

Grundbegriffe der Wellenlehre

- **Wellenträger**

Zur Ausbreitung (mechanischer) Wellen ist ein elastischer Wellenträger notwendig.

- **Modell eines Wellenträgers**

Massenpunkte m_1, m_2, \dots , die durch Federn elastisch aneinander gekoppelt sind.



- **Ausbreitung einer Störung auf einem Wellenträger**

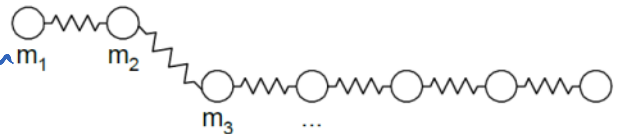
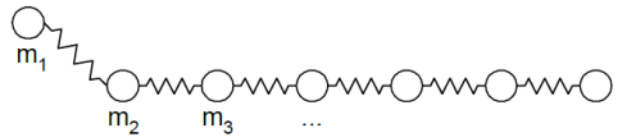
Auslenkung des Massenpunkts m_1 nach oben

⇒ Dehnung von Feder 1

⇒ Kraft auf m_2

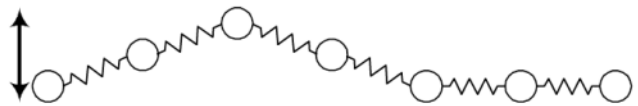
⇒ m_2 bewegt sich nach oben

⇒ die Störung wandert nach rechts weiter.

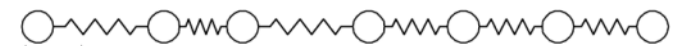


- **unterschiedliche Möglichkeiten einer Störung:**

Auslenkung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung: **Transversalwelle (Querwelle)**



Auslenkung in Ausbreitungsrichtung: **Longitudinalwellen (Längswellen), z.B. Schall**



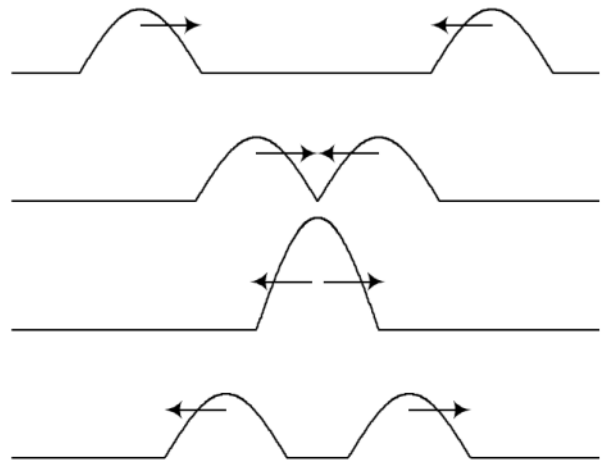
Bei allen Wellen wird nur Energie transportiert, durch dass Materietransport stattfindet.

• Überlagerung von Störungen

gleichgerichtete Störungen:

die Massenkpunkte an den Vorderseiten der beiden Störungen bewegen sich nach oben

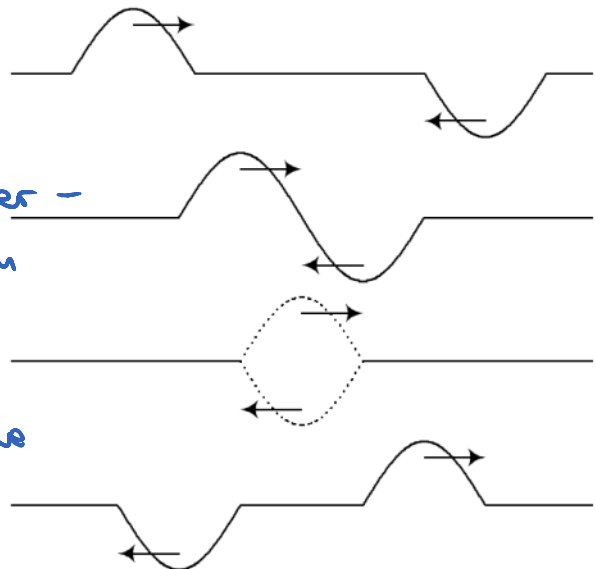
⇒ Verstärkung, wenn die Störungen zusammenreffen.



entgegengesetzt gerichteten Störungen:

die Massenkpunkte an den Vorderseiten der beiden Störungen bewegen sich in verschiedene Richtungen

⇒ bei vollständiger Überlagerung addieren sich die Teilchengeschwindigkeiten zu 0. Ausdehnend laufen die Störungen wieder auseinander.



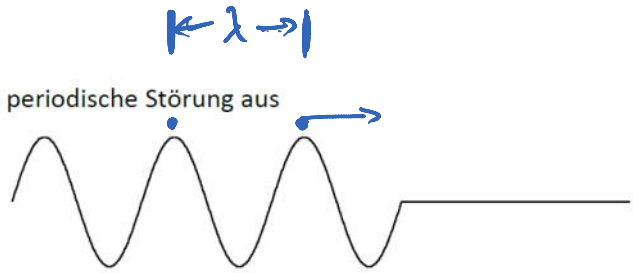
Überlagerungsprinzip (Superpositionsprinzip):

Zwischen Wellen in einem elastischen Medium gibt es keine Wechselwirkung. Die Wellen passieren einander, ohne sich zu stören. An der Überlagerungsstelle ergibt sich die Gesamtamplitude durch Addition der Einzelamplituden.

Grundbegriffe der Wellenlehre

- **periodische Auslenkung**

⇒ auf dem Wellenträger pflanzt sich eine periodische Störung aus



Zwischen zwei benachbarten Schwingungszuständen gleicher Phase besteht immer ein konstanter Abstand: λ

Die Geschwindigkeit, mit der sich ein Schwingungszustand auf dem Wellenträger ausbreitet heißt **Phasengeschwindigkeit c**

Im Zeitintervall $\Delta t = T$ breitet sich die Welle um $\Delta x = \lambda$ aus

(T : Schwingungszeit der anregenden Schwingung)

$$\Rightarrow c = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} ; T = \frac{1}{f}$$

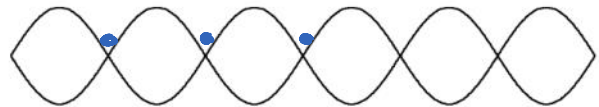
$$c = \lambda \cdot f$$

[Simulation](#)

- **Stehende Wellen**

Beispiel: Schwingung einer beidseitig eingespannten Saite

Eine nach rechts laufende periodische Störung wird am rechten Ende reflektiert, wandert nach links zurück und überlagert sich mit der nach rechts laufenden Welle.



Bei passender Länge des Wellenträgers treffen

die beiden gegenläufigen Wellen so aufeinander, dass Wellenberge auf Wellentäler treffen bzw. Wellenberge auf Wellenberge.

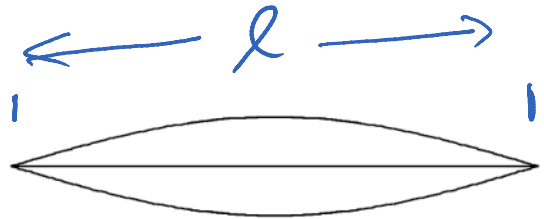
Obwohl die beiden Wellen, die sich hier überlagern, fortlaufende Wellen sind, ist das entstehende Überlagerungsmuster („Interferenzmuster“) ortsfest: Die Stellen maximaler Amplitude („Schwingungsbäuche“) treten immer am gleichen Ort auf. Dazwischen liegen Stellen, an denen der Wellenträger immer in Ruhe ist („Schwingungsknoten“).

Grundbegriffe der Wellenlehre

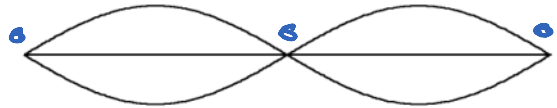
Der Abstand zwischen zwei benachbarten Knoten beträgt immer $\frac{\lambda}{2}$. Damit sich eine stehende Welle ausbilden kann, muss für die Länge l des Wellenträgers (der Saite) gelten: $l = k \cdot \frac{\lambda}{2}$

$$k = 1; 2; 3; \dots$$

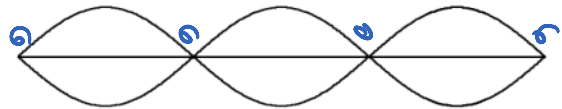
$k = 1$: Grundschiwingung



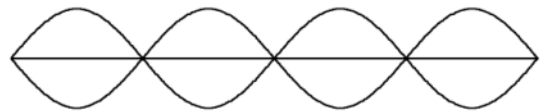
$k = 2$: erste Oberschiwingung



$k = 3$: zweite Oberschiwingung



$k = 4$: dritte Oberschiwingung

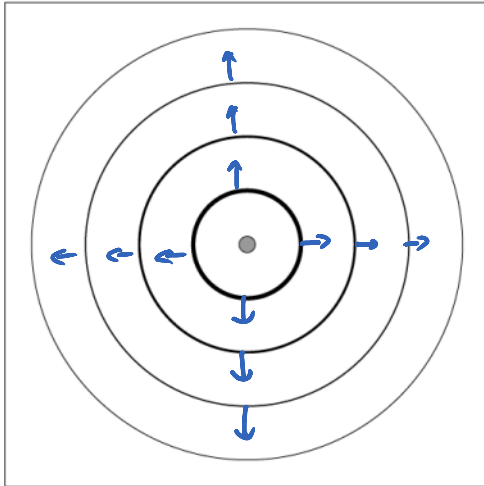


usw.

Wasserwellen

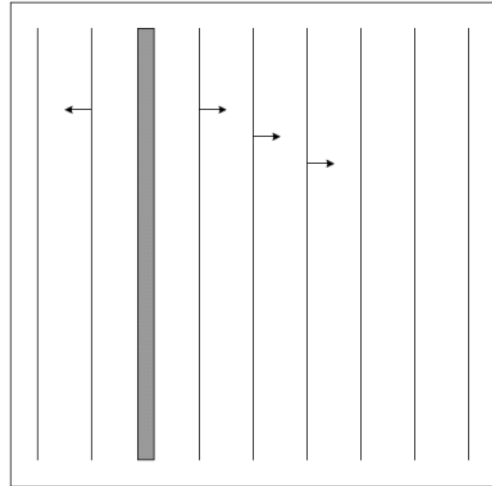
Wellenfronten

punktförmiger Erreger:



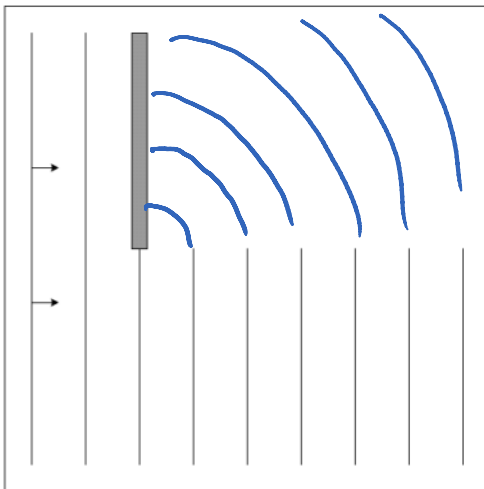
- kreisförmige Wellenfronten
- Amplitude nimmt nach außen ab

linienförmiger Erreger:

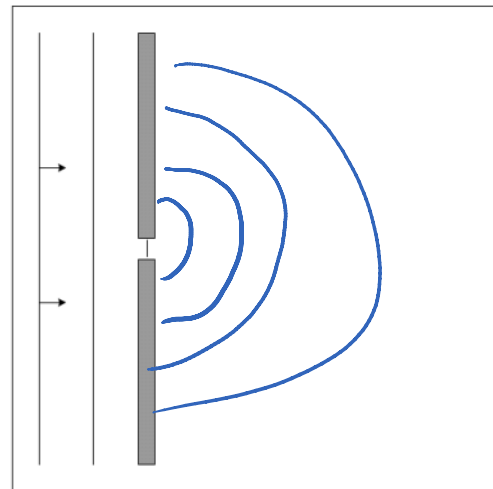


- geradlinige Wellenfronten
- Amplitude bleibt gleich.

Beugung



- Ausbreitung in den „Schattenbereich“

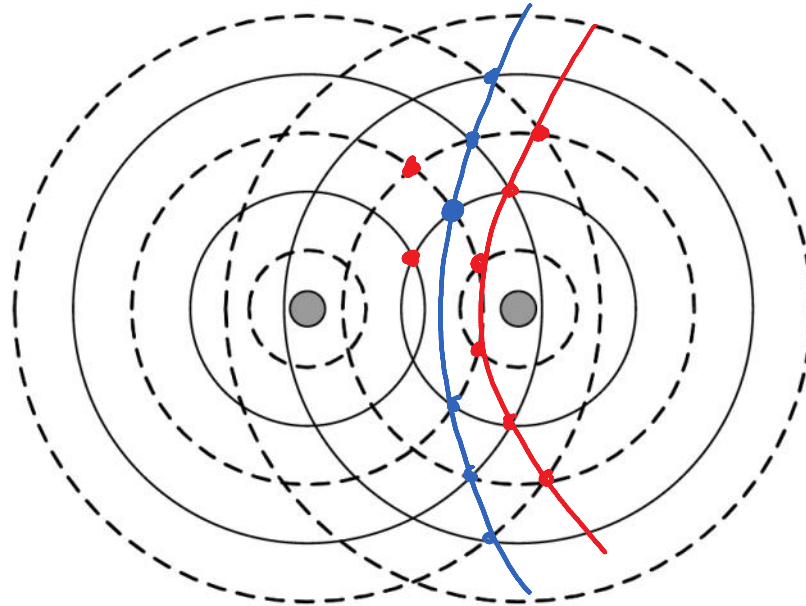


- Hinter dem Spalt breitet sich eine Kreiswelle aus.

Jeder Punkt einer Wellenfront kann als Ausgangspunkt einer kreis- bzw. kugelförmigen Elementarwelle angesehen werden. Diese Elementarwellen überlagern sich. (Huygenssches Prinzip)

Überlagerung

Zwei punktförmige Erreger erzeugen jeweils kreisförmige Wellenfronten.



Die beiden Wellen überlagern sich:

•

