

Richtungshören



Phy Bio

Physik → Akustik → Schallerzeugung & -Ausbreitung

Biologie → Humanphysiologie → Sonstige Sinne



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

In diesem Experiment setzen sich die Schüler mit der Richtfähigkeit des menschlichen Hörsinns auseinander. Sie lernen, dass unser Gehirn dazu Laufzeit- und Lautstärkeunterschiede zwischen beiden Ohren analysiert.

Dazu führen sie zunächst zwei qualitative Teile des Experiments durch (Schall in Schlauch, Schall aus Kopfhörer), ehe sie in einem Selbstversuch den minimalen Winkel bestimmen, bei dem sie der Schallquelle die korrekte Richtung zuordnen können.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Vor Durchführung des Experiments sollten die Schüler wissen, dass Schall sich mit einer definierten Geschwindigkeit ausbreitet und sich damit für unterschiedliche Wegstrecken unterschiedliche Laufzeiten ergeben.

Prinzip



In diesem Versuch wird das Gehör des Schülers mit unterschiedlichen Teilexperimenten getestet und beobachtet, wie die beiden Ohren imstande sind unabhängig voneinander Richtung und Lautstärke der Geräuschquelle zu identifizieren.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler lernen, dass das Gehör nicht nur die Schallwellen wahrnimmt, sondern auch die Richtung, aus der man den Schall hört, bestimmen kann.

Aufgaben



Die Schüler untersuchen in diesem Experiment, wie die Ortung von Schallquellen in der horizontalen Ebene funktioniert.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zur Durchführung

- Der erste Teil des Experiments wird von zwei Schülern durchgeführt.
- Bei der Verwendung von Kopfhörern ist stets darauf zu achten die Lautstärke zunächst niedrig zu halten und erst bei Bedarf zu erhöhen. (Besondere Vorsicht in Teil 2!)

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

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



Schülerinformationen

Motivation



Ein Kaninchen mit ausgerichteten Ohren

Viele Lebewesen nutzen den Hörsinn zur Orientierung, da Ohren fähig sind, die Richtung aus der man eine Schallwelle wahrnimmt, auszumachen.

Ein Beispiel dafür ist das Kaninchen, welches dafür sogar seine Ohren um 270 Grad ausrichten können, um möglichst genau bestimmen zu können, woher die Geräusche eines möglichen Raubtieres kommen.

Auch Menschen sind imstande Geräuschen eine Richtung zuzuordnen und in diesem Versuch wird festgestellt, unter welchen Gesetzmäßigkeiten die Bestimmung der Richtung stattfindet.

Aufgaben

PHYWE
excellence in science



Der Versuchsaufbau

Untersuche in diesem Experiment, wie die Ortung von Schallquellen in der horizontalen Ebene funktioniert.

1. Beobachte, wie eine Schallquelle von beiden Ohren unterschiedlich wahrgenommen wird. Erzeuge dazu ein Schallsignal in einem Schlauch, an dessen Enden du das Signal mit beiden Ohren hören kannst.
2. Untersuche, wie gut dein Hörsinn Richtungen zuordnet. Erzeuge dazu Tonimpulse mit der Software *measure Acoustics*, welche zeitlich versetzt auf ein Kopfhörerpaar gegeben werden.
3. Erstelle eine Statistik, um die Winkelgenauigkeit des Hörsinns zu beurteilen.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Software "measure Acoustics"	14441-61	1
2	PVC-Schlauch, Innen-d = 7 mm, lfd. m	03985-00	1
3	Trichter, Kunststoff (PP), Oben-d = 75 mm	46895-00	2

Aufbau (1/2)

Teilversuch 1: Ortung von Schall in einem Schlauch

1. Für diesen Teilversuch benötigst du einen Versuchspartner.
2. Stecke die beiden Trichter auf die Enden des Schlauches und halte dir die Trichter so auf beide Ohren, dass der Schlauch hinter deinem Kopf hängt.

Aufbau (2/2)

Teilversuch 2: Vorgabe von Schallrichtungen durch Software

1. Schließe die Kopfhörer korrekt an den Computer an und setze sie auf.

Hinweis: Achte darauf, dass du den linken Ohrhörer (L) links und den rechten (R) rechts aufsetzt.

2. Vergewissere dich, dass in den Audio-Einstellungen des PCs die Ausgabelautstärke zunächst auf einen niedrigen Wert geregelt ist.

3. Starte die Software measure Acoustics.



4. Öffne die Experimentübersicht (Menüpunkt "Datei" → "Experiment öffnen" oder in der Menüleiste "Experiment öffnen" auswählen). Wähle aus dem Ordner "1 Erzeugung, Ausbreitung und Wahrnehmung von Schall" das Experiment "1.8 Richtungshören".

Durchführung (1/3)

PHYWE
excellence in science

Abbildung 1

Teilversuch 1: Schallaufzeichnung

- Schüler 2: Schlage mit dem Zeigefinger an einer beliebigen Stelle auf den Schlauch.
- Schüler 1: Beschreibe, was du hörst.
- Wiederholt diesen Vorgang an verschiedenen Stellen (rechts, links, Mitte) des Schlauches. Führt das Experiment außerdem auch mit getauschten Rollen durch.
- Notiert eure Beobachtungen.

Durchführung (2/3)

PHYWE
excellence in science

Teilversuch 2: Vorgabe von Schallrichtungen durch Software

1. Spiele mit der Software kurze Tonimpulse ab, indem du im Reiter "Demonstration" unten rechts "Ton abspielen" auswählst.
 2. Verändere mit dem Schieberegler die Richtung, aus der du die Tonimpulse hörst. Positive Winkel entsprechen Tönen von rechts, negative Winkel entsprechen Tönen von links.
 3. Beobachte, wie sich das hörbare Signal verändert, wenn du den Winkel veränderst. Setze für verschiedene Winkel immer jeweils erst den einen, dann den anderen Ohrhörer ab.
- Vergleiche jeweils die Lautstärken auf den beiden Ohrhörern und notiere deine Beobachtungen.

Durchführung (3/3)

PHYWE
excellence in science

Teilversuch 3: Empfindlichkeit des Richtungshörens

1. Wähle nun im geöffneten Fenster "Richtungshören" den Reiter "Selbstversuch".
2. Wähle im Reiter "Selbstversuch" unter Versuchskonfiguration "Experiment starten" aus.
3. Dir werden nun 75 Tonimpulse vorgespielt. Entscheide nach jedem Tonimpuls, aus welcher Richtung du ihn gehört hast (von links, von vorne, von rechts) und wähle mit der Maus entsprechend "von links", "von vorne" oder "von rechts" aus.

Nach dem Auswählen wird nach einer kurzen Pause automatisch der nächste Ton abgespielt.

PHYWE
excellence in science

Protokoll

Aufgabe 1

Welche physikalischen Größen benutzen Menschen um die Richtung eines Geräusches zu bestimmen?

- Die Tonhöhe (Frequenz ω) mit der das Geräusch wahrgenommen wird.
- Die relative Lautstärke (Schalldruck p) des Geräusches in einem Ohr im Vergleich zum anderen Ohr.
- Der Zeitunterschied ΔT , bis die Schallwelle von beiden Ohren vernommen wird.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

Wodurch entsteht der Zeitunterschied ΔT ?

Das Gehirn kann nur ein Signal eines Trommelfells gleichzeitig bearbeiten, wodurch zuerst das Signal, dass lauter ist, bearbeitet und "abgespielt" wird. Daraufhin wird dann das Signal des anderen Trommelfells zum selben Geräusch verarbeitet. Der Zeitunterschied ΔT ist demnach die Zeit, die das Gehirn benötigt, um ein Signal zu interpretieren.

Wenn Menschen ein Geräusch nur in einem Ohr wahrnehmen, wird das, sich im Ohr befindliche Gleichgewichtsorgan verwirrt. Das führt zu Schwindel. Um das zu verhindern, erzeugt unser Gehirn ein leiseres Phantomgeräusch für das Ohr, das nicht in Richtung der Geräuschquelle orientiert ist. Dafür benötigt das Gehirn den Zeitunterschied ΔT .

Schallwellen breiten sich mit der Schallgeschwindigkeit von $v_{Schall} = 340 \frac{m}{s}$ aus. Der Schall benötigt also die Zeit T , um die Distanz zwischen den beiden Ohren zu passieren.

Aufgabe 3

Der Zeitunterschied ΔT ist gegeben durch $\Delta T = \frac{d}{v_{Schall}} \cdot \sin(\alpha)$.

Dabei ist d der Abstand zwischen beiden Ohren und α der Winkel unter dem das Geräusch vernommen wird.

Bei Erwachsenen ist der d durchschnittlich 20cm. Das kleinstmögliche ΔT , bei dem das Gehirn eine Richtung zuordnen kann, beträgt $30\mu s$.

Was ist der korrespondierende Winkel α , auf eine Nachkommastelle gerundet, dazu?

Der korrespondierende Winkel α beträgt Grad.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 17: Richtung der Geräusche	0/2
Folie 18: Zeitunterschied	0/1
Folie 19: Rechenaufgabe	0/1

Gesamtsumme  0/4

👁️ Lösungen

🔄 Wiederholen