

3. Stehende Wellen – Übung und Sicherung– Lösungshinweise

[...]

gleichartige Enden geschlossen – geschlossen offen – offen	n Schwingungsbäuche zwischen den Knoten n Knoten zwischen den Schwingungsbäuchen	$L = n \cdot \frac{\lambda_n}{2}$
verschiedene Enden offen – geschlossen geschlossen – offen	n Knoten	$L = \frac{(2n - 1)\lambda_n}{4}$

2. Stehende Wellen können auch auf einem Seil erzeugt werden. Dazu müssen aber an den Enden Knoten vorliegen. Das folgende Video illustriert dies:

„Stehende Wellen“ (Ulrich Schütz, Pädagogische Hochschule St. Gallen):

<https://www.youtube.com/watch?v=6XQ-57RaD64>

Erläutern Sie weshalb sich keine stehende Welle ausbildet, wenn die Länge des Wellenträgers und die Wellenlänge nicht zu einander passen.

Beispiel: zwei geschlossene (feste) Enden:

- Bei der Reflexion an dem rechten Ende entsteht ein Knoten (Phasensprung von π).
- Für den Fall, dass ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge auf den Wellenträger passt, befindet sich ein Knoten auch am linken Ende.
- Phasensprung von π am linken Ende sorgt dafür, dass die erneut reflektierte Welle mit der einlaufenden Welle in Phase ist.
- Bei der Vielfachreflexion gilt: Alle von links nach rechts laufenden Wellen sind in Phase und alle entgegengesetzt laufenden Wellen sind auch in Phase (alle roten Zeiger zeigen in eine Richtung und alle blauen Zeiger zeigen in eine Richtung).
- Resultat: Es bilden sich Stehende Wellen aus.

Wenn sich nun infolge der Wellenträgerlänge kein Knoten bei der zweiten Reflexion ausbilden kann, dann ergeben sich mit jeder Reflexion Phasenverschiebungen und alle Zeiger ergeben zusammen addiert einen Summenzeiger der Länge Null. Die Vielfachinterferenz sorgt für eine Auslöschung.

Die Seite „Stehende Wellen und Eigenschwingungen“ auf LEIFiphysik illustriert diesen Effekt mit zwei kleinen Animationen (Abb. 1 Und Abb. 2).

<https://www.leifiphysik.de/akustik/akustische-phaenomene/grundwissen/stehende-wellen-und-eigenschwingungen>

3. Im Folgenden soll das Video „Kundts Tube resonance“ genauer untersucht werden. Es gelten dabei die Einschränkung, wie sie im 1. Abschnitt ausgeführt sind. Für die folgende Aufgabe gehen wir davon aus, dass es sich am linken Ende zuerst um ein geschlossenes und anschließend um ein offenes Ende handelt, so wie es auch eingeblendet wird.

Man kann z. B. erkennen, dass man zur Erzeugung von stehenden Wellen Knoten an den geschlossenen Enden benötigt. Ebenso kann man gut erkennen, wie die Interferenz der hin- und herlaufenden Wellen aussieht, wenn nicht die passende Frequenz eingestellt ist.

Sehen Sie sich erneut das Video an: https://www.youtube.com/watch?v=qUiB_zd9M0k.

Berechnen Sie mithilfe der gezeigten Stehenden Wellen die Länge der Röhre.

Aus dem Video kann man die Frequenzen f und die Zahl n ablesen. Den Wert für die Schallgeschwindigkeit in Luft kann man z. B. im Schulbuch nachschlagen.

$$L_1 = n \cdot \frac{c}{2f_1} = 1 \cdot \frac{343 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 119 \text{ Hz}} \approx 1,44 \text{ m}$$

Für L_2 und L_3 ergeben sich identische Werte. Das vierte Experiment zeigt verschiedenartige Enden. Die Berechnung für L_4 ergibt ebenfalls etwa 1,44 m.

Eine Länge von rund 1,44 m entspricht etwa dem optischen Eindruck.

4. Bearbeiten Sie die beiden Aufgaben auf LEIFiPhysik:

<https://www.leifiphysik.de/akustik/akustische-phaenomene/grundwissen/stehende-wellen-und-eigenschwingungen>

Die Lösungen zu den Aufgaben können eingeblendet werden.

5. Bei Interesse können Sie das Thema im Zusammenhang mit Musikinstrumenten vertiefen:

a. Lesen Sie den Abschnitt „Saitenschwingung“: <https://www.leifiphysik.de/akustik/akustische-phaenomene/grundwissen/saitenschwingung>.

b. Bearbeiten Sie die dazugehörigen Aufgaben.

Die Lösungen zu den Aufgaben können eingeblendet werden.

c. Stehende Wellen und ein Alphorn: Film: Das Geheimnis der klingenden Röhren - Eliana Burki und ihr Alphorn

<https://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?reihe=1323&film=9211>