

MUSTERLÖSUNG – Stehende Wellen

Bearbeitungszeit: 35 Minuten

Hilfsmittel: Simulation, Taschenrechner

NP	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
%	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	33	27	20
P	28,5	27	25,5	24	22,5	21	19,5	18	16,5	15	13,5	12	10	8	6

Gesamtpunkte: 30 BE

Simulation: Stehende Wellen

Öffne die Simulation. Du siehst:

- **Blaue Welle:** läuft nach rechts
- **Rote Welle:** läuft nach links (reflektiert)
- **Grüne Welle:** Resultierende (stehende Welle)
- **Gelbe Punkte (K):** Knoten
- **Violette Linien (B):** Bäuche

Du kannst λ (2–8 cm), A (0,5–2 cm) und f (0,3–2 Hz) mit den Reglern ändern.



Simulation öffnen

1: Beobachtung der Superposition

- a) Stelle die Simulation auf Standardwerte ($\lambda = 4,0 \text{ cm}$, $A = 1,0 \text{ cm}$, $f = 1,0 \text{ Hz}$). Beschreibe, was du beobachtest, wenn beide Einzelwellen angezeigt werden. (3P)

Die blaue und rote Welle laufen in entgegengesetzte Richtungen (1P). An manchen Stellen verstärken sie sich (konstruktive Interferenz), an anderen löschen sie sich aus (destruktive Interferenz) (1P). Die grüne Resultierende schwankt auf und ab, bewegt sich aber nicht nach links oder rechts (1P).

- b) Blende die Einzelwellen aus (nur grüne Welle sichtbar). Erkläre, warum diese Welle „stehend“ genannt wird. (2P)

Die Wellenberge und -täler bewegen sich nicht vorwärts (1P). Die Welle schwingt nur auf und ab an festen Orten – sie „steht“ im Raum (1P).

- c) Nenne die zwei Bedingungen, damit eine stabile stehende Welle entsteht (Kohärenzbedingung). (2P)

1. Gleiche Frequenz der beiden Wellen (1P)
2. Konstante Phasendifferenz (feste Phasenbeziehung) (1P)

2: Knoten und Bäuche

a) Definiere die Begriffe *Knoten* und *Bauch* einer stehenden Welle. (2P)

Knoten: Orte, an denen die Auslenkung dauerhaft null ist ($y = 0$) (1P)

Bauch: Orte mit maximaler Schwingungsamplitude ($y_{\max} = 2A$) (1P)

b) Lies in der Simulation den Knotenabstand für $\lambda = 4,0 \text{ cm}$ ab. (1P)

$$\text{Knotenabstand} = \underline{2,0} \text{ cm} \quad (1P)$$

c) Ändere die Wellenlänge auf $\lambda = 6,0 \text{ cm}$. Wie groß ist jetzt der Knotenabstand? (1P)

$$\text{Knotenabstand} = \underline{3,0} \text{ cm} \quad (1P)$$

d) Leite aus deinen Messungen die allgemeine Formel für den Knotenabstand her. (2P)

$$\lambda = 4,0 \text{ cm} \rightarrow \Delta x_K = 2,0 \text{ cm} \rightarrow \Delta x_K = \frac{\lambda}{2} = 2,0 \quad (1P)$$

$$\lambda = 6,0 \text{ cm} \rightarrow \Delta x_K = 3,0 \text{ cm} \rightarrow \Delta x_K = \frac{\lambda}{2} = 3,0$$

$$\text{Allgemein: } \boxed{\Delta x_K = \frac{\lambda}{2}} \quad (1P)$$

3: Wellenlängenbestimmung mit Mikrowellen

a) In einem Experiment mit Mikrowellen wird eine stehende Welle erzeugt. Der gemessene Abstand zwischen zwei benachbarten Knoten beträgt $\Delta x_K = 1,5 \text{ cm}$. Berechne die Wellenlänge. (3P)

Geg.: $\Delta x_K = 1,5 \text{ cm}$ (0,5P)

Ges.: λ

$$\text{Lsg.: } \Delta x_K = \frac{\lambda}{2} \quad (1P)$$

$$\lambda = 2 \cdot \Delta x_K = 2 \cdot 1,5 \text{ cm} \quad (1P)$$

$$\boxed{\lambda = 3,0 \text{ cm}} \quad (0,5P)$$

b) Die Frequenz des Mikrowellensenders beträgt $f = 10 \text{ GHz}$. Berechne die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Mikrowellen. (3P)

Geg.: $\lambda = 3,0 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$, $f = 10 \text{ GHz} = 10 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ (0,5P)

Ges.: v

$$\text{Lsg.: } v = \lambda \cdot f \quad (1P)$$

$$v = 0,03 \text{ m} \cdot 10 \cdot 10^9 \text{ Hz} \quad (1P)$$

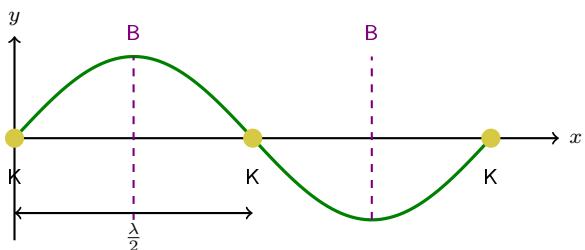
$$\boxed{v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \quad (0,5P)$$

c) Vergleiche dein Ergebnis mit der Lichtgeschwindigkeit $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Was fällt dir auf? Erkläre. (2P)

Die berechnete Geschwindigkeit entspricht exakt der Lichtgeschwindigkeit (1P). Mikrowellen sind elektromagnetische Wellen und breiten sich daher mit Lichtgeschwindigkeit aus (1P).

4: Anwendung und Transfer

- a) Zeichne eine stehende Welle mit genau 3 Knoten und 2 Bäuchen. Beschrifte Knoten (K), Bäuche (B) und den Knotenabstand $\frac{\lambda}{2}$. (4P)



Punkte: Sinusform (1P), 3 Knoten korrekt (1P), 2 Bäuche korrekt (1P), Beschriftung $\frac{\lambda}{2}$ (1P)

- b) Erkläre, warum es in einem Mikrowellenofen „heiße“ und „kalte“ Stellen gibt. Nutze dein Wissen über stehende Wellen. (3P)

Im Mikrowellenofen bilden sich durch Reflexion an den Wänden stehende Wellen (1P). An den Bäuchen ist die Energiedichte hoch – dort wird das Essen stark erwärmt („heiße Stellen“) (1P). An den Knoten ist die Energiedichte niedrig – dort bleibt das Essen kalt („kalte Stellen“) (1P).

- c) Der Drehteller im Mikrowellenofen hat einen Durchmesser von ca. 30 cm. Erkläre, warum er sich dreht. (2P)

Der Drehteller bewegt das Essen durch Knoten und Bäuche (1P), sodass alle Bereiche abwechselnd in Zonen hoher Energie gelangen und das Essen gleichmäßig erwärmt wird (1P).

Punkteübersicht: Aufgabe 1: 7P | Aufgabe 2: 6P | Aufgabe 3: 8P | Aufgabe 4: 9P | **Gesamt: 30 BE**