

## Aufgaben zu Wellen

1. In einer Wellenwanne werden mit einer Schiene als Erreger geradlinige Wellenfronten der Frequenz 25 Hz erzeugt. Befindet sich Wasser in der Wellenwanne, werden für 10 Wellenlängen 39 cm gemessen. Bei Alkohol werden für 10 Wellenlängen 30 cm gemessen. Bestimmen Sie die Wellengeschwindigkeit in den beiden Flüssigkeiten.
2. In x-Richtung breitet sich eine Seilwelle der Frequenz 0,8 Hz, der Amplitude 12 cm und der Wellengeschwindigkeit 2 m/s aus. Die Welle startet zum Zeitpunkt  $t = 0$  an einem Seilende ( $x = 0$ ).
  - a) Wann beginnt das Seilteilchen bei  $x = 2$  m zu schwingen?
  - b) Welche Auslenkung hat das Seilteilchen bei  $x = 1$  m nach 3 s?
3. Eine Welle schreitet mit einer Geschwindigkeit von  $2,5 \text{ ms}^{-1}$  längs der x-Achse eines Koordinatensystems fort. Der Erreger schwingt harmonisch mit der Frequenz 50 Hz und der Amplitude 2 cm.
  - a) Zeichnen Sie die Welle zu der Zeit 0,05 s.
  - b) Zeichnen Sie das y-t-Diagramm der Schwingung des Teilchens in 3,75 cm Abstand vom Erreger.
  - c) Welcher grundlegende Unterschied besteht zwischen den Kurven in a) und b)?

## Lösungen

1.

Wellengeschwindigkeit in Wasser

0.98m/s

Wellengeschwindigkeit in Alkohol

0.75m/s

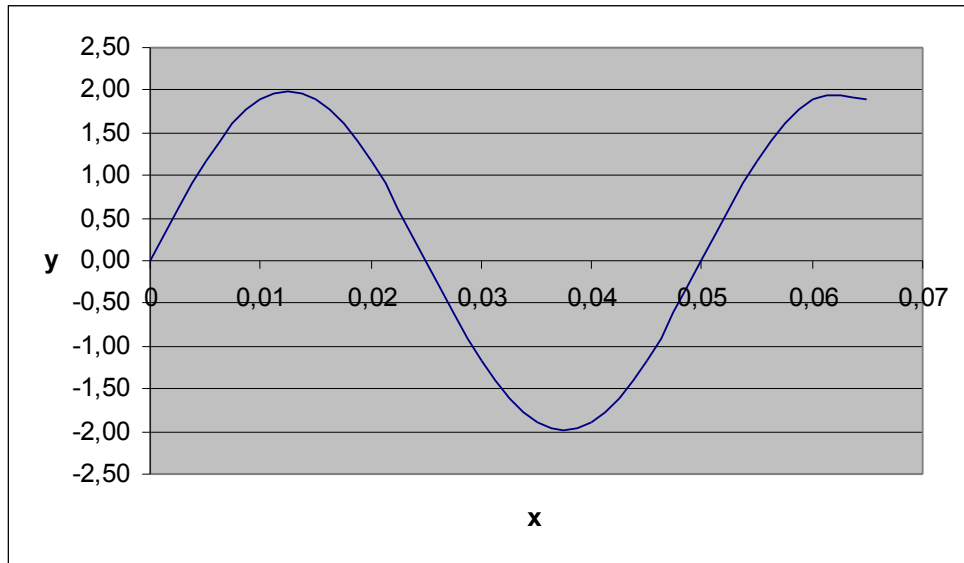
**2.**

geg.:	$f = 0,8 \text{ Hz}$ $\hat{y} = 12 \text{ cm}$ $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $t_0 = 0$ $x_0 = 0$ $x_1 = 2 \text{ m}$	ges.:	$t_1$ $y$
Lösung:	<p>a) Die Welle breitet sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit aus:</p> $v = \frac{s}{t}$ $t = \frac{s}{v}$ $t = \frac{2 \text{ m}}{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$ $t = 1 \text{ s}$ <p>b) Nach welcher Zeit erreicht die Welle das Teilchen in 1 m Abstand vom Erregerzentrum? Mit der Gleichung aus a) erhält man 0,5 s. Damit schwingt das Teilchen ab diesem Zeitpunkt noch 2,5 s. Mit der Schwingungsgleichung kann man die Elongation berechnen:</p> $y = \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ $y = \hat{y} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ $y = 12 \text{ cm} \cdot \sin(2\pi \cdot 0,8 \text{ Hz} \cdot 2,5 \text{ s})$ $y = 12 \text{ cm} \cdot \sin(4\pi)$ $y = 0 \text{ cm}$ <p>Das Teilchen befindet sich nach 2,5 s wieder am Ruhepunkt. Bei der Berechnung ist zu beachten, dass im Bogenmaß gerechnet wird. Ansonsten ist für Pi 180° einzusetzen.</p>		
Antwort:	<p>a) Das Teilchen in 2 m Entfernung beginnt nach 1 s zu schwingen.  b) Es befindet sich nach 3 s in der Ruhelage, die Elongation ist 0cm.</p>		

3.

geg.:	$c = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $f = 50 \text{ Hz}$ $\hat{y} = 2 \text{ cm}$ $t = 0,05 \text{ s}$ $x = 3,75 \text{ cm}$	ges.:	
Lösung:	<p>a) Es soll das y-x-Diagramm gezeichnet werden, also ein Bild vieler Schwinger zum Zeitpunkt 0,05 s. Die allgemeine Gleichung für eine Welle lautet:</p> $y = \hat{y} \cdot \sin\left(2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right)$ <p>Aus den gegebenen Größen lässt sich die Wellenlänge berechnen:</p> $\lambda = \frac{c}{f}$ $\lambda = 0,05 \text{ m}$ <p>Damit wird die Wellengleichung für die Zeit t hergeleitet:</p> $y = \hat{y} \cdot \sin\left(2\pi \cdot \left(\frac{0,05 \text{ s}}{\frac{1}{50 \text{ s}}} - \frac{x}{0,05 \text{ m}}\right)\right)$ $y = \hat{y} \cdot \sin\left(2\pi \cdot \left(2,5 - \frac{x}{0,05 \text{ m}}\right)\right)$ $y = \hat{y} \cdot \sin\left(5 \cdot \pi - 2 \cdot \pi \cdot \frac{x}{0,05 \text{ m}}\right)$ $y = \hat{y} \cdot \sin 5\pi \cos 2\pi \frac{x}{0,05 \text{ m}} - \cos 5\pi \sin 2\pi \frac{x}{0,05 \text{ m}}$ $y = \hat{y} \cdot \sin 2\pi \frac{x}{0,05 \text{ m}}$ $y = 2 \text{ cm} \cdot \sin 2\pi \frac{x}{0,05 \text{ m}}$		

Diese Gleichung muss grafisch dargestellt werden. Da eine Welle 0,05 m lang ist, empfiehlt es sich, z.B. einen Bereich von 0 bis 0,05 cm in Schritten zu 0,005 cm zu berechnen.



b) Es ist die Wellengleichung für ein Teilchen in einem Abstand von 3,75 cm vom Erregerzentrum aufzustellen.

$$y = \hat{y} \cdot \sin \left( 2\pi \cdot \left( \frac{t}{\frac{1}{50\text{s}}} - \frac{3,75\text{cm}}{0,05\text{m}} \right) \right)$$

$$y = \hat{y} \cdot \sin \left( 2\pi \cdot \left( \frac{t}{0,02\text{s}} - 0,75 \right) \right)$$

$$y = \hat{y} \cdot \sin \left( 2\pi \cdot \frac{t}{0,02\text{s}} - 2\pi \cdot 0,75 \right)$$

$$y = \hat{y} \cdot \sin 2\pi \frac{t}{0,02\text{s}} \cos 2\pi \cdot 0,75 - \cos 2\pi \frac{t}{0,02\text{s}} \sin 2\pi \cdot 0,75$$

$$y = \hat{y} \cdot \cos 2\pi \cdot \frac{t}{0,02\text{s}}$$

Da ein Schwinger in 0,02 s eine vollständige Schwingung durchführt, kann man das Zeitintervall von 0 s bis 0,02 s in Schritten von 0,001 s berechnen. Der Schwinger befindet sich aber in 3,75 cm Entfernung vom Erreger. Das heißt, er fängt erst 0,015 s nach der ersten Erregung mit Schwingen an. Damit muss das Zeitintervall erweitert werden und bis zur ersten Anregung nach 0,015 s ist die Elongation 0.

