

# Resonanz



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/5f0ed937b6127b0003044a86>

**PHYWE**

## Lehrerinformationen

### Anwendung

**PHYWE**

Körper von Instrumenten als  
Resonanzkörper

Resonanz tritt auf, wenn schwingungsfähige Systeme in ihrer Eigenfrequenz angeregt werden. Dies kann sowohl bei mechanischen Schwingern als auch in der Akustik und in anderen Bereichen auftreten. In diesem Versuch widmen sich die Schüler der akustischen Resonanz und verknüpfen sie mit dem bereits erworbenen Wissen über stehende Wellen.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Vor Durchführung des Experiments sollten die Schüler sich bereits mit stehenden Wellen beschäftigt haben und wissen, was die Eigenfrequenzen eines Körpers sind.

### Prinzip



In diesem Experiment bestimmen die Schüler Resonanzfrequenzen eines offenen Glasrohres und einer Rahmentrommel. Für die Rahmentrommel nehmen sie außerdem eine Resonanzkurve auf. Dabei verwenden sie die Software measure Acoustics.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Wenn Hohlkörper und andere schwingungsfähige Systeme in einer ihrer Eigenfrequenzen angeregt werden, verstärken sie die Schwingung. Dieses Verhalten heißt Resonanz. Sie äußert sich in der Akustik dadurch, dass im Resonanzfall die Amplitude des gemessenen Tons deutlich ansteigt.

### Aufgaben



Die Schüler untersuchen ein Glasrohr und eine Ramentrommel auf Resonanz, in dem sie sie mit Hilfe der Software measure Acoustics verschiedenen Frequenzen aussetzen. Sie setzen die Resonanzfrequenzen des Glasrohrs mit dessen Eigenfrequenzen in Verbindung und bestimmen anhand eines Amplituden-Frequenz-Diagramms die Eigenfrequenzen der Ramentrommel.

## Sicherheitshinweise

PHYWE

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

## Weitere Hinweise

PHYWE

Lautsprecher und Mikrofon besitzen Eigenschaften, die das Ergebnis unter Umständen beeinflussen. Einerseits besitzen beide einen spezifischen Frequenzgang, der zur Folge hat, dass der Lautsprecher nicht Töne aller Frequenzen wiedergeben bzw. mit gleicher Lautstärke wiedergeben kann. Auch das Mikrofon zeichnet nicht alle Frequenzen mit gleicher Empfindlichkeit auf. Außerdem besitzen Lautsprecher Resonanzfrequenzen, die sich teilweise sehr deutlich bemerkbar machen. Man kann herausfinden in welchem Bereich diese liegen, indem man das Mikrofon vor den Lautsprecher stellt, die Frequenz des Tons bei konstanter Amplitude zwischen 200 Hz und 2000 Hz verändert und währenddessen die relative Amplitude der Mikrofonaufnahme beobachtet.

## Weitere Hinweise



Lautsprecher und Mikrofon besitzen Eigenschaften, die das Ergebnis unter Umständen beeinflussen. Einerseits besitzen beide einen spezifischen Frequenzgang, der zur Folge hat, dass der Lautsprecher nicht Töne aller Frequenzen wiedergeben bzw. mit gleicher Lautstärke wiedergeben kann. Auch das Mikrofon zeichnet nicht alle Frequenzen mit gleicher Empfindlichkeit auf. Außerdem besitzen Lautsprecher Resonanzfrequenzen, die sich teilweise sehr deutlich bemerkbar machen. Man kann herausfinden in welchem Bereich diese liegen, indem man das Mikrofon vor den Lautsprecher stellt, die Frequenz des Tons bei konstanter Amplitude zwischen 200 Hz und 2000 Hz verändert und währenddessen die relative Amplitude der Mikrofonaufnahme beobachtet.



## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Musikinstrumente als Resonanzkörper zur Verstärkung von Tönen

Für Stimmäbel gibt es Resonanzkästen, welche die Lautstärke ihres Tons erheblich verstärken können. Der Resonanzkasten ist ein Hohlkörper mit bestimmten Abmessungen und besteht meist aus Holz oder Metall. Resonanzkästen bzw. -körper sind Bestandteil vieler Musikinstrumente. Auch bei der Konstruktion von Lautsprechern spielen die Abmessungen und die Form des Resonanzkörpers eine große Rolle. Von Resonanz spricht man, wenn ein schwingungsfähiger Körper mit seiner Eigenfrequenz angeregt wird. Dadurch wirkt er schwingungsverstärkend.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Software "measure Acoustics"	14441-61	1
2	Winkel für Glasrohr d = 44 mm	13289-16	2
3	Glasrohr, d(außen) = 44 mm, l = 340 mm	13289-20	1
4	Rahmentrommel, d = 20 cm	13289-11	1

## Material

PHYWE

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	<a href="#">Software "measure Acoustics"</a>	14441-61	1
2	<a href="#">Winkel für Glasrohr d = 44 mm</a>	13289-16	2
3	<a href="#">Glasrohr, d(außen) = 44 mm, l = 340 mm</a>	13289-20	1
4	<a href="#">Rahmentrommel, d = 20 cm</a>	13289-11	1

## Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	Mikrofon	1
2	Lautsprecher	1
3	PC	1

## Aufbau Teil 1

PHYWE

- Schließe die Lautsprecher und das Mikrofon korrekt an den Computer an.
- Lege das Glasrohr auf die beiden Metallwinkel.
- Öffne die Audio-Einstellungen des PCs. Regele die Ausgabelautstärke auf das Maximum und verstelle die Balance so, dass die Ausgabe nur noch über einen der beiden Lautsprecher stattfindet.
- Stelle das Mikrofon in 5 cm Abstand vor die eine Öffnung des Glasrohres.
- Lege den Lautsprecher in 5 cm Abstand quer vor die andere Öffnung des Glasrohres.



## Durchführung (1/2)

PHYWE

- Starte die Software measure Acoustics und öffne das Experiment „2.7 Resonanz“.

*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 „2.7 Resonanz“.*

- Starte die Wiedergabe des voreingestellten Tons mit der Frequenz 100 Hz über den Lautsprecher.

*Hilfe 2: Starte im Diagramm „Spektrum des Signals am Audioausgang (Lautsprecher oder Kopfhörer)“ die Wiedergabe mit „Start“.*

- Vergewissere dich, dass die relative Amplitude des erzeugten Tons stets 100 % beträgt.

*Hilfe 3: Aktiviere den Button „Konstante Amplitude“.*

## Durchführung (2/2)



- Verändere nun die Frequenz des Tons zwischen 200 und 2000 Hz.

*Hilfe 4: Ziehe das Symbol „Ton“ langsam mit der Maus über die Diagrammfläche.*

- Beobachte währenddessen die relative Amplitude der Mikrofonaufnahme im zeitlichen Verlauf.
- Notiere, für welche Frequenzen die relative Amplitude der Mikrofonaufnahme erhöhte Werte annimmt.

## Aufbau - Teil 2



Rahmentrommel vor dem Lautsprecher, das Mikrofon zentral vor Trommelmembran

- Stelle nun den Lautsprecher aufrecht hin.
- Stelle die Rahmentrommel auf ihrem Rahmen direkt vor den Lautsprecher. Lehne sie – wenn nötig – ein wenig gegen den Lautsprecher. Die hohle Seite der Rahmentrommel sollte zum Lautsprecher zeigen.
- Platziere das Mikrofon so, dass der Mikrofonkopf sich ca. 2 cm vor dem Mittelpunkt der Trommelmembran befindet.

## Durchführung

PHYWE

- Stelle die relative Amplitude des Tons im Tongenerator auf 100 % und die Tonfrequenz auf 200 Hz.

*Hilfe 5: Klicke mit der rechten Maustaste auf „Ton“ des voreingestellten Tons und wähle das Menü „Tongenerator“.*

- Spielle den Ton mit der Frequenz 200 Hz ab (vergleiche Hilfe 2). Regle die Lautstärke am Lautsprecher so, dass die aufgenommene relative Amplitude ungefähr 2 bis 3 % beträgt.
- Miss nun die relative Amplitude des Mikrofonsignals in Abhängigkeit von der Frequenz des abgespielten Tons. Starte mit einem Ton bei 100 Hz und erhöhe die Frequenz dann bei konstanter Amplitude in Schritten von 20 Hz bis auf 500 Hz (siehe Hilfe 4 und ggf. 3).
- Wenn ausreichend Zeit vorhanden ist, nimm zusätzliche Messpunkte zwischen 250 und 350 Hz auf.

PHYWE



## Protokoll

## Aufgabe 1

Notiere, für welche Frequenzen die relative Amplitude der Mikrofonaufnahme erhöhte Werte annimmt (Resonanzfrequenzen des Glasrohres).

	ResFreq 1	ResFreq 2	ResFreq 3	ResFreq 4	ResFreq 5
Frequenz in Hz	<input type="text"/>				

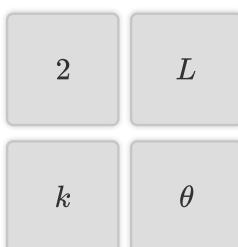
Notiere die relative Amplitude des Mikrofonsignals für Frequenzen zwischen 100 Hz und 500 Hz.

	Ampl100	Ampl200	Ampl300	Ampl400	Ampl500
relative Amplitude in %	<input type="text"/>				

## Aufgabe 2

### Stehende Wellen

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{\rho}{\kappa}}$$



Überprüfen

Berechne diese Eigenfrequenzen des Glasrohres für eine Länge von 34 cm.

$k = 1$	<input type="text"/> Eigfr 1	$k = 4$	<input type="text"/> Eigfr 4
$k = 2$	<input type="text"/> Eigfr 2	$k = 5$	<input type="text"/> Eigfr 5
$k = 3$	<input type="text"/> Eigfr 3		

## Aufgabe 3



Vergleiche die Eigenfrequenzen mit den Resonanzfrequenzen, die du gefunden hast. Was fällt dir auf?

Sie sind gleich.

Sie sind nicht gleich.

13/13