

# Modul 4: Erläuterungen für Lehrpersonen

## Einleitung

Die Plattentektonik ist das zentrale Paradigma der Geologie, in ihrer Wichtigkeit vergleichbar mit der Evolutionstheorie für die Life Sciences. Jahrhundertlang war die Entstehung von Kontinenten und Ozeanen einer der zentralen Streitpunkte der Naturforschung, die sich lange Zeit schwer tat, sich von biblischen Vorstellungen zu lösen. Ohne Plattentektonik wäre auch die moderne Vorstellung vom Bau der Alpen aus (im Wesentlichen) drei Kontinenten und zwei Ozeanen nicht denkbar.

## Vorgehen

Das Modul ist auf Beobachtungen aufgebaut und zeigt deren Konsequenzen für die Entwicklung der Theorie der Plattentektonik auf. Allerdings können Beobachtungen auf der Massstabsebene von ganzen Kontinenten und Ozeanen nicht wie im Fall der Sprache der Gesteine von den SuS selbst gemacht oder anhand von Abbildungen nachvollzogen werden. Selbst unter Geowissenschaftlern sind jene Personen selten, die Erdbebenwellen aus Subduktionszonen ausgewertet, Scheinbare Polwanderungen berechnet, magnetische Streifenmuster gemessen oder sogar zu Mittelozeanischen Rücken oder in Tiefseegräben hinab getaucht sind. Viele Erkenntnisse, welche die Theorie der Plattentektonik oder die modernen Vorstellungen von den Vorgängen im Erdmantel erst ermöglichten, beruhen auf komplexen Mess-, Rechen- und Modellierungsmethoden, die nur von Spezialist/innen verstanden werden.

Es bietet sich deshalb an, das Thema Plattentektonik aus wissenschaftshistorischer Sicht zu beleuchten und zu zeigen, wie sich die Forschung – meist eher zufällig und äusserst konfliktgeladen – Schritt für Schritt dem Verständnis der Plattenbewegungen annäherte. Auch wenn es heute nur noch wenige Zweifler an der Beständigkeit der Theorie der Plattentektonik gibt: dieser Prozess ist längst nicht abgeschlossen, zu viele Fragen sind noch offen oder bisher nicht befriedigend beantwortet.

Die Geschichte der Theorie der Plattentektonik lässt sich im Wesentlichen in vier grosse Abschnitte unterteilen:

**Vorgeschichte vom 16. Jh. bis Ende 19. Jh.:** Rein auf Beobachtungen basierend und mit einfachsten Messgeräten wurden Vermutungen zur Entstehung von Kontinenten und Ozeanen angestellt, die sich selten weit von den biblischen Vorstellungen der Sintflut weg bewegten.

**Alfred Wegener und seine Gegnerschaft:** Der Beginn des 20. Jh. war geprägt von Alfred Wegeners kühnen Ideen zur Kontinentaldrift und dem erbitterten Widerstand des geologischen „Establishments“ gegen diesen jungen, muti-

gen, disziplinenfremden „Unruhestifter“, der Jahrhunderte alte Gewissheiten ins Wanken brachte.

**1940er bis 1960er Jahre:** Während die Geologie noch immer blockiert war von zwar wissenschaftlich kaum begründbaren, dafür aber umso tiefer sitzenden Aversionen gegen Wegeners Idee der Kontinentaldrift, wurden von Ozeanografen und Rohstoffprospektoren, die kaum Berührungspunkte mit der „klassischen“ Geologie hatten, neue Entdeckungen gemacht. Die Existenz von Mittelozeanischen Rücken oder des Magnetischen Streifenmusters zwangen nun auch die geologische Forschung zum Umdenken, sodass sich nach und nach die Theorie der Plattentektonik entwickelte, die ab den späten 1960er Jahren schliesslich weitgehend akzeptiert wurde.

**Moderne Forschung:** Insbesondere die Erklärungen zum Antrieb der Plattentektonik waren in der Vergangenheit nicht befriedigend und es sind auch heute noch viele Fragen offen. Die moderne Forschung liefert hier weiterhin neue Erkenntnisse als Basis für Modelle.

Modul 4 fokussiert auf den 3. und 4. Abschnitt ab ca. 1940, da ein grosser Teil der Erkenntnisse zum Verständnis der modernen Plattentektonik in diese Zeit fallen. Die ersten beiden Abschnitte werden nur zusammenfassend behandelt. Da diese jedoch besonders spannend sind – sie bieten ein perfektes Lehrstück zu Kurven, Fallen und menschlichen Abgründen auf einem 500 Jahre dauernden Weg zu wissenschaftlicher Erkenntnis – ist ihnen eine ausführliche Ergänzung gewidmet, die sich fast wie ein Kriminalroman liest.

## Empfehlungen für den Unterricht

Modul 4 ist umfangreich. Steht dafür nicht genügend Zeit zur Verfügung, können die Lehrpersonen mittels der mitgelieferten Einzelabbildungen in projektionsfähiger Qualität nach Bedarf eigene Unterrichtseinheiten zusammenstellen. Modul 4 dient in diesem Fall als Informationsgrundlage für die Lehrpersonen.

### Ergänzungen zum Basistext

Falls genügend Zeit zur Verfügung steht, stellt die Ergänzung „*Von der Sintflut, der Kontraktion der Erde und von schwimmenden Kontinenten*“ eine interessante Möglichkeit dar, den SuS Wissenschaftsgeschichte zu vermitteln. Es ist z. B. vorstellbar, den Text als Grundlage zu einer Serie von selbst recherchierten Präsentationen zu wichtigen Persönlichkeiten und Ideen auf dem Weg zur Plattentektonik zu verwenden. Dabei kann auch die Alpengeologie (Modul 5) mit einbezogen werden, wo diverse berühmte Alpenforscher auf ihre Entdeckung warten.

Zu Modul 4 gibt es zahlreiche weitere Ergänzungen, die vor allem dazu dienen sollen, den Unterricht bei Bedarf über den Basistext hinaus anzureichern, die aber auch Ausgangspunkte bilden können für selbst recherchierte Präsentationen der SuS über das Thema Plattentektonik hinaus. Dabei gehen wir davon aus, dass Wissen umso besser verankert wird, je besser es vernetzt ist. Statt z. B. die Indischen und Sibirischen Flutbasalte beim Thema Vulkangesteine zu behandeln, wo sie ein Phänomen unter vielen wären, werden sie hier direkt mit Plattentektonik in Verbindung gebracht und darüber hinaus mit den grossen globalen Massenaussterben und der Impakttheorie vernetzt. Hier wären Rollenspiele oder ein von den SuS nachgestelltes Streitgespräch zwischen Vertreter/Innen verschiedener wissenschaftlicher Lehrmeinungen denkbar. Neue Ideen zur Subduktion atlantischer Kruste vor der Küste Portugals führen über das Erdbeben von Lissabon 1755 bis zu Voltaire und zur historischen Infragestellung des „Gütigen“ im göttlichen Plan. Hier sind z. B. interdisziplinäre Absprachen mit dem Französisch- oder Deutschunterricht denkbar. Die zunehmenden Begehrlichkeiten um Erzlagerstätten, die an Smokern an den Mittelozeanischen Rücken entstehen, und deren ökologische, ökonomische und rechtliche Implikationen, könnten ebenfalls als Basis für selbst recherchierte Schülerarbeiten dienen.

Die Ergänzungen sind zum Teil ergänzende Erläuterungen, zum Teil sprechen sie aber auch Themen an, die ihrer Komplexität halber nicht genauer erläutert werden und nur als „Phänomene“ präsentiert werden. Damit soll das Interesse der SuS für wenig Erforschtes geweckt werden und es soll gezeigt werden, dass die Erdwissenschaften noch viel Neuland für interessante Forschung bieten.

#### Ergänzendes Zusatzmaterial:

- Ergänzung 500 Jahre Geschichte der Plattentektonik: „Von der Sintflut, der Kontraktion der Erde und von schwimmenden Kontinenten“
- Ergänzung Slab Rollback am South Sandwich Arc: ein besonders beeindruckendes Beispiel
- Ergänzung Baikalsee: Entstehung des Baikalsees in einem Grabenbruch, der möglicherweise zur Abtrennung der Chinesischen Platte von der Eurasischen Platte führt
- Ergänzung Island: Vulkanismus in Island und im Speziellen Spalteneruptionen als Teil des Mittelatlantischen Rückens
- Ergänzung Rifting in Ostafrika: Phasen 1-3 des Riftings können direkt beobachtet werden
- Ergänzung Sandbox-Experimente zum Rifting
- Ergänzung Einfluss des Wassers auf das Aufschmelzen von ozeanischer Kruste und Erdmantel in Subduktionszonen
- Ergänzung Erdmagnetfeld und Polumkehr
- Ergänzung Flutbasalte und die Diskussion um die Auslöser der fünf globalen Massensterben (inkl. Zeitungsartikel)
- Ergänzung Smoker an mittelozeanischen Rücken: Ursprung des Lebens / wirtschaftliche Ausbeutung (inkl. Zeitungsartikel)
- Ergänzung Entstehung einer neuen Subduktionszone vor Portugal, Erdbeben von Lissabon 1755
- Ergänzung Pillow-Lava, ihre Entstehung und einige Beispiele
- Ergänzung Expansionstheorie und ihre Anhänger heute
- Ergänzung Definition Paradigma Deutsch

Mit einer Ausnahme sind alle Ergänzungen und Illustrationen im Querformat und damit besonders geeignet zur Projektion während des Unterrichts.

#### Experiment:

- Experiment Kristallisationswärme (eine der mutmasslichen Wärmequellen der Erde)

#### Filme:

- Eruption auf Heimaey 1973 in Island:  
<https://www.youtube.com/watch?v=ghl33n26d44>
- Animationen Plattentektonik, Vergangenheit und Zukunft (im Detail mit unterschiedlichen Abläufen) Von C. Scotese (sehr ästhetisch mit klassischer Musik):  
<https://www.youtube.com/watch?v=bzvOMee9D1o>  
<https://www.youtube.com/watch?v=UevnAq1MTVA>  
<https://www.youtube.com/watch?v=2lt3ETk2MGA>

Andere:

- <https://www.youtube.com/watch?v=6osGCGKD0zQ>  
<https://www.youtube.com/watch?v=UwWWutntnio>

- Entstehung Pillow Laven  
<https://www.youtube.com/watch?v=xsJn8izcKtg>  
[https://archive.org/details/pillow\\_lava\\_480](https://archive.org/details/pillow_lava_480)  
<https://www.youtube.com/watch?v=yjL7UjogUal>
- Smoker:  
<https://www.youtube.com/watch?v=UVzBjY8oLkk>  
<https://www.youtube.com/watch?v=rTR6gGDWcJk>
- Demonstration Entstehung Mantle Plume  
[https://www.youtube.com/watch?v=IHbh\\_GcTlyM](https://www.youtube.com/watch?v=IHbh_GcTlyM)
- Sandbox Experiment Rifting  
<https://www.youtube.com/watch?v=4atbjy4AgQg>

Es sind wenn möglich mehrere Quellen für ähnliche Videos angegeben.