

# Angewandte Geophysik I

## Übungsblatt 4

### Aufgabe 1 (*Seismische Wellen*)

Beschreiben Sie die 4 wichtigsten seismischen Wellentypen und geben Sie deren Polarisationsrichtung an. Warum nimmt die Amplitude der Raumwellen mit der Distanz schneller ab als die der Oberflächenwellen? Welche(r) Wellentyp(en) sind in der Explorationsseismik wohl am wichtigsten und warum?

### Aufgabe 2 (*Porosität*)

Ein Gestein mit P-Wellengeschwindigkeit  $4,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  und Poissonverhältnis 0,28 in einem Reservoir hat eine Porosität von 30% und ist mit Öl ( $v_f = 1,3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ) gefüllt. Wie ändert sich die Geschwindigkeit im Vergleich zum Ausgangsgestein? Die Geschwindigkeit des porösen Gesteins  $v_b$  berechnet sich aus der ursprünglichen Geschwindigkeit  $v_m$  der Gesteinsmatrix und der Porosität  $\Phi$  wie folgt:

$$\frac{1}{v_b} = \frac{\Phi}{v_f} + \frac{1 - \Phi}{v_m}$$

### Aufgabe 3 (*Wellenlänge, Streuung*)

Eine dünne, Öl führende Schicht, in einem Reservoir ist 6 m dick. Die Streutheorie sagt, dass maximale Effekte zu erwarten sind, wenn die Wellenlänge in etwa der Ausdehnung der zu untersuchenden Heterogenität entspricht.

Mit welcher Frequenz sollten sie die Schicht „beschallen“, wenn die P-Wellengeschwindigkeit in der Schicht  $2,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  beträgt? Zur Erinnerung:  $c = \lambda/T = \lambda \cdot f$ .

### Aufgabe 4 (*Dämpfung*)

Der Wert  $Q$  beschreibt die Dämpfung seismischer Wellen. Die Amplitude  $A(x)$  einer Welle nimmt mit dem Laufweg  $x$ , der Kreisfrequenz  $\omega$  und der Wellengeschwindigkeit  $c$  gemäß folgender Beziehung ab:

$$A(x) = A_0 e^{\frac{-\omega x}{2cQ}} \quad (1)$$

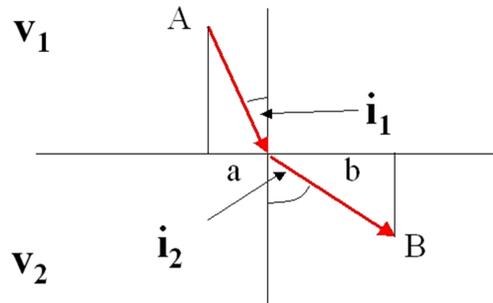
Berechnen Sie das Verhältnis  $A/A_0$  für die Distanzen 10 km, 1000 km für die  $Q$  Werte 10, 100, 1000, für die Frequenzen 0,1 Hz, 1 Hz, 10 Hz. Die Wellengeschwindigkeit ist  $8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ . Welche Konsequenzen hat die Formel für ein durch die Erde propagierendes breitbandiges Wellensignal?

### Aufgabe 5 (*Reflexionsseismik*)

Leiten Sie die Ankunftszeit seismischer P-Wellen für Reflexionen an einer Schichtgrenze der Tiefe  $d$  mit Geschwindigkeit  $v$  als Funktion des Abstands  $x$  des Seismometers von der Quelle her. Quelle und Empfänger sind an der Oberfläche. Machen Sie zuerst eine Skizze!

Aufgabe 6 (*Snelliussches Brechungsgesetz, Strahlen*)

Das Fermatsche Prinzip sagt, dass die Laufzeit eines Strahls von einem Punkt A oberhalb einer Schichtgrenze zu einem Punkt B unterhalb der Schichtgrenze minimal sein muss. Leiten Sie die Laufzeit eines beliebigen Strahls mit Brechung an der Schichtgrenze her und minimieren sie diese Laufzeit. Unter welchen Bedingungen ist diese Laufzeit minimal?



Aufgabe 7 (*Reflexion und Refraktion*)

An einer Schichtgrenze treffen Gesteine mit folgenden seismischen Geschwindigkeiten und Dichten aufeinander:

Name	$v_P$	$v_S$	$\rho$
Gestein 1 (Sandstein):	$3,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$2,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Gestein 2 (Basalt):	$5,8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$3,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$2750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Eine im Winkel von  $30^\circ$  einfallende P-Welle wird an der Grenze als P-Welle und als S-Welle reflektiert, sowie als P-Welle und als S-Welle in das Gestein 2 gebrochen. Berechnen Sie die Winkel ( $\alpha_{P'}, \alpha_{P''}, \alpha_{S'}, \alpha_{S''}$ ), unter denen die vier so entstehenden Wellen auslaufen und machen Sie eine Skizze.

