

# Modul 5: Erläuterungen für Lehrpersonen

## Einleitung

Die Geologie der Alpen und der Gebirgsbau im Allgemeinen sind zentrale Themen der geologischen Forschung und haben in der Schweiz eine sehr lange Tradition (Heim, Escher, Studer, Argand etc.). Gebirgsbildung ist etwas vom Komplexesten, was die Geologie zu bieten hat. Das Verständnis der Alpen oder allgemein das Verständnis gebirgsbildender Prozesse basiert auf einer Fülle von Beobachtungen, Interpretationen und Ideen – oft auch ziemlich kühnen – die im Fall der Alpen seit mehr als 150 Jahren zusammengetragen, revidiert, verworfen, uminterpretiert und auch immer wieder aktuellen Vorstellungen von plattentektonischen Prozessen angepasst wurden und immer noch werden.

Dies ist ein fließender Prozess, der in den letzten 40 Jahren enorme Fortschritte gemacht hat, nicht zuletzt dank revolutionärer Entwicklungen der Laboranalytik, die es heute z. B. erlaubt, Druck- und Temperaturbedingungen während der Gebirgsbildung sehr genau zu bestimmen und viele Gesteine absolut zu datieren (Modul 3). Auch Seismologie und Seismik ermöglichen mit der Seismischen Tomografie ganz neue 3D-Einblicke in die Tiefen des Erdmantels, sodass die gebirgsbildenden Prozesse nicht mehr nur in Dimensionen der Vorgänge in der Kruste verstanden werden, sondern in Dimensionen der ganzen Lithosphäre.

Leider verschliesst sich die Mehrheit der gängigen Lehrbücher für die Stufen Sek 1 und Sek 2 diesem Fortschritt und hält an Darstellungen fest, die meist über 30 Jahre alt sind. Mit einer Abfolge von Profilen, die bis zur Unkenntlichkeit vereinfacht sind, wird man dieser Thematik heute nicht mehr gerecht – vergleichbar mit einem Biologieunterricht, der zwar die Evolution thematisiert, die Genetik, die dahinter steckt aber weglässt. Noch problematischer: Viele gängige Lehrmittel verbreiten auch falsche Vorstellungen zur Entstehung von Gebirgen, die sich fatalerweise oft bereits in der Stufe Sek 1 in den Köpfen der SuS festsetzen und später kaum mehr korrigiert werden können. So hält sich in den Lehrbüchern z. B. hartnäckig die Vorstellung, die Konvergenz zwischen Platten mit kontinentaler Lithosphäre führe zwar zur Entstehung von Gebirgen, aber zu keinerlei Subduktion. Dies obwohl seit den 1980-er Jahren bekannt ist, dass Hochdruckgesteine aus den Alpen in Tiefen von bis zu 150 km entstanden sind. Einige Beispiele besonders problematischer Darstellungen befinden sich am Ende dieser Einführung.

## Ziele

Zentrales Ziel ist es, dass die SuS Entstehung und Aufbau der Alpen aus mehreren Kontinentalplatten und Ozeanen als Teil des ganzen Alpidischen Gebirgsgürtels und im Spe-

ziellen als Teil des Mittelmeerraumes intuitiv erfassen. Die SuS sollen aber auch das notwendige Instrumentarium erhalten, eine tektonische Karte der Alpen lesen zu können. Dafür sollen sie die Grundbegriffe des Alpenbaus korrekt anwenden können.

## Vorgehen

Beobachtungen, also die „Sprache der Gesteine“ an den Beginn von Erläuterungen zur Alpengeologie zu stellen, würde den Rahmen dieses Lehrmittels sprengen, so wünschenswert dies auch wäre. Einerseits müssten zu viele Beobachtungen miteinander verknüpft werden, um ein schlüssiges Bild zu generieren, andererseits ist auch das Hintergrundwissen der SuS zur Sprache der Gesteine zu eng begrenzt für diesen Ansatz. Allenfalls könnte ein solcher Ansatz für eine Alpenexkursion gewählt werden (siehe Exkursionen).

Wir stellen deshalb zunächst rein theoretisch die räumliche Entstehung der Alpen mittels einer Serie paläogeografischer Karten des Mittelmeerraumes und mit einer Serie von Profilen durch die Westalpen ins Zentrum. Darum herum sind spezifische Beobachtungen und Gesteine gruppiert, welche die Theorie untermauern.

Ein spezielles Kapitel ist der Metamorphose gewidmet, denn über metamorphe Gesteine lassen sich die Druck- und Temperaturbedingungen während einer Orogenese abschätzen. Damit wird auch ein Bogen gespannt zurück zur Sprache der Gesteine in Modul 1.

Modul 5 kommt mit wenig Fliesstext aus. Ein grosser Teil der Informationen befindet sich in den Abbildungen und in den Erläuterungen zu den Abbildungen. Diese sind so weit als möglich selbsterklärend, benötigen aber situativ zusätzliche Erläuterungen durch die Lehrperson.

Wo immer möglich und sinnvoll wurde die Farbgebung der Abbildungen (Alpenprofile, tektonische Karte) einheitlich gestaltet, sodass sich die Abbildungen leicht miteinander vergleichen lassen.

## Informationsdichte darf nicht abschrecken

Die Fülle an Informationen in diesem Modul mag auf den ersten Blick abschreckend wirken. Das muss und darf sie aber nicht. Die verwendeten Begriffe dienen vor allem dazu, das Geschehen zu verstehen und sollen die SuS nicht belasten. Es geht nicht darum, Begriffe auswendig zu lernen, es geht vielmehr darum, sich der modernen Sichtweise vom Bau der Alpen und generell der komplexen Entstehung der Gebirge im Mittelmeerraum anzunähern.

## Veraltet und trotzdem verwendet

Die lange Forschungstradition in den Alpen ist einerseits der Grund, weshalb die Alpen heute so gut bekannt sind, sie ist aber auch verantwortlich für eine schwer überschaubare Anzahl von Begriffen zur Benennung tektonischer Einheiten, die zu Zeiten entstanden, als deren Bedeutung im Gebirgsbau noch nicht erkannt worden war.

Da Wissenschaft ein fließender Prozess ist, mit vielen Köchen und ohne Copyright auf Begriffen oder gar einem Ablaufdatum für überholte Begriffe, lässt es sich nicht vermeiden, dass Begriffe weiter verwendet werden, obwohl sie eigentlich nicht mehr sinnvoll sind. Das hat auch damit zu tun, dass Publikationen älteren Datums nach wie vor verstanden werden müssen. So werden Begriffe wie *Helvetikum*, *Penninikum*, *Ostalpin* und *Südalpin* in der Alpenliteratur und auf neuesten Karten immer noch verwendet, obwohl man sie längst durch viel einfacher nachvollziehbare Herkunftsbegriffe wie *Eurasische Platte*, *Piemont-Ozean* oder *Adriatische Platte* ersetzen könnte.

In Modul 5 wird hauptsächlich mit den modernen Herkunftsbegriffen gearbeitet. Die traditionellen Bezeichnungen für die tektonischen Einheiten müssen aber trotzdem auch eingeführt werden, sonst können z. B. tektonische Karten aus dem Alpenraum nicht gelesen werden.

Es soll jedoch nochmals betont werden: Es ist auf keinen Fall das Ziel dieses Moduls, die SuS mit tektonischen Begriffen zu überschwemmen. Wichtig ist, dass die Begriffe im Kontext verstanden werden. Der Umgang mit den Begriffen soll im Rahmen der individuellen Ziele jeder Fachschaft gehandhabt werden. Sollen die SuS lediglich verstehen, wie die Alpen entstanden sind, ist es nicht notwendig darauf zu bestehen, tektonische Begriffe zu lernen. Sollen die SuS jedoch darüber hinaus fähig sein, später selbstständig tektonische Karten der Alpen zu verstehen, ist es unumgänglich, sie einen Teil der Begriffe lernen zu lassen.

### Ergänzendes Zusatzmaterial:

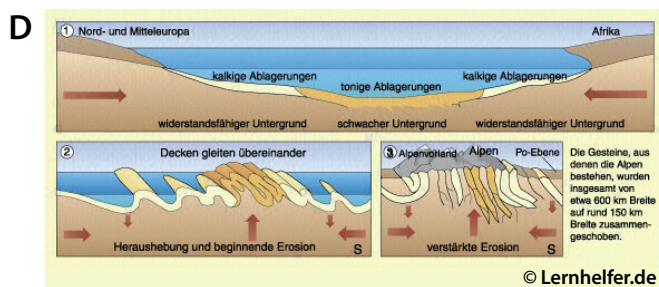
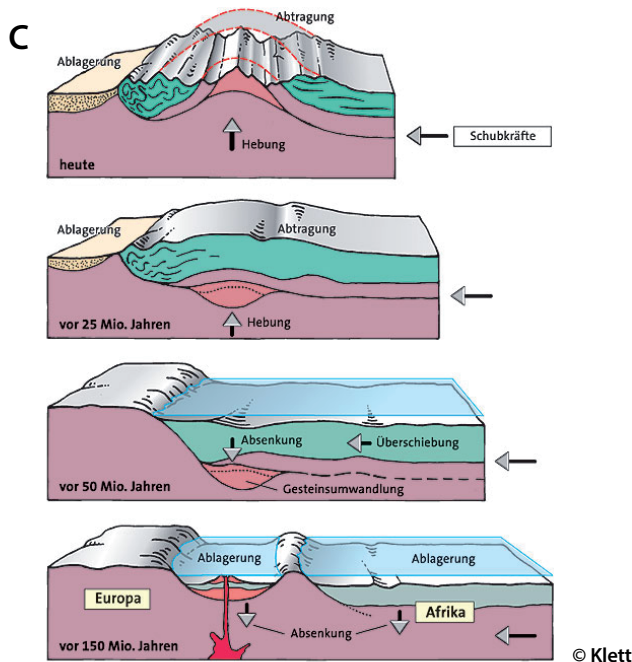
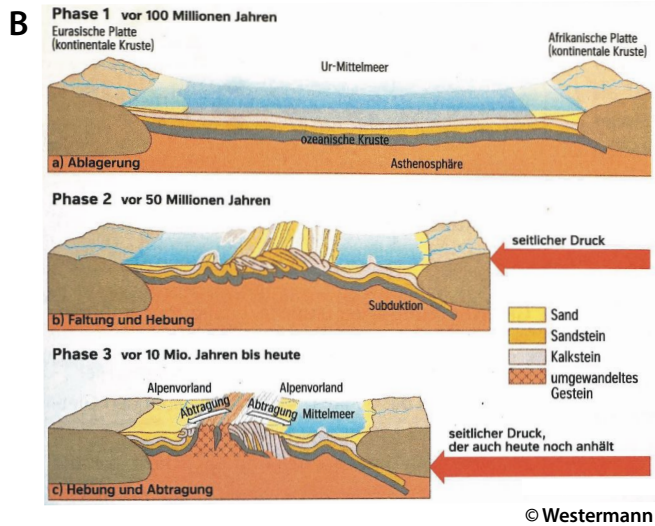
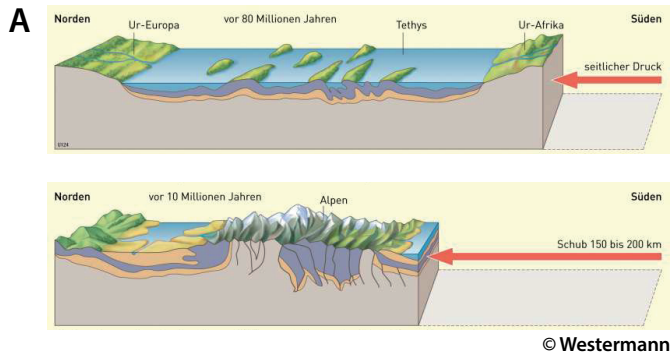
- Ergänzung Entdeckung des Deckenbaus
- Ergänzung Bildung und Erkennen von Decken
- Ergänzung Experimente Deckenbildung
- Ergänzung Flysch
- Ergänzung Molasse
- Ergänzung Permokarbontröge
- Ergänzung Seismische Tomografie der Alpen
- Ergänzung Geologisch oder tektonisch?
- Ergänzung Tektonische Entwicklung des Mittelmeerraums
- Ergänzung Vereisung der Alpen
- Ergänzung Tektonische Karte + Profile

### Filme:

- **Experiment Turbidit:**  
<https://www.youtube.com/watch?v=8gYJJxY8g0>
- **Auswahl Videos Sandbox-Experimente zur Gebirgsbildung:**  
<https://www.youtube.com/watch?v=YtSkShrAQv0>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Ly78AxI9gaE>  
[https://www.youtube.com/watch?v=Uk5V\\_WVEuUI](https://www.youtube.com/watch?v=Uk5V_WVEuUI)  
<https://www.youtube.com/watch?v=vHOSZEaAmj4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=KvYLuOdf4AY>  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_KTlBRLGvEQ](https://www.youtube.com/watch?v=_KTlBRLGvEQ)  
<https://geomodelsvt.wordpress.com/2016/04/26/first-blog-post/>
- **Vergletscherung Alpen, Rückzug/Vorstoss:**  
<https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2018/11/eiszeitensimulation-macht-gletscherausdehnung-sichtbar.htm>

### Experiment Gradierte Schichtung (Flysch):

Kies, Sand, Ton (vom Feldweg, Flussufer etc.) in eine zylindrische 1.5 Liter-Petflasche füllen (ca. 5-7 cm hoch), mit Wasser auffüllen, gut schütteln und hinstellen. Kies und Sand werden sofort sedimentiert, der feinste Ton braucht Stunden bis Tage.



**Abb. A-C:** Diese Darstellungen zur Entstehung der Alpen aus aktuellen Geografielehrbüchern sind nicht einfach nur in einigen Punkten falsch, sie sind von der Konzeption her völlig falsch und entbehren jeglicher wissenschaftlicher Grundlage.

**Abb. D:** Falsche Darstellungen finden sich zusätzlich auch auf unabhängigen Lernplattformen im Internet.