

**Grundgleichung der Wellenlehre**

1. Eine Seilwelle besitzt eine Wellenlänge von 2.5 m und eine Periode von 1.2 s. Wie gross ist ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit?
2. In welchem Bereich liegen die Wellenlängen von Schallwellen (Hörbereich 16 Hz bis 20 kHz)
  - a) in Luft?
  - b) in Wasser?
3. Bei dem verheerenden Erdbeben in Christchurch in Neuseeland am 22. Februar 2011 war der Erdbebenherd ca. 10 km entfernt.
  - a) Wie lange dauerte es, bis die schnellen Primärwellen ( $c = 6.0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ) Christchurch erreichten?
  - b) Nach welcher Zeit erreichten die zerstörerischen Oberflächenwellen ( $c = 3.5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ) Christchurch?
4. Am 11. März 2011 wurde die Küste Japans von einem zerstörerischen Tsunami heimgesucht. Im tiefen Wasser erreicht eine solche Riesenwelle Geschwindigkeiten von bis zu  $800 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Die Bewohner von Sendai wurden sofort gewarnt hatten ca. zehn Minuten Zeit, um sich in Sicherheit zu bringen.  
In welcher Entfernung lag der Auslöser der Welle, der sich im Pazifik unter Wasser befand?

**Wellengleichung für harmonische Wellen**

5. Eine harmonische Welle wird durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$y(x, t) = 0.20 \text{ m} \cdot \sin \left[ 100 \text{ s}^{-1} \left( t - \frac{x}{5.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \right) \right]$$

- a) Wie gross sind die Kreisfrequenz, Frequenz, Periode, Amplitude, Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Wellenlänge?
  - b) Wie lautet die Gleichung für die Schwingung des Teilchens am Ort  $x = 0$ ? (Hinweis: Setzen Sie in der obigen Funktion  $y(x, t)$  überall für  $x = 0$  ein.)
  - c) Zeichnen Sie das Zeit-Weg-Diagramm für die Schwingung des Teilchens am Ort  $x = 0$ .
  - d) Wie lautet die Gleichung für die Form der Welle zur Zeit  $t = 0$ ? (Gleiches Vorgehen wie in b)
  - e) Zeichnen Sie die Form der Welle zur Zeit  $t = 0$ . ( $y$  als Funktion von  $x$ )
  - f) Zu welchen Zeiten wird das Teilchen bei  $x = 0$  maximal positiv ausgelenkt?
  - g) Wo befinden sich zur Zeit  $t = 0$  die maximal positiv ausgelenkten Punkte?
  - h) Wie gross ist die Auslenkung des Teilchens am Ort  $x = 1.0 \text{ m}$  zur Zeit  $t = 2.0 \text{ s}$ ?
6. Eine Stimmgabel der Frequenz  $f = 440 \text{ Hz}$  schwingt harmonisch in Luft mit einer Amplitude von 2.00 mm. Dadurch wird eine harmonische Schallwelle erzeugt.
    - a) Wie gross ist die Wellenlänge  $\lambda$ ?
    - b) Wie lautet die Wellengleichung für diese Welle?
    - c) Wie gross ist die Auslenkung eines Luftteilchens an der Stelle  $x = 68.4 \text{ cm}$  zur Zeit  $t = 2.27 \text{ ms}$ ? (*Annahme*: die Schallwelle breitet sich in nur einer Dimension aus, z.B. in einem Rohr, d.h. die Amplitude nimmt nicht ab bei zunehmender Entfernung.)

7. Eine harmonische Welle hat die Amplitude 5.39 cm, die Wellenlänge 17.8 cm und breitet sich mit  $26.7 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  aus.  
An welcher Stelle beträgt nach 0.24 s die Auslenkung 1.90 cm?
8. Zur Zeit  $t = 8.00 \text{ ms}$  und am Ort  $x = 8.0 \text{ m}$  ist die Auslenkung einer harmonischen Schallwelle, die sich in einem Bleistab ausbreitet, ein viertel so gross wie ihre Amplitude.  
Wie gross ist die Wellenlänge?

#### Schallgeschwindigkeiten:

$$c_{\text{Luft}} = 344 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c_{\text{Wasser}} = 1'480 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c_{\text{Blei}} = 1'250 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

---

#### Lösungen:

1.  $2.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
2. a) 21.5 m bis 17.2 mm                      b) 92.5 m bis 74 mm
3. a) 1.7 s    b) 2.9 s
4. 130 km
5. a)  $\omega = 100 \text{ s}^{-1}$ ,  $f = 15.9 \text{ Hz}$ ,  $T = 0.06 \text{ s}$ ,  $\hat{y} = 0.20 \text{ m}$ ,  $c = 5.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $\lambda = 30 \text{ cm}$   
 b)  $y(x=0, t) = 0.20 \text{ m} \cdot \sin(100 \text{ s}^{-1} \cdot t)$   
 d)  $y(x, t=0) = 0.20 \text{ m} \cdot \sin(-20 \text{ m}^{-1} \cdot x)$   
 f)  $t = 0.015 \text{ s}$ ,  $0.075 \text{ s}$ ,  $0.135 \text{ s}$ , etc. (alle  $0.06 \text{ s}$ )  
 g)  $x = 0.225 \text{ m}$ ,  $x = 0.525 \text{ m}$ ,  $x = 0.825 \text{ m}$ , etc. (alle  $0.300 \text{ m}$ )  
 h)  $-0.16 \text{ m}$
6. a) 78 cm  
 b)  $y(x, t) = 2.00 \text{ mm} \cdot \sin[2764.6 \text{ s}^{-1} \cdot (t - \frac{x}{344 \text{ m/s}})]$   
 c) 1.40 mm
7. 5.4 cm
8. 50 m