

# 3. Übung zur Einführung in die Geophysik II

## Thema: Erdbeben, Ausbreitung von Erdbebenwellen und Eigenschwingungen

Übungsblatt online: Di. 13.06.23, 16:00 Uhr,  
Besprechung des Übungsblattes: Mo. 19.06.23, 11:30-13:00, HS B

### **Aufgabe 1:** Herdflächenlösungen

Skizzieren Sie die Herdflächenlösung für die drei wichtigsten Arten von Plattengrenzen. Beschreiben Sie ihre Bedeutung in Bezug auf plattentektonische Bewegungen.

### **Aufgabe 2:** Herdzeit und Epizentraldistanz

Die P-Welle eines Erdbebens erreicht eine Seismometerstation um 10:20 Uhr vormittags und die S-Welle die gleiche Station um 10:25 Uhr. Nehmen Sie an, dass sich die P-Welle mit 5 km/s ausbreitet und die Poissonzahl 0,25 beträgt. Bestimmen Sie die Herdzeit des Erdbebens und die Epizentraldistanz zur Station in Grad.

Hinweis: Die Poissonzahl in Abhängigkeit der seismischen Geschwindigkeiten ist wie folgt gegeben:  $\nu = (v_p^2 - 2 v_s^2) / (2 (v_p^2 - v_s^2))$ . Außerdem können Sie annehmen, dass das Verhältnis von  $v_p$  zu  $v_s$  konstant ist (Wadati - Diagramm).

### **Aufgabe 3:** Laufzeitkurve der PcP-Phase für ein einfaches Erdmodell

Nehmen Sie an, die Erde bestünde nur aus einem homogenen Mantel und einem homogenen Kern. Der Radius des Kernes betrage die Hälfte des Erdradius. Leiten Sie eine Formel für die Laufzeitkurve der Ankunftszeit  $t$  der PcP-Phase in Abhängigkeit der Epizentraldistanz  $\Delta$  her. Skizzieren Sie die Laufzeitkurve  $t(\Delta)$ . Was ist die größtmögliche Epizentraldistanz?

Hinweis: Die PcP-Phase beschreibt eine P-Welle, die vom Erdbeben aus (näherungsweise Erdoberfläche) durch den Mantel propagiert, an der Kern-Mantel-Grenze reflektiert und schließlich an der Erdoberfläche registriert wird. Die P-Wellen-Geschwindigkeit im Mantel beträgt 10 km/s. Des Weiteren ist der Kosinussatz gegeben:  $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(\alpha)$ .

#### Aufgabe 4: Eigenschwingungen von Musikinstrumenten

- a) Bestimmen Sie die Zugkraft einer Gitarrensaite, die nötig ist um den Kammerton a' (440 Hz) zu erzeugen. Die Gitarrensaite bestehe aus Nylon ( $\mu_{\text{Saite}} = 0,33 \text{ g/m}$ ) und habe eine Länge von 60 cm. Wie schwer müsste ein Gegenstand sein, den man an einen Nylonfaden hängt, um die gleiche Zugkraft im Faden zu erzeugen?

Hinweis: Die Phasengeschwindigkeit der Transversalwelle auf einer Gitarrensaite ist wie folgt gegeben:  $v_{\text{ph}} = \sqrt{F/\mu}$ . Dabei ist F die Zugkraft der Saite und  $\mu$  die Masse pro Längeneinheit.

- b) Bestimmen Sie die Länge einer halboffenen Orgelpfeife, die nötig ist um den Kammerton a' zu erzeugen. Gehen Sie dabei von Raumtemperatur und Normaldruck aus. Wie lang muss die Orgelpfeife sein, wenn sie mit Helium gefüllt ist?
- c) Wieso hört sich der Kammerton a' für eine Gitarre und eine Orgel unterschiedlich an?

#### Aufgabe 5: Phasengeschwindigkeit von zu Eigenschwingungsmoden gehörigen Rayleigh-Wellen

Berechnen Sie mit Hilfe der in der Tabelle angegebenen Eigenfrequenzen der sphäroidalen Fundamentalmoden  ${}_0S_{12}$  und  ${}_0S_{23}$  die Phasengeschwindigkeit der zugehörigen Rayleigh-Wellen. Wie lange benötigen die beiden Phasen jeweils, um die Erde einmal zu umrunden?

Mode	Frequenz $f$ in mHz	Unsicherheit ( $10^{-4}$ )	$Q$	Unsicherheit in %
${}_0S_{12}$	1,99887	1,50	352	4
${}_0S_{23}$	3,17065	0,30	259	2

Tabelle aus "Christoph Clauser (2016): *Einführung in die Geophysik*".

Hinweis: Zur Lösung dieser Aufgabe benötigen Sie die Jeanssche Formel, die Sie in der Vorlesung kennengelernt haben.