

# Mechanische Wellen

**Eine Welle ist eine Störung, die sich in einem Medium ausbreitet.**

Ein Medium besteht aus vielen Oszillatoren, die miteinander gekoppelt (d. h. verbunden) sind. Wird einer davon ausgelenkt, gibt er seine Auslenkung an den nächsten weiter, dieser an den übernächsten etc. Die einzelnen Oszillatoren bleiben dabei am gleichen Ort.

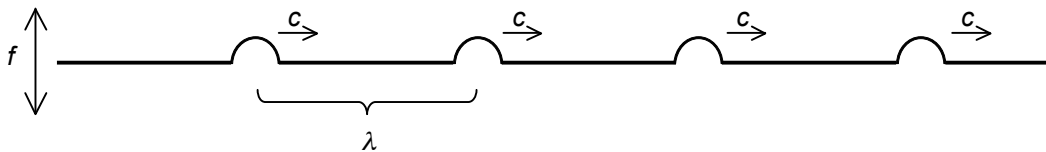
**Eine Welle transportiert Energie, aber keine Materie.**

Beispiele:

## Beschreibung von allen Wellen (Grundgleichung der Wellenlehre)

Damit eine Welle entsteht, muss sie von einem Erreger erzeugt werden. Das kann z. B. ein Tropfen sein, der ins Wasser fällt. Dann breitet sich eine einzelne Störung (nur *ein* Wellenbuckel) aus.

Ein tropfender Wasserhahn hingegen ist ein periodischer Erreger. Dann breitet sich eine ganze Reihe von Störungen (eine Folge von Wellenbergen) aus.



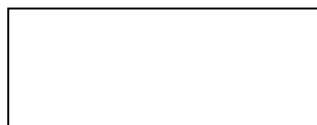
**Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  in  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ :** Geschwindigkeit, mit der sich eine Störung ausbreitet. Sie ist durch die Eigenschaften des Mediums gegeben.

**Frequenz  $f$  in Hz:** Frequenz des Erregers (Anzahl Schwingungen, die der Erreger pro Sekunde ausführt).

**Wellenlänge  $\lambda$  (Lambda) in m:** Abstand zwischen zwei Störungen.

Gesucht: Der mathematische Zusammenhang zwischen  $\lambda$ ,  $c$  und  $f$ .

Hinweis: Zwischen zwei Störungen vergeht die Zeit  $T$ . Eine Störung bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $c$ . Wie weit ist die erste Störung gekommen, wenn die zweite folgt? (Dies ist die Wellenlänge  $\lambda$ .)



## Beschreibung von harmonischen Wellen (Wellengleichung)

Eine harmonische Welle ist eine Welle, welche durch eine Sinusfunktion beschrieben wird.

Voraussetzungen:

- ☞ Die einzelnen Teilchen des Mediums schwingen harmonisch
- ☞ Der Erreger der Welle schwingt harmonisch

## Herleitung der Wellengleichung

In den untenstehenden Bildern ist eine Reihe von gekoppelten Teilchen skizziert, die von einer sinusförmigen Querwelle erfasst werden.

Im ersten Bild beginnt das Teilchen A zur Zeit  $t = 0$  gerade in die positive  $y$ -Richtung zu schwingen, die anderen Teilchen sind noch in Ruhe.

Im zweiten Bild hat das Teilchen A schon eine gewisse Auslenkung, das zweite Teilchen wird gerade von der Störung erfasst und beginnt in die positive y-Richtung zu schwingen.

- a) Schreiben Sie die Schwingungsgleichung  $y(t)$  für das Teilchen A auf.

Das Teilchen P befindet sich an der Stelle  $x$  und wird erst später von der Störung erfasst: nachdem die Zeit  $\Delta t$  verstrichen ist.

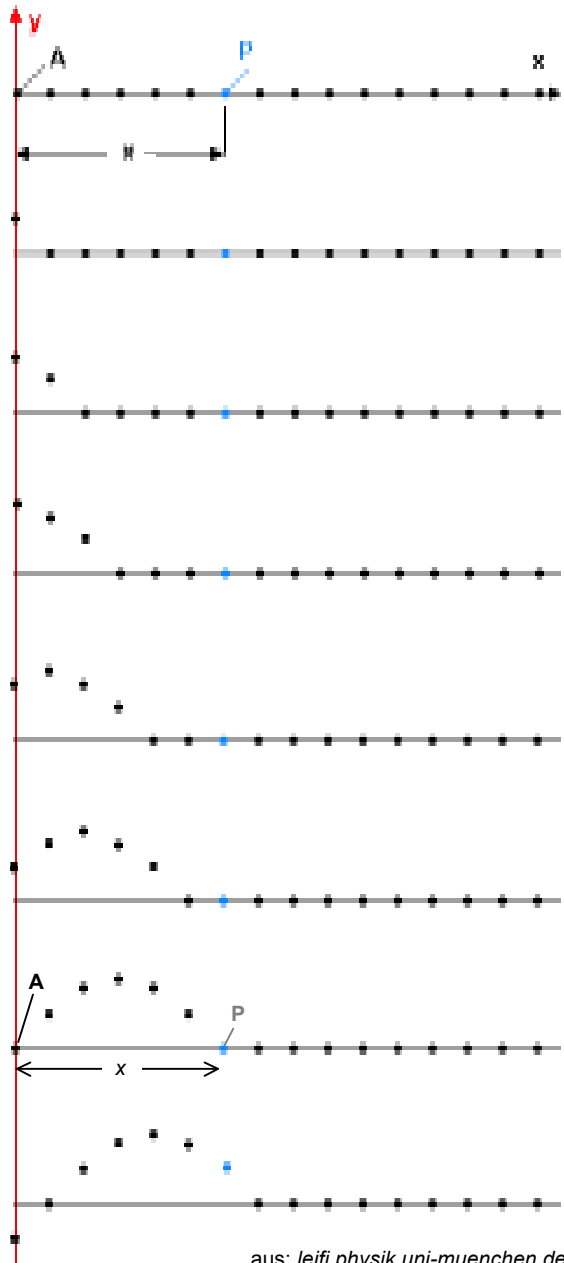
Die Schwingung des Teilchens P ist also immer etwas «jünger» (weniger fortgeschritten) als die Schwingung des Teilchens A, das heisst das Teilchen P bewegt sich zur Zeit  $t - \Delta t$  genau gleich wie das Teilchen A zur Zeit  $t$ .

- b) Schreiben Sie die Schwingungsgleichung  $y(t)$  für das Teilchen P auf.

Die Störung wandert mit der Geschwindigkeit  $c$  entlang der positiven  $x$ -Richtung.

- c) Berechnen Sie aus  $x$  und  $c$  die Zeit  $\Delta t$ , die verstreicht, bis der Punkt P im Abstand  $x$  von der Störung erfasst wird.

- d) Setzen Sie den Ausdruck für  $\Delta t$  aus c) in die Formel aus b) ein.



aus: [leifi.physik.uni-muenchen.de](mailto:leifi.physik.uni-muenchen.de)

**Eine harmonische Welle wird durch folgende Gleichung beschrieben:**

$$y(x,t) = \hat{y} \cdot \sin \left[ \omega \cdot \left( t - \frac{x}{c} \right) \right]$$