



# Arbeitsmappe zur Ausstellung

## *focusTerra*

Erdwissenschaftliches Forschungs- und Informationszentrum der  
ETH Zürich

### Plattentektonik und Alpenbildung

Pascal Christen und Jens Kuster, PHZ Luzern

**Eine erweiterte Version dieser Arbeitsmappe mit einer Sachanalyse, die jedoch von der ETH Zürich nicht revidiert wurde, kann bei Pascal Christen, Jens Kuster oder Marianne Landtwing angefordert werden.**

## **Ziel**

Die Arbeitsmappe wurden als Begleitung für einen Besuch des erdwissenschaftlichen Forschungs- und Informationszentrums *focusTerra* an der ETH Zürich erstellt ([www.focusterra.ethz.ch](http://www.focusterra.ethz.ch)). Zielgruppe sind Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I.

## **Publikationsrechte**

Diese Arbeit entstand im Rahmen der Masterarbeit von Pascal Christen und Jens Kuster an der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz, Luzern. Betreut wurde die Arbeit von Dr. Marianne Landtwing Blaser.

Alle Rechte zur Weiterveröffentlichung dieser Arbeit in einer geographischen, geographiedidaktischen oder didaktischen Publikation liegen bei den oben genannten Personen.

## **Verbreitung**

Diese Arbeitsmappe kann unter [www.focusterra.ethz.ch](http://www.focusterra.ethz.ch) heruntergeladen werden oder bei Pascal Christen, Jens Kuster oder Marianne Landtwing angefordert werden.

## **Autoren**

Pascal Christen

[pascal.christen@stud.phz.ch](mailto:pascal.christen@stud.phz.ch)

Jens Kuster

[jens.kuster@stud.phz.ch](mailto:jens.kuster@stud.phz.ch)

## **Betreuung**

Dr. Marianne Landtwing Blaser

[marianne.landtwing@phz.ch](mailto:marianne.landtwing@phz.ch)

Dozentin PHZ Luzern

Dr. Veronika Klemm

ETH Zürich

## **Dank**

Wir danken Dr. Marianne Landtwing Blaser und Dr. Veronika Klemm für die tatkräftige Unterstützung bei der Entstehung dieser Arbeitsmappe!

## Inhaltsverzeichnis:

1. Plattentektonik und Alpenbildung .....	4
1.1 Glossar:.....	4
2. Themenbezogene Hinweise zur Ausstellung.....	8
3. Hinweise zur Fachliteratur und zu den Lehrmitteln.....	9
3.1 Fachliteratur: .....	9
3.2 Lehrmittel und didaktische Unterlagen: .....	10
4. Diverse didaktische und organisatorische Hinweise .....	11
4.1 Lehrplan (Stand 2009): .....	11
4.2 Adressaten: .....	11
4.3 Fachliche Vorkenntnisse: .....	12
4.4 Lernziele: .....	12
4.5 Zeitaufwand: .....	12
5 Schülerdossier.....	13
5.1 Einführung:.....	13
5.2 Aufgaben und Fragen: .....	13
7. Nachbereitungs- und Vertiefungsmaterial.....	29
7.1 Weblinks: .....	29
7.2 Filme: .....	29
7.3 Unterrichtsideen:.....	29
8. Evaluation.....	29

# 1. Plattentektonik und Alpenbildung

Die Erde ist schalenförmig aufgebaut. Die einzelnen Schalen unterscheiden sich im Bezug auf ihre Druck- und Temperaturverhältnisse sowie durch ihre chemische Zusammensetzung. Die äusserste Schale, die Lithosphäre, ist fest und besteht aus dem obersten festen Teil des Erdmantels (Mantellithosphäre) und der Erdkruste (ozeanisch oder kontinental). Die Lithosphäre ist in etwa ein Duzend Platten zerbrochen, welche auf dem zähflüssigen Mantel schwimmen und sich bewegen.

Durch die Bewegungen der einzelnen Platten ergeben sich drei Arten von Plattengrenzen: divergierende (auseinanderdriftende), konvergierende (sich aufeinander zu bewegend) und translatierende (sich parallel verschiebende) Grenzen. Angetrieben werden die Plattenbewegungen durch Konvektionsströme im zähflüssigen Erdmantel, wobei das Absinken der kalten ozeanischen Lithosphärenplatten in den Subduktionszonen der wichtigste Teil dieser Strömungen darstellt.

Die Plattentektonik bildet die Grundlage zum Verständnis der Entstehung der Alpen. Durch die Divergenz von Europa und Afrika entstand im Mesozoikum der Ozean Tethys („Ur-Mittelmeer“) mit seinen verschiedenen Ablagerungsräumen. Die anschliessend eintretende Konvergenz im Tertiär führte zur Subduktion der Tethys und schliesslich zur Bildung der Alpen.

## 1.1 Glossar:

<b>Begrifflichkeiten:</b>	<b>Erklärungen:</b>
Decke	Von ihrer ursprünglichen Unterlage abgelöste und um einen grösseren Betrag überschobene Gesteinsmasse von grosser Ausdehnung (Mächtigkeit: bis mehrere km; Ausdehnung bis mehrere 1000 km <sup>2</sup> ).
Deckenüberschiebung	Grossräumige Überschiebung von Decken oder Gesteinspaketen.
Erdkruste	Die Erdkruste ist die äussere, feste Schicht der Erde. Unter ihr liegen der feste bis zäh-plastische Erdmantel. Man unterscheidet zwei Typen von Krustenmaterial: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die ozeanische Erdkruste: Sie ent-</li> </ul>

	<p>steht an konstruktiven Plattengrenzen am Meeresgrund, wo aus dem Erdmantel basisches Magma austritt und Mittelozeanische Rücken (MOR) bildet. Sie besteht hauptsächlich aus dem Basalt-ähnlichen Gabbro und hat eine Dicke von fünf bis sieben Kilometern.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die kontinentale Erdkruste: Sie besteht hauptsächlich aus Granit und Gneis. Sie hat eine Dicke von 30 bis 60 km.</li> </ul>
Erdmantel	<p>Als Erdmantel wird die mächtigste, mittlere „Schale“ im inneren Aufbau der Erde bezeichnet. Sie liegt direkt unter der Erdkruste und grenzt nach unten an den Erdkern. Der oberste Teil des Erdmantels, bis in etwa 100 km Tiefe, ist fest und wird auch Mantellithosphäre genannt. Darunter lässt sich der Aggregatzustand des Erdmantelmaterials am besten als zähplastisch oder viskos beschreiben.</p>
Erdkern	<p>Der Erdkern ist die innerste „Schale“ im inneren Aufbau der Erde und besteht aus einem im Zentrum festen inneren Erdkern und einem flüssigen äusseren Erdkern. Beide bestehen vorwiegend aus Eisen und Nickel.</p>
Erosion	<p>Sammelbegriff für alle Prozesse, die Gesteine zerteilen oder zersetzen und die Gesteinskomponenten durch Wasser, Eis oder Wind abtragen.</p>
Konvektion	<p>Eine Art der Wärmeübertragung in fluiden Medien, wobei heisses Material wegen seiner geringeren Dichte aufsteigt, während kühleres Material absinkt.</p>
Lithosphäre	<p>Äusserste Erdschale bestehend aus der</p>

	Erdkruste und einem Teil des oberen Mantels. Die Erde besteht aus sieben grossen und zahlreichen kleineren Lithosphärenplatten (tektonischen Platten).
Mächtigkeit (mächtig)	„Dicke“ eines Gesteinspakets, das heisst der Abstand der Schichtflächen einer Gesteinsschicht.
Molasse	Ablagerungsschutt von angrenzenden Gebirgen (Alpen), der sich im Vorland (Mittelland) eines sich bildenden Gebirges ablagert. Molasse besteht aus Nagelfluh, Sandstein, Tonstein und Mergel.
Orogenese (= Gebirgsbildung)	Umfassender Begriff für alle tektonischen Prozesse, in deren Folge es zu Faltungen, Überschiebungen, Metamorphose, Magmenintrusionen, Hebung und Erosion kommt. Die Gebirgsbildung beginnt mit der Subduktion und endet gewöhnlich mit der Kollision von Kontinentplatten.
Pangäa	Grosskontinent, der im späten Paläozoikum durch Zusammenschluss aller Kontinente entstanden ist.
Plattenbewegung und Plattengrenzen	Generell unterscheidet man drei verschiedene Plattengrenzen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• destruktive Plattengrenzen (Kollision zweier Platten, die sich aufeinander zu bewegen. Dies führt zu Subduktionszonen)</li> <li>• konservative Plattengrenzen, (Reibung zweier sich horizontal verschiebenden Platten. Dies führt zu Transformstörungen)</li> <li>• konstruktive Plattengrenzen (Dehnung und Auseinanderreißen zweier sich auseinander bewegenden Platten. Dies führt zur Bildung von Mit-</li> </ul>

	<p>telozeanischen Rücken (ozeanische Lithosphäre) bzw. von Riftzonen und Grabenbrüchen (kontinentale Lithosphäre)).</p>
Schelf(gebiet)	<p>Teil des Kontinents bis zu einer mittleren Wassertiefe von 200 m bzw. bis zu einem deutlich steileren Abhang (Kontinentalabhang) in die Tiefsee. Der Schelfbereich hat enge Wechselwirkungen mit dem Festland (Abfluss und Sedimenteintrag einschliesslich der Verschmutzungen) und der Atmosphäre (gute Durchmischung, Licht- und Sauerstoffreichtum) und ist daher gewöhnlich fischreich und ökologisch reichhaltig ausgestattet.</p>
Sedimente	<p>Bezeichnung für im Rahmen der Sedimentation abgelagerte oder ausgeschiedene natürliche Substanzen. Biogene oder organogene sind Ablagerungen, die überwiegend durch Organismen erzeugt wurden oder sich aus Organismenresten zusammensetzen, wie Muschelkalke, Riffe, Kalktuff oder Torf. Klastische Sedimente sind Ablagerungen, deren Komponenten in der Hauptsache durch mechanische Verwitterung erzeugt wurden, nämlich Tone, Silte, Sande oder Kies. Chemische Sedimente entstehen durch chemische Ausfällung von gelösten Substanzen, wie zum Beispiel Seekreide, Evaporite und Oolithsande.</p>
Tektonik, tektonisch	<p>Bereich der Geologie, der sich mit der Architektur der Lithosphäre und den strukturbildenden Bewegungen und Kräften beschäftigt.</p>
Topographie	<p>Die Form der Erdoberfläche über und unter dem Meeresspiegel.</p>

## 2. Themenbezogene Hinweise zur Ausstellung

Im D-Geschoss der Ausstellung befinden sich zum Thema verschiedene Informationen und Exponate. Folgende Themen werden abgedeckt:

Erdströme (Erdmantel):

- Thementexte
- Drei Mantelgesteine
- Projektion „Mantelkonvektion“ auf Erdhalbkugel
- Projektion „Wellenausbreitung“ auf Erdhalbkugel
- Medienstation

Plattentektonik, Gebirgsbildung:

- Thementexte
- Grossflächige Grafik
- Medienstation
- Interaktiver Globus „Omniglobe“

Alpenbildung:

- Thementexte
- Geologisches Alpenrelief mit historischem und modernem Relief
- Vier Gesteinshandstücke
- Zwei Experimente („Isostasie I“ und „Isostasie II“) vor Grafikhintergrund
- Medienstation



### 3. Hinweise zur Fachliteratur und zu den Lehrmitteln

#### 3.1 Fachliteratur:

**(Anmerkung: Adäquate, wissenschaftlich fundierte Literatur ist in diesem Fachgebiet in erster Linie in englischer Sprache erschienen. Grotzinger et al. ist eine gute deutsche Übersetzung eines solchen Buches, hat allerdings Schwächen in Bezug auf die Geophysik und Plattentektonik.)**

Bolliger, T.(1999). *Geologie des Kantons Zürich*. Thun: Ott Verlag.

Brunotte, E., Gebhardt, H., Meurer, M., Meusburger, P. & Nipper, J. (2001). *Lexikon der Geographie .Ökos bis Wald*. Berlin : Spektrum Akademischer Verlag.

Grotzinger J. et al. (2007). *Allgemeine Geologie*. Spektrum Akademischer Verlag

Jäckli, H.(1989). *Geologie von Zürich. Von der Entstehung der Landschaft bis zum Eingriff des Menschen*. Zürich: Orell Füssli.

Labhart, T. (2009). *Geologie der Schweiz*. Ott Verlag.

König. M.(1978). *Kleine Geologie der Schweiz*. Thun. Ott Verlag.

Pfiffner, A. (2009). *Geologie der Alpen*. Utb GmbH

Press, F., Siever, R. (2003). *Allgemeine Geologie. Einführung in das System Erde*. Heidelberg: Akademischer Verlag.

Richter, D. (1992). *Allgemeine Geologie*. Berlin: de Gruyter.

Richter, D. (1997). *Geologie. Das Geographische Seminar*. Braunschweig: Westermann Schulbuchverlag GmbH.

Wallner A. (2007). *Welt der Alpen - Erbe der Welt*. Jahrbuch der Geografischen Gesellschaft, Bern Bd.62/2007.

Weissert, H. & Stössel, I. (2009). *Der Ozean im Gebirge*. Vdf Hochschulverlag AG, ETH Zürich.

### **3.2 Lehrmittel und didaktische Unterlagen:**

**(Anmerkung: Es ist darauf zu achten, dass keine Information an die Schülerinnen und Schüler weitergegeben wird, welche im Mantel unter den Mittelozeanischen Rücken zirkuläre Konvektionsmodelle zeigen, durch die aus der Tiefe aufsteigendes Material an die Oberfläche gelangt.)**

Bachofner, D., Batzli, S., Hobi, P. & Rempfler, A. (2005). *Das Geo Buch 1. Europa und die Welt*. Zug: Klett und Balmer Verlag.

- Die Erde – ein dynamischer Planet. S.110 ff.

Hasler, M. & Egli, H. (2004). *Geografie: Wissen und verstehen. Ein Handbuch für die Sekundarstufe 2*. Bern: Hep-Verlag.

- Geologische Entstehungsgeschichte der Schweiz. S. 173 ff.

Hürlimann, R., Egli-Broz, H. (2005). *Geologie*. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG.

- Entstehung, Aufbau und Dynamik des Erdkörpers. S.114 ff.
- Geologie der Schweiz. S.96 ff.

Kugler, A. (2001). *Die Erde unser Lebensraum*. Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.

- Plattentektonik, S. 197 ff.

Schmid, R. et al. (2006). *Basismodul Geografie*. Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.

- Naturkräfte, S. 23 ff.

Schmidt, H. (2003). *So erkläre ich Geografie. Modelle und Versuche einfach anschaulich*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.

- In der Erde ist was los. S.93 ff.

Spiess, E., (2006). *Schweizer Weltatlas*. Zürich: Schulverlag blmv AG.

- Tektonik, Geologie, Glaziologie. S.7 ff.

Wagener, D. (2007). *Lernzirkel Unruhige Erde*. Zug: Klett-Perthes.

- Stationen zu Erdbeben, Plattentektonik, Vulkane

## 4. Diverse didaktische und organisatorische Hinweise

### 4.1 Lehrplan (Stand 2009):

Fachberatungsgruppe Geografie der Bildungsregion Zentralschweiz. (2004). *Lehrplan Geografie. Für das 7. – 9- Schuljahr*. Luzern: Selbstverlag.

- Die Ursachen von Erdbeben und Vulkanismus erklären und ihre Auswirkung für Mensch und Landschaft beurteilen (Grobziel 1a, Wahlprogramm).  
Begriffe: Plattentektonik, Erdaufbau (Querschnitt).

Bildungsrat Kanton Zürich. (2007). *Lehrplan Mensch und Umwelt*. Zürich: Selbstverlag.

- Naturerscheinungen in der unmittelbaren Erlebniswelt (S.53).
- Naturkundliche Experimente und Untersuchungen planen und durchführen (S.85).
- Am Wohnort und auf Reisen die erlebbare Umgebung erkunden und sich orientieren (S.89).
- Informationsträger: Karten, Globus, Modelle, Grafische Darstellungen, Bilder, Filme, Texte, Erzählungen, Reiseberichte, Querschnitte, Fahrpläne, Reiseführer, Nachschlagewerke (S.89).
- Mit Hilfe verschiedenster Medien Informationen gewinnen, diese verstehen und sowohl untereinander als auch mit der selbsterlebten Wirklichkeit vergleichen (S.89).
- Natürliche landschaftliche Veränderungen. Veränderungen der Verhältnisse auf der Erde erkennen, verfolgen und untersuchen (S.91).

Realien Sekundarstufe 1: Ergänzungen zum Lehrplan. (Claudio Zambotti, persönliche Mitteilung, 07.04.2008).

- Räume entstehen und vergehen: Endogene und exogene Kräfte verändern die Landschaft.

### 4.2 Adressaten:

7. – 9. Schuljahr. Je nach Verarbeitungstiefe variabel.

### **4.3 Fachliche Vorkenntnisse:**

Die Schülerinnen und Schüler haben sich bereits mit dem Thema Plattentektonik auseinandergesetzt und kennen elementare Begriffe der Geologie bzw. der Plattentektonik.

### **4.4 Lernziele:**

Die Schülerinnen und Schüler können den Aufbau der Erde in eigenen Worten beschreiben und ohne Hilfsmittel skizzieren.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung des schalenartigen Aufbaus der Erde für die Morphologie der Erdoberfläche.

Die Schülerinnen und Schüler kennen drei tektonische Vorgänge der Erde und können diese mit eigenen Worten erklären und konkrete geographische Beispiele nennen.

Die Schülerinnen und Schüler können die drei Plattengrenzen in einer Darstellung erkennen und korrekt benennen. Sie kennen ausserdem Folgeerscheinungen der jeweiligen Plattengrenzen.

Die Schülerinnen und Schüler können die Entstehung der Alpen mit Hilfe einer Zusammenfassung erklären.

### **4.5 Zeitaufwand:**

Die Schülerinnen und Schüler sollen in zwei Gruppen aufgeteilt werden. Eine Gruppe bearbeitet die Fragen, die andere Gruppe schaut frei die Ausstellung an. Pro Gruppe rechnen wir mit 45 Minuten Zeitaufwand. Wobei in dieser Zeit bloss eine gezielte Auswahl der Fragen zu beantworten ist.

Je nach Grösse der Klasse macht es Sinn, die Schülerinnen und Schüler in drei Gruppen aufzuteilen. Zwei Gruppen arbeiten an verschiedenen Arbeitsmappen, eine Gruppe schaut die Ausstellung frei an. Anschliessend wird gewechselt.

## 5 Schülerdossier

### 5.1 Einführung:

Wie entstehen Gebirge? Wohin muss ich reisen, um einen aktiven Vulkan zu besichtigen? Warum gibt es Erdbeben? Solche und ähnliche Fragen hast du dir wohl auch schon gestellt.

Viele Beobachtungen, wie z.B. das Auftreten von Vulkanen und Erdbeben, konnten die Geologen früher nur beschreiben. Die dafür verantwortlichen Prozesse haben ihren Ursprung im Innern der Erde und sind für den Beobachter nicht direkt erkennbar. Erst mit dem Erfassen der Strukturen im Erdinnern und der Theorie der Plattentektonik können Prozesse wie z.B. die Gebirgsbildung auch verstanden werden.

Mit Hilfe dieser Themenmappe lernst du die Theorie der Plattentektonik und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung kennen. Um die Theorie der Plattentektonik zu verstehen, müssen wir als erstes einen Blick in das Innere der Erde werfen – aber Achtung, da drinnen ist es ganz schön warm. Bist du bereit?

### 5.2 Aufgaben und Fragen:

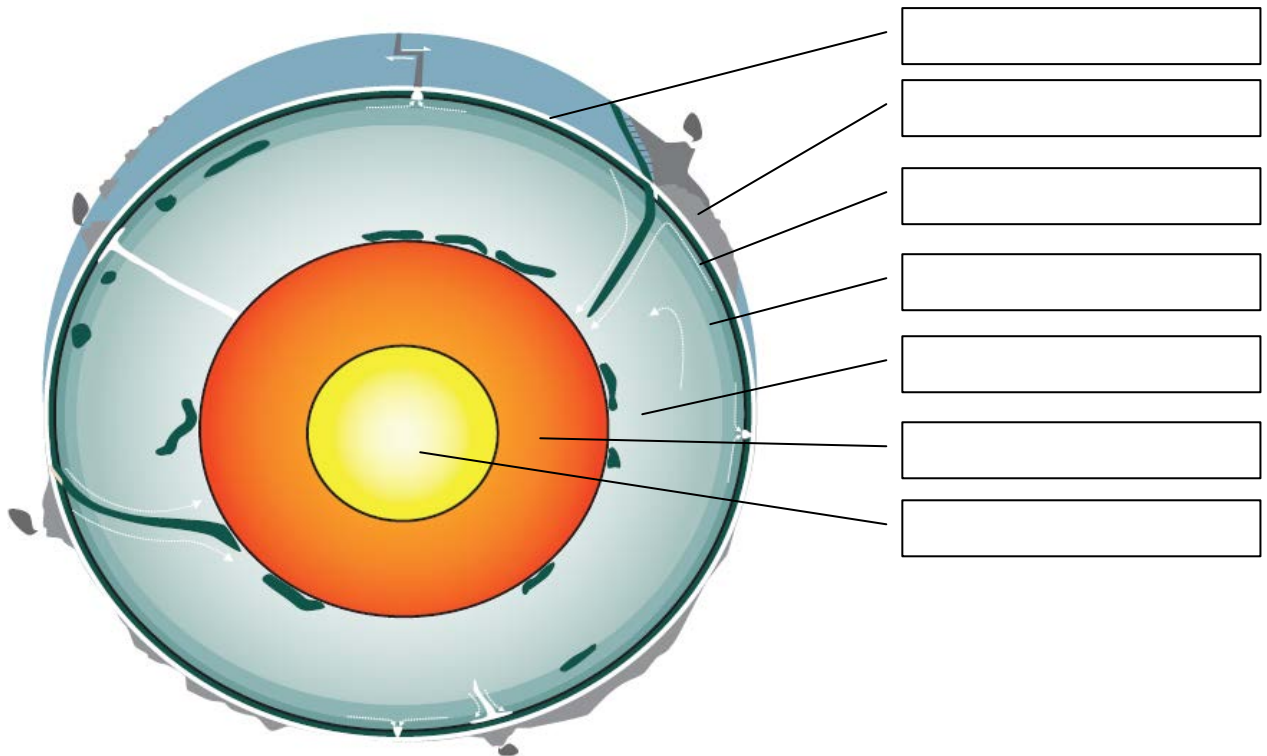
#### 1. Der Aufbau der Erde



Ziel: *Du kannst den Aufbau der Erde ohne Hilfsmittel skizzieren und in eigenen Worten beschreiben.*

Ausstellungsmaterial: *Thementext „Der innere Aufbau der Erde“, Thementext „Zähflüssiger Erdmantel“, Grafik Erdquerschnitt*

- a) Beschrifte mit Hilfe des Thementextes „Der innere Aufbau der Erde“ (neben den Mantelgesteinen) die Schalen der Erde in der Abbildung! Die Lithosphärenplatten schwimmen auf dem zähflüssigen Mantel. Der oberste Teil des Mantels direkt unter der Lithosphäre wird als Asthenosphäre bezeichnet und ist etwas weniger zähflüssig, weshalb sich die Lithosphärenplatten besonders gut auf dieser Schicht bewegen können. Vergleiche deine Lösung mit der Grafik des Erdquerschnitts in der Ausstellung!



b) Der Aufbau der Erde wird oft mit einer Nektarine verglichen. Kommentiere diesen Vergleich!

---



---



---



---

c) Lies den Text „Der innere Aufbau der Erde“ (neben den Mantelgesteinen). Welche Eigenschaften haben die Erdkruste, die Lithosphäre, der äussere und der innere Kern? Nenne drei Informationen pro Schicht und achte dabei auf folgende Punkte: Zustand (fest, flüssig), bestehend aus welchem Material, Druck, Temperatur oder Mächtigkeit (= Dicke der Schicht).

Erdkruste:

---

Lithosphäre:

---

Äusserer Kern:

---

Innerer Kern:

---

- d) Im Text „Zähflüssiger Erdmantel“ (bei den Mantelgesteinen in der Vitrine) findest du interessante Informationen zum Mantel und zur Asthenosphäre. Schreibe auch hier jeweils drei Informationen heraus!

Erdmantel:

---

Asthenosphäre:

---

Was du hier über den Aufbau der Erde gelernt hast, ist eine starke Vereinfachung. In Wirklichkeit ist insbesondere der Aufbau der Erdkruste und des oberen Teils des Mantels (Mantellithosphäre) sehr komplex. Betrachte dazu das Alpenrelief.

- e) Die kontinentale Kruste, die ozeanische Kruste und der Erdmantel unterscheiden sich durch unterschiedliche Zusammensetzungen der Gesteine. Rechts vom grossen Relief findest du vier handliche Exemplare von Vertretern unterschiedlicher Schichten der Erdkruste und des Erdmantels. Schliesse deine Augen und nehme die Gesteine in deine Hand. Was fällt dir auf? Merkst du einen Unterschied zwischen Mantel- und Krustengesteinen? Erkläre!
- 
- 
- 
-

## 2. Die Bewegungen im Innern der Erde



Ziel: Du kannst die Bewegungen im Innern der Erde (Erdmantel) ohne Hilfsmittel skizzieren und mit deinen eigenen Worten erklären.

Ausstellungsmaterial: Thementext „Der innere Aufbau der Erde“, Projektion „Mantelkonvektion“ auf der Erdhalbkugel, Thementexte „Mantelkonvektion“, „Zähflüssiger Erdmantel“ und „Was geschieht im Erdmantel“, Grafik Erdquerschnitt, Mantelgesteine

- a) Was kannst du auf der Projektion des Erdinnern auf der Erdhalbkugel (Computersimulation) erkennen? Denke dabei auch an Aufgabe 1!

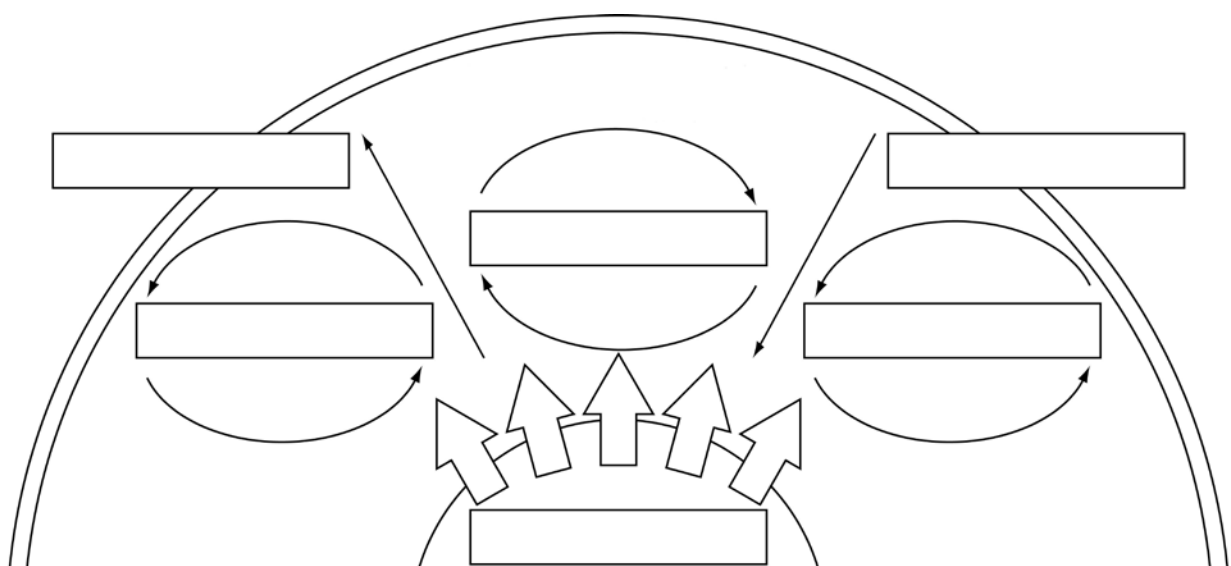
---



---

- b) Betrachte und studiere die Computersimulation auf der Erdhalbkugel und setze die unten stehenden Begriffe am richtigen Ort in die schematisch dargestellte Erde mit Erdkruste, Erdmantel und Erdkern ein.

Wärmezufuhr aus dem Erdinnern / Konvektion / Konvektion / Konvektion / Aufstieg und Abkühlung von heissem Mantelmaterial / Absinken von abgekühltem Material





c) In der Vitrine mit den Mantelgesteinen liegt ein Granat-Peridotit, ein Gestein aus dem Erdmantel. In welcher Tiefe ist dieses Gestein entstanden?

---

d) Wie kann Material aus dem Erdmantel an die Erdoberfläche gelangen?  
Erkläre!

---



---



---

### 3. Die Erdoberfläche – ein Puzzle von Lithosphärenplatten



Ziel:

*Du kannst mindestens drei Lithosphärenplatten auf einer entsprechenden Karte beschriften. Du kannst mit Hilfe der Grafik „Das Mosaik der tektonischen Platten“ aufzeigen, wie sich die Platten bewegen.*

Ausstellungsmaterial:

*Grafik und Thementext „Das Mosaik der tektonischen Platten“, Projektionen „Alter des Ozeanbodens“ und „Plattentektonik“ des Omniglobes*

Die Erdkruste bildet zusammen mit dem festen, obersten Teil des Erdmantels die etwa 100 km mächtige Lithosphäre. Diese ist in Platten zerbrochen. Die Plattengrenzen stimmen nicht mit den Grenzen der Kontinente überein!

a) Such auf der Grafik „Das Mosaik der tektonischen Platten“ neben dem Erdquerschnitt in der Ausstellung jeweils eine mehrheitlich kontinentale, eine rein ozeanische Platte und eine Platte mit kontinentaler sowie ozeanischer Kruste. Benenne sie!

Mehrheitlich kontinental: \_\_\_\_\_

Rein ozeanisch: \_\_\_\_\_

Gemischte Platte: \_\_\_\_\_

- b) Die Distanz zwischen dem europäischen und dem amerikanischen Kontinent nimmt jährlich um bis zu 6 cm zu. Wie erklärst du dir diese Aussage? Betrachte dazu die Projektionen „Alter des Ozeanbodens“ und „Plattentektonik“ am Omniglobe.
- 
- 
- 

#### 4. Die Bewegung von Lithosphärenplatten



Ziel:

*Du kannst mit deinen eigenen Worten erklären, wieso sich die Lithosphärenplatten auf der Erdoberfläche bewegen und mit Hilfe einer Grafik des Erdquerschnitts aufzeigen, welche Folgen diese Plattenbewegungen an den verschiedenen Plattengrenzen mit sich bringen.*

Ausstellungsmaterial:

*Projektion „Plattentektonik“ des Omniglobes, Thementexte „Der Motor der Plattentektonik“ und „Die Platten der Lithosphäre“, Grafik Erdquerschnitt*

Betrachte die Projektion „Plattentektonik“ des Omniglobes. Sie zeigt die Entwicklung während der letzten 300 Mio. Jahren bis heute und macht eine Zukunftsprognose für die Zeit bis in 100 Millionen Jahren.

- a) Vor wie vielen Millionen Jahren trennte sich Afrika von Südamerika? Beachte dabei, wie der Südatlantik immer grösser wurde!
- 

- b) Ab welchem Zeitpunkt begann die Annäherung Afrikas an Europa? Diese Bewegung war die Grundvoraussetzung für die Entstehung der Alpen.
- 

- c) Findest Du Indien und Madagaskar? An welchen Kontinent grenzten sie an, bevor sie sich an ihre heutige Position bewegten?
-

d) Was passiert in Zukunft mit Afrika? Erkläre!

---



---

e) Wodurch entsteht die Bewegung der Lithosphärenplatten an der Erdoberfläche? Erkläre möglichst genau! Betrachte zur Beantwortung dieser Frage den Thementext „Motor der Plattentektonik“ in der Ausstellung.

---



---



---



---

f) Betrachte die Grafik des Erdquerschnitts und den dazugehörigen Text „Die Platten der Lithosphäre“. Was passiert mit den in Bewegung versetzten Platten und welche Plattengrenzen entstehen dabei? Welche Begleiterscheinungen tauchen jeweils auf?

	Aufeinander zu driftende Platten	Voneinander weg driftende Platten	Aneinander vorbei driftende Platten
Fachbegriff			
Beispiel			
Typische Er- scheinungen			

## 5. Plattentektonik und Gebirgsbildung



Ziel:

*Du kennst den Zusammenhang zwischen der Plattentektonik und der Entstehung von Gebirgen. Du kannst skizzieren, was an einer Subduktionszone passiert und erklären, was dabei entsteht.*

Ausstellungsmaterial:

*Thementext „Die Entstehung von Gebirgen“, Experiment „Isostasie II“ und dazugehöriger Text, Grafik an der Wand hinter dem Experiment, Grafik Erdquerschnitt*

Die Plattentektonik und die Entstehung der Gebirge stehen in einem engen Zusammenhang. Lies dazu den Thementext „Die Entstehung von Gebirgen“ und beantworte anschliessend die Fragen!

- a) An welchen Plattengrenzen finden wir die grossen Gebirge dieser Erde?

---

---

Betrachte das Experiment zu Subduktionszonen und vergleiche deine Beobachtungen mit der Grafik an der Wand hinter dem Experiment! Die darin enthaltenen Beschriftungen helfen dir auch, die nächsten Fragen fachlich zu beantworten.

- b) Im Experiment zu Subduktionszonen bewegen sich zwei Elemente auf einer flüssigen Masse aufeinander zu. Was stellen die beiden Elemente dar?

---

---

- c) Was repräsentiert die verformbare Masse, auf welcher die zwei Elemente schwimmen?

---

---

d) Betätige die Kurbel und beobachte, was passiert! Skizziere und erkläre!

Skizze:	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---------	---

e) Welche Platte taucht ab (wird subduziert) und was passiert auf der derjenigen Platte, die nicht abtaucht? Erkläre!

---

---

f) Worin unterscheidet sich die Entstehung der Anden in Südamerika von der Entstehung der Alpen? Erkläre!

---

---

---

## 6. Die Alpen – Gebirgsbildung und Verwitterung



Ziel: Du kannst mit deinen eigenen Worten erklären, durch welche tektonischen Prozesse die Alpen entstanden sind.

Ausstellungsmaterial: Thementexte „Die Entstehung von Gebirgen“ und „Glerner Überschiebung“, Alpenrelief, Grafik Erdquerschnitt

Die Alpen entstanden bei der Kollision zweier kontinentaler Platten. Dabei wurden Gesteine der Erdkruste verformt und als kilometerdicke Gesteinspakete aufeinander gestapelt. Dies kannst du in dem hinter dem Alpenrelief angebrachten Profil erkennen.

a) Betrachte das Relief der Alpen und das dahinter angebrachte Profil. Wie kam es dazu, dass in den Alpen nicht wie üblich jüngeres Gestein auf dem älteren liegt? Ein Hinweis dazu findest du in der Glarner Überschiebung. Kannst Du

die Überschiebung im Relief entdecken?

---

---

- b) Wieso hat die Geländeoberfläche der Alpen in Wirklichkeit nie das Ausmass angenommen, wie dies auf dem Profil hinter dem Relief dargestellt wird?
- 
- 

## 7. Isostasie



Ziel:

*Du kannst den Begriff Isostasie mit deinen eigenen Worten erklären und mit Hilfe des Experiments aufzeigen, welchen Sacherverhalt dieser darstellt. Du kannst jemandem erklären, wieso die Alpen trotz der ständigen Erosion nicht an Höhe verlieren.*

Ausstellungsmaterial:

*Thementext „Die Entstehung von Gebirgen“, Experiment „Isostasie I“*

Noch heute werden die obersten Gesteinsschichten der Alpen von Wind, Wasser und Eis abgetragen (Erosion). Trotzdem nimmt die Höhe des Gebirges nicht ab. Das Experiment zur Isostasie zeigt dir dieses Phänomen auf. Probiere es einmal aus!

- a) Im Experiment stehen sechs flexible Plastikkörper auf einer verformbaren Masse. Die Plastikkörper können mit Kegelhüten beschwert werden. Was stellen diese Elemente in Wirklichkeit dar?

Plastikkörper:

---

Kegelhüte:

---

Verformbare Masse:

---

- b) Im Experiment zur Isostasie kannst du Masseteilchen hinzufügen oder entfernen. Welchen Vorgängen entspricht das Hinzufügen bzw. Entfernen von Masseteilchen in der Realität?

---

---

- c) Man geht davon aus, dass in den Alpen jährlich ein Millimeter der Gesteinsoberfläche durch Wasser, Wind und Eis abgetragen (erodiert) wird. Wie viel ist das in deinem bisherigen Leben bzw. im Leben deiner Eltern oder Grosseltern? Rechne!

---

- d) Erkläre, wieso die Alpen trotz der Erosion immer etwa gleich hoch bleiben!

---

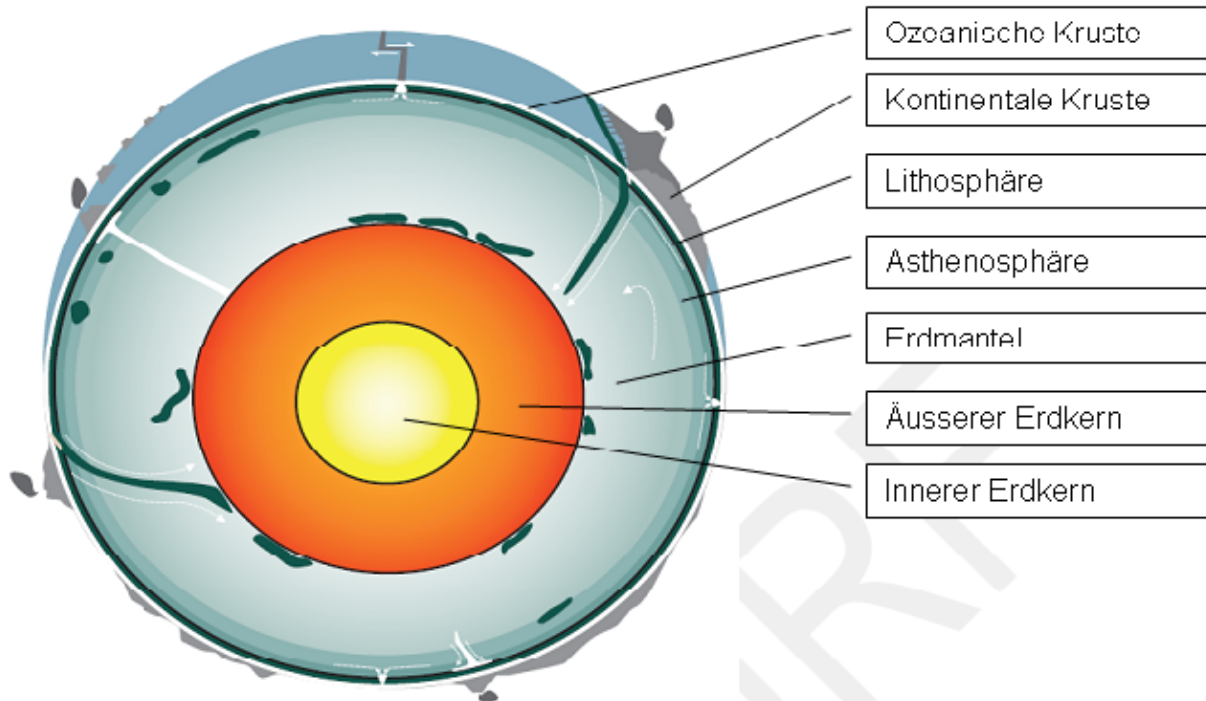
---

---

## 8. Lösungen

Nr. 1

a)



- b) Der Kern der Frucht entspricht dem Erdkern. Das Fruchtfleisch repräsentiert die Mächtigkeit (Dicke) des Erdmantels und die Haut der Nektarine stellt die dünne Lithosphäre dar.
- c) Erdkruste: ozeanische Kruste (Untergrund der Meere) ca. 6-8 km mächtig, kontinentale Kruste ca. 30 km mächtig, fester Zustand  
 Lithosphäre: besteht aus Erdkruste und oberster Teil des Mantels, fester Zustand, ca. 100 km mächtig, zerbrochen in unterschiedlich grosse Platten  
 Äusserer Kern: geringerer Druck als im Inneren Kern, daher flüssiger Zustand, besteht aus Eisen  
 Innerer Kern: grösste Dichte aller Sphären, metallisch (Eisen), enorm hoher Druck, daher trotz der hohen Temperatur (ca. 6000°C) fester Zustand.
- d) Erdmantel: viskos = zähflüssig, verformt sich langsam, wird an seiner Basis vom Erdkern aufgeheizt  
 Asthenosphäre: am wenigsten zähflüssiger, oberer Teil des Erdmantels, auf ihr schwimmen die Lithosphärenplatten

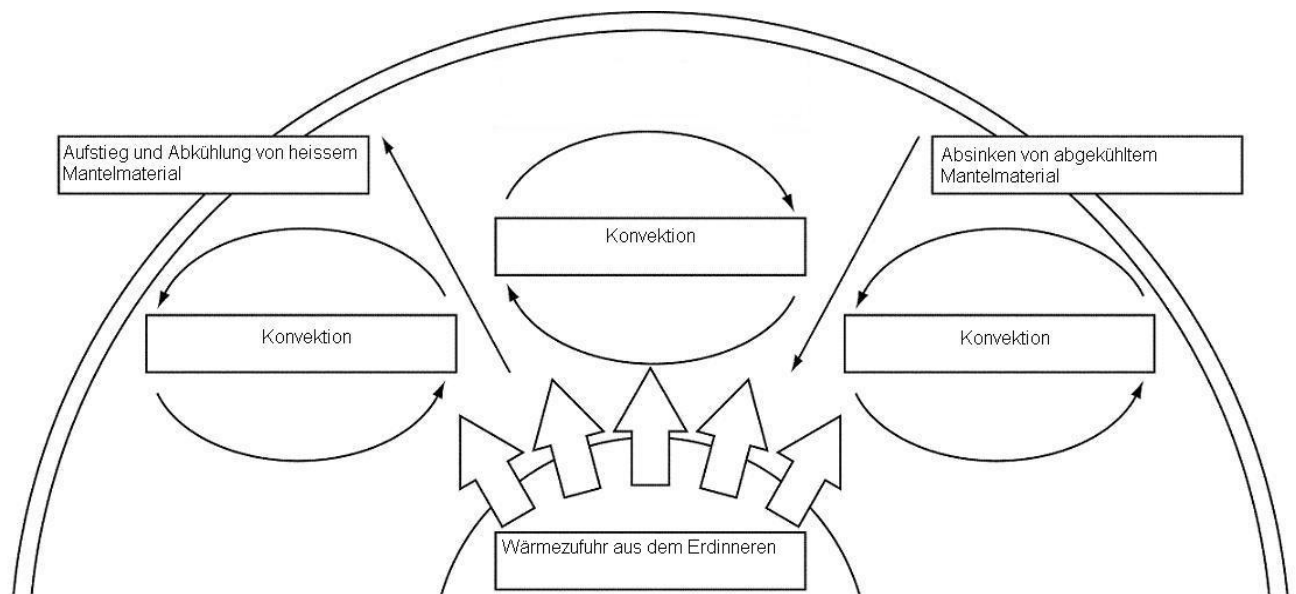


- e) Obwohl die verschiedenen Gesteine ungefähr gleich gross sind, fällt auf, dass die Mantelgesteine, welche tiefer unten liegen, merklich schwerer sind als die Gesteine der Erdkruste.

Nr. 2

- a) Mögliche Lösung: Es sind die verschiedenen Schichten der Erde zu erkennen. Insbesondere Erdkern, Erdmantel und die Lithosphärenplatten. Es kann beobachtet werden, wie die Wärme aus dem Erdkern Mantelmaterial stellenweise erwärmt. Dieses steigt somit aus der Tiefe auf, an der Oberfläche kühlt es wieder ab und sinkt erneut in die Tiefe. Die Materialzirkulation im Mantel wirkt sich auch auf die Lithosphärenplatten aus. Diese werden also in Bewegung versetzt.

b)



- c) Der Stein stammt aus dem Erdmantel und zwar aus der Mantellithosphäre.
- d) Der Erdmantel ist zähflüssig, plastisch. Durch das Auseinanderbewegen der Platten gerät Gesteinsmasse der Asthenosphäre an divergierenden Plattenrändern in Oberflächennähe, wo sie abkühlt und erhärtet.

Nr. 3

- a) Mehrheitlich kontinental: z.B. Eurasische Platte, Nordamerikanische Platte  
Rein ozeanisch: Pazifische Platte, Cocos Platte oder Nazca Platte  
Gemischte Platte: Antarktische, Indio-Australische oder Karibische Platte
- b) Die Lithosphärenplatten sind in ständiger Bewegung. Sie schwimmen auf der zähflüssigen Asthenosphäre und werden durch Konvektionsströme im Erdmantel und vor allem durch das Absinken in Subduktionszonen in Bewegung versetzt. Europa und Nordamerika befinden sich auf zwei verschiedenen Lithosphärenplatten, welche von einander weg driften. Dabei steigt Magma aus dem oberen Erdmantel empor und bildet neue, junge ozeanische Kruste. Die Plattengrenze zwischen dem europäischen und amerikanischen Kontinent wird auch Mittelatlantische Rücken genannt.

Nr. 4

- a) Vor 230 Mio. Jahren
- b) Ca. 90 Mio. Jahre vor heute
- c) Indien und Madagaskar hingen mit der heutigen Antarktis und Afrika zusammen.
- d) Individuelle Antworten möglich: Einige Beispiele sind:
- Annäherung an Europa
  - Schliessung des Roten Meeres
  - Grosser Teil wird überschwemmt
  - Schliessung des Mittelmeeres
- e) Die Konvektion ist der Motor der Plattenbewegungen (Kontinentaldrift). Die Lithosphärenplatten schwimmen auf der zähflüssigen Asthenosphäre. Warmes Mantel-Material steigt nach oben und, kaltes Mantel-Material (vor allem die subduzierten ozeanischen Lithosphärenplatten) sinkt nach unten. Diese Konvektionsströme im Erdmantel übertragen sich auf die Platten.

f)

	Aufeinander zu drif- tende Platten	Voneinander weg driftende Platten	Aneinander vorbei driftende Platten
Fachbegriff	Konvergente Platten	Divergente Platten	Transformstörung / Konservative Platten
Beispiel	Pazifische Platte und Eurasische Platte, Nazca- und Süd- amerikanische Platte	Pazifischer oder Mit- telatlantischer Rü- cken	Nordamerikanische und Pazifische Platte
Typische Er- scheinungen	Subduktionszonen, Gebirge, Inselbögen, Tiefseegraben, Vul- kane, Erdbeben	Magma tritt an die Oberfläche, Mittel- ozeanische Rücken	Erdbeben

Nr. 5

- a) Die mächtigen Gebirge finden wir an Stellen, an denen die Lithosphärenplatten gegeneinander geschoben werden (konvergente Plattengrenzen).
- b) Die beiden Elemente repräsentieren die Lithosphärenplatten.
- c) Die viskose, verformbare Masse repräsentiert die Asthenosphäre.
- d) Individuelle Lösung (vgl. Antwort zu e)
- e) Es muss aus der Lösung hervor gehen, dass die schwerere Platte (hier Element) unter die leichtere abtaucht (subduziert). Dabei entsteht auf dem oberen Element eine Wölbung (Gebirge).
- f) Die Anden in Südamerika entstanden durch das Aufeinandertreffen einer ozeanischen und einer kontinentalen Platten. Dabei wurde die schwerere ozeanische Platte unter die kontinentale Platte geschoben (Subduktionszone). Es entstand ein Gebirge mit zahlreichen Vulkanen. Bei der Entstehung der Alpen kollidierten nach der vollständigen Subduktion des Tethys-Ozeans schlussendlich jedoch zwei kontinentale Platten. Dabei werden die Gesteinspakete überschoben und ein Kollisionsgebirge entsteht.

Nr. 6

- a) Die ursprünglich zusammenhängenden Gesteinsschichten wurden während der Alpenbildung verfaltet und entlang von Scherflächen übereinander geschoben wie zum Beispiel in der Glarner Überschiebung.

- b) Die im Zuge der Alpenbildung geschaffenen Strukturen wurden laufend abgetragen, also erodiert.

Nr. 7

- a) Plastikkörper: Lithosphärenplatten bzw. Erdkruste  
Kegelhüte: zusätzliche Last der Gesteine in den Bergen, entstanden durch Überschiebung von Gesteinspaketen  
Verformbare Masse: Erdmantel bzw. Asthenosphäre
- b) Das Entfernen von Masseteilen widerspiegelt die Abtragung von Gesteinspaketen durch die Erosion von Wasser, Wind und Eis. Das Hinzufügen von Masseteilen auf Kolonnen neben dem Gebirge entspricht der Situation, dass die abgetragenen Gesteine ausserhalb des Gebirges abgelagert (sedimentiert) werden.
- c) Individuelle Lösung!
- d) Wenn Material abgetragen wird, so hebt sich der Gebirgskörper, der auf der Asthenosphäre schwimmt. Somit kommt ein Teil der Krustenwurzel zum Vorschein. Dieser Prozess wird Isostasie genannt. Dies ist der gleiche Prozess, welcher bei einem Schiff beobachtet werden kann, das entladen wird oder einem Eisberg, der schmilzt.

## 7. Nachbereitungs- und Vertiefungsmaterial

Um im Unterricht die Inhalte noch zu vertiefen und weiterzuführen sind hier noch Ideen mit Links und Filmtipps aufgeführt.

### 7.1 Weblinks:

- <http://www.educ.ethz.ch/unt/um/geo><http://www.allgemeinbildung.ch>
- <http://www.webgeo.de>

### 7.2 Filme:

- Die Erde. Erklär mir mal. 2002. 51min. ISBN: 3-936736-05
- P.M. Die Wissensedition. Meilensteine der Geowissenschaften. 2008. 40min. ISBN: B-00-0S1KR8-6
- Die Entstehung der Alpen: Grünwald, FWU Schule und Unterricht. 16 min.
- P.M. Die Wissensedition. 2007. Die Das Herz der Erde. Eine Reise zum Mittelpunkt der Erde. 40 min.
- P.M. Die Wissensedition. 2008. Geologie. Die Welt unter unseren Füßen. 44 min.
- BBC. Kollision der Kontinente. 45 min. ISBN: 3-8312-9269-8

### 7.3 Unterrichtsideen:

- Naturkatastrophen thematisieren.

## 8. Evaluation

Für die Evaluation der Ausstellung, der Arbeitsmappen und des Lerneffektes können Sie einen Feedbackbogen online ausfüllen.

<http://christen.jimdo.com/>

Vielen Dank für ihre Rückmeldung!