

# Inhalt

- Inhalt
- Terminologie
  - Oszillator
  - Harmonische Welle
- Formelzeichen
  - Ausbreitungsgeschwindigkeit
  - Wellenlänge
  - Erreger-Frequenz
  - Schnelle
- Formeln
- Intefferenz
  - Phase und Phasendifferenz
  - Gangunterschied
  - Konstruktive Interferenz
  - Destruktive Intefferenz
  - Reflexion mechanischer Wellen
- Diagramme zeichnen
  - $t - s_y$  - Diagramm an Ort  $x_0$
  - $s_x - s_y$  - Diagramm zum Zeitpunkt  $t$
- Stehende Wellen
  - Schwingungsbauch
  - Schwingungsknoten

## Terminologie

### Oszillator

Viele Wellen bestehen aus Oszillatoren die Schwingen, und dann andere anstoßen und zum Schwingen bringt. Ein Oszillator ist also ein Schwingendes Teilchen.

### Harmonische Welle

Eine harmonische Welle ist eine Welle, bei der jeder Oszillator eine harmonische Schwingung mit gleichbleibender Frequenz und Amplitude ausführt.

## Formelzeichen

### Ausbreitungsgeschwindigkeit

$$c = \left[1 \frac{m}{s}\right]$$

### Wellenlänge

$$\lambda = [1m]$$

Die Wellenlänge ist der x-Abstand eines Teilchens zum nächsten Teilchen im gleichen Schwingungszustand. Es ist vergleichbar mit der Schwingungsdauer  $T$  einer Schwingung.

### Erreger-Frequenz

$$f = [1Hz = 1s^{-1}]$$

Die Erregerfrequenz sagt aus mit Welcher Frequenz die Oszillatoren Schwingen. Folglich gibt es auch ein Erregerwellenlänge.

## Schnelle

$$v = \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Die Schnelle beschreibt lediglich die Geschwindigkeit der Oszillatoren

---

| Querwelle/Transversalwelle | Längswelle/Longitudinalwelle |
|----------------------------|------------------------------|
| $v$ und $c$ sind senkrecht | $v$ und $c$ sind parallel    |

---

## Formeln

Die Wellenlänge, Erreger-Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit sind abhängig voneinander:

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

## Inteferenz

Bei der Inteferenz zweier Wellen schauen wir uns hauptsächlich die Inteferenz zweier Wellen mit gleicher Frequenz an.

Prinzipiell gilt aber unabhängig davon, dass wenn 2 Wellen aufeinandertreffen sich ihre Elongationen und Schnellen zusammenaddieren

## Phase und Phasendifferenz

Die Phase  $\theta$  beschreibt, wo die Welle ist. Eine Strecke von der Wellenlänge entspricht somit einer Phase von  $2\pi$ . Berechnen lässt sich die Phase wie folgt:

$$\theta = 2\pi \cdot \frac{s}{\lambda}$$

Wobei  $[s] = 1m$  die zurückgelegte Strecke beschreibt.

Die Phasendifferenz ist einfach die Differenz der Phasen zweier Wellen zu einem Zeitpunkt  $t$ .

$$\phi = |\theta_1 - \theta_2|$$

## Gangunterschied

Die Verschiebung *auf der x-Achse* zweier Wellen nennt man Phasenunterschied.

Eine **Phase** ist einmal hin und her Schwingen, und entspricht  $\phi = 2\pi$

Der **Gangunterschied** bzw. Phasenunterschied beschreibt die Strecke, um die die zweite Welle von der ersten verschoben ist. Das heißt man muss sowohl die Phase, als auch die Wellenlänge mit einberechnen

$$\delta = \lambda \cdot \frac{\Delta\phi}{2\pi}$$

## Konstruktive Interferenz

Da man die Resultierende Welle bei einer Überlagerung von zweien durch einfache Addition beider Funktionen errechnet, addieren sich einfach die Amplituden der beiden Wellen, wenn der Gangunterschied  $\delta$  ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge  $\lambda$  ist.

$$\delta = k \cdot \lambda \quad k \in \mathbb{N}$$

## Destruktive Interferenz

Genauso subtrahieren sich beide Amplituden der Wellen, bei einer Phasendifferenz halb so groß wie die Wellenlänge.

$$\delta = (2k - 1) \cdot \frac{1}{2} \lambda \quad k \in \mathbb{N}$$

## Reflexion mechanischer Wellen

Bei einem festen Ende kann sich der hinterste Oszillator nicht bewegen, bei dem losen schon.

| Festes Ende        | Loses Ende        |
|--------------------|-------------------|
| Punktspiegelung    | Achsenspiegelung  |
| Phasensprung       | kein Phasensprung |
| $\Delta\phi = \pi$ | $\Delta\phi = 0$  |

## Diagramme zeichnen

### $t - s_y$ - Diagramm an Ort $x_0$

1. Berechne die Zeit  $t$ , welche die Störung auf dem Wellenträger benötigt, um den Ort  $x_0$  zu erreichen:  
 $c = \frac{s_x}{t} \quad t = \frac{s_x}{c}$
2. an diesem Ort beginnt der Oszillator die Schwingung auszuführen, welche am Ort  $x = 0$  begonnen hat.  
**Achtung:** Anfangsbedingung beachten (*Auslenkung nach oben oder unten*)
3. benötigt wird jetzt zusätzlich die Schwingungsdauer  $T$  oder die Frequenz  $f$  und die Amplitude  $\hat{s}_y$ .

### $s_x - s_y$ - Diagramm zum Zeitpunkt $t$

Wenn man feststellt, dass die Ausbreitung der Störung auf dem Wellenträger größer ist als die Länge des Wellenträgers selbst, so kommt es am Ende des Wellenträgers zu einer Reflexion der ankommenden Welle. Um eine Momentbild des Wellenträgers zu einem festen Zeitpunkt  $t$  zeichnen zu können, geht man wie folgt vor:

1. Man berechnet mit  $s_x = c \cdot t$  die Strecke, die die Störung bisher zurückgelegt hat.
2. Man ermittelt den Teil der Störung, der reflektiert wird (entspricht dem Teil rechts vom Ende des Wellenträgers).
3. Bei einem losen Ende (kein Phasensprung,  $\Delta\phi = 0$ ) wird der reflektierte Teil der Welle durch eine Achsenspiegelung am Ende des Wellenträgers eingezeichnet, und anschließend die resultierende Geschwindigkeit.
4. Bei einem festen Ende (Phasensprung  $\Delta\phi = \pi$ ) wird der reflektierte Teil durch eine Punktspiegelung am Ende des Wellenträgers eingezeichnet, und anschließend die resultierende Geschwindigkeit.

## Stehende Wellen

Gegenläufige Wellen gleicher Frequenz und gleicher Amplitude liefern bei der Interferenz vom Ort abhängige (*resultierende*) Wellenlängen. Es bildet sich eine **stehende Welle** aus. Im Abstand einer halben Wellenlänge befinden sich **Schwingungsknoten** (Amplitude null). Im **Schwingungsbauch** zwischen benachbarten Knoten sind die Schwingungen in Phase.

### Schwingungsbauch

Der Punkt/Oszillator bei einer stehenden Welle bei dem die Elongation der Amplitude gleicht.

### Schwingungsknoten

Der Punkt/Oszillator bei einer stehenden Welle bei dem die Elongation gleich null ist.