

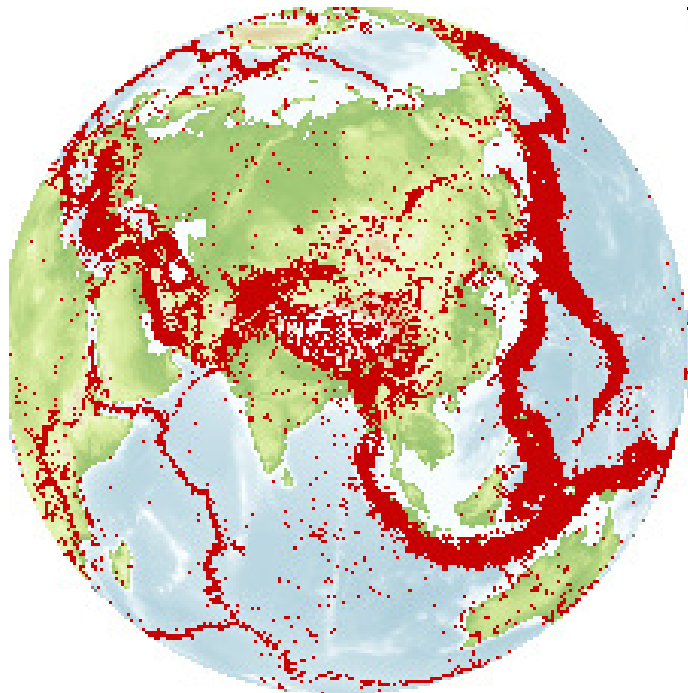
**2. Aufbau und Veränderung des Erdinnern und der Erdkruste**

**2.1. Das Schalenmodell der Erde / Grundzüge der Plattentektonik / Gebirgsbildung**

Wer gilt als Begründer der Kontinentalverschiebung bzw. der Plattentektonik? Nenne einige Beweise, welche die Theorie der Kontinentalverschiebung untermauern.

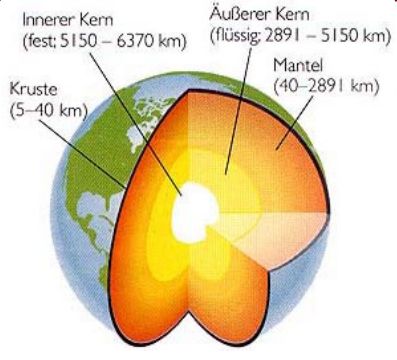
**Quelle:**  
Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"

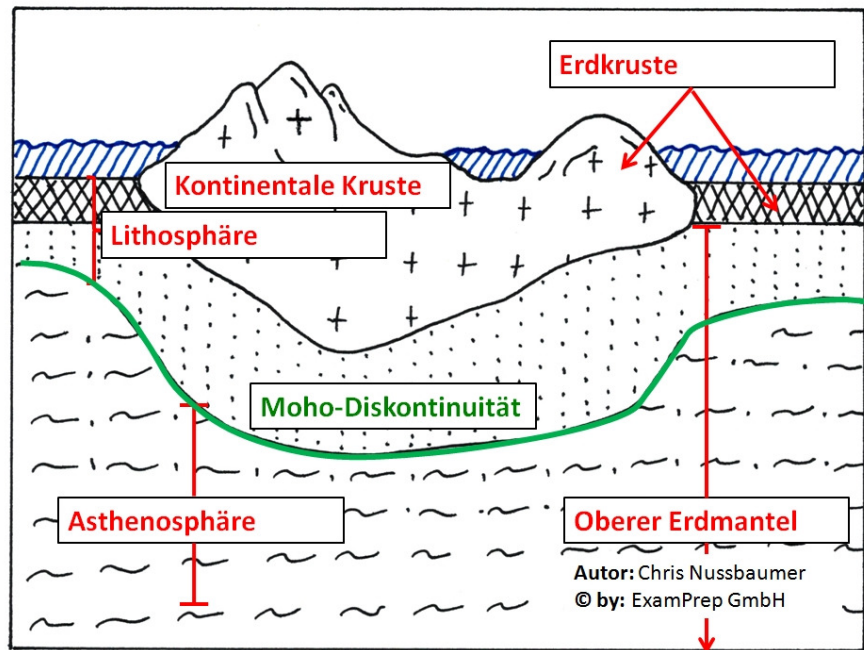
- als Begründer der Theorie gilt Alfred Wegner (1880 – 1930), der 1915 ein Buch mit dem Titel „Die Entstehung der Kontinente und Ozeane“ veröffentlichte (seine Theorie wurde allerdings erst post mortem in den 1960ern anerkannt, nach der Entdeckung des MORs und nach geomagnetischen Messungen und Tiefseebohrungen)
- Beweise:
  - Erdbeben und Vulkane v.a. an Plattengrenzen
  - der mittelozeanische Rücken (MOR)
  - abnehmendes Alter des Ozeanbodens vom MOR Richtung Kontinente
  - spiegelverkehrtes magnetisches Streifenmuster von positiven und negativen Anomalien beidseits des MOR
  - gleiche Gesteine / zusammenpassende geologische Strukturen auf versch. Kontinenten
  - gleiche Fossilien längst ausgestorbener Lebewesen auf versch. Kontinenten
  - vergleichbare Spuren früherer Eiszeiten auf versch. Kontinenten



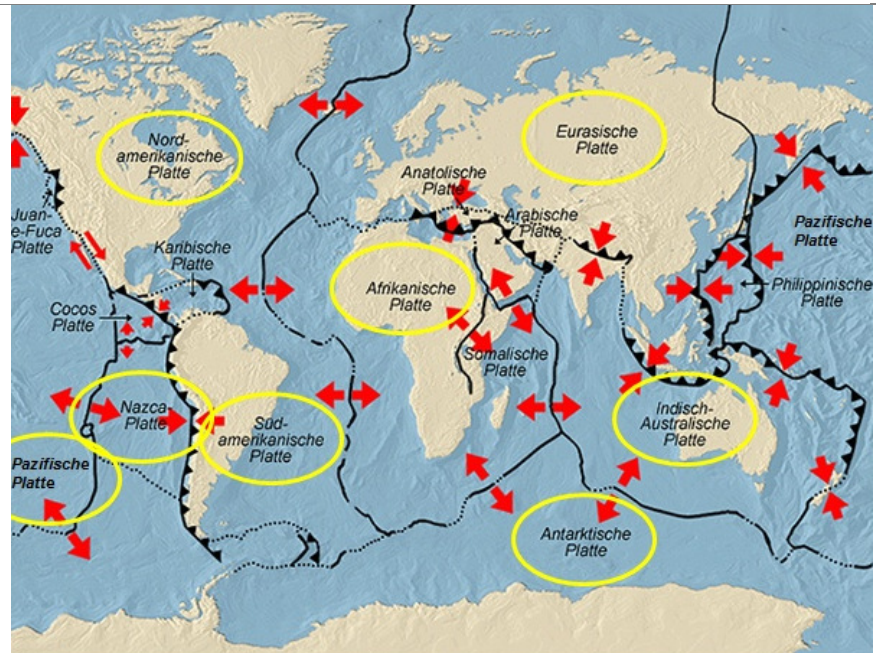
**Abbildung:** Die Punkte auf der Weltkugel (rechts) zeigen die Lage der Erdbeben der letzten 50 Jahre. Die meisten Erdbeben ereignen sich an Plattengrenzen!

**Quelle:** <http://sdac.hannover.bgr.de/www/sdac/erdbeben/erdbeben.htm>

<p>Zeichne die verschiedenen Schalen der Erde (Innerer Kern, Äusserer Kern, Unterer Mantel, Oberer Mantel, Erdkruste). Beschrifte ebenfalls die Aggregatzustände und gib die hauptsächliche chemische Zusammensetzung der einzelnen Schalen an.</p> <p><b>Quelle:</b> Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"</p>		<p>➤ der Temperaturgradient (die sog. geothermische Tiefenstufe) in der Erdkruste beträgt durchschnittlich 1°C/33 Meter und ist Schwankungen unterworfen</p>
<p><b>Lithosphäre</b> Zustand: fest Zus.: <b>Kont. Kruste:</b> haupts. Granit und Gneis <b>Ozean. Kruste:</b> haupts. Basalt und Gabbro Temp.: 0 - 700 °C</p> <p><b>Oberer Mantel</b> Zustand: fest bis plastisch Zus.: v.a. Peridotit Temp.: 700 - 1'300 °C</p> <p><b>Unterer Mantel</b> Zustand: fest Zus.: v.a. Eisen und Magnesium Temp.: 1'300 - 3'000 °C</p>	<p><b>Äusserer Kern</b> Zustand: flüssig Zus.: v.a. Eisen und Schwefel Temp.: 3'000 - 5'000 °C</p> <p><b>Innerer Kern</b> Zustand: fest Zus.: Eisen und Nickel Temp.: bis 7'000 °C</p> <p><b>Quelle:</b> Geographie - wissen und verstehen</p>	
<p>Beschrifte mit Hilfe des Textes die Graphik mit folgenden Begriffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erdkruste</li> <li>• Ozeanische Kruste</li> <li>• Kontinentale Kruste</li> <li>• Lithosphäre</li> <li>• Asthenosphäre</li> <li>• Oberer Erdmantel</li> <li>• Moho-Diskontinuität (Mohorovičić-Diskontinuität)</li> </ul> <p><b>Quelle:</b> Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"</p>	<p>Die <b>Erdkruste</b> ist die äusserste Schicht der Erde. Wie eine dünne, feste Haut bedeckt sie den darunterliegenden <b>Erdmantel</b>. Sie wird in die kontinentale und ozeanische Kruste unterteilt. Beide unterscheiden sich in Dichte, Gesteinsvorkommen, Dicke, sowie Alter und Herkunft. Die <b>ozeanische Kruste</b> ist beispielsweise nirgendwo älter als 200 Mio. Jahre, die <b>kontinentale Kruste</b> hingegen trägt die ältesten Gesteine, die bisher gefunden wurden. Sie haben ein Alter von über vier Mrd. Jahren. Unter hohen Gebirgen erreicht die kontinentale Erdkruste die grösste Mächtigkeit, in den unter den Weltmeeren liegenden ozeanischen Krustenbereichen ist die Erdkruste am dünnsten.</p> <p>Zusammen mit dem oberen Mantelbereich bildet die Erdkruste die feste Gesteinshülle der Erde, die <b>Lithosphäre</b>. Die Lithosphäre ist in viele Platten aufgeteilt, welche sich relativ zueinander bewegen. Diese Platten schwimmen auf der "Fliessschiicht" des Erdmantels, der <b>Asthenosphäre</b>. In der Asthenosphäre ist das Gestein teilweise geschmolzen. In diesem Mantelbereich befindet sich der "Motor" für die Bewegung der Kontinentalplatten. Heisse Magmaströmungen, die sich im Mantel auf- und ab bewegen, verschieben die Platten und sorgen für Vulkanismus, Erdbeben und Gebirgsbildung. Die <b>Moho-Diskontinuität (Mohorovicic)</b> ist die Grenze zwischen Erdkruste und Erdmantel.</p>	



Die Lithosphäre ist keine durchgehende Schale, sondern sie ist in viele grössere und kleinere Platten zerbrochen. Nenne die grössten davon.



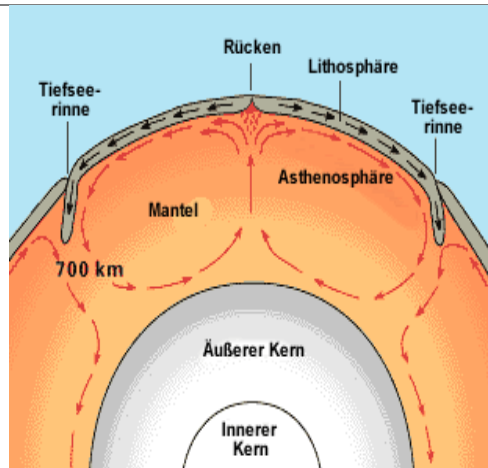
**Abb. :** Das Mosaik der Lithosphärenplatten heute, sowie hauptsächlich Bewegungsrichtungen.

**Quelle:** unbekannt

Die Platten werden durch Konvektionsströmungen im Erdmantel angetrieben (heisses Material steigt auf, da weniger dicht, und kühleres Material sinkt nach unten). Mache eine Skizze der Situation.

**Quelle:**

Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"

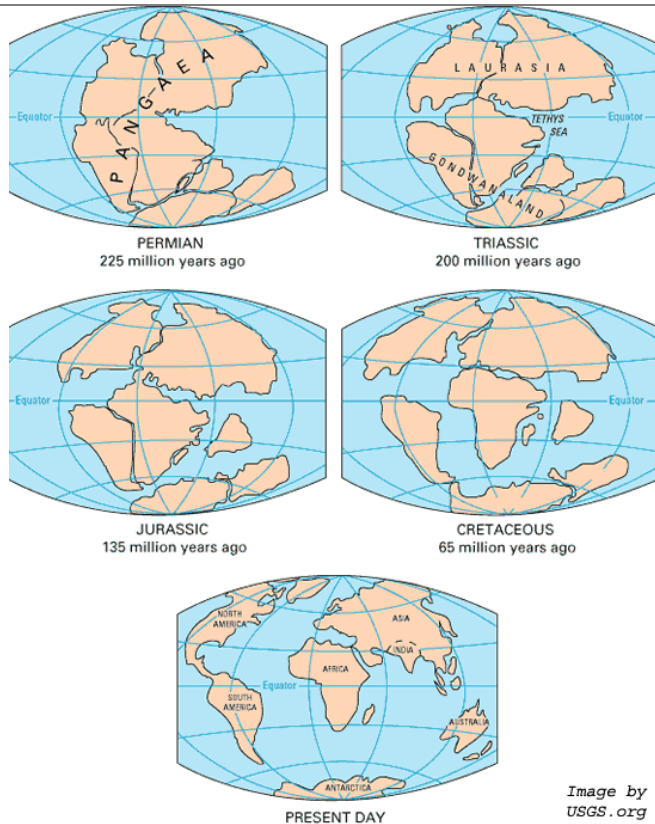


Was versteht man unter dem Begriff Pangäa?

Wie haben sich die Platten Kontinente während der letzten ca. 250 Mio. Jahre verschoben? Beschreibe die Entwicklung in Worten.

**Quelle:**

Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie", Kap. "Entstehungsgeschichte der Schweiz"



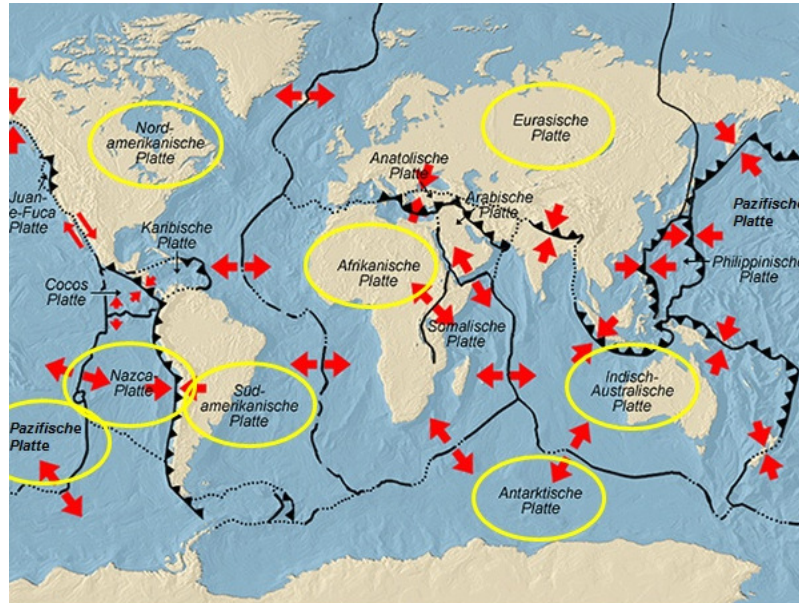


Die Lithosphärenplatten schwimmen auf Grund ihrer geringeren Dichte auf der plastischen Asthenosphäre auf und bewegen sich permanent. Nenne die drei möglichen Bewegungsrichtungen, wie sich die Platten relativ zueinander bewegen können, sowie je ein bis zwei Beispiele.

**Quelle:**

Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"

- divergierende Plattengrenzen (durch Dehnung charakterisiert)
  - z.B. die Mittelozeanischer Rücken (MOR)
- konvergierende Plattengrenzen (durch Kompression charakterisiert)
  - z.B. Afrikanische und Eurasische Platte (Kollision von zwei kontinentalen Platten)
  - z.B. Westküste Südamerika (Kollision einer ozeanischen mit einer kontinentalen Platte)
  - z.B. Neuseeland (Kollision von zwei ozeanischen Platten)
- Transformstörung (Platten bewegen sich aneinander vorbei)
  - z.B. San-Andreas-Furche



**Abb. :** Das Mosaik der Lithosphärenplatten heute, sowie hauptsächlich Bewegungsrichtungen.

**Quelle:** unbekannt

Wo finden wir divergierende Plattengrenzen und was geschieht dort?

**Quelle:**

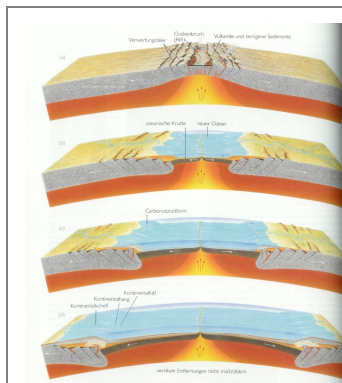
Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"

- Divergierende Plattengrenzen finden wir hauptsächlich mitten in den Ozeanen.
- Wenn sich Platten voneinander wegbewegen, steigt heisses Magma der Asthenosphäre auf und füllt die Lücke zwischen beiden Platten (Seafloor-Spreading = Meeresbodenausbreitung). Auf diese Weise entsteht neue ozeanischer Kruste bzw. die Mittelozeanischen Rücken (MOR), und so sind im Laufe der Zeit Millionen von Quadratkilometer Meeresboden entstanden.
- Eigenschaften des Mittelozeanischen Rückens (MOR):
  - ungefaltetes Gebirge mit aktivem Vulkanismus
  - Höhen zwischen 800 und 2300 Metern
  - durchschnittliche Breite ca. 1000 km
  - Gipfelregion von steilem, längs verlaufenden Tal durchschnitten (**rift**)
  - grosse Anzahl von Querbrüchen, welche den MOR durchschneiden → Transformstörungen → gegenseitige Verschiebung teilweise bis 100 km
  - Flachherdbeben

**Quelle:**

Hasler, Martin / Egli, Hans-Rudolf (Hrsg.) (2004): Geographie - Wissen und Verstehen. h.e.p. verlag ag, Bern.

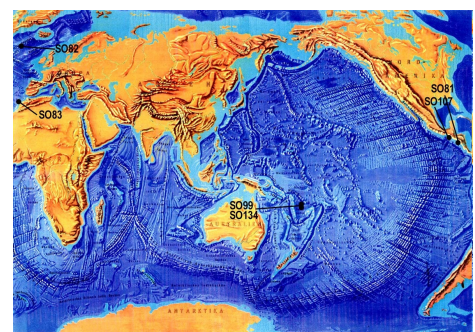
- Jeder Ozean ist schlussendlich durch folgende Prozesse entstanden: Durch Konvektionsströmungen im Erdinnern kann ein Kontinent auseinander brechen (Entstehung eines Grabenbruchs bzw. Rifts). Wird der Graben genügend gross bzw. tief, kann Meerwasser eindringen (Entstehung eines Meeresarms), wobei die am Mittelozeanischen Rücken durch vulkanische Aktivität laufend neuer Meeresboden gebildet wird. Wenn der Prozess andauert, kann im Laufe von Millionen von Jahren ein Ozean entstehen.



**Abbildung:** Divergierende Plattengrenzen, bzw. die Entstehung eines Sedimentbeckens im Verlaufe der Zeit.

**Quelle:**

Press, F. / Siever, R. (1995): Allgemeine Geologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, Oxford.



**Abbildung:** Der Mittelozeanische Rücken (MOR). Gut zu erkennen sind auch die vielen Querbrüche bzw. Transformstörungen, durch welche der MOR seitlich versetzt wird.

**Quelle:**

<http://www.uni-greifswald.de/~geo/Mrazek/bilder/karte.jpg>

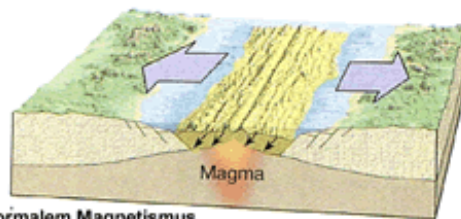
Im Jahr 1967 haben geomagnetische Messungen der Theorie der Plattentektonik zum Durchbruch verholfen. Auf beiden Seiten des MOR's entdeckten Geologen auf dem vulkanischen Ozeanboden (Basalt) ein symmetrisches Streifenmuster von positiven und negativen Anomalien. Wie ist dieses entstanden?

**Literatur:**  
Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"

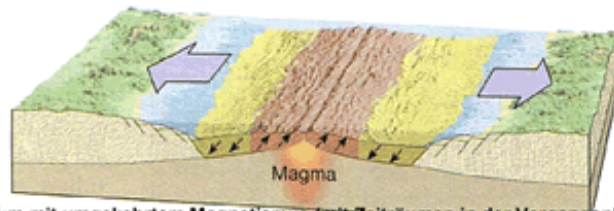
- im flüssigen Magma befinden sich kleinste magnetisierbare Teilchen (z.B. Eisen, Nickel und Kobalt) --> wenn flüssiges Magma an die Erdoberfläche steigt, dann richten sich diese Teilchen vor der Erstarrung wie Kompassnadeln nach dem herrschenden Magnetfeld aus und werden bei der Erstarrung so eingefroren
- aus unbekanntem Gründen wird das Erdmagnetfeld innert einer Million Jahre zwischen 1-5 Mal umgepolt (die Dauer einer Polumkehr dauert nur ein paar tausend Jahre) --> die entdeckten magnetischen Streifen mit abwechselnd normaler (wie heute) und inverser (entgegengesetzter) Magnetisierung sind verschieden breit und verlaufen exakt symmetrisch zum MOR
- das Magnetfeld heute: der magnetische Nordpol der Erde liegt eigentlich in der Nähe des geografischen Südpols und umgekehrt

**Quelle:**

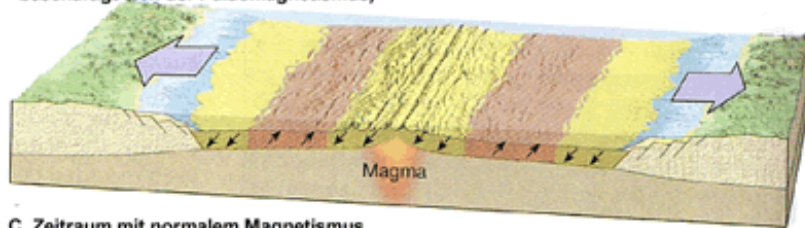
Hasler, Martin / Egli, Hans-Rudolf (Hrsg.) (2004): *Geographie - Wissen und Verstehen*. h.e.p. verlag ag, Bern.



A. Zeitraum mit normalem Magnetismus



B. Zeitraum mit umgekehrtem Magnetismus (mit Zeiträumen in der Vergangenheit beschäftigt sich der Paläomagnetismus)



C. Zeitraum mit normalem Magnetismus



Was geschieht bei konvergierenden Plattengrenzen? Welche Arten unterscheidet man? Beispiele?

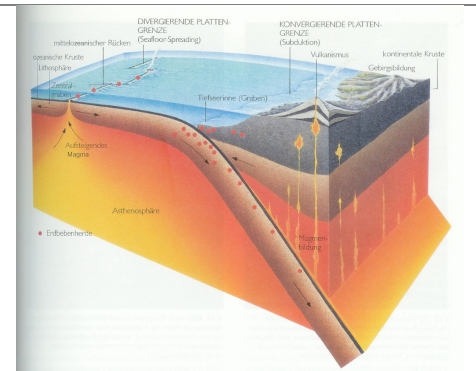
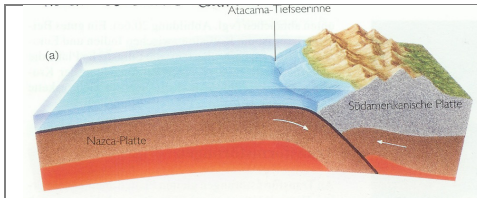
**Literatur:**

Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"

- an konvergierenden Plattengrenzen prallen zwei Lithosphärenplatten aufeinander, wobei es folgende Möglichkeiten gibt:
  - **Kollision einer ozeanischen mit einer kontinentalen Platte**
    - ozeanische Platte taucht auf Grund ihrer höheren Dichte unter die kontinentale Platte (**Subduktion**) → die abgetauchte Platte schmilzt teilweise zu Magma auf und tritt entweder als Lava aus einem Vulkan (Vulkanismus ca. 100 - 200 km im Landesinnern entlang der Küste) an die Erdoberfläche oder erstarrt innerhalb der kontinentalen Kruste
    - durch "Aufwulstung" der kontinentalen Kruste Bildung von hohen Gebirgen sowie von Tiefseegräben
    - heftige Erdbeben sind die Folge
    - Bsp.: Nazca-Platte und Südamerikanische Platte --> Entstehung des Atacamatiefseegrabens (bis 8'066 m tief) und der Anden (bis 6'969 m.ü.M. [Aconcagua])
  - **Kollision zweier ozeanischen Platten**
    - durch Zusammenstauchung und durch aktiven Vulkanismus wird ein Gebirge aufgebaut, welches sich als Inselbogen über den Meeresspiegel heben kann
    - Bsp.: Japan, Neuseeland
  - **Kollision zweier kontinentaler Platten**
    - wegen der geringen Dichte kann keine Platte in die Asthenosphäre abtauchen → Faltungen, Verkeilungen und mehrfache Überschiebungen der beiden Platten → Bildung hoher Gebirge
    - Bsp.: Alpen, Himalaya

**Quelle:**

Hasler, Martin / Egli, Hans-Rudolf (Hrsg.) (2004): Geographie - Wissen und Verstehen. h.e.p. verlag ag, Bern.



**Abbildung:** Konvergierende Plattengrenze (Kollision einer ozeanischen mit einer kontinentalen Platte).

**Quelle:**

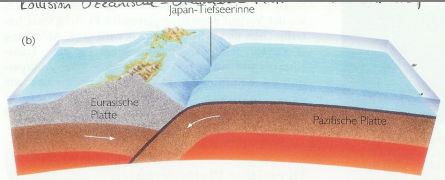
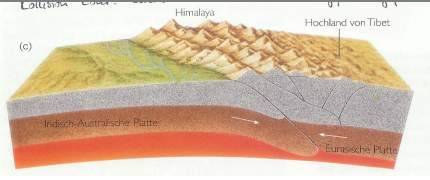

Press, F. / Siever, R. (1995): Allgemeine Geologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, Oxford.

**Abbildung:** Konvergierende Plattengrenze (Kollision einer ozeanischen mit einer kontinentalen Platte). Die roten Punkte sind Erdbebenherde (Tiefenbeben im Bereich der Subduktionszone!).

**Quelle:**

Press, F. / Siever, R. (1995): Allgemeine Geologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, Oxford.



	 <p><b>Abbildung:</b> Konvergierende Plattengrenze (Kollision von zwei ozeanischen Platten).</p> <p><b>Quelle:</b> Press, F. / Siever, R. (1995): Allgemeine Geologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, Oxford.</p>	 <p><b>Abbildung:</b> Konvergierende Plattengrenze (Kollision von zwei kontinentalen Platten).</p> <p><b>Quelle:</b> Press, F. / Siever, R. (1995): Allgemeine Geologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, Oxford.</p>
<p>Was geschieht an Transformstörungen? Beispiele?</p> <p><b>Quelle:</b> Geografie - Wissen und verstehen, Teil "Geologie"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zwei Platten gleiten horizontal aneinander vorbei → keine Lithosphäre wird gebildet und keine vernichtet</li> <li>• wegen der starken Reibung erfolgt die Gleitbewegung nicht kontinuierlich sondern ruckartig → Erdbeben</li> <li>• Bsp.: San-Andreas-Störung in Kalifornien, viele Transformstörungen auch am MOR (Verlauf wird vielfach unterbrochen und ist seitlich versetzt)</li> </ul> <p><b>Quelle:</b> Hasler, Martin / Egli, Hans-Rudolf (Hrsg.) (2004): Geographie - Wissen und Verstehen. h.e.p. verlag ag, Bern.</p>  <p><b>Abbildung:</b> Transformstörung (San-Andreas-Graben in Kalifornien).</p> <p><b>Quelle:</b> Press, F. / Siever, R. (1995): Allgemeine Geologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, Oxford.</p>	