

Dynamische Erde I

Übung 10

Plattentektonik und Materialeigenschaften von Gesteinen

Andreas Fichtner (andreas.fichtner@erdw.ethz.ch)

Lion Krischer (lion.krischer@erdw.ethz.ch)

Lernziele:

- ⇒ Die Studierenden wiederholen den Aufbau der Erde.
 - ⇒ Die Studierenden lernen zwei wichtige Materialeigenschaften kennen und wie diese Parameter mit seismischen Ausbreitungsgeschwindigkeiten und dem Inneren der Erde zusammenhängen.
-

Die Geophysik ist eine erdwissenschaftliche Disziplin, die Prinzipien und Methoden der Physik anwendet um die feste Erde (die Ozeane, die Atmosphäre, ... sind streng genommen ausgenommen obwohl es natürlich Überlappungen gibt) zu studieren.



Übung 10.1: Plattentektonik

Die folgenden Aufgaben sollen ein Gefühl für einfache plattentektonische Zusammenhänge liefern. Es geht nicht um den exakten Wortlaut, sondern darum sich einmal Gedanken darüber zu machen, was das Ganze überhaupt bedeutet.

- (a) Definieren Sie, in Ihren eigenen Worten, was eine tektonische Platte ist.
- (b) Die tektonischen Platten bilden zusammen die oberste Schicht der festen Erde. Wie heißt diese Schicht?
- (c) Was für Arten von Plattengrenzen gibt es?
- (d) Welche Kräfte treiben die Plattentektonik an?
- (e) Weshalb können Platten auf dem Mantel "schwimmen"?

Übung 10.2: Kompressionsmodul

In der Vorlesung wurde das **Kompressionsmodul K** als eine physikalische Eigenschaft/Größe eines Materials vorgestellt. Es gibt an welche **Änderung in hydrostatischem (allseitigem) Druck p** nötig ist um eine bestimmte Volumenänderung herbeizuführen. Je nach Material ist dies unterschiedlich. Diese Änderung in Volumen pro Einheitsvolumen wird oft mit $\Delta V/V$ beschrieben. Spannung, Druck, und Kompressionsmodul haben als Einheit Druck pro Fläche (Pascal (Pa) bzw. Newton pro Quadratmeter (N/m^2)).

$$\sigma = -p, \quad \sigma = K \frac{\Delta V}{V}$$

Nehmen Sie folgende Werte als Kompressionsmodul für eine Reihe von Materialien an ($1 Pa = 1 N/m^2$):

- Luft: 100 kPa
- Wasser: 2.2 GPa
- Granit: 50 GPa

- (a) Für jedes dieser Materialien: Nehmen Sie an, dass Sie ein bestimmtes Volumen dieses Materials bei mittlerem Luftdruck auf Meereshöhe (101325 Pa) haben. Wieviel Druck ist nötig um das Volumen um 1% zu verkleinern?
- (b) In welchen Tiefen (in Luft, Wasser, oder in der Erde/Granit) würde man diese Drücke finden?

Übung 10.3: Elastische Module und ihr Zusammenhang zur Struktur der Erde

Die folgende Tabelle beinhaltet die Dichten und die seismischen P- und S-Wellengeschwindigkeiten für verschiedene Tiefen in der Erde:

Tiefe (km)	ρ (1000 kg m ⁻³)	α (km s ⁻¹)	β (km s ⁻¹)
100	3.38	8.05	4.45
1000	4.58	11.46	6.38
4000	11.32	9.51	0
6371	13.09	11.26	3.67

- (a) Berechnen Sie aus diesen Werten das Schubmodul (μ) und das Kompressionsmodul (K) für jede Tiefe.

Seien Sie vorsichtig mit den Einheiten. Die folgenden Informationen sind hilfreich:

α ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit von seismischen Primärwellen (P-Wellen), wohingegen β die Ausbreitungsgeschwindigkeit von seismischen Sekundärwellen (S-Wellen) ist. Diese Geschwindigkeiten können aus dem Kompressionsmodul K , dem Schermodul μ , and der Dichte ρ mit Hilfe folgender Umrechnungsformeln berechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{i. } \alpha &= \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \\ \text{ii. } \beta &= \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \end{aligned}$$

- (b) Beschreiben Sie, in Ihren eigenen Worten, was Ihnen diese Werte über die grobe Struktur der Erde sagen können.