

Reflexion und Echo



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/5f5e7c53c512240003287d03>

PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

In diesem Experiment beobachten die Schüler die Reflexion von Schallpulsen in einem Glasrohr, sowohl am geschlossenen als auch am offenen Ende.

Sie zeichnen Signal und Echo mit einem Mikrofon auf und analysieren mit der Software measure Acoustics die Laufzeitdifferenzen, um den Wegunterschied von Signal und Echo zu bestimmen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

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.

Für ein vertieftes Verständnis der Auswertung bezüglich der Reflexion am offenen Rohrende sind Vorkenntnisse im Bereich Schwingungen und Wellen z.B. anhand von Seilwellen oder einer Wellenmaschine nützlich.

Prinzip



In diesem Versuch werden verschiedene Schallsignale erzeugt und durch Glasrohre geleitet. Daraufhin wird beobachtet, ob man mit einem Mikrofon digital einen Widerhall aufnehmen kann.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

Lernziel



In diesem Experiment lernen die Schüler, wie Schallwellen reflektiert werden können und unter welchen Umständen Echos wahrgenommen werden können.

Aufgaben



Die Schüler simulieren eine Echoortung, indem sie in diesem Experiment die Entfernung messen, die Schall in einem Glasrohr zurücklegt. Sie untersuchen auch, ob dazu das Rohr verschlossen sein muss.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

- Bei genauer Betrachtung der Echos fällt auf, dass es beim offenen Ende zu einem Phasensprung des Pulssignals kommt. Das lässt sich daran erkennen, dass die erste Schwingung im zeitlichen Verlauf des Echos in die umgekehrte Richtung beginnt wie die erste Schwingung des Ursprungssignals.
- Alternativ können die Schüler auch die Entfernung zu einer Wand bestimmen. Statt Kopfhörern werden dann Lautsprecher verwendet. Lautsprecher und Mikrofon werden nebeneinander vor einer Wand aufgestellt und die hier verwendete Pulsfolge ausgegeben und das Echo aufgezeichnet.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

Vertiefende Informationen zur Reflexion am offenen Rohrende:

Am offenen Rohrende (schallweicher Abschluss) tritt wie an jedem Querschnittsprung eine Reflexion auf. Je kleiner das Verhältnis des Rohrdurchmessers zur Wellenlänge ist, desto vollständiger ist diese Reflexion.

Dabei ist das offene Ende für den Schalldruck ein vergleichbares Hindernis wie eine harte Wand für die Schallschnelle. Durch die festen Rohrwände wird der Schallwechseldruck innerhalb des Rohres aufrecht erhalten.

Am offenen Rohrende gleicht er sich hingegen dem konstanten Außendruck an und der Schalldruck bricht dort zusammen. Im Vergleich zum geschlossenen Rohrende verschieben sich dadurch alle Druckknoten und -bäuche um ein Viertel der Wellenlänge. Selbiges gilt auch für die Schnelle.

Am offenen Ende ist die Schnelle maximal anstatt wie am geschlossenen Ende Null. Im offenen Rohrende schwingt eine Luftschicht wie ein Kolben hin und her.

Sicherheitshinweise

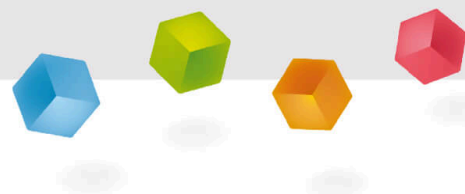
PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Zwei Flughunde

Fledermäuse sind in der Lage mit Hilfe von Ultraschallsignalen Entfernungen zu Objekten in ihrer Umgebung zu bestimmen und sich auf diese Weise zu orientieren.

Auf Schiffen dient das Sonar zur Entfernungsbestimmung.

In beiden Fällen wird der Effekt des Echos ausgenutzt, der auch uns Menschen aus dem Alltag vertraut ist.

Doch wie genau werden Schallwellen reflektiert und wann entsteht entsprechend ein Echo?

Aufgaben

PHYWE

Simuliere eine Echoortung, indem du in diesem Experiment die Entfernung misst, die Schall in einem Glasrohr zurücklegt.

Untersuche auch, ob dazu das Rohr verschlossen sein muss.



Der Versuchsaufbau

Verwende für die Messungen in diesem Versuch die Software measure Acoustics.



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

Aufbau (1/2)

PHYWE



Abbildung 1


- 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 (vergleiche Abb. 1).
- Öffne die Audio-Einstellungen des PCs. Stelle die Ausgabelautstärke auf das Maximum und verschiebe die Balance so, dass die Ausgabe nur noch über den Lautsprecher stattfindet, der soeben an dem Becher befestigt wurde.

Aufbau (2/2)

PHYWE

- Platziere das Mikro vor den Kopfhörern.
- Starte die Software measure Acoustics.



- 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 "2.5 Reflexion und Echo".

Durchführung (1/6)


PHYWE

Teilexperiment 1: Das verwendete Schallsignal

1. Starte im Diagramm „Spektrum des Signals am Audioausgang (Lautsprecher oder Kopfhörer)“ die Wiedergabe. Nach 2 Sekunden wird eine Folge von acht Tönen abgespielt.

Wähle dafür im Diagrammfenster "Spektrum ... (Lautsprecher oder Kopfhörer)" ► "Start" aus.


2. Starte die Wiedergabe erneut. Friere aber nun den zeitlichen Verlauf der Tonaufnahme ein, so dass du einen der acht Tonpulse komplett im Diagrammfenster „Zeitfunktion ... (Mikrofon)“ siehst.

Wähle dafür im Diagrammfenster "Zeitfunktion des Signals am Audioeingang (Mikrofon)"  "Aktivieren/Einfrieren des Diagramms" aus.


Durchführung (2/6)

PHYWE

3. Passe den eingefrorenen Diagrammausschnitt so an, dass du das aufgezeichnete Tonsignal gut erkennen kannst. Gegebenenfalls wiederhole den Vorgang, bis ein Tonsignal erfolgreich aufgezeichnet wurde.

Wähle dafür  "Automatische Anpassung des Diagrammausschnitts" aus. Benutze zusätzlich die Lupe  "Zoom" und ziehe mit Hilfe eines Linksklicks ein Rechteck um den Bereich, den du vergrößern möchtest.

4. Lies die zeitliche Dauer dieses Signals ab und notiere den Wert.

Nutze dafür im Diagrammfenster "Zeitfunktion ... (Mikrofon)" das Fadenkreuz  "Markieren", um den x-Wert (hier: Zeit in ms) an der Stelle des Fadenkreuzes zu ermitteln, indem du ihn am unteren Bildschirmrand in der Statusleiste abliest.

Durchführung (3/6)

PHYWE

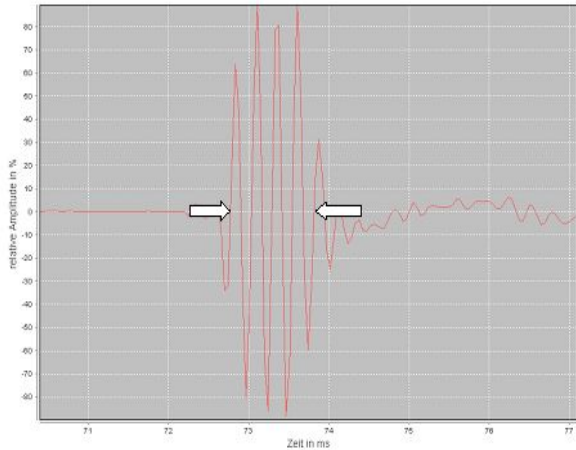


Abbildung 2

Hinweis: Bestimmung der Pulsdauer

In der Abbildung 2 ist einer der acht Pulse dargestellt. Aufgrund der Beschränkung des dargestellten Zeitintervalls auf 100 ms wird zumeist nur ein oder maximal zwei Pulse in dem Diagramm dargestellt. Die bei einer Sinusschwingung üblichen und außerdem hardwarebedingten Ein- und Ausschwingvorgänge müssen bei der Bestimmung der Pulsdauer vernachlässigt werden.

Der Puls beginnt mit der ersten Schwingung mit deutlich größerem Ausschlag, das heißt beim Durchgang durch die x-Achse vor diesem Ausschlag. Dementsprechend endet der Puls nach der letzten Schwingung mit deutlich größerem Ausschlag. Beide Punkte sind in der Grafik mit Pfeilen markiert.

Durchführung (4/6)

PHYWE

Teilexperiment 2: Verschlussenes Rohr

1. Stelle nun sowohl den Kopfhörer als auch das Mikrofon vor dieselbe Öffnung des Glasrohres. Sie sollten möglichst exakt nebeneinander am Rohrende platziert werden (Abb. 3).

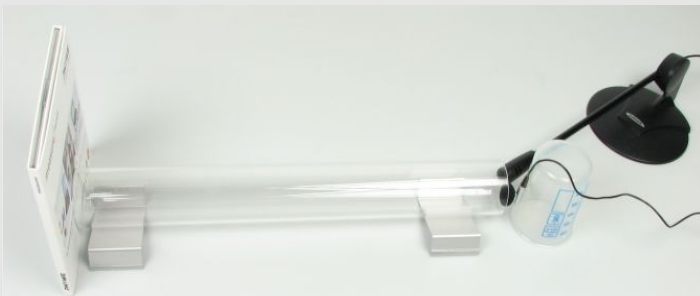


Abbildung 3

2. Verschließe das andere Ende des Rohres, indem du eine CD-Hülle oder ähnliches vor die Öffnung stellst (Abb. 3).

3. Stütze die Hülle eventuell noch mit einem Gegenstand, damit sie nicht umfällt.

4. Stelle für weitere Messungen wieder den Standardausschnitt ein.

Durchführung (5/6)

PHYWE

5. Starte erneut die Ausgabe der Tonpulse und friere den zeitlichen Verlauf ein.

Passe den Diagrammausschnitt an. Betrachte die Pulse, die zu sehen sind.

6. Nutze das Fadenkreuz, um die Dauer jedes Pulses und die Zeitabstände von einem Puls zum nächsten zu bestimmen. Lies zur Abstandbestimmung ab, zu welchen Zeitpunkten die Pulse jeweils anfangen. Notiere deine Ergebnisse in deinem Versuchsprotokoll.

Durchführung (6/6)

PHYWE

Teilexperiment 3: Offenes Rohr

1. Entferne nun die CD-Hülle, so dass das eine Rohrende offen ist (Abb. 4).



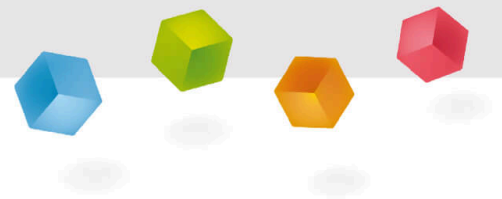
Abbildung 4

2. Wiederhole die Messung aus dem zweiten Teil des Experiments.

3. Lies im eingefrorenen Diagramm die Anzahl der erkennbaren Pulse ab und vermesse ihre Dauern und Zeitabstände mit Hilfe des Fadenkreuzes.

4. Notiere deine Ergebnisse.

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Im Versuch wird das Programm mehrere Schallwellen aufnehmen. Woran erkennst du, dass es sich hierbei um Widerhalle handelt und nicht um separate Geräusche?

Die Echos erkennt man an der ansteigenden Amplitude. Da das Echo additiv mit der Originalwelle interferiert, sind die Amplituden der nachfolgenden Echos immer größer als der Originalton und dies lässt sich so auch im Versuch beobachten.

Die Signale der Schallwellen zeigen die gleichen schwingungsbeschreibenden Charakteristika auf. Sie haben die gleiche Amplitude und Frequenz. Es muss sich also um das gleiche Geräusch handeln, welches reflektiert wurde.

Die Signale wurden zu schnell hintereinander aufgenommen. Da Echos wie kleinere Wellenpakete der Originalschallwelle folgen, könnte nur ein Echo in so kurzem Zeitabstand zum Originalton aufgenommen werden.

Aufgabe 2

PHYWE

Bei einer Schallwelle handelt es sich um eine Reflektion einer Schallwelle, welche zeitlich versetzt zur ursprünglichen Schallwelle wahrgenommen wird.

Die Reflektion muss also in einer gewissen Distanz zum Hörer passieren, damit ein Echo entsteht.

Reflektiert wird eine Schallwelle, wenn sich ihr Ausbreitungsmedium verändert.

☐ Wahr☐ Falsch☒ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Nimm an, der Schall breitet sich mit $343 \frac{m}{s}$ aus. Du hörst ein Echo 5 Sekunden nachdem du den Originalton wahrnimmst. Wie weit ist das Echo zusätzlich gereist?

Die Schallwelle des Echos ist Meter weiter gereist als die ursprüngliche Schallwelle, um von dir gehört zu werden.

☒ Check

Aufgabe 4

PHYWE

Schallwellen werden reflektiert, wenn sich das Ausbreitungsmedium ändert.


Bei dem offenen Rohr wird ein Echo wahrgenommen, weil sich die Luftfeuchtigkeit innerhalb des Rohrs stark von der Luftfeuchtigkeit außerhalb der Tube unterscheidet.

An der Luft beeinflusst nämlich nur die Luftfeuchtigkeit die Eigenschaften einer Schallwelle.

☐ Wahr☐ Falsch☒ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 21: Echos	0/1
Folie 22: Echo	0/1
Folie 23: Rechenaufgabe	0/1
Folie 24: Tube	0/1

Gesamtsumme  0/4

 Lösungen Wiederholen