

Bestimmung der Schallgeschwindigkeit



Physik

Akustik

Schallerzeugung & -Ausbreitung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f5e7c26c512240003287cf8>

PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Schall breitet sich in unterschiedlichen Medien unterschiedlich schnell aus. Einer der wichtigsten Ausbreitungsgeschwindigkeiten ist über die Luft, da sie am häufigsten einen Einfluss auf den Alltag besitzt.

Sie ermöglicht es Menschen Geräuschen einer Richtung zuzuordnen und spielt eine sehr wichtige Rolle in der modernen Luftfahrt, sowie in diversen anderen Themengebieten.

In diesem Experiment bestimmen die Schüler die Schallgeschwindigkeit in Luft. Sie messen dazu den Laufzeitunterschied eines Schallsignals aus zwei räumlich versetzt stehenden Stereo-Lautsprechern mit der Software measure Acoustics.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Vor Durchführung des Experiments sollten die Schüler die Definition von Geschwindigkeit kennen und wissen, wie man eine mittlere Geschwindigkeit aus Weg und Zeit berechnet.

Prinzip



In diesem Versuch werden die Schüler mehrere Schallsignale aus unterschiedlicher Entfernung digital aufnehmen und über die Laufwegsunterschiede die Schallgeschwindigkeit bestimmen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



In diesem Experiment lernen die Schüler eine einfache, aber effektive Methode kennen, mit der sich die Schallgeschwindigkeit bestimmen lässt.

Aufgaben



Die Schüler bestimmen in diesem Experiment die Schallgeschwindigkeit in Luft mit Hilfe von Stereo-Lautsprechern und einem Mikrofon.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

- Die Qualität der abgespielten Pulse hängt von den eingesetzten Lautsprechern ab. Einige, zumeist sehr preisgünstige Produkte senden weniger scharf definierte Pulse mit zum Teil sehr langen Einschwingvorgängen aus. Vor allem das Signal des hinteren Lautsprechers besitzt dann eine unter Umständen ungenügende Qualität, wenn es das Mikrofon erreicht.
- Die sorgfältige Ausrichtung der beiden Lautsprecher und des Mikrofons beeinflussen deutlich die Qualität der dargestellten Pulse. Mikrofon und Lautsprecher sollten möglichst in einer Linie stehen und das Mikrofon ungefähr waagrecht zur Unterlage ausgerichtet sein.
- Alternativ kann die Schallgeschwindigkeit mit dem Aufbau von Versuch P6011200 "Reflexion und Echo" aus der Laufzeit des reflektierten Pulses dividiert durch die doppelte Rohrlänge bestimmt werden.

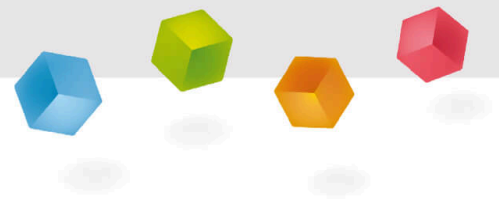
Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Ein Gewitter

Dass Schall sich mit einer begrenzten Geschwindigkeit ausbreitet, kennen wir vom Gewitter. Wir sehen den Blitz, aber der zugehörige Donner braucht je nach Entfernung des Blitzes einige Sekunden, bis wir ihn hören können.

Das selbe Konzept ermöglicht es uns durch das Gehör die Richtung der Geräuschquelle auszumachen, da die Schallwelle weniger Zeit benötigt um das eine Ohr zu erreichen als das andere.

In diesem Versuch werdet ihr selber eine Methode durchführen, mit der ihr die Schallgeschwindigkeit an der Luft recht präzise bestimmen könnt.

Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

Bestimme in diesem Experiment die Schallgeschwindigkeit in Luft mit Hilfe von Stereo-Lautsprechern und einem Mikrofon.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Software "measure Acoustics"	14441-61	1

Aufbau (1/2)

PHYWE



Abbildung 1

- Schließe die Stereolautsprecher und das Mikrofon korrekt an den Computer an.
- Stelle die Lautsprecher nebeneinander und das Mikrofon in etwa 5 cm Abstand vor einen der beiden Lautsprecher (Abb. 1). Öffne die Audio-Einstellungen des PCs.
- Verstelle die Balance so, dass die Ausgabe nur noch über den Lautsprecher stattfindet, vor dem das Mikrofon steht. Stelle anschließend die Ausgabelautstärke auf das Maximum ein.

Aufbau (2/2)

PHYWE

- 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 "2.4 Schallgeschwindigkeit".

Durchführung (1/5)

PHYWE

1. Starte im Diagramm "Spektrum des Signals am Audioausgang (Lautsprecher oder Kopfhörer)" die Wiedergabe. Nach 2 Sekunden werden acht dicht aufeinander folgende Töne ausgegeben.

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

2. Starte die Wiedergabe erneut. Friere aber nun den zeitlichen Verlauf der Tonaufnahme ein, sodass einer der abgespielten acht Töne im Diagrammausschnitt erkennbar ist.

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

Durchführung (2/5)

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 eines Pulses 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 (3/5)

PHYWE

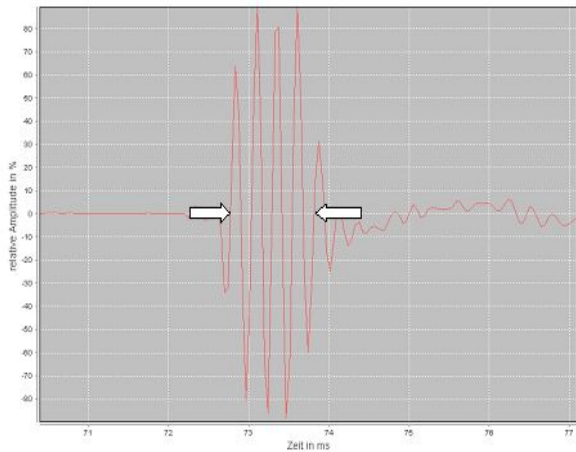


Abbildung 2

Hinweis: Bestimmung der Pulsdauer

In der Abbildung 2 ist einer der acht Pulse dargestellt. Aufgrund der Beschränkung des dargestellten Zeitintervalls auf 100 ms werden 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 (4/5)

PHYWE

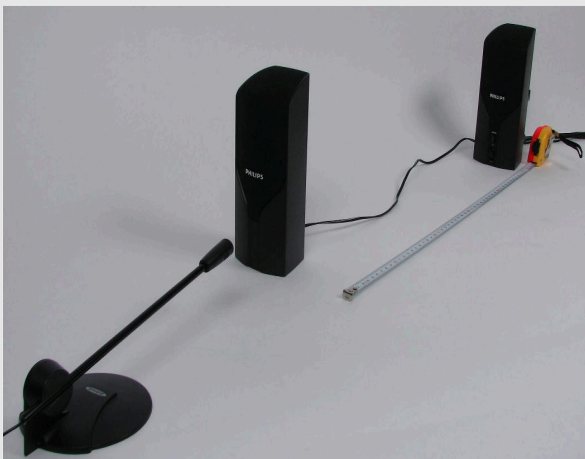


Abbildung 3

5. Öffne erneut die Audio-Einstellungen des PCs und verstelle die Balance nun so, dass beide Lautsprecher ein gleich lautes Signal ausgeben.
6. Stelle nun die beiden Lautsprecher ca. 50 cm auseinander. Sie sollten aber noch immer in die gleiche Richtung zeigen, nur ein wenig versetzt zueinander (Abb.3).
7. Vermesse den Abstand der beiden Lautsprecher mit einem Maßband und notiere den Wert. Platziere das Mikrofon möglichst horizontal zur Unterlage ungefähr 10 cm vor dem vorderen Lautsprecher.
8. Stelle für weitere Messungen wieder den Standardausschnitt ein und aktiviere das Diagramm.

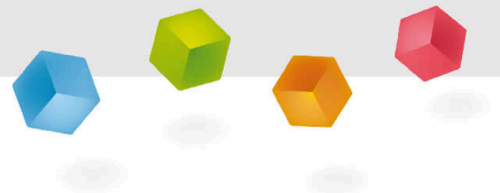
Durchführung (5/5)

PHYWE

9. Starte erneut die Ausgabe der acht Tonimpulse und friere den zeitlichen Verlauf ein. Es sollten nun zwei Tonpulse zu sehen sein, je ein Puls von jedem Lautsprecher.
10. Nutze das Fadenkreuz, um den zeitlichen Abstand der beiden Pulse zu bestimmen. Lies dazu ab, zu welchen Zeitpunkten die Pulse jeweils anfangen. Notiere dein Ergebnis im Versuchsprotokoll.

PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Warum wurden im Programm zwei deutlich unterscheidbare Pulse aufgenommen, obwohl beide Lautsprecher das Geräusch im selben Moment erzeugt haben?

Das Programm zeigt die Pulse in Abhängigkeit der Zeit. Der zweite Puls wurde als später vom Mikro vernommen und kam entsprechend später am Mikrofon an.

Das Programm zeigt Pulse einzeln an, da bei Überlagerungen die einzelnen Merkmale jedes Pulses nicht mehr auszumachen sind.

Das Programm zeigt die Pulse in Abhängigkeit des Raumes. Der zweite Puls ist weiter rechts und die Verschiebung rührt daher, dass beide Lautsprecher nicht perfekt auf einer Linie hintereinander stehen.

Aufgabe 2

PHYWE

Welche Aussagen über Schallwellen sind wahr?

- ☐ Die Schallgeschwindigkeit variiert mit Medium, Außentemperatur, Luftdruck und Schallfrequenz.
- ☐ Die Schallgeschwindigkeit an der Luft ist konstant.
- ☐ Bei trockener Luft und 20° Celsius Temperatur breitet sich Schall mit $343 \frac{m}{s}$ aus.
- ☐ Höhe Töne breiten sich schneller aus als tiefe Töne.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Eine Schallwelle breitet sich wetterbedingt mit 357 Metern pro Sekunde aus. Ihr befindet euch 10 Kilometer von der Geräuschquelle.

Nach wieviel Sekunden würdet ihr die Schallwelle hören?

Die Schallwelle ist hörbar nach Sekunden.

✓ Check

Folie

Punktzahl/Summe

Folie 19: Unterschiedliche Pulse

0/1

Folie 20: Schallwellen

0/3

Folie 21: Rechenaufgabe

0/1

Gesamtsumme

 0/5

 Lösungen

 Wiederholen