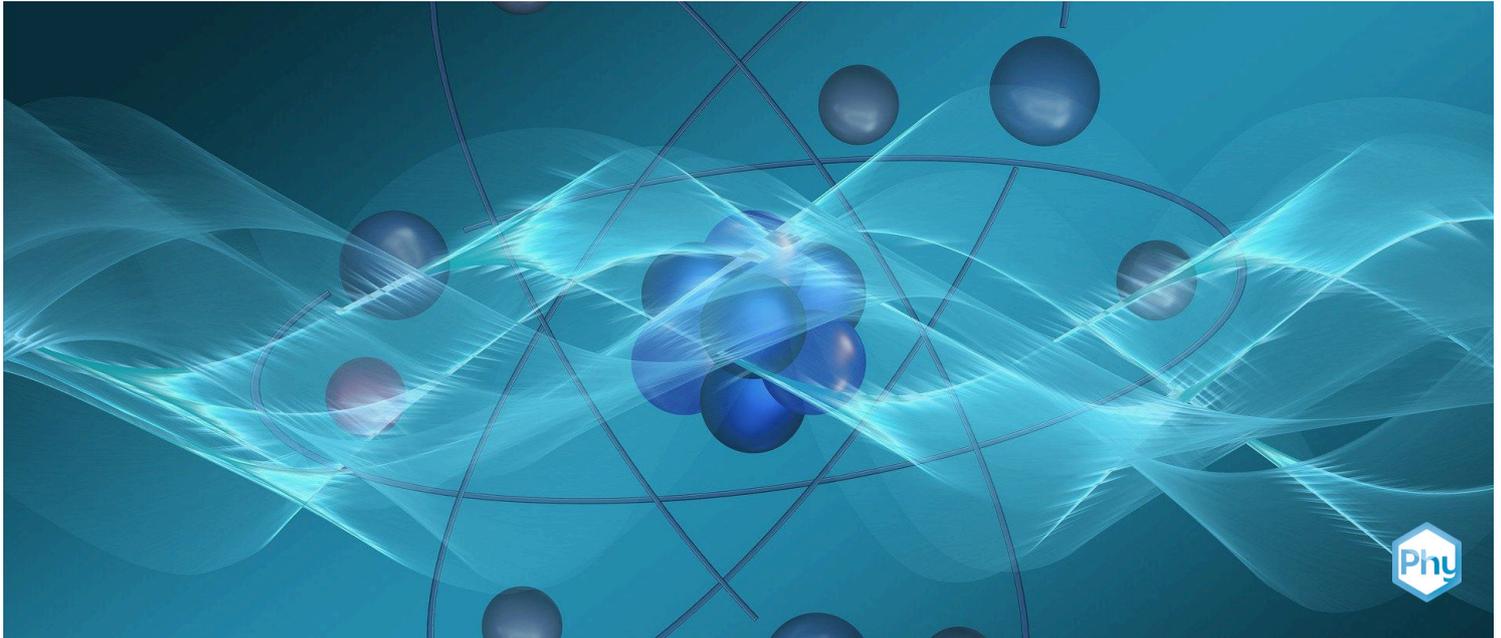


# Stehende Wellen



Physik

Akustik

Wellenbewegung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f0ed91ab6127b0003044a82>

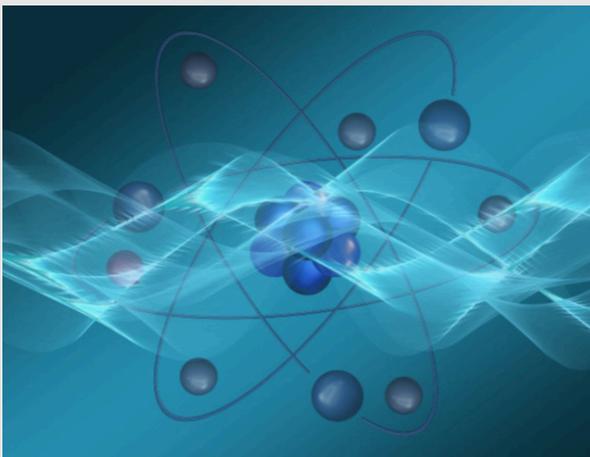
PHYWE



## Lehrerinformationen

### Anwendung

PHYWE



Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen

In diesem Versuch wird sich der Thematik der stehenden Wellen und damit auch der Eigenfrequenzen genähert. Stehende Wellen treten auf, wenn Wellen an zwei gegenüberliegenden Enden reflektiert werden, deren Abstand in einem bestimmten Verhältnis zur Wellenlänge steht. Dabei werden je nach Reflektionsart (festes/loses Ende) unterschiedliche Abstände benötigt. Dieses Wissen findet nicht nur Anwendung in der Akustik, sondern auch in der Quantenmechanik. In der Akustik ist es wichtig für das Verständnis der Funktionsweise von Musikinstrumenten, in der Quantenmechanik benötigt man es zum Beispiel für das Modell des Potentialtopfes.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Vor Durchführung des Experiments sollten die Schüler wissen, dass sich Schall in Luft mit einer Geschwindigkeit von 340 Metern in der Sekunde ausbreitet. Sie sollten zudem mit der Reflexion von Wellen vertraut sein.

### Prinzip



In diesem Experiment beobachten die Schüler, wie für bestimmte Frequenzen in einem Glasrohr stehende Wellen entstehen. Sie vermessen die Positionen der Knoten und Bäuche und erarbeiten sich in der Auswertung die Bedingungen für die Eigenfrequenzen eines Hohlkörpers.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Wellen haben als charakteristische Eigenschaft die Wellenlänge. In einem Hohlkörper können stehende Wellen entstehen. Voraussetzung dafür ist, dass der Abstand zwischen den beiden Enden des Körpers einem Vielfachen der halben Wellenlänge entspricht. Frequenzen, bei denen stehende Wellen in einem Hohlkörper entstehen, sind Eigenfrequenzen dieses Körpers.

### Aufgaben



Die Schüler untersuchen zunächst die Schallausbreitung ohne Hohlkörper. Anschließend erzeugen sie eine stehende Welle in einem Hohlkörper und untersuchen, unter welchen Bedingungen stehende Wellen entstehen.

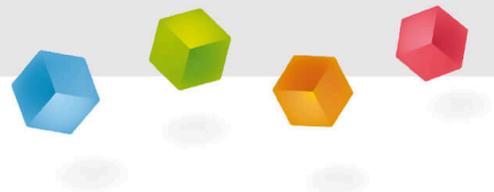
## Sicherheitshinweise

PHYWE

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE

## Schülerinformationen



## Motivation

PHYWE



Stehende Wellen beim Bau von Musikinstrumenten

Wenn sich die Schallwelle eines Tons in Luft ausbreitet, dann versetzt diese Welle alle Luftteilchen, die sie erreicht, in Schwingung. Wird der Ton dauerhaft erzeugt, dann sind alle Teilchen ständig in Bewegung. Untersuche in diesem Experiment, wie es in einem Hohlkörper trotz kontinuierlicher Tonerzeugung Stellen geben kann, an denen kein Schall zu hören ist. In einem solchen Fall, bei dem Luftteilchen an manchen Stellen offenbar nicht mehr schwingen, also gewissermaßen zum „Stehen“ kommen, spricht man auch von einer stehenden Welle.

## Aufgaben

PHYWE

1. Beobachte die Schallausbreitung ohne Hohlkörper.

2. Erzeuge eine stehende Welle in einem Hohlkörper (Glasrohr).



Materialien

3. Untersuche, unter welchen Bedingungen stehende Wellen entstehen.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Software "measure Acoustics"	14441-61	1
2	Winkel für Glasrohr d = 44 mm	13289-16	2
3	Laborbecher, Kunststoff (PP), 100 ml	36011-01	1
4	Glasrohr, d(außen) = 44 mm, l = 340 mm	13289-20	1
5	Maßband, l = 2 m	09936-00	1

## Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	Mikrofon	1
2	Kopfhörer	1
3	PC	1
4	Klebeband	1

## Aufbau

PHYWE



- Schließe die Kopfhörer und das Mikrofon korrekt an den Computer an. Lege das Glasrohr auf die beiden Metallwinkel.
- Stelle das Becherglas mit der Öffnung nach unten auf den Tisch und befestige einen der Kopfhörer mit einem Streifen Klebeband an dem Becher (Höhe in Glasrohrmitte).

- Öffne die Audio-Einstellungen des PCs. Regele die Ausgabelautstärke auf das Maximum und verstelle die Balance so, dass die Ausgabe nur noch über den Kopfhörer stattfindet, der am Becher befestigt wurde.
- Lege das Maßband parallel zum Glasrohr aus. Der Nullpunkt der Maßbandskala sollte an einer Endkante des Rohres liegen.

## Durchführung Teil 1 (1/2)

PHYWE

### Teil 1: Schallausbreitung ohne Hohlkörper

- Stelle den Becher mit dem Kopfhörer zunächst neben das Glasrohr. Der Kopfhörer sollte am Nullpunkt der Skala stehen. Platziere das Mikrofon vor diesem Kopfhörer.
- Starte die Software measure Acoustics.
- Öffne das Experiment „2.6 Stehende Wellen“.

*Hilfe 1: Öffne die Experimentübersicht (Menüpunkt „Datei“ → „Experiment öffnen“ oder in der Menüleiste „Experiment öffnen“ auswählen). Wähle aus dem Ordner „2 Physikalische Grundlagen: Schwingungen und Wellen“ das Experiment „2.6 Stehende Wellen“.*

## Durchführung Teil 1 (2/2)

PHYWE

- Starte im Diagramm „Spektrum des Signals am Audioausgang (Lautsprecher oder Kopfhörer)“ die Wiedergabe. Es wird ein voreingestellter Ton bei der Frequenz 470 Hz ausgegeben.

*Hilfe 2: Wähle im entsprechenden Diagramm "Start".*

- Beobachte die relative Amplitude im zeitlichen Verlauf der Mikrofonaufnahme, während du das Mikrofon entlang des Maßbandes Stück für Stück vom Kopfhörer entfernst.
- Verändere die Frequenz des Tons einmal auf 300 Hz und einmal auf 700 Hz.

*Hilfe 3: Klicke mit der rechten Maustaste auf „Ton“ des voreingestellten Tons und wähle das Menü „Tongenerator“.*

- Wiederhole das Vorgehen. Der Wert der relativen Amplitude sollte stets 100 % betragen.

## Durchführung Teil 2 (1/2)

### Teil 2: Schallausbreitung im Hohlkörper

- Stelle nun den Kopfhörer mittig in die Öffnung des Glasrohres an den Nullpunkt der Maßbandskala.
- Entferne das Mikrofon aus seiner Halterung und schiebe es durch die freie Öffnung des Glasrohres bis vor den Kopfhörer.



## Durchführung Teil 2 (1/2)

- Stelle die Frequenz des Tons wieder auf 470 Hz und die relative Amplitude auf 100% ein (siehe Hilfe 3) und starte die Wiedergabe (siehe Hilfe 2).
- Beobachte die relative Amplitude im zeitlichen Verlauf der Mikrofonaufnahme, während du langsam das Mikrofon entlang des Maßbandes bis zum anderen Ende des Rohres ziehst.
- Verändere die Frequenz des Tons einmal auf 300 Hz und einmal auf 700 Hz (siehe Hilfe 3) und wiederhole das Vorgehen.
- Der Wert der relativen Amplitude sollte stets 100 % betragen.

## Durchführung Teil 3

### Teil 3: Schallbäuche und Schallknoten

- Notiere für eine Tonfrequenz von 470 Hz, an welchen Stellen des Rohres die relative Amplitude am Mikrofon maximal (Bauch) und minimal (Knoten) wird.
- Wiederhole diese Messung für die nächsten ganzzahligen Vielfachen dieser Frequenz: 940 Hz, 1410 Hz, 1880 Hz.

**PHYWE**



**Protokoll**

## Aufgabe 1

PHYWE

Ziehe die Wörter an die richtige Stelle

Außerhalb des Rohres wird mit steigender Entfernung vom Mikrofon die relative Amplitude immer . Im Rohr dagegen gibt es Orte in der Nähe des Mikrofons, an denen die Amplitude gleich  ist, und Orte weiter weg vom Mikrofon, an denen sie  ist. Orte mit maximaler Amplitude heißen Bäuche, Orte mit Amplitude gleich Null Knoten.

- 
- 
- 

Überprüfen

## Aufgabe 2

PHYWE

Gib die Positionen der Bäuche und Knoten für die verschiedenen Frequenzen an.

	Knoten 1	Bauch 1	Knoten 2	Bauch 2	Knoten 3	Bauch 3	Knoten 4	Bauch 4	Knoten 5
470 Hz	<input type="text"/>								
940 Hz	<input type="text"/>								
1410 Hz	<input type="text"/>								
1880 Hz	<input type="text"/>								

## Aufgabe 3

PHYWE

Spielt die Frequenz der Schallwelle eine Rolle bei der Entstehung einer stehenden Welle?

Ja, im Glasrohr treten nur bei bestimmten Frequenzen stehende Wellen auf.

Nein, die Frequenz bestimmt nur Position und Anzahl der Bäuche und Knoten.

## Aufgabe 4

PHYWE

Wie viele Schwingungen durchlaufen die verschiedenen Schallwellen, ehe die reflektierte Welle wieder am Kopfhörer angelangt?

940 Hz:  Schwingungen. 1410

Hz:  Schwingungen. 1880 Hz:

Schwingungen.

Überprüfen

Die Strecke

$$\lambda = \theta * T = \frac{\theta}{f}$$

die eine Welle während einer Schwingungsdauer zurücklegt, wird als Wellenlänge bezeichnet. Berechne für die vier Frequenzen, bei denen du die stehenden Wellen untersucht hast, die jeweiligen Wellenlängen.

940 Hz

1410 Hz

1880 Hz

Wellenlänge  
in cm

## Aufgabe 5

PHYWE

Unter welcher Bedingung an die Wellenlänge entstehen in einem Hohlkörper (Länge  $L$ ) stehende Wellen?  
Was muss dann jeweils für die Frequenz gelten?

Formel für die Wellenlänge

$$\lambda = \frac{2L}{k}$$

Überprüfen

Formel für die Frequenz

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v \cdot k}{2L}$$

Überprüfen

## Aufgabe 6

PHYWE

Berechne für die verschiedenen Frequenzen, in welchem Abstand je zwei Knoten der stehenden Wellen auftreten. Vergleiche diese Knotenabstände mit den jeweiligen Wellenlängen. Was fällt dir auf?

Die Wellenlänge ist genau der doppelte Abstand der Knoten.

Die Wellenlänge ist genau der halbe Abstand der Knoten.

Die Wellenlänge ist genau der Abstand der Knoten.

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 18: Veränderung der Amplitude	0/3
Folie 20: Frequenz der Schallwelle	0/3
Folie 21: Schwingungsdurchläufe	0/3
Folie 22: Mehrere Aufgaben	0/8
Folie 23: Knotenabstände	0/2

Gesamtsumme  0/19

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren