

Engaging Physics Tutoring

Lektion 11

Energietransport in Wellen
Interferenz

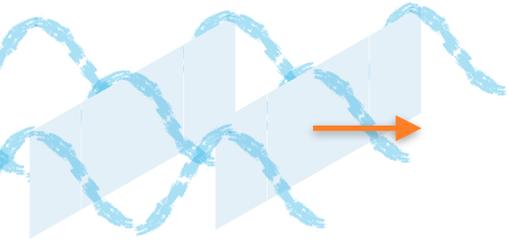
Konzepte + Tricks

Mehrdimensionale Wellen

Alle Punkte auf einer Welle mit derselben Phase bilden eine Phasenfläche (auch: Wellenfront).

Beispiel: Punkte entlang eines Wellenkamms sind auf einer Wellenfront

Ebene Wellen (2D)



$$\Psi(x, t) = A \cos(kx - \omega t - \phi_0)$$

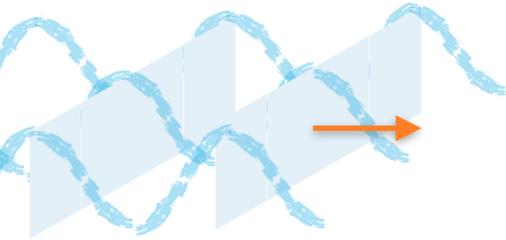
*Bewegen sich in eine Richtung,
Wellenfronten sind Ebenen*

Mehrdimensionale Wellen

Alle Punkte auf einer Welle mit derselben Phase bilden eine Phasenfläche (auch: Wellenfront).

Beispiel: Punkte entlang eines Wellenkamms sind auf einer Wellenfront

Ebene Wellen (2D)



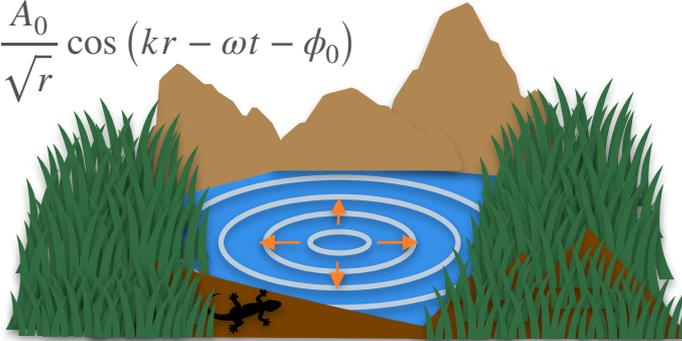
$$\Psi(x, t) = A \cos(kx - \omega t - \phi_0)$$

Bewegen sich in eine Richtung, Wellenfronten sind Ebenen

Kreiswellen (2D)

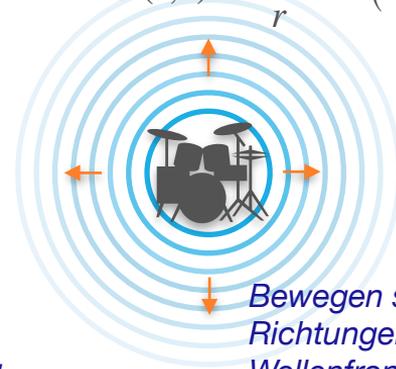
Bewegen sich radial nach aussen, Wellenfronten sind Kreise

$$\Psi(r, t) = \frac{A_0}{\sqrt{r}} \cos(kr - \omega t - \phi_0)$$



Kugelwellen (3D)

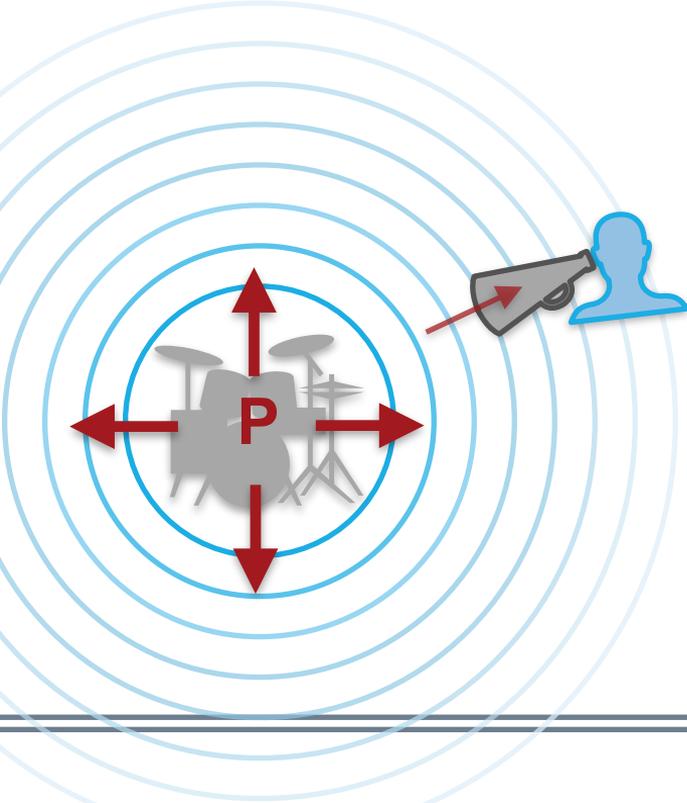
$$\Psi(r, t) = \frac{A_0}{r} \cos(kr - \omega t - \phi_0)$$



Bewegen sich in alle Richtungen nach aussen, Wellenfronten sind Hohlkugeln

Energietransport in Wellen

Quelle regt mit Leistung P Welle an. Welle trägt Leistung davon.



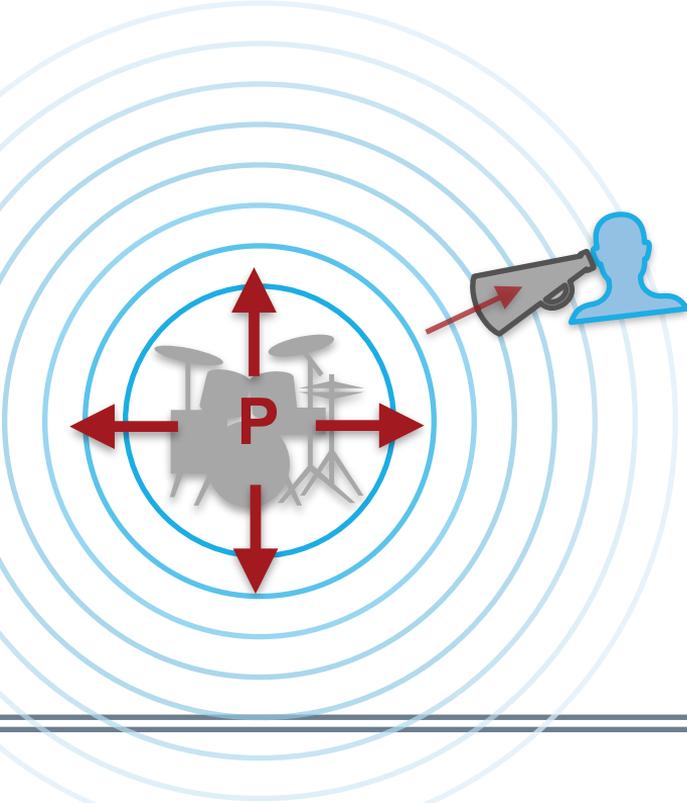
Energieerhaltung:

Energiefluss durch Kugelflächen = Leistung Quelle

⇒ Energiefluss bei Zuhörer hängt ab von:

Energietransport in Wellen

Quelle regt mit Leistung P Welle an. Welle trägt Leistung davon.



Energieerhaltung:

Energiefluss durch Kugelflächen = Leistung Quelle

⇒ Energiefluss bei Zuhörer hängt ab von:

\times Abstand zur Quelle \times Querschnittfläche des Trichters

Intensität

$$I = \frac{\text{Energiestrom}}{\text{Fläche}}$$

Bei Kugelwelle:

$$I(d) = \frac{P}{4\pi d^2}$$

Intensität der Welle hängt zusammen mit Amplitude²:

allgemein $\langle I \rangle \sim A^2$

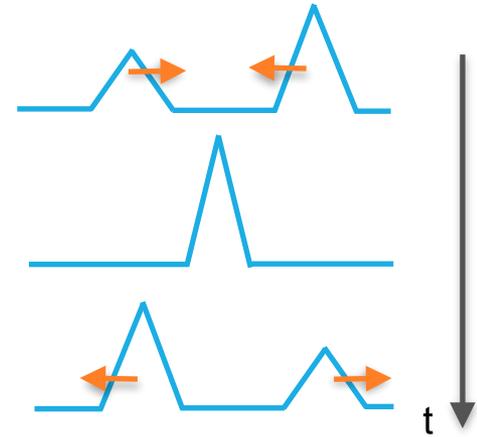
Materiewellen: $\langle I \rangle = \frac{1}{2} \rho c \omega^2 A^2$

Interferenz von Wellen

Superpositionsprinzip:

$$\Psi(\mathbf{x}, t) = \Psi_1(\mathbf{x}, t) + \Psi_2(\mathbf{x}, t)$$

Die Überlagerung von zwei Wellen ist ebenfalls eine Welle.
In jedem Ort entspricht die Auslenkung dann der Summe der beiden Wellen.

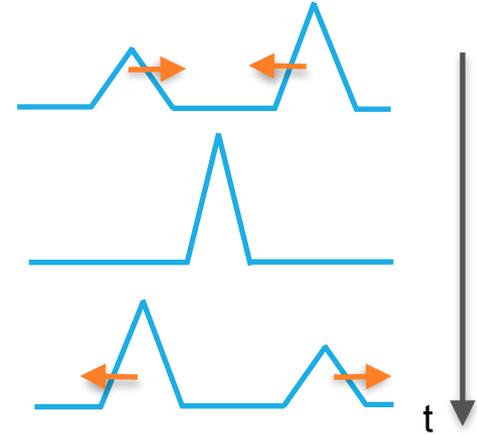


Interferenz von Wellen

Superpositionsprinzip:

$$\Psi(\mathbf{x}, t) = \Psi_1(\mathbf{x}, t) + \Psi_2(\mathbf{x}, t)$$

Die Überlagerung von zwei Wellen ist ebenfalls eine Welle.
In jedem Ort entspricht die Auslenkung dann der Summe der beiden Wellen.



Folge: Interferenz

Bei Überlagerung von harmonischen Wellen gibt es Orte mit maximaler und minimaler Amplitude (bzw. Intensität).

Konstruktive Interferenz: $\Delta s = n\lambda$

Destruktive Interferenz: $\Delta s = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$

Δs = Gangunterschied der beiden Wellen

Bedingung: Wellen
haben gleiche Frequenz

