Physik · Überblick

Wellen

Alles Wichtige auf zwei Seiten · gA und eA

Eine Welle ist eine Schwingung, die sich im Raum ausbreitet. Viele **gekoppelte Oszillatoren** geben die Schwingung zeitversetzt aneinander weiter. Jeder schwingt nur um seine eigene Ruhelage. Eine Welle transportiert Energie, aber kein Material.

Im Abitur 2027
Niedersachsen: Teil des Kerncurriculums (KC 2022), gA und eA. Doppelspalt und Gitter kommen später bei den Quantenobjekten wieder.

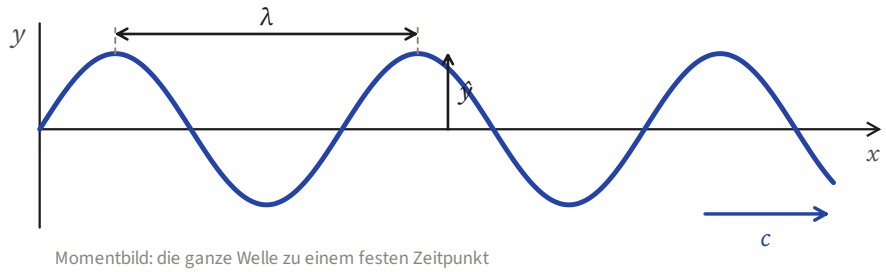
Beispiele
Seilwelle, Wasserwelle, Schall, Licht, Funk. Licht und Funk sind elektromagnetische Wellen und brauchen kein Medium.

Die Größen

λ	**Wellenlänge**	Abstand zweier Berge, allgemein zweier Punkte im gleichen Zustand	m
T	**Periodendauer**	so lange schwingt ein Oszillator einmal hin und her	s
f	**Frequenz**	$f = 1 / T$, vom Erreger vorgegeben	Hz
c	**Ausbreitungsgeschw.**	wie schnell die Welle wandert, vom Medium bestimmt	m/s
$\hat{y}$	**Amplitude**	größte Auslenkung eines Oszillators	m

In der Zeit T läuft die Welle genau eine Wellenlänge weiter. Daraus folgt die wichtigste Formel des Themas:

$$c = \lambda \cdot f = \lambda / T$$



Momentbild: die ganze Welle zu einem festen Zeitpunkt

Medium wechseln
Läuft eine Welle in ein anderes Medium, bleibt f gleich. Es ändern sich c und λ.

Zahlen zum Merken
Schall in Luft: etwa 340 m/s.
Licht: $3{,}00 \cdot 10^8$ m/s.
Sichtbares Licht: etwa 400 nm (violett) bis 750 nm (rot).

Zwei Diagramme, nicht verwechseln

- **Momentbild (y-x-Diagramm):** die ganze Welle zu einem Zeitpunkt, wie ein Foto. Abstand Berg zu Berg ist λ.
- **Zeitdiagramm (y-t-Diagramm):** ein einziger Oszillator über die Zeit. Abstand Berg zu Berg ist T.

Die Klausur-Falle
Erst auf die Achse schauen. Steht dort x, liest du λ ab. Steht dort t, liest du T ab.

Zwei Arten von Wellen

Transversalwelle

Die Oszillatoren schwingen **quer** zur Ausbreitungsrichtung. Beispiele: Seilwelle, Licht.

Longitudinalwelle

Die Oszillatoren schwingen **in** Ausbreitungsrichtung. Es entstehen Verdichtungen und Verdünnungen. Beispiel: Schall.

Polarisation

Ein Filter lässt nur eine Schwingungsrichtung durch. Das geht nur bei Transversalwellen. Licht lässt sich polarisieren, ist also transversal.

Interferenz

Treffen sich Wellen, addieren sich an jedem Ort ihre Auslenkungen (**Superposition**). Ob sie sich verstärken oder auslöschen, entscheidet der **Gangunterschied** Δs: der Unterschied der Wege von den beiden Quellen bis zum Punkt.

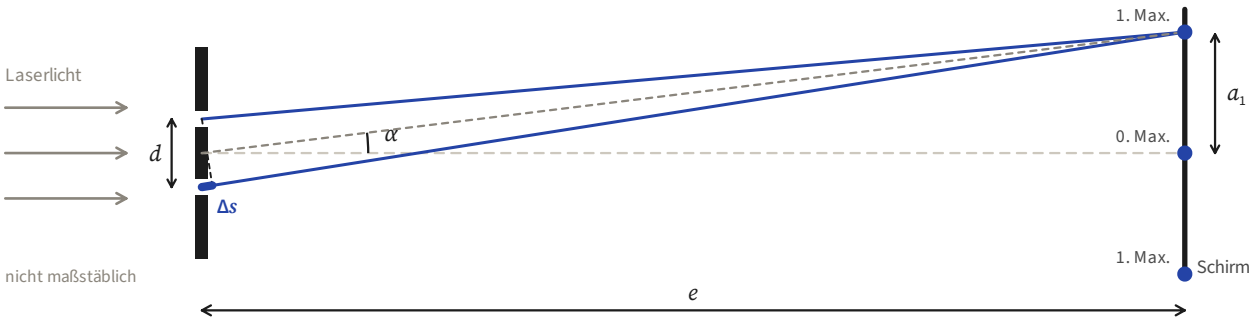
	Bedingung	was passiert
Verstärkung (Maximum)	$\Delta s = k \cdot \lambda \quad k = 0, 1, 2 \ldots$	Berg trifft Berg
Auslöschung (Minimum)	$\Delta s = (2k + 1) \cdot \lambda/2$	Berg trifft Tal

Ein stabiles Muster gibt es nur mit **kohärenten** Wellen: gleiche Frequenz und feste Phasenbeziehung. Deshalb beleuchtet man beide Spalte mit demselben Laser.

Wo ist die Energie?
Bei Auslöschung verschwindet keine Energie. Sie fehlt an einer Stelle und kommt an den hellen Stellen dazu.

Beweis für Wellen
Teilchen können sich nicht auslöschen. Weil Licht Interferenz zeigt, hat es Welleneigenschaften.

Doppelspalt und Gitter



Hinter jedem Spalt entsteht eine neue Kreiswelle (Huygens-Prinzip). Unter dem Winkel α ist der Gangunterschied $\Delta s = d \cdot \sin \alpha$. Für die hellen Streifen und den Ort auf dem Schirm gilt:

$$d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda \qquad \tan \alpha_k = a_k / e$$

Für kleine Winkel wird daraus $\lambda = d \cdot a_k / (k \cdot e)$. Ein **Gitter** hat sehr viele Spalte im Abstand d: Die Maxima liegen an denselben Stellen, sind aber **viel schärfer und heller**. Damit misst man Wellenlängen genau.

Gitter: nicht nähern
Dort sind die Winkel oft groß. Immer erst α über tan ausrechnen, dann sin.

Einzelspalt (Breite b)
Hier gilt $b \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda$ für die **dunklen** Stellen. Genau umgekehrt wie beim Doppelspalt.

Noch drei Begriffe

Michelson-Interferometer

Ein Spiegel wird um Δd verschoben, der Weg ändert sich um $2 \cdot \Delta d$. Bei k durchlaufenden Streifen:

$\lambda = 2 \cdot \Delta d / k$

Stehende Welle

Hin- und rücklaufende Welle überlagern sich. Es gibt Knoten (immer in Ruhe) und Bäuche. Knotenabstand $\lambda/2$.

Beugung

Hinter einer Öffnung läuft die Welle auch in den Schattenraum. Stark, wenn die Öffnung etwa so groß ist wie λ.

Typische Fehler

- Im Momentbild T abgelesen oder im Zeitdiagramm λ.
- Das mittlere Maximum hat $k = 0$, nicht 1.
- Beim Gitter mit der Kleinwinkelnäherung gerechnet.
- Beim Michelson den Faktor 2 vergessen.

Was dieser Zettel nicht kann
Er zeigt dir, worum es geht. Herleitungen und Rechenwege übst du am besten an echten Abi-Aufgaben.

Weiter lernen

diese Themen gehören dazu

- **Grundlagen:** Diagramme, Wellengleichung, Reflexion, Beugung
- **Interferenz:** Gangunterschied, zwei Quellen, stehende Wellen
- **Doppelspalt und Gitter:** Rechenwege, Einzelspalt, Spektren
- **Michelson und Polarisation:** Interferometer, Filter

Alle Zettel kostenlos:

Link im TikTok-Profil

von randnotiz