

Vulkanismus – Kräfte aus dem Inneren der Erde, 1. Teil

Vulkane zählen zu den faszinierendsten Naturphänomenen unserer Erde und liefern nicht nur Stoff für Mythen und Sagen, sondern sind in allen Lehrplänen vertreten und demzufolge ein beliebtes Unterrichtsthema. Anhand eines logisch aufgebauten Konzepts kann ein größtmöglicher Erkenntnis- bzw. Lerngewinn für die Schülerinnen und Schüler erreicht werden.

Zu den grundlegenden pädagogischen Erfahrungen gehört, dass sich Sachverhalte vom Prinzip her besser einprägen, wenn sie wiederholt und unter verschiedenen Aspekten in Form einer sog. Lernspirale gelehrt und gelernt werden. Dieses Prinzip soll für den Themenkomplex Vulkanismus eine Anwendung finden. Abb. 1 zeigt die verschiedenen Schwerpunkte der Lernspirale, mit denen sich die Schülerinnen und Schüler auseinandersetzen müssen. Das heißt: Erst, wenn die Entstehung und Entwicklung der Erde, ihr Aufbau sowie die Kontinentalbewegung und Plattentektonik bekannt sind, werden auch die Grundzüge und wesentlichen Prozesse des Vulkanismus verstanden. Darüber hinaus wird deutlich, dass die Lernspirale nach oben und unten geöffnet ist, sodass die Möglichkeit besteht, noch weitere Themen hinzuzufügen oder ggf. auszulassen.

Entstehung und Entwicklung der Erde

Der Einstieg in den Themenkomplex erfolgt über den ersten Schwerpunkt der Lernspirale, die Entstehung der Erde. Aufgrund der vielfältigen Theorien stehen an dieser Stelle zwei Ansätze im Mittelpunkt der Betrachtung. Je nach

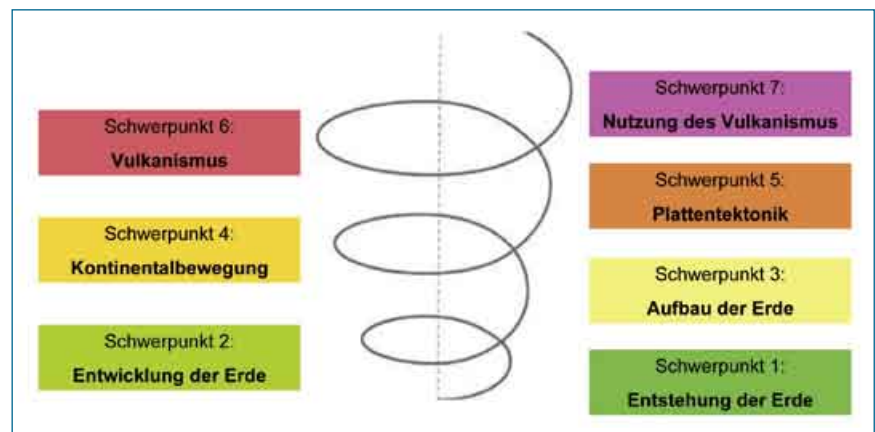


Abb. 1: Prinzip der Lernspirale

Affinität des Lehrers und Zusammensetzung der Klasse kann z. B. mit der christlichen Schöpfungsgeschichte begonnen werden, um dann auf die Urknalltheorie überzuleiten. Die besagt unter anderem, dass die Erde ca. 4,6 Mrd. Jahre alt ist. Bis zur Gegenwart verging demzufolge eine riesige Zeitspanne, die für die Schülerinnen und Schülern erfassbar gemacht werden muss.

Was passierte eigentlich während dieser langen Entwicklungsgeschichte? Seit wann gibt es Pflanzen, Tiere und den Menschen? Mit solchen Fragen lässt sich beispielsweise der zweite Schwerpunkt der Lernspirale, die Entwicklung der Erde, einleiten. Zur Verdeutlichung der Zeitdimension kann eine Modellgrafik aus dem Haack Weltatlas

(S. 216.1) zum Einsatz kommen, die eine Übersicht zu den Erdzeitaltern liefert. Um die komplexe Erdzeitalter-Systematik besser erfassen zu können, muss neben Begriffserläuterungen und der Betrachtung von Zeitabschnitten die Fokussierung des Inhaltes insbesondere auf der Entwicklung der Lebewesen liegen. Darüber hinaus bietet sich zur Vertiefung und anschaulichen Darstellung die Verwendung eines Zeitstrahls an. Die Schülerinnen und Schüler sollen unter Zuhilfenahme des Haack Weltatlas (S. 216.1) die vorgegebenen Bilder in die richtige zeitliche Abfolge einordnen (Ergebnis der Einordnung siehe Abb. 2). Daraus wird ersichtlich, dass die Erde vor 4,6 Mrd. Jahren ein glühender Feuerball war und sich die

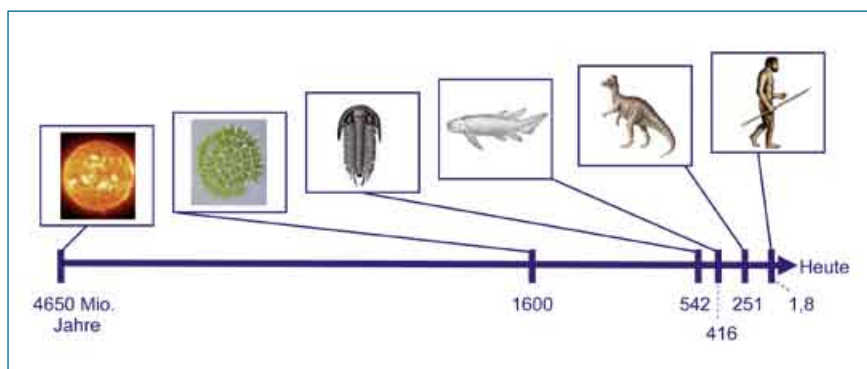


Abb. 2: Zeitstrahl zur Erdgeschichte

ersten primitiven Lebewesen viele Millionen Jahre später aus Bakterien oder Algen zusammensetzten. Mit den Trilobiten kamen wirbellose Meerestiere nach, gefolgt von z. B. Knorpelfischen, Sauriern und, im jüngsten Stadium der Erdgeschichte, dem Menschen. Das vorliegende Arbeitsblatt (Abb. 2, Ausschnitt) steht als Kopiervorlage im Terrasse-Online-Bereich zur Verfügung, erreichbar über den unten angeführten Online-Link.

Aufbau der Erde

Nachdem die Entstehung und Entwicklung der Erde bekannt sind, kann auf den dritten Schwerpunkt der Lernspirale übergeleitet werden. Auch hier stehen am Anfang wichtige zu klärende Fragen: Wie sieht es unter der Erdoberfläche bzw. im Inneren aus? Ist eine Reise zum Mittelpunkt der Erde möglich? Wie ist die Erde aufgebaut?

Mittels einer weiteren Modellgrafik aus dem Haack Weltatlas (S. 216.2) lässt sich der Erdaufbau gut nachvollziehen. Aufgrund der Schalenstruktur und der Grobgliederung in Kruste, Mantel und Kern bietet sich eine Gruppenarbeit an. Jede der drei Gruppen behandelt einen Bereich und arbeitet markante Merkmale und Besonderheiten heraus. Es wird deutlich, dass die Erde unterschiedlich aufgebaut ist sowie unterschiedliche Mächtigkeiten und

Zustände (fest, plastisch, flüssig) aufweist.

Als Letztes schließt sich in diesem Zusammenhang eine Frage zur Dimension an: Wie tief ist der Mensch bis heute in die Erde vorgedrungen? Zur Beantwortung dieser Frage kann das sog. Apfelmodell zum Einsatz kommen. Die Schülerinnen und Schüler sollen einen Apfel und eine Nadel zur Hand nehmen und durch das Einstechen der Nadel aufzeigen, wie weit der Mensch bisher vorgestoßen ist. Das tiefste Bohrprojekt liegt momentan bei etwa 12 km (Halbinsel Kola, Russland), gefolgt vom Kontinentalen Tiefbohrprojekt Windischeschenbach (Deutschland) mit etwas über 9 km. Bezug nehmend auf die oben gestellte Frage und das Apfelmodell ist der Mensch nicht einmal durch die Schale des Apfels bzw. durch die Kruste der Erde gedrungen (bis zu 60 km mächtig). Daraus wird ersichtlich, dass selbst mit einfachsten Hilfsmitteln komplexe Zusammenhänge mühelos näher gebracht werden können.

Kontinentalbewegung

Nachdem die Entstehung, Entwicklung und der Aufbau der Erde im Unterricht behandelt wurden, schließen sich der vierte Schwerpunkt der Lernspirale (Kontinentalbewegung) und weitere Verständnisfragen an: Warum gibt es gleiche fossile Pflanzen und Lebewesen auf

unterschiedlichen Kontinenten? Warum wird z. B. der Lystrosaurus sowohl in Afrika als auch in Südamerika gefunden? Wie ist das möglich? Wie sah die Erde vor vielen Millionen Jahren aus?

Der Haack Weltatlas beinhaltet eine Kartenreihe (S. 216.3), mit der sich die Entwicklung der Kontinente und Ozeane beschreiben lässt (Abb. 3). Die Schülerinnen und Schüler können erkennen, dass sich im Laufe der Jahrmillionen die Lage der Kontinente zueinander verändert hat. So gab es beispielsweise vor 225 Mio. Jahren einen zusammenhängenden Superkontinent Pangäa, der durch tektonische Prozesse gespalten wurde. Im Verlauf der Erdgeschichte sind dann die Kontinente auseinander gedriftet, was letztendlich zum gegenwärtigen Erdbild führte. Das wiederum ist ein nur vorübergehender Zustand. Um diese Veränderung zu verdeutlichen und die gleichen Fossilfunde zu erklären, kann mit einer Schwarz-Weiß-Kopie der vorliegenden Karten gearbeitet werden. Eine Handlungsaufforderung zum Einfärben der Kontinente (Buntstifte) und Beschreibung der Lage zueinander geht den oben genannten Erkenntnissen voraus. Im Terrasse-Online-Bereich (siehe Online-Link) kann diese Kartenreihe als Kopiervorlage in Graustufen herunter geladen werden.

Schließlich soll durch die Nutzung des Erdplatten-Puzzles (Abb. 4) ein weiterer essentieller Aspekt der Kontinentalbewegung veranschaulicht werden. Das Puzzle setzt sich aus einzelnen Erdplatten zusammen, auf denen die Kontinente eingezeichnet sind. Ein erster Arbeitsschritt besteht darin, die Puzzleteile auszuschneiden. Darauf folgen das lagerichtige Zusammenfügen und die korrekte Beschriftung. Der didaktische Hintergrund des Puzzles liegt einerseits in der Erkenntnis, dass die Erdkruste aus Erdplatten besteht und an-

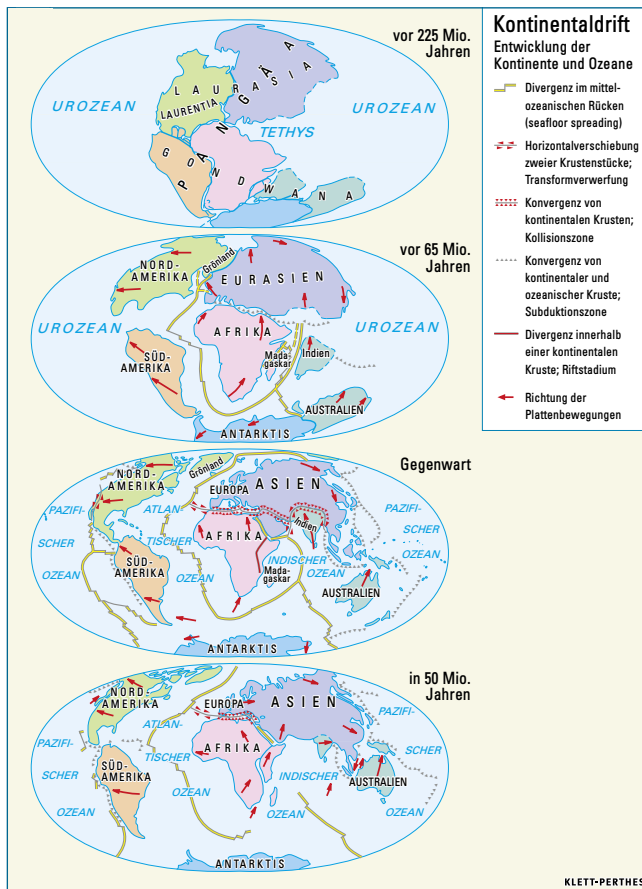


Abb. 3: Entwicklung der Kontinente und Ozeane



Abb. 4: Erdplatten-Puzzle

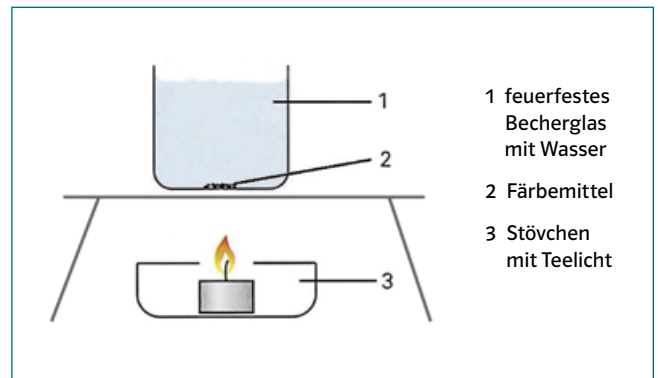


Abb. 5: Experiment zur Wärmeströmung

dererseits sich nicht die Kontinente, sondern die Erdplatten bewegen (Methode im Terrasse-Online-Bereich als Arbeitsblatt abrufbar, Online-Link).

Plattentektonik

In einem nächsten Gedankenschritt, der den fünften Schwerpunkt der Lernspirale einleitet, muss die Frage nach der Ursache der Plattenbewegung in den Mittelpunkt der Betrachtung rücken. Um den grundlegenden Prozess dieser Bewegung zu verdeutlichen, kann ein leicht durchzuführendes Lehrerexperiment zur Anwendung kommen (Abb. 5). Dafür wird ein feuerfestes Becherglas, ein Teelicht sowie ein Färbemittel, das die stattfindende Bewegung visualisiert (z. B. Tinte oder ein Körnchen Kaliumpermanganat), benötigt. Durch die

Hitze der Kerze entsteht ein Wärmestrom nach oben, der sich an den Glasrändern wieder abkühlt und zu Boden sinkt. Das gesehene Phänomen muss nun angewandt und in die Realität übertragen werden. Eine Grafik aus dem Haack Weltatlas bietet sich erneut zur modellhaften Darstellung der Wirklichkeit an (S. 216.4).

Unter Berücksichtigung des Experiments können die Schülerinnen und Schüler vor allem den rechten Teil der Modellgrafik mühelos erklären und den Motor der Plattenbewegung, die Konvektion, erkennen. Darüber hinaus spielen, je nach Klassenstufe, andere Prozesse der Plattentektonik (z. B. Subduktion) oder die topographische Einordnung der gesamten Modellgrafik eine entscheidende Rolle für das Verständnis der Thematik.

Vulkanismus

Die Schülerinnen und Schüler kennen jetzt alle wesentlichen Grundlagen, um sich den vorletzten Schwerpunkt der Lernspirale zu erarbeiten. Insbesondere die Lage der meisten Vulkane muss in das Bewusstsein der Lernenden übergehen. Zur Realisierung dieses Verständnisses kann ein weiteres Arbeitsblatt aus dem Terrasse-Online-Bereich genutzt werden. Bedeutende Vulkane und Vulkangebiete der Erde werden mit Hilfe des Orts- und Namensregisters des Haack Weltatlas aus einer vorgegebenen Liste in eine stumme Karte eingetragen. So wird die Lage der meisten Vulkane an den Plattengrenzen ersichtlich (Abb. 6). Zur Ergebnissicherung bietet sich die Karte 217.6 im Haack Weltatlas „Vulkanismus und Erdbeben“ an.

Ein anschließender Arbeitsschritt besteht darin, wichtige Vulkantypen genauer zu betrachten und am Beispiel des Schicht- und Schildvulkans Merkmale sowie Besonderheiten auszuarbeiten. Neben Unterschieden in Form und Aufbau fällt hauptsächlich das ungleiche Ausbruchverhalten beider Vulkantypen ins Auge (Abb. 7). Während der Schildvulkan langsam ausfließt, bricht der Schichtvulkan mit oft katastrophalen Auswirkungen explosionsartig aus.

Um diese Gefährlichkeit zu verdeutlichen, kommt erneut ein leicht durchzuführendes Experiment zur Anwendung. Dafür benötigen die Lehrerinnen und Lehrer eine Was-

serflasche mit Kohlensäure, die kräftig geschüttelt und dann schnell geöffnet wird (Abb. 8). Durch das explosionsartige Austreten des Wassers wird nicht nur die Aufmerksamkeit gefördert (Spaßfaktor im Unterricht), sondern auch ein komplexes Naturphänomen auf anschauliche Art und Weise dargestellt. Die Kohlensäure symbolisiert dabei das Gas im Vulkan, wodurch das Magma (Wasser der Flasche) durch den engen Vulkanschlot (Flaschenhals) an die Oberfläche tritt.

Nachdem die Gefährlichkeit von Vulkanen herausgearbeitet wurde, schließt sich eine Frage zur persönlichen Identifikation der Schülerinnen und Schüler mit dem Thema

an, die den letzten Schwerpunkt der Lernspirale (Nutzung des Vulkanismus) einleitet und im zweiten Teil des Unterrichtskonzeptes behandelt werden soll (folgt in der Terrasse 01/2009).

Autor:
Andreas Hempel,
Ernst Klett Verlag, Stuttgart, Gotha

Konzeption und Beratung:
Rüdiger Klein, Koblenz
Timo Lüdecke, Bovenden
Stefan Wagner, Ernst Klett Verlag, Stuttgart, Gotha

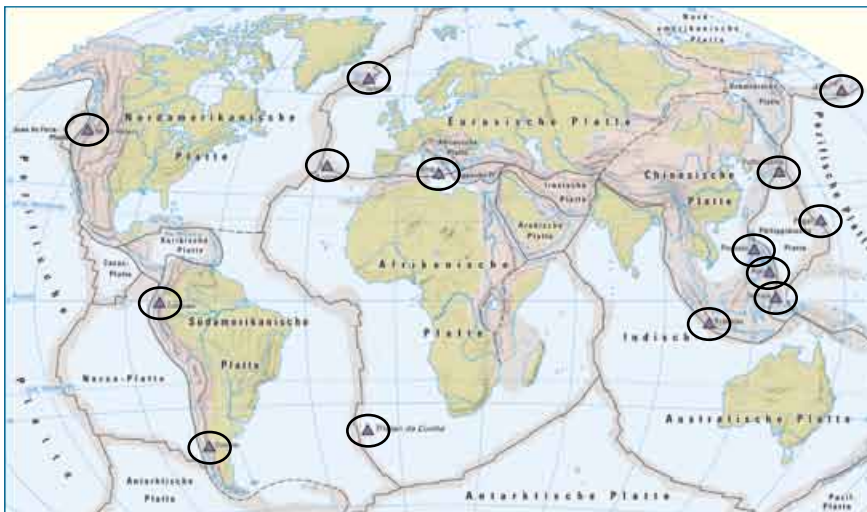


Abb. 6: Lage der meisten Vulkane – Ergebnis der Registerarbeit



Abb. 8: Experiment Wasserflasche

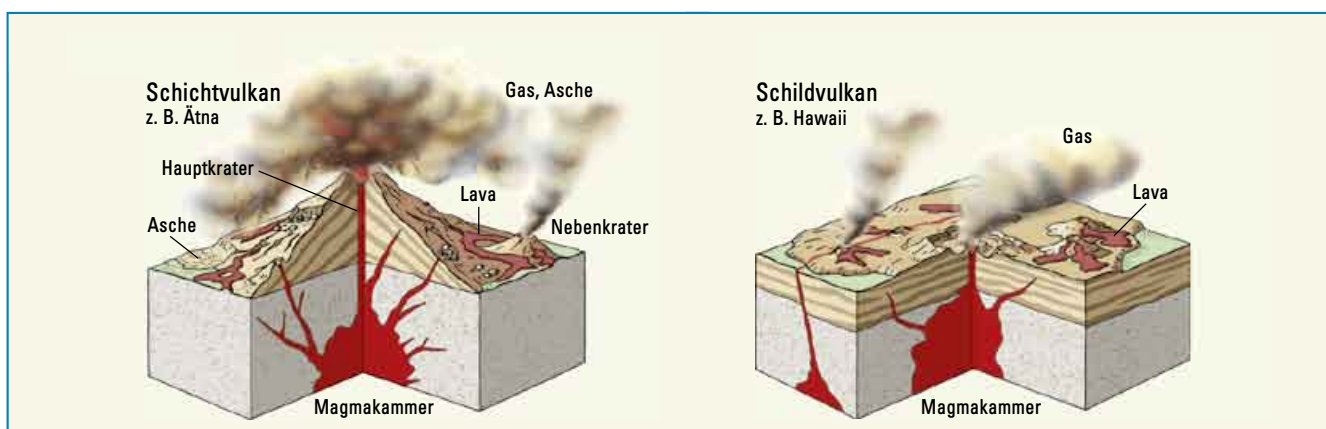


Abb. 7: Zwei wichtige Vulkantypen