

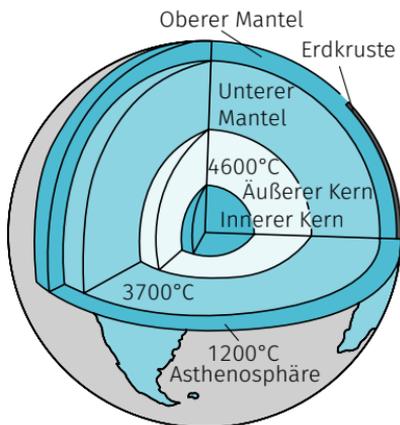
Planet Erde

Grundlagen der **Physikalischen Geografie** ermöglichen es, zentrale Zusammenhänge der Klima- und Vegetationszonen sowie das Auftreten von Naturgefahren zu verstehen.

- Die Erde entstand vor rund 4,5 Milliarden Jahren, die frühesten Vorfahren des Menschen erschienen vor etwa 7 Millionen Jahren auf dem Planeten.
- Einigen Tatsachen ist es zu verdanken, dass sich auf der Erde Leben entwickeln konnte.

Wichtige Voraussetzungen

- angemessene Entfernung zur Sonne (Wärme, Fotosynthese)
 - Existenz der (vor UV-Licht schützenden) Ozonschicht
 - Atmosphäre
 - Größe und Masse des Planeten
 - Existenz von Wasser (in allen Aggregatzuständen)
 - Schwerkraft der Erde
 - Stabilisierung der Lage der Erdachse
- Durch die Drehung der Erde um die eigene Achse entstehen Tag und Nacht.
 - Da die Erdachse um 23,5° geneigt ist, entstehen **Jahreszeiten**, die das Klima und die Voraussetzungen für eine landwirtschaftliche Nutzung wesentlich mitbestimmen.
 - Ein Jahr benötigt die Erde für den Umlauf um die Sonne.
 - Die Erde besteht aus verschiedenen **Schalen**.



Plattentektonik und Vulkanismus

Gewaltige Kräfte im Erdinneren verursachen Verschiebungen ganzer Landmassen, führen zur Ausbildung von Gebirgen und stehen im Zusammenhang mit den wichtigsten Naturgefahren der Erde. Grundlagen der Plattentektonik sind daher für das Verständnis von vulkanischer Aktivität wesentlich.

- Aus Gesteinsbrocken, Staub und **Meteoriteneinschlägen** entstand der Planet Erde, der in seinem Inneren mehrere Tausend Grad Celsius heiß ist und nach außen hin, also zur Erdkruste hin, langsam abkühlte.

Schalenbau der Erde

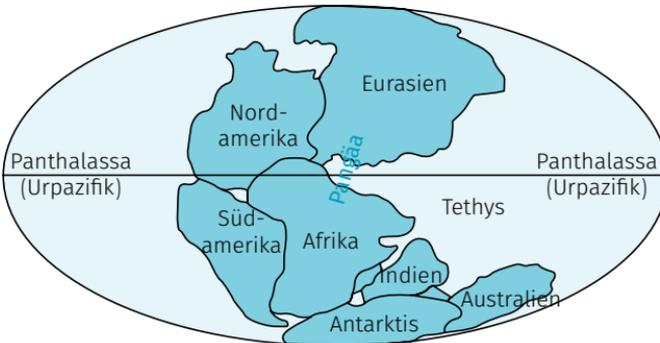
- Von außen nach innen unterscheidet man verschiedene **Schalen**:
 - ➔ Die **Erdkruste** bildet die feste Außenhaut der Erde, die aus kontinentaler oder ozeanischer Kruste besteht.

| Ozeanische Kruste | Kontinentale Kruste |
|----------------------------|--------------------------------|
| fester Zustand | fester Zustand |
| aus Basalten bestehend | aus Silikatgesteinen bestehend |
| bis zu 8 Kilometer mächtig | bis zu 70 Kilometer mächtig |
| schwerer (höhere Dichte) | leichter (geringere Dichte) |

- ➔ Nach innen folgen auf die Erdkruste der **Erdmantel** – unterteilt in den Oberen und Unteren Mantel – sowie der Äußere und schließlich der Innere Kern (siehe Grafik S. 6).
- ➔ Als **Lithosphäre** bezeichnet man die Gesteinshülle der Erde, d. h. die Erdkruste zusammen mit dem Oberen Erdmantel.
- ➔ Die Lithosphäre bildet jedoch keine homogene Hülle, sondern ist in verschiedene **Erdplatten** aufgeteilt, welche durch Plattengrenzen voneinander getrennt sind.
- ➔ Die zäh fließende **Asthenosphäre** ist ein Teil des Oberen Mantels, auf welcher sich die Platten bewegen.
- ➔ Der **Erdkern** zeichnet sich durch besonders hohe Temperaturen aus, der Äußere Erdkern ist flüssig, der Innere Erdkern dagegen (aufgrund des hohen Drucks) fest.

Plattenbewegung

- ◆ **Konvektionsströme** entstehen aufgrund von Wärmeströmungen im Inneren des Planeten und stellen den „Motor“ der Plattenbewegungen dar.
- ◆ Die Bewegungsgeschwindigkeit der Platten beträgt wenige Zentimeter pro Jahr, im Laufe von Jahrmillionen führt sie jedoch dazu, dass sich Gebirge bilden oder ganze Kontinente verschieben.
- ◆ Anhand der Bewegungsrichtungen der Erdplatten kann man erkennen, dass sich beispielsweise der Atlantik vergrößert und der Abstand zwischen Amerika und Europa bzw. Afrika größer wird.
- ◆ Vor rund 250 Millionen Jahren hingen die Landmassen der Erde zusammen, und es existierte der Urkontinent **Pangäa**.



- ◆ Für seine **Theorie der Kontinentalverschiebung**, nach welcher sich die Erdplatten ständig bewegen, fand der deutsche Polarforscher **Alfred Wegener** (1880–1930) wenig Anerkennung, es war ihm darüber hinaus nicht möglich, seine Theorie wissenschaftlich zu beweisen.
 - ➔ Die Verbreitung bestimmter Tier- und Pflanzenarten sowie Gebirgszüge, die vor Jahrmillionen zusammenhingen, mittlerweile jedoch durch Ozeane getrennt sind, weisen auf die Richtigkeit der Theorie Wegeners hin.
 - ➔ Erst nach seinem Tod bestätigten andere Wissenschaftler seine Theorie, die heutzutage eine wichtige Grundlage der Platten tektonik darstellt.
 - ➔ Pangäa zerbrach vor etwa 160 Millionen Jahren in zwei große Landmassen. Der nördliche Teil Laurasia beinhaltete die Kontinente Nordamerika und Eurasien, die südliche Landmasse war Gondwana.

Grundsätzlich unterscheidet man drei Plattengrenzen-Typen:

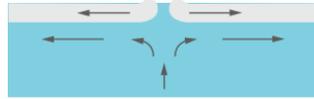
1 Divergierende Plattengrenzen

Platten bewegen sich voneinander weg, dabei wird die Kruste gedehnt, sodass Lava gefördert wird.

Beispiele: Mittelozeanischer Rücken, Island

Folgen: Bildung von Vulkaninseln, Auftreten von Erdbeben

Divergente Plattengrenze



2 Konvergierende Plattengrenzen

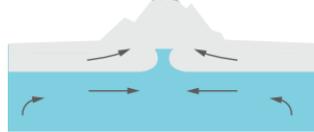
Platten bewegen sich aufeinander zu.

Treffen zwei kontinentale Platten aufeinander, spricht man von einer **Kollisionszone**.

Beispiele: Alpen, Himalaya

Folgen: Bildung von Gebirgen, Hebung oder Faltung innerhalb von Gebirgszügen, Auftreten von Erdbeben

Kollisionszone



Treffen eine Platte aus kontinentaler und eine Erdplatte aus ozeanischer Kruste aufeinander, entsteht eine **Subduktionszone**. Die aufeinander-treffenden Platten haben eine unterschiedliche Dichte, sodass die ozeanische Kruste mit der höheren Dichte unter die Platte der kontinentalen Kruste abtaucht.

Beispiele: Anden, Atacamagraben

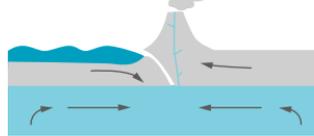
Folgen: Bildung von Gebirgen, Auftreten von Erdbeben und Seebeben, Bildung von Tiefseerinnen

Treffen zwei Platten aus ozeanischer Kruste aufeinander, entsteht durch das Abtauchen einer der beiden Platten ebenfalls eine Subduktionszone.

Beispiel: Philippinen

Folgen: Auftreten von Seebeben, Bildung von Tiefseerinnen, Vulkanismus

Subduktionszone



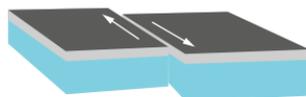
3 Konservierende Plattengrenzen:

Platten bewegen sich aneinander vorbei.

Beispiel: San-Andreas-Verwerfung (Kalifornien, USA)

Folgen: Auftreten von Seebeben, Bildung von Verwerfungen in Gebirgen

Konservierende Plattengrenzen (Verwerfungszone)



Vulkanismus

ZENTRALER BEGRIFF – VULKANISMUS

- ◆ Unter diesem Begriff werden Vorgänge zusammengefasst, bei denen Magma in die Kruste bzw. zur Erdoberfläche aufsteigt.
- ◆ Durch die diversen Plattenbewegungen kommt es an den Plattenrändern sowie inmitten von Platten zu verschiedenen vulkanischen Aktivitäten.
- ◆ Der größte Teil der vulkanischen Aktivitäten findet an Plattenrändern statt, da hier Gesteinsschmelze in sogenannten **Magmakammern** Druck auf die anderen Gesteinsschichten auslöst, die darüber liegen.
- ◆ Bei einem Auseinanderreißen der Erdkruste kann dünnflüssiges Magma nach oben an die Oberfläche gelangen.
- ◆ Bei **Divergenz** entsteht neue ozeanische Kruste durch das **Seafloor Spreading**, da das auftretende Magma nicht weit fließen kann und schnell erstarrt.
- ◆ Die gefährlichsten Vulkane entstehen entlang der Subduktionszonen (Zentralvulkane), den weltweit wichtigsten Vulkangürtel nennt man den **Pazifischen Feuerring**, der den Pazifik in Form eines U von drei Seiten umgibt.
- ◆ Aufgrund ihrer Eigenschaften und ihres Aussehens unterscheidet man grundsätzlich zwischen dem **Schicht-** und dem **Schildvulkan**:

| Schichtvulkan | Schildvulkan |
|---|--|
| explosiver Ausbruch | effusiver Ausbruch |
| gasreiche Lava hoher Druck graue, zähflüssige, kühlere Lava | sehr heiße, dünnflüssige, rotgefärbte Lava, die über weite Strecken fließen kann |
| Lava erstarrt an den Hängen und lagert sich dort ab. | Vulkan nimmt eine große Fläche ein. |
| Asche- und Lavaschichten im Wechsel | |
| Kegelform | flache, aufgewölbte Form |

- ◆ Auch innerhalb von Erdplatten existiert Vulkanismus, welcher durch punktförmige Magmaquellen entsteht (**Hot Spots**).

- Bewegt sich eine Erdplatte über einem *Hot Spot*, entstehen so in Jahrmillionen immer neue Inseln, deren Alter mit der Entfernung zu der vulkanisch aktivsten Insel zunimmt (*Beispiel*: Hawaii).
- Wenngleich vulkanische Aktivität eine gewisse Faszination auf den Menschen ausübt und touristische attraktiv sein können, zählen Vulkanausbrüche, Lavaströme und **pyroklastische Ströme** (Asche und Gesteinsbrocken), **Lahare** (Vulkanasche und Wasser) und durch Vulkane mit hohen Geschwindigkeiten herausgeschleuderte Gesteine zu gefährlichen Naturgefahren. Ebenso können Hänge eines Vulkans abrutschen (**Erdrutsch**).
- Ein Vulkanausbruch oder eine Eruption im Meer kann sogar **Tsunamis** auslösen, welche an Küstenregionen zu erheblichen Zerstörungen und Verlust an Menschenleben führen können.
- Die Reichweite von pyroklastischen Strömen, giftigen vulkanischen Gasen und Tsunamis übersteigt dabei Entfernungen von mehr als 10 000 Kilometern.
- Aktivitäten nach einer Serie von Eruptionen nennt man **postvulkanische Erscheinungen** (wie Geysir, Fumarole, Thermalquelle).



ANGEMESSENE FACHBEGRIFFE VERWENDEN

- Gerade beim Thema der Naturereignisse (wie Vulkanausbrüche oder Erdbeben) existieren diverse Begriffe, die teilweise synonym verwendet werden.
- **Naturereignisse** beispielsweise (z. B. ein Erdbeben), die Schäden verursachen können, werden als **Naturgefahr** bezeichnet.
- Häufig werden solche Ereignisse als **Naturkatastrophe** betitelt. Seien Sie gerade diesem Begriff gegenüber kritisch eingestellt, denn nicht das Ereignis selbst stellt die Katastrophe dar, sondern vielfach die Folgen, die durch menschliche Funktionen und Nutzungen entscheidend mitbestimmt sind (z. B. die Frage der Besiedlungsdichte in einem erdbebengefährdeten Raum).
- Arbeiten Sie mit dem Begriff der **Verwundbarkeit (Vulnerabilität)** eines Raumes. Dieser beinhaltet sowohl die Anfälligkeit eines Raumes für Naturgefahren (durch ihre Lage) als auch die Möglichkeit des Raumes, einer möglichen Gefahr zu begegnen (z. B. durch Notfallpläne, Vorhersagesysteme).

Erdbeben

Mehrmals pro Tag bebt die Erde irgendwo auf der Welt, meistens für den Menschen unbemerkt. **Seismografen** zeichnen die ruckartigen Erschütterungen auf, die je nach Stärke und Dauer des Bebens viele Menschenleben kosten und hohe Sachschäden verursachen können.

- ◆ Tektonische Erdbeben werden durch Plattenbewegungen ausgelöst, der Ursprung des Bebens wird als **Hypozentrum** bezeichnet.
- ◆ Der senkrecht darüber liegende Punkt auf der Erdoberfläche ist das **Epizentrum**.
- ◆ Vom Hypozentrum aus breiten sich **Erdbebenwellen** aus, sodass Erdbeben auch in großer Entfernung zu spüren sein können.
- ◆ Zu den Erdbeben gehören auch **Einsturzbeben**, bei welchem Hohlräume einstürzen können.
- ◆ Ebenso ist es möglich, dass der wirtschaftende Mensch Erdbeben auslöst (z. B. durch Bergbau).
- ◆ Die Energie eines Erdbebens verursacht unter Umständen Risse in Gebäuden und kann zum Einsturz ganzer Häuser führen, ebenso sind dicht besiedelte Räume häufig von Bränden betroffen, da durch Erdbeben Versorgungsleitungen (z. B. Gas- und Stromleitungen) zerstört werden.
- ◆ Das **Gefährdungspotenzial** bestimmter Räume ist durch die Lage an Plattenrändern besonders hoch.



BEISPIELE KENNEN

- ◆ Für eine mündliche Abiturprüfung sollten Sie Beispiele erdbebengefährdeter Regionen kennen.
- ◆ Wählen Sie hierzu anhand einer Karte der Naturgefahren Standorte aus, die besonders anfällig für Naturgefahren sind.
- ◆ Ein prominentes Beispiel ist die Stadt San Francisco (USA), die an der Grenze zweier Plattenränder liegt (San-Andreas-Verwerfung).
- ◆ Sollte dort ein schweres Erbeben auftreten, ist aufgrund der hohen Besiedlungsdichte, der wirtschaftlichen Aktivität und der Konzentration an Sachwerten eines insgesamt hohen Lebensstandards mit dem Verlust vieler Menschenleben und hohen Schäden zu rechnen.

- Zur Einordnung der Stärke eines Erdbebens stehen zwei Skalen zur Verfügung:

| Intensitätsskala | Magnitudenskala (Richterskala) |
|--|--|
| Einteilung der Intensität eines Bebens nach Beobachtungen und Wahrnehmung des Menschen | Einteilung der Intensität eines Bebens nach Energiefreisetzung |
| Unterteilung in 12 Klassen | Unterteilung in 10 Klassen; keine Begrenzung nach oben hin, wobei Stärken ab 9,5 fast unmöglich sind, da die Erdkruste nicht unendlich viel Energie speichern kann, die Spannungen werden vorher durch Erdbeben freigesetzt. |
| niedrigste Intensität 1: nicht wahrnehmbar, keine Folgen | niedrigste Intensität 1: sehr schwaches Erdbeben, in der Regel nicht spürbar |
| Hohe Intensität 6: Menschen spüren das Erdbeben, geringe Schäden, mögliche Risse an Häusern, Verrutschen von Gegenständen | logarithmischer Aufbau (Die Energiefreisetzung eines Bebens der Stärke 3,0 ist zehn Mal so hoch wie die eines Bebens der Stärke 2,0.) |
| Sehr hohe Intensität 12: Menschen spüren das Erdbeben deutlich, verbreitete Panik aufgrund des Einstürzens vieler Gebäude, schwere Schäden selbst an Gebäuden sehr guter Bausubstanz, massive Zerstörung der Infrastruktur, Veränderungen der Landschaft | Höchste Intensität (theoretisch) 10: sehr starkes Erdbeben, massive Folgen. Ein Erdbeben der Stärke 10 wurde noch nicht gemessen. |
| beruht auf subjektiver Wahrnehmung | Beruht auf Messergebnissen der Erdbebenaufzeichnung; der Seismograf dokumentiert den maximalen Ausschlag (Magnitude). |

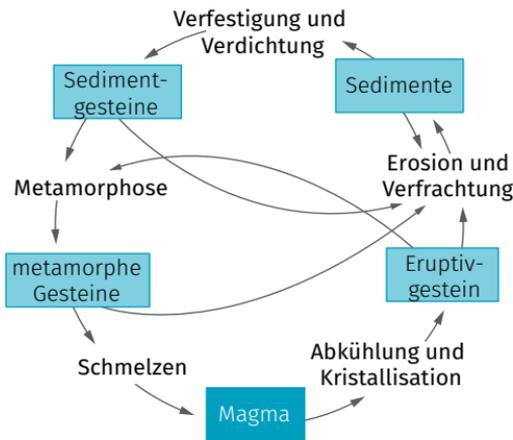
Gesteine

Plattenbewegungen sind als **endogener** Faktor mitverantwortlich für die Entstehung von Gesteinen ebenso wie Kräfte, die durch Verwitterung und Erosion (**exogene Faktoren**) entstehen.

- Man unterscheidet zwischen drei Gesteinsarten:

| | |
|---|--|
| 1 | magmatische Gesteine (Diese entstehen durch Magma, welches erstarrt und abkühlt.) |
| 2 | metamorphe Gesteine (Diese entstehen durch Umwandlung bestehender Strukturen durch sehr hohen Druck oder hohe Temperaturen.) |
| 3 | Sedimentgesteine (Diese entstehen durch Ablagerung und Transport bestehender kleiner Gesteinsteile an Land (terrestrische), am Meer (marine) oder an einem See (limnische Sedimente.) |

- Gesteine sind Teil des **Gesteinskreislaufs**, welcher Gesteine durch den Einfluss endogener und exogener Kräfte verändern und umwandeln kann.



GEOFAKTOREN

Checkliste

Überprüfen Sie Ihre Kenntnisse zu folgenden Bereichen:

- ➔ Schalenbau der Erde
- ➔ Theorie der Kontinentalverschiebung nach Wegener
- ➔ drei Typen der Plattengrenzen, Grundlagen der Plattentektonik
- ➔ Unterschiede zwischen Schicht- und Schildvulkan
- ➔ vulkanische Gefahren
- ➔ Begriffe Naturgefahr, Naturereignis, Naturkatastrophe, Vulnerabilität definieren
- ➔ Entstehung und Folgen von Erdbeben
- ➔ Unterscheidung von Magnituden- und Intensitätsskala
- ➔ Gesteinskreislauf