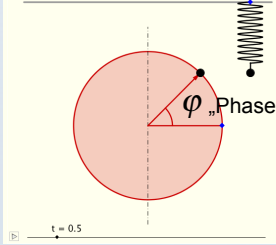


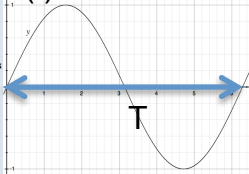
Harmonische Schwingung

$$s(t) = s_{\max} \cdot \sin(\omega t)$$

Visualisierung der Schwingung: Zeiger auf Kreisbahn, schwingende Feder,



s(t) Sinusfunktion



Grundbegriffe:

- Amplitude s_{\max}
- Schwingungsdauer T
- Frequenz $f = 1/T$
- Kreisfrequenz $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- Phasenwinkel („Phase“) $\varphi = \omega \cdot t$

Schwingungsdauer

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$$

Federschwinger

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Fadenpendel

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$$

Schwingkreis

$$m \cdot a = -D \cdot s \Rightarrow m \cdot \ddot{s} + D \cdot s = 0$$

drei verschiedene schwingende Systeme \rightarrow gleiche Mathematik (Differentialgleichung) \rightarrow drei sehr ähnliche Formeln

Wellengleichung

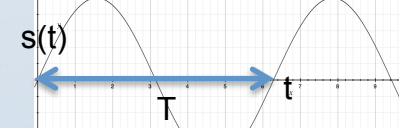
$$s(t, x) = s_{\max} \cdot \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right)$$

Zwei verschiedene Blicke auf die Welle:

$x = \text{konst.}$

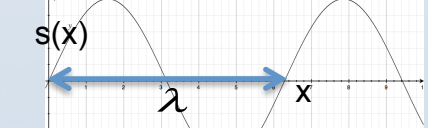
$T = \text{konst.}$

„Film“: **zeitliche Periodizität**
Es wird die periodische Bewegung eines einzelnen Oszillators an der x für einen Zeitraum t beobachtet.



Während der Oszillator genau eine Schwingung durchführt ...

„Film“: **räumliche Periodizität**
Es wird die Verteilung der Welle im Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt t „eingefroren“.



... bewegt sich die Welle genau um eine Wellenlänge weiter.

Ausbreitungsgeschwindigkeit

$$c = \lambda \cdot f \quad c = \frac{\lambda}{T}$$

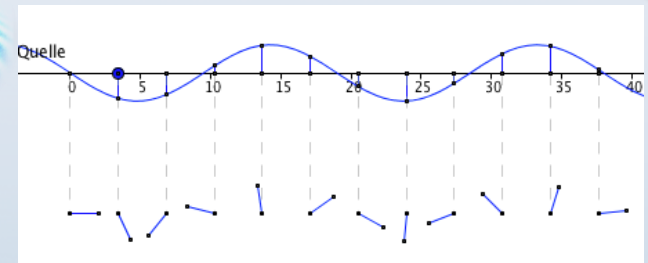
Schwingung

Eine harmonische Welle besteht aus sehr vielen gekoppelten harmonischen Oszillatoren. Eine periodische Störung des ersten Oszillators (Quelle) wird über die Kopplung an die folgenden Oszillatoren weiter gereicht: Die Störung breitet sich periodisch aus.

Achtung! Die Welle transportiert Energie, aber keine Materie. Die Bewegung der Materie ist auf die einzelnen Oszillatoren beschränkt.



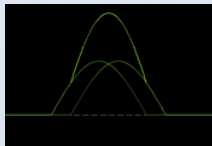
und Welle



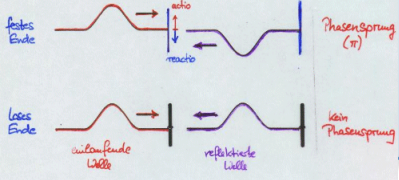
Seilwellen (Ausbreitung 1D)

Transversalwelle

Überlagerung von Wellen
(Superpositionsprinzip)



Reflexion



Wasserwellen (Ausbreitung 2D)

Transversalwelle

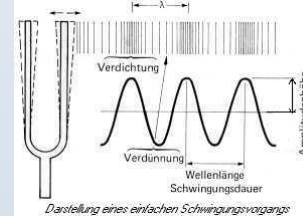
Blick von oben



Blick auf den Querschnitt

Schallwellen (Ausbreitung 3D)

Longitudinalwelle; $c(\text{Luft}) = 340 \text{ m/s}$



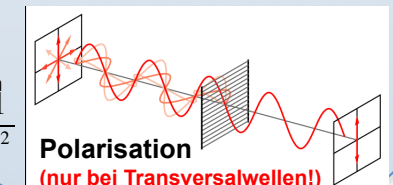
Die Energie der sich im Raum (3D) ausbreitenden Welle nimmt nach dem folgenden **Abstandsgesetz** ab:

$$W(r) \sim \frac{1}{r^2}$$

Mikrowellen (Ausbreitung 3D)

Transversalwelle; $c(\text{Vak.}) = 300000000 \text{ m/s}$
Ausbreitung ist nicht an Materie gebunden!

stehende Welle (S.-Bauch, S.-Knoten)
Die Energie ist in der Welle „eingesperrt“.



Polarisation
(nur bei Transversalwellen!)