, da sich in ihrem Inneren ein großer Druck aufbaut. Er entlädt sich meist explosionsartig. Asche, Lavabomben und -blöcke groß wie Häuser werden herausgeschleudert und türmen sich rund um den Krater. Ätna und Stromboli sind Schichtvulkane.



CALDERA

Sie hat die Form eines Kessels. Manchmal ist sie mit Wasser gefüllt. Dieser Vulkantyp entsteht, wenn sich die Magmakammer komplett leert und der Boden darüber einbricht. Der Pinatubo auf den Philippinen ist eine Caldera.



SPALTENVULKAN

Dünnflüssige Lava tritt aus einer langen Spalte im Boden aus und bildet große Lavafelder. Die Laki-Spalte auf Island ist so entstanden.



Nicht alle Vulkane sehen aus wie Berge, rauchen und sind glühend heiß. Einige sehen aus wie ein See. Diese Vulkanseen nennt man Maare. In Deutschland, in der Eifel, gibt es mehrere davon und du kannst in ihnen baden.

W. 12

URLAUB IN DER EIFEL

Und wo ist nun der Vulkan, den wir anschauen wollten?“, fragt Kim. Die Broders sind gerade an ihrem Urlaubsort in der Eifel angekommen, am Ufer des Laacher Sees. „Du stehst direkt davor“, lacht Janos. „Der Laacher See ist ein Maar. Von denen gibt es hier in der Eifel sehr viele. Sie entstanden vor ungefähr 12.000 Jahren, als in mehreren hundert Metern Tiefe Magma auf Wasser traf. Das Wasser verdampfte dabei sofort und es entstand ein ungeheurer Druck.“

Kawah Ijen Vulkan, East Java, Indonesia



Vulkanssee Gemunder Maar, Deutschland

Das Gestein, das darüber lag, wurde dadurch einfach weggesprengt. Lava und Gestein bildeten einen Wall. Der Trichter in der Mitte füllte sich später mit Wasser. Der Vulkan schläft nun, aber er ist nicht erloschen. Siehst du die Bläschen?“



SPUCKEN, SCHLAFEN, STERBEN

Wie schläft ein Vulkan?“, will Eliah wissen. Anna schmunzelt. „Nun, ein Bett und eine Decke braucht er dafür nicht. Man sagt, der Vulkan schläft, wenn er länger nicht mehr ausgebrochen ist.“ Janos nickt. „Man unterscheidet zwischen aktiven, schlafenden oder ruhenden und erloschenen Vulkanen. Aktiv ist ein Vulkan dann, wenn er in den letzten 10.000 Jahren schon einmal ausgebrochen ist. Das trifft weltweit auf etwa 1.400 Vulkane zu, die sich oberhalb der Meeresoberfläche befinden.“

PARKSTEIN, BAYERN
DEUTSCHLAND



Der Parkstein ist der südlichste erloschene Vulkan in Deutschland.

DER SCHLAFENDE
VULKAN



Schlafende Vulkane sind schon einmal ausgebrochen und sie werden es wieder tun. Sie befinden sich zwischen zwei Ausbrüchen. Dabei kann die nächste Explosion in naher Zukunft oder auch erst in Hunderttausenden oder Millionen Jahren stattfinden. Ganz genau kann man das oft nicht sagen. Vom Vesuv in Italien und vom Yellowstone-Vulkan in den USA glaubt man zum Beispiel, dass sie bald wieder ausbrechen werden. Nur bei erloschenen Vulkanen kann man recht sicher sein, dass sie nie wieder Asche und Lava spucken. Der Vogelsberg und der Kaiserstuhl in Deutschland sind solche ehemaligen Vulkane und auch die meisten Vulkane auf Hawaii sind tot.“



Im Jahr 79 nach Christus brach der Vesuv in Italien aus. Er begrub die Stadt Pompeji unter einer dicken Schicht Asche und Bimsstein. Nur wenige Menschen konnten sich retten.



Am 8. Mai 1902 riss eine Seite
des Vulkans Mount Pelé auf der
karibischen Insel Martinique auf.
Bei dem Ausbruch wurde die
Hafenstadt St. Pierre völlig zerstört.

AUSSERIRDISCHE VULKANE

Vulkane gibt es auch außerhalb unseres Planeten. Die nächsten befinden sich auf dem Mond. Die riesigen Lavafelder sind als dunkle Flecken auf dem Mond zu erkennen. Sie werden Mare genannt.

Das ist das lateinische Wort für Meer. Ausbrechen können die Vulkane auf dem Mond nicht mehr. Sie sind schon vor mehr als einer Milliarde Jahre erloschen.

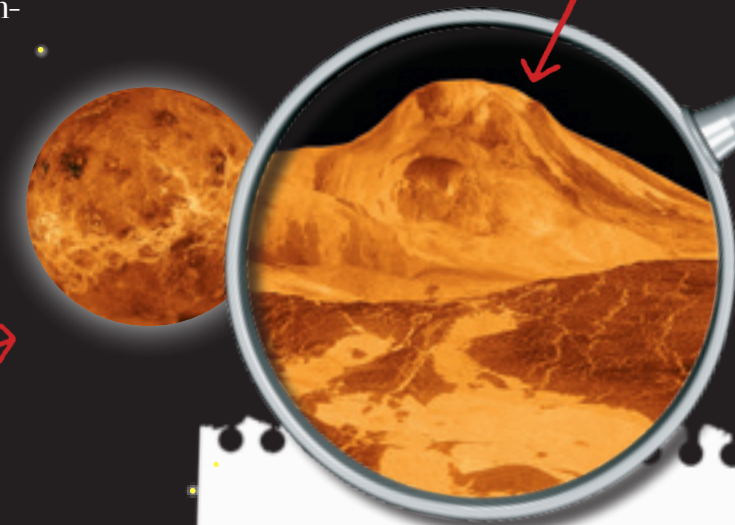
IO

Der Jupitermond Io ist für Vulkanologen und Geologen besonders interessant, denn dort sind Lavaströme, kilometerhohe Gasfontänen und Calderas zu erkennen. Über 150 aktive Vulkane gibt es auf Io.

VENUS

Mehrere Schildvulkane konnten mit Hilfe von Raumsonden auf der Venus entdeckt werden. Wissenschaftler gehen davon aus, dass sie aktiv sind, denn es konnten Ascheströme und Gase gemessen werden. Der Maat Mons ist mit rund acht Kilometern Höhe der größte Vulkan dort.

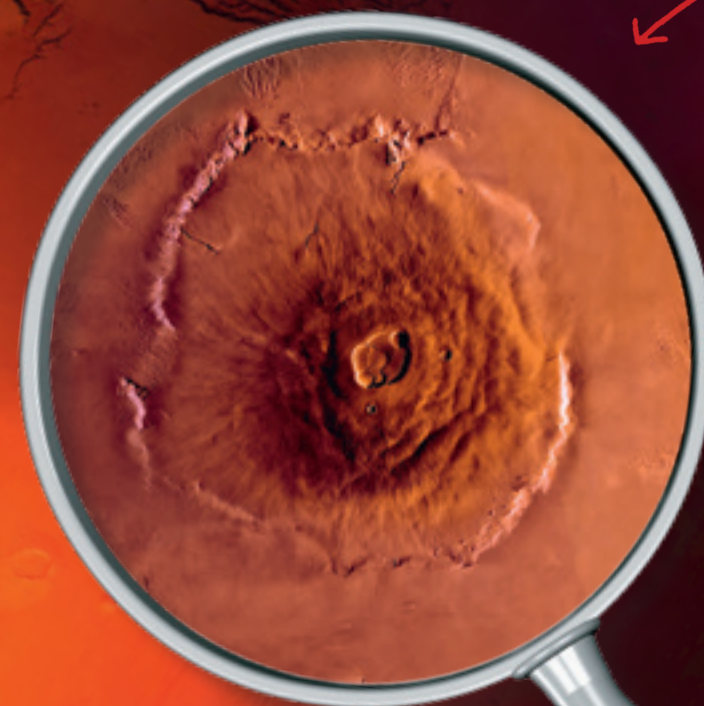
EIN VULKAN
AUF DER VENUS



*Pfannkuchen
auf der Venus*

Die Vulkane auf der Venus bilden flache Kuppeln, sogenannte Pfannkuchenkuppeln.

VULKAN AUF
DEM MARS



JUPITER

IO

DER MOND

UNSER PLANET
ERDE

MARS

Auf dem Mars gibt es den größten Vulkan im gesamten Sonnensystem. Er trägt den Namen Olympus Mons, also Berg Olymp. Er ist mit einer Höhe von circa 24 Kilometern und einem Durchmesser von fast 600 Kilometern etwa 20-mal größer als der größte Vulkan der Erde, der Mauna Loa auf Hawaii. Alleine seine Caldera hat einen Durchmesser von 70 Kilometern. Auch er wird nie wieder ausbrechen.

VULKANEXPERTE WERDEN

Vulkane sind also nicht nur für Vulkanologen interessant. Du hast gesehen, dass auch viele andere Menschen sich mit den Auswirkungen des Vulkanismus beschäftigen. Park-Ranger in Nationalparks, Astronomen, die Vulkane auf anderen Planeten studieren, um die Geschichte unseres Sonnensystems zu erforschen. Geologen, die nach geeigneten Standorten für Geothermieanlagen suchen. Sie alle sind Experten in ihrem Fachgebiet.

DER VULKAN AUS DER FLASCHE

Bastle dir selbst einen Vulkan und lasse ihn ausbrechen.

Dazu benötigst du folgende Zutaten:

- 1 kleine Plastikflasche mit kleiner Öffnung
- 1 Kaffeefilter
- Knete
- ein wasserfestes Tablett oder eine Schüssel mit geradem Boden
- Dekomaterial
- Schälchen und Trichter
- 1 Tütchen Natron
- 1 Päckchen Zitronensäure
- Wasser
- schäumendes Spülmittel
- etwas Lebensmittelfarbe



SO GEHT'S:

1 Nimm die kleine Plastikflasche und umwickle sie mit einem Streifen gefalteten Zeitungspapier. Damit alles glatt aussieht, stülpst du den abgeschrittenen Kaffeefilter darüber. Mit Knete kannst du dem Vulkankegel Form und Farbe geben, damit er später in deine Landschaft passt.



2 Platziere deine Landschaft am besten auf einem wasserfesten Tablett oder in einer Schüssel mit geradem Boden.

3 Mische drei Teile Zitronensäure mit einem Teil Natron. Am besten benutzt du dazu ein Schälchen, damit du die Mischung einfacher mit einem Trichter in deinen Vulkan füllen kannst.



4 Fülle ein Glas oder Flaschen mit Wasser. Gib etwas Spülmittel hinein und träufle wenige Tropfen Lebensmittelfarbe dazu. Vorsichtig mischen – nicht zuviel, damit das Spülmittel nicht schon anfängt zu schäumen.

6 Wenn alles richtig läuft, lösen sich Zitronensäure und Natron im Wasser auf und bringen es zum Schäumen. Es quillt als Lava aus der Flasche.

DIE KATASTROPHE NIMMT IHREN LAUF

