

Unterrichtsmaterial 3. Zyklus
«Hören»



Lektionsplanung „Hören“ Zyklus 3



Nr.	Thema	Inhalt	Ziele	Action	Material	Organisation	Zeit
1	Einer von fünf Sinnen Der soziale Sinn	Einführung in die Thematik – Erklärung der Wichtigkeit des Hörsinns – frei nach Helene Kellers Lehrsatz wird in die Thematik eingestiegen. Die SuS lernen den Hörsinn kennen.	lustvolle Einführung ins Thema	SuS machen sich Gedanken zum Hörsinn und starten mit einem Versuch.	Wandtafel verschiedenes Versuchsmaterial	Plenum	15'
2	Schall und Schallübertragung / Schallausbreitung	Was ist Schall? Wie wird er übertragen? Wie breitet sich Schall aus? Wie kann Schall sichtbar gemacht werden? Solche und ähnliche Fragen beschäftigen die SuS.	Die SuS können Schall definieren und wissen, dass zur Schallausbreitung ein Medium nötig ist.	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen zum Schall zusammentragen • Experiment durchführen und auswerten 	Arbeitsblätter Material für das Experiment	EA	45'
3	Amplitude, Periode und Frequenz	Die Fachbegriffe Amplitude, Periode und Frequenz werden vorgestellt.	SuS können verschiedene Frequenzen und Amplituden darstellen und erkennen.	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen lesen • Lückentext ausfüllen • Experimente 	Arbeitsblätter Material für die Experimente	PA	45'
4	Das menschliche Ohr	Die SuS befassen sich mit der Anatomie des Ohres. Sie lernen, wie der Hörvorgang beim Menschen funktioniert.	Die SuS können die Funktionen des menschlichen Ohres beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentation folgen • Arbeitsblatt dazu ausfüllen 	Präsentation Arbeitsblätter	EA	45'
5	Masseinheit Dezibel	Die Masseinheit Dezibel kennenlernen und Rechnungsaufgaben dazu lösen.	SuS kennen die Masseinheit Dezibel und können dazu Rechnungen lösen.	Rechnungen lösen	Informationen zu Dezibel Arbeitsblatt	EA	30'
6	Hören und Hörempfinden / Hören und verstehen	Psychoakustik: Die Psychoakustik beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Schall und den daraus resultierenden Empfindungen. Wir empfangen den Schall mit den Ohren – wir hören und verstehen jedoch mit dem Hirn! Binaurales Hören: Unter binauralem Hören versteht man, dass beide Ohren am Hörvorgang beteiligt sind.	Die SuS verstehen, was Psychoakustik ist und wie räumliches Hören funktioniert.	<ul style="list-style-type: none"> • Information lesen • Arbeitsblatt lösen 	Arbeitsblätter	PA	45'
7	Lärm und Schutz	Was kann dem menschlichen Gehör zugemutet werden? Lärmschutzverordnung Lärm ist grundsätzlich etwas, das die „anderen“ machen. Lärm ist unerwünschter, störender Schall.	Die SuS wissen, wo und wie Lärm entsteht, wie viel fürs menschliche Ohr zumutbar ist und können Lärmmessungen durchführen und auswerten.	<ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Texte zu Lärm lesen • Lärmmessungen durchführen • Tipps für Lärmreduktion und Hörschäden 	Arbeitsblätter Messgerät(e)	EA/PA	45'

Lektionsplanung „Hören“ Zyklus 3



				zusammenstellen			
8	Kopfhörer	Gerne hören Jugendliche via Kopfhörer ihre Lieblingsmusik. Doch ist diese „Dauerberieselung“ schädlich? Gibt es gute und schlechte Kopfhörer? Dieser Lektionsschritt klärt auf.	SuS wissen, wie sie sinnvoll und ohne gesundheitliche Einbußen Musik oder Ähnliches über Kopfhörer konsumieren (können).	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen durchlesen • ev. Selbstversuch durchführen 			20'
9	Wie hören Tiere?	In einer selbstständigen Rechercharbeit wählen die SuS gruppenweise ein Tier aus, suchen Facts zu dessen Hörvorgang zusammen und präsentieren die Erkenntnisse der Klasse.	Die SuS kennen den Hörbereich von verschiedenen Tieren und können ihn mit dem Menschen vergleichen.	Präsentation zusammenstellen und vortragen	Infoblätter Computer Lexika	GA	90'-180'

Die Zeitangaben sind Annahmen für den ungefähren Zeitrahmen und können je nach Klasse, Unterrichtsniveau und -intensität schwanken!

Lehrplanbezug (LP 21)

BNE - Gesundheit	Die Schülerinnen und Schüler lernen zunehmend, Mitverantwortung für ihr Wohlbefinden und ihre Gesundheit zu übernehmen. Dafür erwerben sie Wissen über den menschlichen Körper, dessen Funktionsweise und über verschiedenste Faktoren, die Wohlbefinden und Gesundheit beeinflussen.
NT.6.2	Die Schülerinnen und Schüler können Hören und Sehen analysieren.
NT.6.2a	Die Schülerinnen und Schüler können die Schallausbreitung als fortschreitende Verdichtung der Luft beschreiben und mithilfe von entsprechenden Modellen erklären (z.B. grosse Spiralfeder, Magnete).
NT.6.2b	Die Schülerinnen und Schüler können mögliche Hörschäden mit unterschiedlichen Schalleinwirkungen in Beziehung setzen (z.B. Trommelfellriss durch lauten Knall, Lücken im Hörbereich durch Dauerbeschallung) und entsprechendes Verhalten daraus ableiten.
NT.6.2.c	Die Schülerinnen und Schüler können die Funktionsweise des menschlichen Ohres beschreiben (z.B. Stereohören, Schallverstärkung, Frequenzverarbeitung, Hinhören/Weghören).

Lektionsplanung „Hören“ Zyklus 3



Ergänzungen/Varianten	
Legende	EA = Einzelarbeit / Plenum = die ganze Klasse / GA = Gruppenarbeit / PA = Partnerarbeit / SuS = Schülerinnen und Schüler / LP = Lehrperson
Kontaktadressen	Hörsystemakustik Schweiz Seilerstrasse 22 3001 Bern info@hoersystemakustik.ch
Exkursionen	<ul style="list-style-type: none"> • NATURENA: Sinnespfad in den Regionen Fricktal, Seebachtal, Werdenberg und Zugerland. Informationen unter www.naturena.ch • Tonstudio besuchen / Tontechniker:in einladen • Musikinstrumentebauer:in besuchen • Ärztin / Arzt (HNO) einladen
Eigene Notizen	

Einer von fünf Sinnen

Informationen für Lehrpersonen



1/4

1 – Einer von fünf Sinnen

Arbeitsauftrag 	Mithilfe eines einfachen Versuchs sollen die Begriffe Schwingung, Tonhöhe, Lautstärke und Schallübertragung eingeführt werden.
Ziel 	Lustvolle Einführung ins Thema. SuS machen sich Gedanken zum Hörsinn und starten mit einem Versuch.
Material 	Stimmgabel, Wandtafel
Sozialform 	Plenum
Zeit 	15'

Zusätzliche
Informationen:

- Nach Abschluss des Kapitels „Das menschliche Ohr“ kann man nochmals auf diesen Versuch zurückgreifen, um zu erklären, wie man eine Schädigung des Mittelohrs von einer Schädigung des Innenohrs unterscheiden kann.

Einer von fünf Sinnen

Einstieg



2/4

Einer der fünf Sinne



Mithilfe des Weber- und des Rinne-Versuchs sollen die Begriffe Schwingung, Tonhöhe, Lautstärke und Schallübertragung eingeführt werden.

Vorinformationen

- der soziale Sinn
- Noch in der Gebärmutter, ca. nach 4 Monaten, fängt der Fötus an zu hören.
- Das Hören kann nicht abgestellt werden.
- Das Zuhalten der Ohren bewirkt nur eine Reduktion von max. 30 dB Schalldruckpegel (SPL).
- Das menschliche Ohr kann Frequenzen über zehn Oktaven hören von 16–20000 Hz.
- Das menschliche Ohr kann Lautstärken noch ertragen, die 1 000 000-mal lauter sind als die, welche es gerade noch zu hören vermag (120 dB).
- Das Innenohr liegt tief im Schädel eingebettet – im härtesten Knochen des menschlichen Körpers, dem Felsenbein.
- Diese Tatsache hebt die entwicklungsgeschichtliche Wichtigkeit des Hörorgans hervor.
- Darauf angesprochen, welche Behinderung schwerer wiegt, die Taubheit oder die Blindheit, gab Helen Keller folgende Antwort...



„Blindheit trennt von den Dingen, Taubheit von den Menschen.“

Helen Keller

Helen Keller wurde als gesundes Kind geboren, wurde aber mit 19 Monaten durch eine Krankheit taubblind.

Weitere Informationen

https://de.wikipedia.org/wiki/Helen_Keller

<https://www.britannica.com/biography/Helen-Keller> (Englisch)

Einer von fünf Sinnen

Einstieg



3/4

Der Weber-Versuch

Der Weber-Versuch ist eine Untersuchung zur Feststellung einer Lateralisation des Hörempfindens unter Verwendung einer Stimmgabel. Er ist zusammen mit dem Rinne-Versuch ein Standardtest der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde zur Untersuchung einer Hörstörung.

Beim Weber-Versuch wird der Fuss einer schwingenden Stimmgabel dem Probanden auf den Scheitel gesetzt. Der Schall wird über Knochenleitung phasengleich in beide Innenohren übertragen. Der Normalhörende hört den Ton der Stimmgabel in beiden Ohren gleich, er hat daher den Eindruck, diesen in der Mitte des Kopfes zu hören, der Ton wird nicht lateralisiert (lat. latus = Seite). Gibt der Proband an, den Ton auf einer Seite zu hören, spricht man von einer „Lateralisierung“ (Lateralisation). Dies ist der Fall bei einer einseitigen oder asymmetrischen Hörstörung.

Bei einer einseitigen Schallempfindungsstörung wird der Ton vom besser hörenden (normalen) Innenohr lauter wahrgenommen, der Patient lateralisiert also ins gesunde Ohr. Bei einer einseitigen Schalleitungsstörung wird jedoch der Ton im erkrankten Ohr lauter gehört, meist zur Überraschung des Patienten.

Nach der Mach'schen Schallabflusstheorie wird von einem intakten Mittelohr Schallenergie aus dem Innenohr über die Gehörknöchelchen auf das Trommelfell übertragen und in die Luft abgestrahlt. Dieser Teil der von der Stimmgabel über Knochenleitung direkt dem Innenohr zugeführten Schallenergie kommt also normalerweise nicht im Innenohr zur Wirkung. Ist das Mittelohr aber nicht in der Lage, den Schall korrekt zu übertragen (Mittelohrschwerhörigkeit), so bleibt diese Schallenergie im Innenohr, der Schall wird in diesem Ohr lauter wahrgenommen als im gesunden Ohr der anderen Seite. Eine alternative Erklärung ist, dass die Sensitivität des Innenohrs auf der Seite der Schalleitungsstörung kompensatorisch heraufgesetzt wird.

Der Weber-Versuch erlaubt also eine gute Diagnose bei einer einseitigen Hörstörung. Um eine rasche und verlässliche Unterscheidung zwischen Schallempfindungsstörung und Schalleitungsstörung festzustellen, also beispielsweise zwischen einem Hörsturz und einem Paukenerguss, eignet sich nach der Feststellung einer Lateralisation gut der Rinne-Versuch.

Geschichte

Die Benennung des Tests nach Ernst Heinrich Weber (1795–1878), Professor für Anatomie und Physiologie in Leipzig, basiert auf einer Publikation Webers aus dem Jahr 1834. Weber beschrieb jedoch in seiner Publikation eigentlich nur den Okklusionseffekt beim gesunden Ohr, der schon vor ihm von Charles Wheatstone beschrieben wurde und später beim Bing-Test Anwendung fand. Die erste Beschreibung der Lateralisation beim pathologischen Ohr – auch bei der Schallempfindungsstörung – dürfte 1846 durch Eduard Schmalz, Gehör- und Sprach-Arzt in Dresden, erfolgt sein. Der Wert des Weber-Tests wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts selbst von namhaften Otologen bezweifelt (Hermann Schwartze) oder zumindest relativiert (Friedrich Bezold, Adam Politzer).

Mehr Informationen

<https://de.wikipedia.org/wiki/Weber-Versuch>

Einer von fünf Sinnen

Einstieg



4/4

Der Rinne-Versuch

Der Rinne-Versuch dient der Prüfung des Gehörs und kann zusätzlich zwischen Schallempfindungsstörungen und Schallleitungsstörungen unterscheiden. Es kann also differenziert werden, ob bei einer Hörminderung die Ursache bei der Reizweiterleitung im Mittelohr liegt oder aber eine Störung im Innenohr vorliegt. Beim Rinne-Test wird eine Stimmgabel zum Schwingen gebracht und dem Patienten zuerst mit dem Stimmgabelfuss auf den Knochenfortsatz hinter der Ohrmuschel aufgesetzt. Sobald der Patient ein Zeichen gibt, die Stimmgabel nicht mehr zu hören, wird diese unmittelbar vor seine Ohrmuschel gehalten. Kann der Patient die Stimmgabel nun noch hören, ist der Rinne-Test positiv ausgefallen, hört er sie nicht, ist der Test negativ. Der Rinne-Test macht sich die physiologischen Eigenschaften des Ohres zunutze: Bei normaler Hörfähigkeit ist Schall wegen der Verstärkereigenschaften von Gehörknöchelchen und Trommelfell über Luftleitung lauter wahrzunehmen als über Knochenleitung. Eine ausklingende Stimmgabel wird daher über Luftleitung länger gehört als über Knochenleitung, sie kann also am Gehörgang noch gehört werden, nachdem sie auf dem Knochenfortsatz nicht mehr gehört wurde. Fällt der Rinne-Test negativ aus, ist dies ein Hinweis auf eine Schallleitungsschwerhörigkeit, also eine Störung im Aussen- oder Mittelohrbereich. Fällt der Rinne-Test positiv aus, liegt keine Schallleitungsstörung vor, eine Schallempfindungsstörung ist damit jedoch nicht ausgeschlossen.

Einführung in das Thema

Mithilfe dieses Tests können erste Vermutungen zu Schwingungen anschaulich gemacht und erste Ideen der Schallausbreitung besprochen werden:

- Stimmgabel muss zuerst in Schwingung gebracht werden, damit ein Ton hörbar wird
- Schwingungen können sowohl über die Luft als auch über den Knochen weitergeleitet werden.
- Je stärker man die Stimmgabel anschlägt, desto lauter wird der Ton.
- Die Höhe des Tones ändert sich nicht.

Weitere Informationen

<https://de.wikipedia.org/wiki/Rinne-Versuch#:~:text=Der%20Rinne%2DVersuch%20ist%20ein,Standardtest%20zur%20Untersuchung%20einer%20H%C3%B6rst%C3%B6rung>.

Schall und Schallübertragung

Informationen für Lehrpersonen



1/4

2 – Schall und Schallübertragung

Arbeitsauftrag 	Die SuS sollen in Einzelarbeiten die Theorie zu Schall und Schallübertragung lesen und im Anschluss das Arbeitsblatt dazu lösen.
Ziel 	Die SuS können Schall definieren und wissen, dass zur Schallausbreitung ein Medium nötig ist. Mithilfe des Arbeitsblattes können Bereiche der Algebra repetiert werden.
Material 	Lesetext, Arbeitsblatt, Lösungen
Sozialform 	Einzelarbeit
Zeit 	45'

Zusätzliche
Informationen:

- Mithilfe des Arbeitsblattes können folgende Themen zusätzlich besprochen werden: Weg-Zeit-Geschwindigkeit und Bruchgleichungen.
- Um die Aufgabe 1 des Arbeitsblattes zu lösen, können auch alternativ verschiedene Materialien im Unterricht zur Verfügung gestellt werden.

Schall und Schallübertragung

Arbeitsmaterial



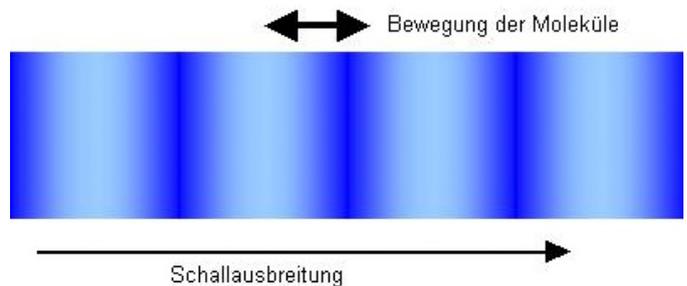
2/4



Lies den folgenden Text aufmerksam durch und streiche dir wichtige Passagen an.

Schall und Schallübertragung

Als Schall werden Wellen bezeichnet, die mit dem Gehör wahrgenommen werden können. Dazu zählen Geräusche, Töne, Klänge, aber auch ein Knall. Doch wie muss man sich das vorstellen? Fällt ein Buch zu Boden, wissen wir alle, dass dies einen Knall zur Folge hat. Beim Auftreffen des Buches auf dem Boden wird an dieser Stelle die Luft verdrängt. Die Luft rundherum wird dadurch zusammengedrückt. Diese dichtgepackte Luftschicht breitet sich dann als Druckwelle aus, bis sie von unserem Ohr aufgefangen und als Knall wahrgenommen wird. Die Luftteilchen werden dabei nicht vorwärts bewegt, sondern bewegen sich nur an Ort und Stelle hin und her. Schallwellen sind also Verdichtungen und Verdünnungen der Luft. Druckwellen kann man auch spüren. So spürt man etwa die Explosionen bei einem Feuerwerk, aber auch die Bässe bei lauter Musik sehr gut. Schall kann auch gut sichtbar gemacht werden. Dafür nimmst du ein Tamburin und hältst es neben eine Kerze. Wenn du auf das Tamburin schlägst, flackert die Kerze.



Auf dieser Abbildung ist die Schallausbreitung dargestellt. Die Luftteilchen bewegen sich nach links und rechts und lösen so eine Druckwelle aus, die sich von links nach rechts fortbewegt. Gut zu erkennen sind die Verdichtungen und Verdünnungen der Luft.
http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Prinzip_einer_Druckwelle.JPG

Doch wie schnell sind denn solche Schallwellen? Wir alle kennen das Phänomen des Donners, der auf jeden Blitz folgt. Obwohl Blitz und Donner immer gleichzeitig erfolgen, hört man den Schall dennoch viel später als man den Blitz sieht. Der Schall breitet sich also viel langsamer aus als das Licht. Die Lichtgeschwindigkeit beträgt ungefähr 300'000 km/s, die Schallgeschwindigkeit jedoch nur etwa 340 m/s.



Ein Blitz erhitzt die Luft in der unmittelbaren Umgebung sehr stark, sodass sich diese explosionsartig ausdehnt. Durch diese Ausdehnung entstehen Schallwellen, die sich in allen Richtungen ausdehnen. Diese nehmen wir als Donner wahr.

Schall kann sich jedoch nicht nur in Luft ausbreiten, sondern auch in flüssigen und festen Stoffen. Da die Atome (Teilchen) in flüssigem und festem Zustand geringere Abstände haben, können Stöße besser weitergegeben werden und der Schall bewegt sich schneller. Die Schallgeschwindigkeit in Wasser beträgt demnach etwa 1480 m/s, in Eisen bis zu 5800 m/s. In einem luftleeren Raum gibt es aufgrund fehlender Teilchen keinen Schall. Um die Geschwindigkeit von Objekten wie Flieger oder Raketen anzugeben, wird häufig der Begriff Mach verwendet. Dabei bedeutet Mach 1 Schallgeschwindigkeit. Ist die Geschwindigkeit grösser als Mach 1, spricht man von Überschallgeschwindigkeit. Fliegt ein Flugzeug genau mit der Schallgeschwindigkeit, so holt es stets den eigenen Schall ein. Dies führt dazu, dass das Flugzeug durchgerüttelt wird, als ob es gegen ein Hindernis fährt. Dies wird als Schallmauer bezeichnet. Am Boden hört man einen Überschallknall.

Schall und Schallübertragung

Arbeitsmaterial



3/4



Löse das Arbeitsblatt mithilfe des Lesetexts.

Arbeitsblatt – Schall und Schallübertragung

Aufgabe 1

Überlege dir einen weiteren, einfachen Versuch, mit welchem man Druckwellen sichtbar machen kann. Bau den Versuch zu Hause zusammen und demonstriere ihn deinen Mitschülerinnen und Mitschülern.

Aufgabe 2

Die Schallgeschwindigkeit.

- Wievielmals schneller ist das Licht als der Schall? Runde auf ganze Tausender.
- Wie weit ist ein Blitz entfernt, wenn man das Donnern nach 5 Sekunden hört?
- Stelle eine Faustregel auf, um die Entfernung eines Gewitters zu bestimmen.
- Wievielmals schneller ist der Schall in Wasser als in der Luft?

Aufgabe 3

Präzedenz-Effekt <http://de.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A4zedenz-Effekt>
oder Haas-Effekt <http://de.wikipedia.org/wiki/Haas-Effekt>

Bei einem Echo werden Schallwellen von einer Wand wieder zurückgeworfen. Dies funktioniert aber nur, wenn die Wand mindestens 8,5 m entfernt ist, da unser Gehör sonst keine zwei Töne ausmachen kann. Welche minimale Zeitdauer muss also verstreichen, damit man zwei verschiedene Laute wahrnehmen kann?

Aufgabe 4

Die Schallgeschwindigkeit in der Luft in Abhängigkeit von der Temperatur.

- Die Schallgeschwindigkeit ändert sich je nach Temperatur: Luft bei 0 °C besitzt eine Schallgeschwindigkeit von 331.6 m/s, Luft bei 15 °C bereits eine Schallgeschwindigkeit von 340.6 m/s. Wie viel macht die Änderung um 1 °C aus?
- Versuche eine Formel aufzustellen, mit welcher die Schallgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur berechnet werden kann. Tipp: Nimm dabei das Resultat aus a) in deine Formel auf.
- Die abgeleitete Formel aus b) ist nicht ganz exakt, liefert aber zwischen -30 °C und +40°C relativ gute Werte. Mit der Formel $c = 331.5 \cdot \sqrt{1 + \frac{T}{273.15}}$ lässt sich die Schallgeschwindigkeit für alle Temperaturen exakt berechnen. Bei welcher Temperatur ist die Schallgeschwindigkeit genau doppelt so gross wie bei 20 °C (343 m/s)?

Schall und Schallübertragung

Lösungsvorschlag



4/4

Lösungsvorschlag

Aufgabe 2

Die Schallgeschwindigkeit.

- Wievielmals schneller ist das Licht als der Schall? Runde auf ganze Tausender.
 $v_{\text{Licht}} / v_{\text{Schall}} = 300'000'000 \text{ m/s} / 340 \text{ m/s} = 882'352.94 \approx 882'000\text{-mal schneller.}$
- Wie weit ist ein Blitz entfernt, wenn man das Donnern nach 5 Sekunden hört?
 $s = v \cdot t = 340 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 1700 \text{ m} = 1.7 \text{ km}$
- Stelle eine Faustregel auf, um die Entfernung eines Gewitters zu bestimmen.
3 Sekunden, die zwischen Blitz und Donner vergehen, entsprechen 1 km Abstand.
- Wievielmals schneller ist der Schall in Wasser als in der Luft?
 $v_{\text{Wasser}} / v_{\text{Luft}} = 1480 \text{ m/s} / 340 \text{ m/s} = 4.35\text{-mal schneller}$

Aufgabe 3

Bei einem Echo werden Schallwellen von einer Wand wieder zurückgeworfen. Dies funktioniert aber nur, wenn die Wand mindestens 8,5 m entfernt ist, da unser Gehör sonst keine zwei Töne ausmachen kann. Welche minimale Zeitdauer muss also verstreichen, damit man zwei verschiedene Laute wahrnehmen kann?

$$t = s/v = 8,5 \text{ m} / 340 \text{ m/s} = 0.05 \text{ s}$$

Aufgabe 4

(<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-schallgeschw.htm>)

Die Schallgeschwindigkeit in der Luft in Abhängigkeit von der Temperatur.

- Die Schallgeschwindigkeit ändert sich je nach Temperatur: Luft bei 0 °C besitzt eine Schallgeschwindigkeit von 331.6 m/s, Luft bei 15 °C bereits eine Schallgeschwindigkeit von 340.6 m/s. Wie viel macht die Änderung um 1 °C aus?
 $340.6 \text{ m/s} - 331.6 \text{ m/s} = 9 \text{ m/s} \rightarrow 9 \text{ m/s} / 15 \text{ °C} = 0.6 \text{ m/s} / \text{°C}$
- Versuche eine Formel aufzustellen, mit welcher die Schallgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur berechnet werden kann. Tipp: Nimm dabei das Resultat aus a) in deine Formel auf.
 $c = 331.6 \text{ m/s} + 0.6 \text{ m/s/°C} \cdot T$
- Die abgeleitete Formel aus b) ist nicht ganz exakt, liefert aber zwischen -20 °C und +40 °C relativ gute Werte. Mit der Formel $c = 331.5 \cdot \sqrt{1 + \frac{T}{273.15}}$ lässt sich die Schallgeschwindigkeit für alle

Temperaturen exakt berechnen. Bei welcher Temperatur ist die Schallgeschwindigkeit genau doppelt so gross wie bei 20 °C (343 m/s)?

$$686 = 331.5 \cdot \sqrt{1 + \frac{T}{273.15}} =$$

$$2.069 = \sqrt{1 + \frac{T}{273.15}} =$$

$$4.281 = 1 + T/273.15 =$$

$$3.281 = T/273.15 =$$

$$T = 896.21 \text{ °C}$$

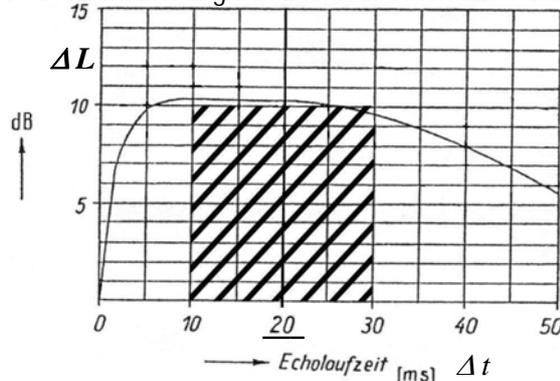


Haas-Effekt und Präzedenz-Effekt (Gesetz der ersten Wellenfront)

Dieser Effekt ist bei der PA-Beschallung nutzbringend anzuwenden, aber nicht bei Stereoaufnahmen.

Der Name "Haaseffekt" geht auf die grundlegenden Untersuchungen von Helmut Haas aus dem Jahre 1951 zurück: "Über den Einfluss eines Einfach-Echos auf die Hörsamkeit von Sprache", Acustica 1, 1951, S. 49. Es ist die Bezeichnung für bestimmte Gesetzmäßigkeiten bei der Lokalisation von Hörereignissen bei Einwirkung eines Direktsignals (Primärsignal) und einer einzelnen (!) Reflexion (zeitverzögertes Sekundärsignal).

Er fand heraus, dass für Verzögerungszeiten zwischen 10 ms und 30 ms = $20 \text{ ms} \pm 10 \text{ ms}$ gilt, dass eindeutig der zuerst einfallende Schall für die Lokalisation des Schallsenders maßgeblich ist, und zwar völlig unabhängig davon, aus welcher Richtung der verzögerte Schall eintrifft. Man hört trotzdem nur **eine** Schallquelle. Bei Laufzeitdifferenzen Δt größer 40 ms wird langsam das Vorhandensein von getrennten Schallreflexionen bemerkt, doch lokalisiert man die Schallquelle nach wie vor aus der Richtung des zuerst einfallenden Schalls, wenn der Pegel der Reflexion = Pegel des Direktsignals ist.



Der schraffierte Bereich ist die recht nützliche **Verschmelzungszone** des Haas-Effekts entsprechend ca. 15 bis $20 \text{ ms} \pm 10 \text{ ms}$.

Abb.1: Echo-Unterdrückungseffekt: Pegeldifferenz zwischen Reflexion und Direktschall in Abhängigkeit von der Verzögerungszeit nach Helmut Haas. Der schraffierte Bereich ist für die PA-Beschallung praktisch anwendbar.

Überschreitet die Laufzeitdifferenz eine kritische Zeitgrenze von Δt , die größer als 50 ms ist, so werden das Direktsignal und die Reflexion bzw. das verzögert abgestrahlte Signal bei gleichem Pegel als zeitlich und unter Umständen auch räumlich getrennte Signale empfunden. Man spricht dann von einem Echo.

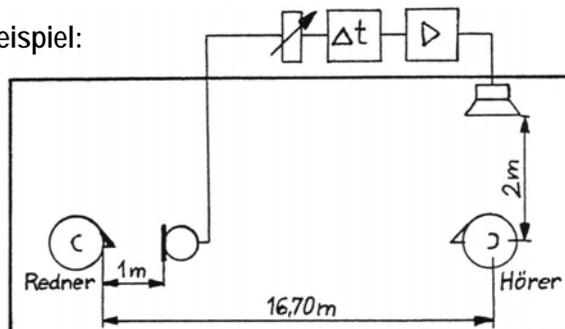
Wie die vorstehende Abbildung erkennen lässt, bleibt der beschriebene Lokalisationsvorgang auch dann erhalten, wenn der Schallpegel der Reflexion den des Direktsignals in gewissen Grenzen überschreitet: bei Verzögerungszeiten zwischen etwa **10 ms und 30 ms** kann beispielsweise der Pegel der Reflexion **maximal** bis zu **10 dB** über dem des Direktsignals liegen, ohne dass das lautere reflektierte Signal getrennt vom Direktsignal empfunden wird.

Diese Tatsachen sind zum Beispiel in der Raumakustik und insbesondere in der PA-Beschallungstechnik (Public Address) von großer Bedeutung. Um in großen Räumen eine ausreichende Schallversorgung auch weit entfernter Hörerplätze sicherzustellen, möchte man meistens nicht nur einen Großlautsprecher direkt neben dem Redner aufstellen, zum einen wegen der Gefahr der Rückkopplung, zum anderen erhält man dann zu große Schallpegel bei den näher gelegenen Hörerplätzen. Stattdessen verteilt man daher im ganzen Raum mehrere Lautsprecher. Würde man diese nun synchron abstrahlen lassen, so hätte der Hörer auf Grund der Gültigkeit des Gesetzes der 1. Wellenfront den Eindruck, die Schallquelle sei der nächstgelegene Lautsprecher und nicht der Redner. Daher ist für die weiter von der Originalschallquelle (z. B. Redner) gelegenen Lautsprecher eine Verzögerungszeit so einzustellen, dass der erwähnte Lautsprecher etwa **20 ms (die Haas-Effektzeit)** später abstrahlt als die erste Wellenfront (entweder vom Redner selbst oder von einem direkt im oder am Rednerpult installierten Lautsprecher) eintrifft. Wie die Kurve in Abb. 1 aussagt, darf dann sogar der verzögert abstrahlende Lautsprecher den Pegel des Direktschalls um bis zu 10 dB übertreffen und dennoch bleibt der Verschmelzungs-Eindruck erhalten, als sei nur eine Originalschallquelle vorhanden. Dieses ist der **Trading-Effekt**, wobei das Direktsignal "leise" und "früh" ist und das verzögerte Lautsprecher-Signal "laut" und "spät". Im Gegensatz dazu steht die Äquivalenz bei der Stereoaufnahme: "laut" und "früh" in einem Kanal gehört zu "leise" und "spät" im anderen Kanal.

Abb.2: Beschallungs-Beispiel:

Der Wegstrecke d von 1 Meter entspricht eine Laufzeit von $\Delta t = 3 \text{ ms}$.

$$\Delta t = d / c; \quad c = 343 \text{ m/s}$$



Haas-Effekt:

Wenn es richtig gemacht wird, kann der Schallpegel vom Lautsprecher bis zu 10 dB lauter am Ohr des Hörers eintreffen als der Direktschall, ohne dass der Lautsprecher getrennt und richtungsändernd wahrgenommen wird. Trading = später und lauter.

Frage: Wie groß muss beim Delay-Gerät das Δt eingestellt werden, damit der Lautsprecher nicht gehört wird?

Wenn man rechnet $16,70 \text{ m} - 1 \text{ m} - 2 \text{ m} = 13,70 \text{ m}$ und dieses mal 3 nimmt und $\Delta t = 41,1 \text{ ms}$ als Lösung herausbekommt, dann ist das unrichtig, denn der Haas-Effekt wurde nicht verstanden.

Schade, denn **richtig ist 61,1 ms**. Unbedingt muss zu dem akustischen Laufzeitwert noch der **Haas-Effekt-Wert** von **20 ms** addiert werden. Der Lautsprecherschall hat etwa **20 ms** später als die erste Wellenfront beim Hörer anzukommen. Siehe den schraffierten Bereich in Abb.1. Gerade dieser wirkliche Haas-Effekt wird leider häufig vergessen.

Amplitude, Periode und Frequenz

Informationen für Lehrpersonen



1/7

3 – Amplitude, Periode und Frequenz

Arbeitsauftrag 	In Partnerarbeiten sollen die Informationen zum Schall zusammengetragen werden und mithilfe des Arbeitsblattes sollen Lückentexte ausgefüllt, Experimente durchgeführt und Aufgaben gelöst werden.
Ziel 	SuS können verschiedene Frequenzen und Amplituden darstellen und erkennen.
Material 	Lesetext, Arbeitsblatt, Material, um ein einfaches Fadenpendel zu basteln, Massstab und Stoppuhr
Sozialform 	PA
Zeit 	45'

Zusätzliche Informationen:

- Mithilfe des Arbeitsblattes können folgende Themen zusätzlich besprochen werden: Sinusfunktion, Nullstellen und Extrema, Kreisbewegung, Satz des Pythagoras, Reibungskräfte

Amplitude, Periode und Frequenz

Arbeitsmaterial



2/7



Lest die Theorie zu Amplitude, Periode und Frequenz zuerst allein durch und erklärt euch anschliessend gegenseitig die Begriffe.

Amplitude, Periode und Frequenz

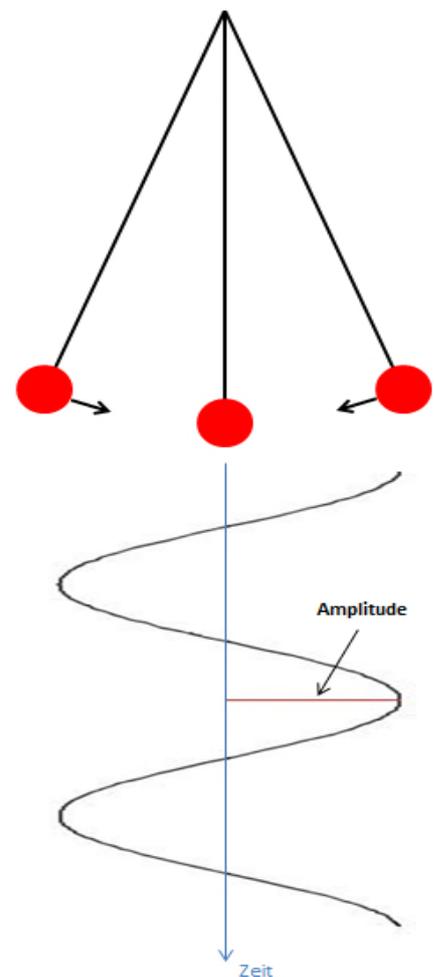
Die Amplitude

Wie bereits gesehen, wird die räumliche Ausdehnung von Schwingungen als **Schallwelle** bezeichnet. Dies können Teilchen der Luft, aber auch Flüssigkeiten und Feststoffe sein. Je stärker eine Schallquelle angeregt wird, desto stärker schwingen die Teilchen und desto lauter nimmt man den Ton wahr.

Man kann sich eine Schwingung einfach mithilfe eines Pendels vorstellen, das hin- und herschwingt. Lenkt man das Pendel aus und lässt es los, beginnt es zu schwingen. Dabei wird die maximale Auslenkung als **Amplitude** bezeichnet (siehe Abbildung). Könnte man dieses Pendel ohne Reibungsverluste schwingen lassen, so würde es immer wieder auf die ursprünglich ausgelenkte Position zurückkehren. Zeichnet man diese Schwingung in Abhängigkeit von der Zeit auf, so ergibt sich eine harmonische Schwingung, die mithilfe einer Sinusfunktion beschrieben werden kann.

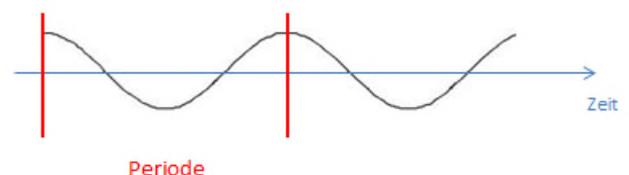
Je grösser also die Amplitude einer Schwingung ist, desto lauter ist der Ton, je kleiner die Amplitude ist, desto leiser ist der Ton.

Ändert sich die Lautstärke, muss sich demzufolge auch die Amplitude verändern.



Die Periode

Die Periode wird auch als Periodendauer oder **Schwingungsdauer** bezeichnet. Sie gibt an, wie lange es dauert, bis sich die Schwingung wiederholt. **Beim Pendel entspricht dies also der Zeit, bis es nach dem Loslassen wieder dort angekommen ist.** Die Periode wird üblicherweise mit einem grossen T bezeichnet und in Sekunden angegeben.



Amplitude, Periode und Frequenz

Arbeitsmaterial



3/7

Die Frequenz

Die Einheit wurde 1930 nach dem deutschen Physiker Heinrich Hertz benannt.

Die Anzahl Schwingungen pro Sekunde werden als Frequenz f bezeichnet und in **Hertz (Hz)** angegeben. **Ein Hertz entspricht demnach einer Schwingung pro Sekunde.**

Periode und Frequenz hängen über die Gleichung $T = 1/f$ zusammen.

Beträgt die Periode $\frac{1}{2}$ Sekunde, so ist die Frequenz 2 Hz. Die Frequenz entspricht also dem Kehrwert der Periode und umgekehrt.

Je kleiner die Frequenz ist, desto zusammengedrückter wirkt die Sinusfunktion. Bei sehr grossen Frequenzen wirkt die Funktion hingegen in die Länge gezogen. Bei den Schallwellen entsprechen die verschiedenen Frequenzen der Tonhöhe. **Je höher die Frequenz, desto höher der Ton.**

Das menschliche Gehör kann jedoch nicht alle Frequenzen wahrnehmen. So liegt in jungen Jahren die maximale Frequenzspanne **zwischen 20 Hz und 20'000 Hz**. Im Alter nimmt dieser Bereich jedoch ab (siehe Gehör).

Tiefere Töne, die man nicht mehr wahrnehmen kann, werden als **Infraschall** bezeichnet, höhere als **Ultraschall**. Je nach Tierart können diese Frequenzen stark variieren.



In diesem gif siehst du, wie Schwingungen und Frequenz zusammenhängen:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wave_frequency.gif

Amplitude, Periode und Frequenz

Arbeitsmaterial



4/7

Amplitude, Periode und Frequenz



Löst die folgenden Aufgaben in Partnerarbeit.

Aufgabe 1

Fülle die passenden Ausdrücke in den Lückentext ein.

Bewegt sich ein Körper um eine bestimmte Position, der _____, hin und her, so spricht man von einer _____. Die grösste Entfernung der Auslenkung wird dabei als _____ bezeichnet. Der zeitliche Abstand von einer _____ zur nächsten auf der gleichen Seite wird als _____, _____ oder _____ bezeichnet. Das Formelzeichen hierfür ist _____ und wird in _____ angegeben.

Viel gebräuchlicher ist aber die Beschreibung der Schwingung mithilfe der Grösse _____. Diese wird in _____ (____) angegeben und ist definiert durch den _____ der Schwingungsdauer.

In einer Formel ausgedrückt bedeutet dies $f = \frac{1}{T}$

Aufgabe 2

Das Pendel

- Konstruiere dir ein einfaches Pendel und miss die Amplitude und die dazugehörige Frequenz.
- Erkläre, weshalb das Pendel langsam zum Stillstand kommt.
- Überlege dir, wie man das Pendel länger schwingen lassen könnte.

Aufgabe 3

Ein Fadenpendel führt in einer halben Minute sechs Schwingungen aus. Wie gross ist dabei die Frequenz und die Periodendauer?

Amplitude, Periode und Frequenz

Arbeitsmaterial



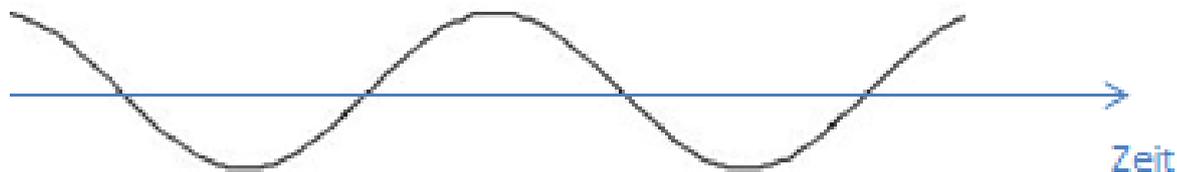
5/7

Aufgabe 4

Ein Pendel mit der Länge 50 cm besitzt eine Amplitude von 20 cm. Wie viel höher ist das Pendel bei maximaler Auslenkung im Vergleich zur Gleichgewichtsposition? Tipp: Mach dir eine Skizze.

Aufgabe 5

Auf der Abbildung ist die Sinusfunktion eines Tons abgebildet.



- Zeichne mit Rot die Sinusfunktion eines Tones mit derselben Tonhöhe, jedoch lauter.
- Zeichne mit Orange die Sinusfunktion eines Tones mit derselben Tonhöhe, jedoch leiser.
- Zeichne mit Grün die Sinusfunktion eines höheren Tones mit derselben Lautstärke.
- Zeichne mit Blau die Sinusfunktion eines tieferen Tones mit derselben Lautstärke.

Aufgabe 6

Zeichne in die Abbildung einen Ton mit gleichbleibender Tonhöhe, der zuerst lauter und dann leiser wird, bis er schliesslich verstummt.



Amplitude, Periode und Frequenz

Lösungsvorschlag



6/7

Lösungsvorschlag

Aufgabe 1

Fülle die passenden Ausdrücke in den Lückentext ein.

Bewegt sich ein Körper um eine bestimmte Position, der **Gleichgewichtsposition**, hin und her, so spricht man von einer **Schwingung**. Die grösste Entfernung der Auslenkung wird dabei als **Amplitude** bezeichnet. Der zeitliche Abstand von einer **Amplitude** zur nächsten auf der gleichen Seite wird als **Periode**, **Periodendauer** oder **Schwingungsdauer** bezeichnet. Das Formelzeichen hierfür ist **T** und wird in **Sekunden** angegeben.

Viel gebräuchlicher ist aber die Beschreibung der Schwingung mithilfe der Grösse **Frequenz**. Diese wird in **Hertz (Hz)** angegeben und ist definiert durch den **Kehrwert** der Schwingungsdauer. In einer Formel ausgedrückt bedeutet dies $f = 1/T$

Aufgabe 2

Das Pendel.

- Konstruiere dir ein einfaches Pendel und miss die Amplitude und die dazugehörige Frequenz.
- Erkläre, weshalb das Pendel langsam zum Stillstand kommt.

Aufgrund der Reibung. Grösstenteils bedingt durch die Teilchen der Luft, aber auch durch die Reibung an der Aufhängung.

- Überlege dir, wie man das Pendel länger schwingen lassen könnte.

Im luftleeren Raum (Vakuum) würde das Pendel deutlich länger schwingen.

Aufgabe 3

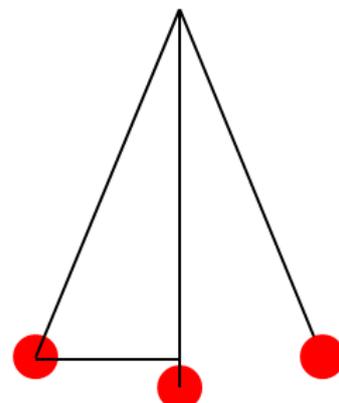
Ein Fadenpendel führt in einer halben Minute sechs Schwingungen aus. Wie gross ist dabei die Frequenz und die Periodendauer?

$$T = 5s; f = 1/T = 0.2 \text{ Hz}$$

Aufgabe 4

Ein Pendel mit der Länge 50 cm besitzt eine Amplitude von 20 cm. viel höher ist das Pendel bei maximaler Auslenkung im Vergleich zur Gleichgewichtsposition? Tipp: Mach dir eine Skizze.

$$50 \text{ cm} - ((50 \text{ cm})^2 - (20 \text{ cm})^2)^{1/2} = 4.18 \text{ cm}$$



Wie

Amplitude, Periode und Frequenz

Lösungsvorschlag



7/7

Aufgabe 5

Auf der Abbildung ist die Sinusfunktion eines Tons abgebildet.

- Zeichne mit Rot die Sinusfunktion eines Tones mit derselben Tonhöhe, jedoch lauter.
Gleiche Nullstellen, aber grössere Amplitude.
- Zeichne mit Orange die Sinusfunktion eines Tones mit derselben Tonhöhe, jedoch leiser.
Gleiche Nullstellen, aber kleinere Amplitude.
- Zeichne mit Grün die Sinusfunktion eines höheren Tones mit derselben Lautstärke.
Nullstellen und Extrema rücken näher zusammen; Amplitude bleibt gleich.
- Zeichne mit Blau die Sinusfunktion eines tieferen Tones mit derselben Lautstärke.
Nullstellen und Extrema rücken weiter auseinander; Amplitude bleibt gleich.

Aufgabe 6

Zeichne in die Abbildung einen Ton mit gleichbleibender Tonhöhe, der zuerst lauter und dann leiser wird, bis er schliesslich verstummt.

Zuerst wird die Amplitude grösser, dann kleiner. Die Frequenz bleibt immer gleich.

Das menschliche Gehör

Informationen für Lehrpersonen



1/3

4 – Das menschliche Gehör

Arbeitsauftrag 	Die SuS folgen der Präsentation und füllen im Anschluss das Arbeitsblatt aus.
Ziel 	Die SuS können den Aufbau und die Funktionen des menschlichen Ohres beschreiben.
Material 	Präsentation, Arbeitsblatt
Sozialform 	EA
Zeit 	45'

Zusätzliche
Informationen:

- Nach Abschluss des Kapitels kann man nochmals auf den Versuch der Einführung zurückgreifen, um zu erklären, wie man eine Schädigung des Mittelohrs von einer Schädigung des Innenohrs unterscheiden kann.
- Was ist Hören?
Das Aufklärungsvideo erklärt kurz und interessant, wie das Hören funktioniert:
<https://youtu.be/4UAXSneBLvU>

Das menschliche Gehör

Arbeitsmaterial



2/3



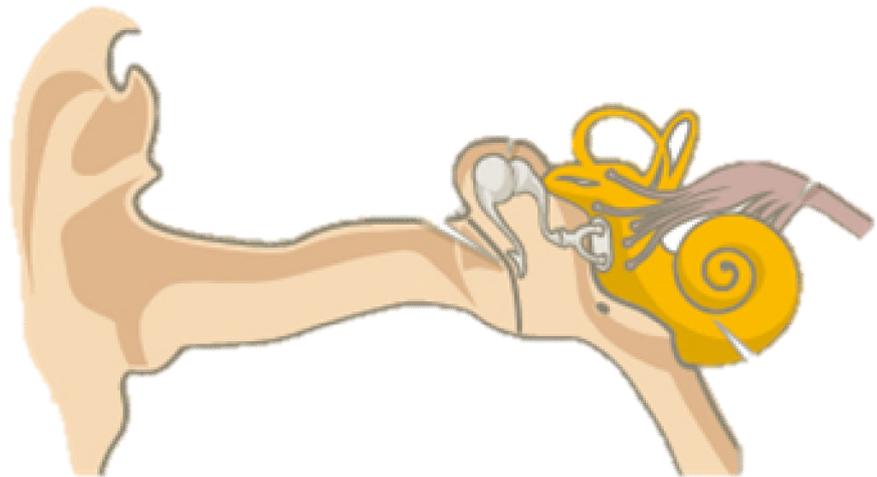
Fülle mit Hilfe der gehörten Präsentation das Arbeitsblatt aus.

Das menschliche Gehör

Aufgabe 1

Ordne die folgenden Bestandteile des menschlichen Gehörs mit deutlichen Pfeilen der Abbildung zu:

- Mittelohr
- Hammer
- Innenohr
- Trommelfell
- Amboss
- Aussenohr
- Hörschnecke / Cochlea
- Steigbügel
- Ohrmuschel
- Hörnerv
- Eustachische Röhre
- Gehörgang



Aufgabe 2

Erkläre in 1–2 Sätzen die Aufgabe der folgenden Bestandteile:

- Trommelfell
- Gehörknöchelchen
- Hörschnecke

Das menschliche Gehör

Lösungsvorschlag

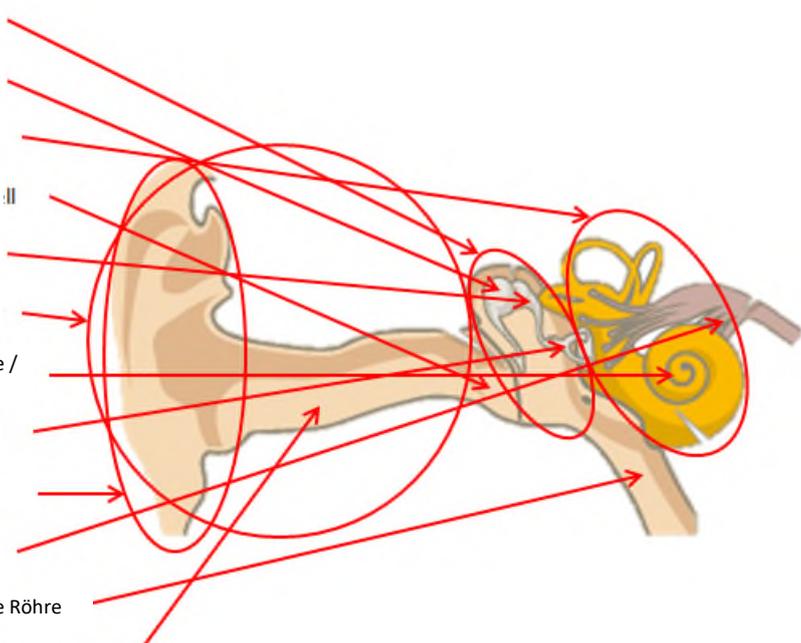


3/3

Lösungsvorschlag

Aufgabe 1

Ordne die folgenden Bestandteile des menschlichen Gehörs mit deutlichen Pfeilen der Abbildung zu:

- Mittelohr
 - Hammer
 - Innenohr
 - Trommelfell
 - Amboss
 - Aussenohr
 - Hörschnecke / Cochlea
 - Steigbügel
 - Ohrmuschel
 - Hörnerv
 - Eustachische Röhre
 - Gehörgang
(Zur Info: wird in knorpeliger Gehörgang 1. Drittel und knöchernen Gehörgang 2. & 3. Drittel aufgeteilt)
- 

Aufgabe 2

Erkläre in 1–2 Sätzen die Aufgabe der folgenden Bestandteile:

- **Trommelfell**
Das Trommelfell trennt das Aussen- und Mittelohr und dient der Aufnahme der Schallwellen aus der Luft. Die Schwingungen werden dann auf die Gehörknöchelchen übertragen.
- **Gehörknöchelchen**
Die Gehörknöchelchen sind der Reihe nach Hammer, Amboss und Steigbügel. Sie dienen der Verstärkung der Schallschwingungen.
- **Hörschnecke**
In der Hörschnecke werden Töne mit verschiedenen Frequenzen registriert und über den Gehörnerv zum Gehirn weitergeleitet.

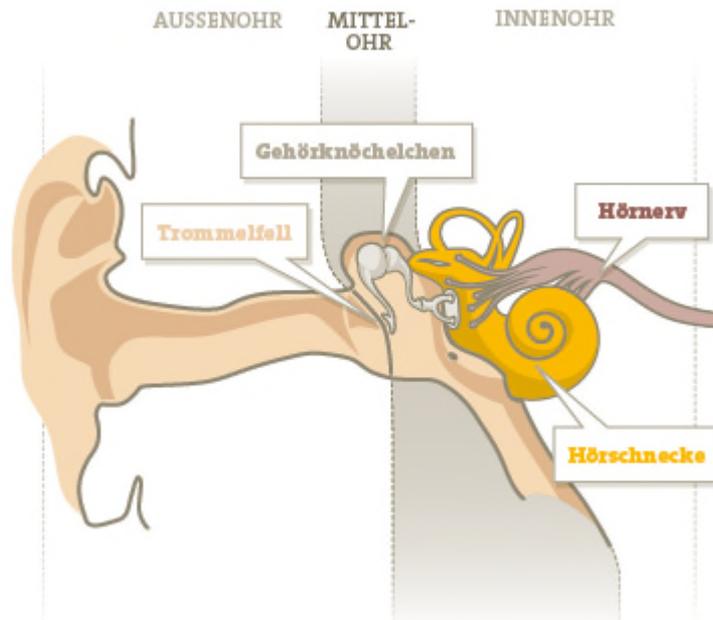


Das menschliche Gehör

Aufbau des menschlichen Gehörs

Das Gehör lässt sich in drei verschiedene Teile gliedern:

- das Aussenohr
- das Mittelohr
- das Innenohr



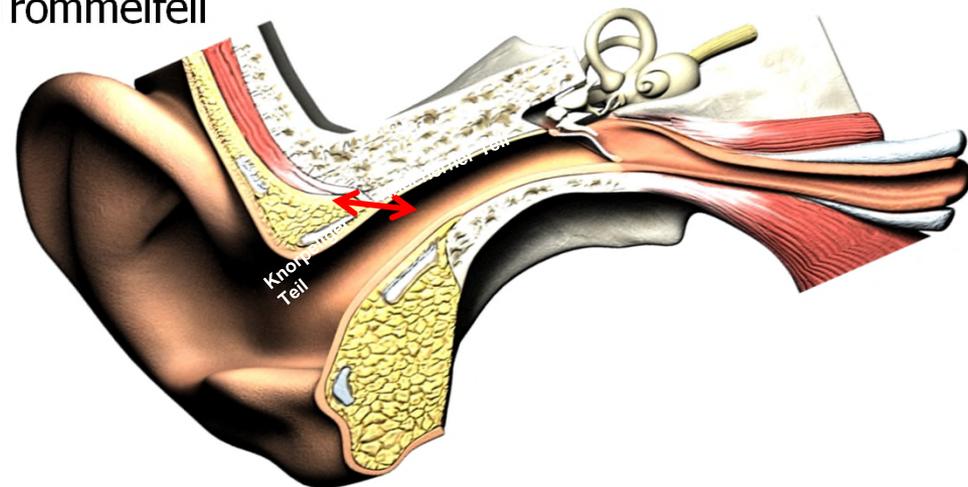


Das menschliche Gehör

Das Aussenohr

Das Aussenohr besteht aus zwei Bestandteilen:

- **die Ohrmuschel**
 - besteht aus Knorpelgewebe und dient als Schalltrichter und dem Richtungshören
- **der äussere Gehörgang**
 - 2–3 cm lang
 - Äusseres Drittel: knorpeliger Gehörgang mit Haaren und Ohrenschmalz
 - Innere zwei Drittel: knöcherner Gehörgang
 - dient der Schallweiterleitung zum Trommelfell





Das menschliche Gehör

Das Trommelfell

Lage und Grösse:

- Das Trommelfell trennt das Aussenohr vom Mittelohr.
- ungefähr einen Zentimeter hoch und breit und etwa 0.1 mm dick

Funktion des Trommelfells:

- Durch die Schallwellen wird das Trommelfell in Schwingung versetzt.
- Mithilfe der Gehörknöchelchen im Mittelohr wird der Schalldruck zum Innenohr weitergeleitet.



Abbildung eines menschlichen Trommelfells mit Sicht vom Aussenohr aufs Mittelohr. In der Mitte ist gut der Hammer, das erste Gehörknöchelchen, zu erkennen, das über das Trommelfell in Schwingung versetzt wird.

http://de.wikipedia.org/wiki/Trommelfell#mediaviewer/Datei:Normales_Trommelfell.jpg



Das menschliche Gehör

Das Mittelohr

Aufbau des Mittelohrs:

- Paukenhöhle
 - Die Paukenhöhle ist etwa 1 cm^3 gross und mit Luft gefüllt.
- Ohrtrompete
 - Die (Ohrtrompete) Eustachische Röhre ist eine Verbindung des Mittelohrs zum Gaumen und dient dem Druckausgleich und dem Abfluss von Flüssigkeit aus dem Mittelohr in den Rachenraum.
 - Bei einer Erkältung kann die Schleimhaut darin anschwellen und ein Druckausgleich wird schwieriger, was zu einem unangenehmen Druck im Mittelohr führen kann.
- Drei Gehörknöchelchen
 - Hammer, Amboss und Steigbügel sind alle miteinander verbunden und leiten den Schall verstärkt weiter zum Innenohr.



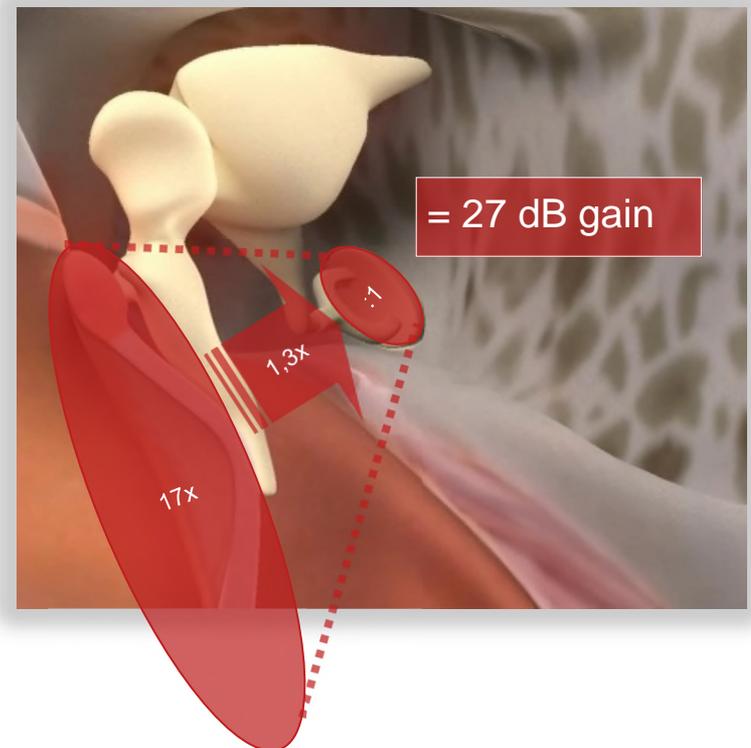
Das menschliche Gehör (die Mittelohr-Transfer-Funktion)

Mittelohr Transferfunktion:

Das Trommelfell ist 17-mal grösser als das ovale Fenster.

Impedanz- oder Widerstandsausgleich:

Schallwellen in Luft (Gehörgang) werden durch die Gehörknöchelchen in Schallwellen in Flüssigkeit (Lymphe im Innenohr) übertragen.





Das menschliche Gehör

Das Innenohr

Das Innenohr besteht aus der Hörschnecke und dem Gleichgewichtsorgan

Funktionsweise:

- Der Steigbügel liegt dem ovalen Fenster auf, das Mittelohr und Innenohr abtrennt.
- Durch die Schallübertragung wird die Flüssigkeit im Innenohr in Schwingung versetzt.
 - Je nach Tonhöhe schwingen ganz bestimmte Bereiche der Hörschnecke.
- Diese Schwingungen werden dann in elektrische Impulse umgewandelt, die über den Gehörnerv zum Gehirn weitergeleitet werden.
 - Im Gehirn wird dieser Ton dann verarbeitet.
 - So können zum Beispiel Geräusche oder Musik Emotionen auslösen (Psychoakustik).

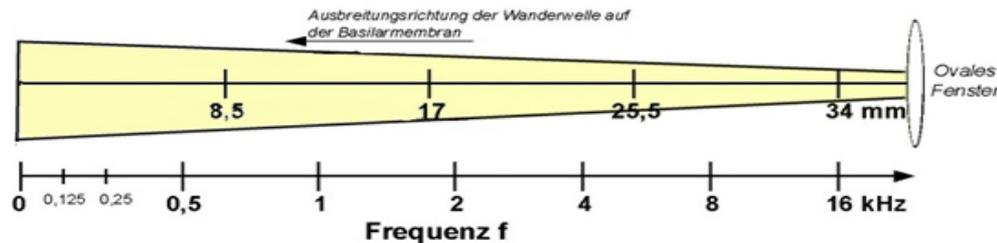


Das menschliche Gehör

Die Hörschnecke

Wie kann die Hörschnecke verschiedene Tonhöhen wahrnehmen?

- Die Hörschnecke ist so aufgebaut, dass sie in der Mitte eine Membran (ähnlich einer Seite einer Gitarre) aufgespannt hat.
- Je nach Frequenz des ankommenden Tons schwingt sie an einer bestimmten Stelle.
 - Nahe des ovalen Fensters ist sie am stärksten gespannt, dafür aber am dünnsten.
 - Hier werden hohe Töne wahrgenommen.
 - Am Ende ist die Hörschnecke am wenigsten gespannt, dafür breiter.
 - Hier werden tiefe Töne wahrgenommen



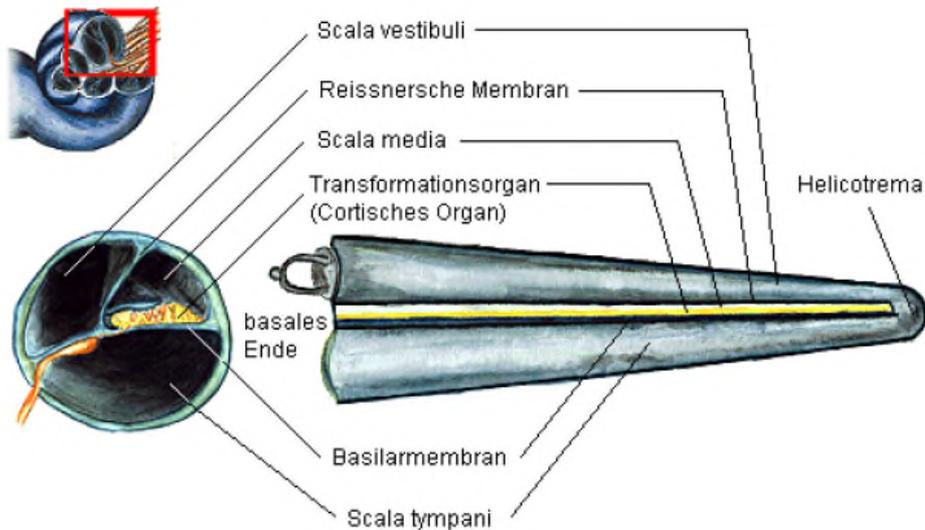
Quelle für die zugrunde liegenden Daten: Vorlesungsskript "Akustik 2" von J.Blauert, Ruhr-Universität Bochum



Das menschliche Gehör

INFO

Häufig wird die Cochlea mit einem Klavier verglichen und man kann die kritischen Frequenzbänder der Cochlea in Terzbändern darstellen.





Die vier Komponenten für gutes Hören



kognitive Verarbeitung

Nervenbahnen

Nervenbahnen

Schallempfindung

Schallempfindung

Schalleitung

Schalleitung

Masseinheit Dezibel

Informationen für Lehrpersonen



1/4

5 – Die Masseinheit Dezibel

<p>Arbeitsauftrag</p> 	<p>Die SuS lesen in Einzelarbeiten den Text über die Dezibel als Einheit für die Lautstärke. Sie schreiben Fragen, die dann im Plenum besprochen werden, auf ein separates Blatt. Im Anschluss lösen die SuS das Arbeitsblatt.</p>
<p>Ziel</p> 	<p>SuS wissen, was der Begriff Dezibel bedeutet, kennen die Masseinheit Dezibel in Bezug auf die Lautstärke und können dazu Rechnungen lösen.</p>
<p>Material</p> 	<p>Lesetext, Arbeitsblatt</p>
<p>Sozialform</p> 	<p>EA und Plenum</p>
<p>Zeit</p> 	<p>30'</p>

Zusätzliche Informationen:

- Diese Einheit kann genutzt werden, um Logarithmen einzuführen.
- Um alle Aufgaben lösen zu können, müssen Logarithmus- und Exponentialform bekannt sein!

Masseinheit Dezibel

Arbeitsmaterial



2/4



Lies den Text zur Masseinheit Dezibel in Einzelarbeit genau durch und schreibe dir Unklarheiten auf ein separates Blatt. Diese werden dann im Plenum besprochen.

Einführung Dezibel

Man betrachtet die Massen zweier Personen. Die Masse der einen Person sei 75 kg, die Masse der anderen Person 90 kg. Um die beiden Massen miteinander zu vergleichen, bietet es sich an, die beiden Massen voneinander zu subtrahieren. Man kann also sagen, die Massen der beiden Personen unterscheiden sich um 15 kg. Darunter kann man sich gut etwas vorstellen. Vergleicht man nun aber die Masse eines Autos von 1.8 Tonnen mit der Person mit 90 kg, so macht es mehr Sinn, anstelle der Differenz den Quotienten, sprich das Verhältnis, zu bilden. Man kann also sagen, das Auto besitzt eine 20-mal grössere Masse als die Person. Vergleicht man schliesslich dieses Auto mit einer Fliege von 0.18 g, die gerade auf der Windschutzscheibe sitzt, so würde hier ein sehr grosses Verhältnis von 10 Millionen entstehen. Um so grosse Verhältnisse einfacher ausdrücken zu können, nimmt man den Zehnerlogarithmus dieses Verhältnisses. Doch was bedeutet der Zehnerlogarithmus? Der Zehnerlogarithmus einer Zahl gibt an, hoch wie viel man 10 rechnen muss, um auf die entsprechende Zahl zu kommen. Der Zehnerlogarithmus von 100 ist demnach 2, da $10^2 = 100$ ist. Geschrieben wird der Zehnerlogarithmus wie folgt: $\log_{10}(x)$. Das Verhältnis von Auto und Fliege im Zehnerlogarithmus ist dementsprechend $\log_{10}(10'000'000) = 7$, da $10^7 = 10'000'000$ ist. Damit man diese 7 als logarithmisches Verhältnis versteht, schreibt man hinter die 7 das Kürzel Bel. Um auf Dezibel (dBel) zu kommen, müsste man die Zahl 7 mit 10 multiplizieren (vergleiche hierfür Meter und Dezimeter). Das Verhältnis zwischen Auto und Fliege ist also 70 dBel (dB).

Dezibel als Einheit für die Lautstärke

Beim Schalldruckpegel (Schallpegel) existieren sehr grosse Unterschiede. Um die Stärke eines Schallereignisses zu beschreiben, bietet sich daher, wie oben gesehen, ein logarithmisches Verhältnis an. Der Schalldruckpegel wird mit dem Formelzeichen L angegeben und besitzt die Einheit dB. Dabei nimmt man das Verhältnis des quadrierten Schalldrucks p und des quadrierten Bezugswertes p_0 . Der Schalldruck dieses Bezugswertes p_0 besitzt die Grösse $2 \cdot 10^{-5}$ Pa (Pascal). Dies entspricht der menschlichen Hörschwelle bei 1000 Hz. Pascal ist dabei die Einheit des Druckes. Um von Bel auf Dezibel zu kommen, muss man, wie oben bereits gesehen, den Wert mit dem Faktor 10 multiplizieren. Daraus resultiert die folgende Formel:

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{p^2}{p_0^2}\right) \text{ dB} = 20 \cdot \log\left(\frac{p}{p_0}\right) \text{ dB} \quad (\text{siehe Logarithmusgesetze})$$

dB SPL = Sound Pressure Level (Schalldruckpegel) = Physikalisches Angebot
dB HL = Hearing Level = Hörempfindung des Menschen – 20 μ Pa = 0 dB HL bei 1 kHz
<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-schallpegel.htm>

Die Grenze, bei welcher man gerade noch einen Ton (1000 Hz) hören kann, liegt demnach bei 0 dB HL, die Schmerzgrenze bei 120 dB HL. Die Schallgrenze ist aber abhängig vom Alter und von eventuellen Schädigungen durch einen starken Knall oder zu laute Musik.

Will man berechnen, um wie viel Dezibel sich ein Schallereignis mit zunehmendem Abstand verkleinert, kann man die Formel wie folgt umschreiben:

Masseinheit Dezibel

Arbeitsmaterial



3/4



Löse die folgenden Aufgaben.

$$L = 20 \cdot \log \left(\frac{\text{Abstand vorher}}{\text{Abstand nachher}} \right) \text{ dB}$$

Arbeitsblatt – die Masseinheit Dezibel

Aufgabe 1

Ein Lautsprecher in einer Diskothek besitzt in zwei Metern Abstand noch einen Schalldruckpegel von 97 dB SPL.

- Eine Person steht in zehn Metern Entfernung zu diesem Lautsprecher. Wie gross ist der Schalldruckpegel?
- Nun bewegt sich die Person bis auf einen Meter an diesen Lautsprecher heran. Wie gross ist jetzt der Schalldruckpegel?
- Ist in diesem Fall die Schmerzgrenze erreicht?



Aufgabe 2

Der Schallpegel eines Saxophontons am Mikrofonort sei 90 dB SPL.

- Wie gross ist der Schalldruck p dieses Musikinstrumentes?
- Welcher Gesamtschalldruckpegel ergibt sich, wenn drei Saxophonspieler denselben Ton mit 90 dB SPL spielen?



Masseinheit Dezibel

Lösungsvorschlag



4/4

Lösungsvorschlag

Aufgabe 1

Ein Lautsprecher in einer Diskothek besitzt in zwei Metern Abstand noch einen Schalldruckpegel von 97 dB SPL.

- a) Eine Person steht in zehn Metern Entfernung zu diesem Lautsprecher.
Wie gross ist dort der Schalldruckpegel?
 $L = 20 \cdot \log(2/10) = -13.98 \text{ dB} \approx -14 \text{ dB} \rightarrow 97 \text{ dB} - 14 \text{ dB} = 83 \text{ dB SPL}$
- b) Nun bewegt sich die Person bis auf einen halben Meter an diesen Lautsprecher heran.
Wie gross ist jetzt der Schalldruckpegel?
 $L = 20 \cdot \log(2/0.5) = 12.04 \text{ dB} \approx 12 \text{ dB} \rightarrow 97 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = 109 \text{ dB SPL}$
- c) Ist in diesem Fall die Schmerzgrenze erreicht?
Nein, die Schmerzgrenze liegt bei 120 dB SPL.

Aufgabe 2

Der Schallpegel eines Saxophontons am Mikrofonort sei 90 dB SPL.

- a) Wie gross ist der Schalldruck p dieses Musikinstrumentes?
 **$L = 20 \cdot \log(p/p_0)$
 $L/20 = \log(p/p_0)$
 $10^{L/20} = p/p_0$
 $p = 10^{L/20} \cdot p_0 = 10^{90/20} \cdot 0.00002 \text{ Pa} = 0.632 \text{ Pa}$**
- b) Welcher Gesamtschalldruckpegel ergibt sich, wenn drei Saxophonspieler denselben Ton mit 90 dB SPL spielen?
 **$L = 20 \cdot \log(p/p_0) = 20 \cdot \log(3 \times 0.632 \text{ Pa} / 2 \mu\text{Pa}) = 20 \cdot \log(1.896 / 0.00002)$
 $= 99.5 \text{ dB SPL}$**

Hören und Hörempfinden

Informationen für Lehrpersonen



1/4

6 - Hören und Hörempfinden

<p>Arbeitsauftrag</p> 	<p>Die SuS lesen die Informationen über Hören und Hörempfindungen und lösen im Anschluss das Arbeitsblatt. Dafür müssen sie Versuche im Freien durchführen.</p>
<p>Ziel</p> 	<p>Die SuS verstehen, was Psychoakustik ist, wie räumliches Hören funktioniert und was der Begriff Phon bedeutet.</p>
<p>Material</p> 	<p>Lesetext, Arbeitsblatt, Schnur, Messband, Kreide</p>
<p>Sozialform</p> 	<p>PA</p>
<p>Zeit</p> 	<p>45'</p>

Hören und Hörempfinden

Arbeitsmaterial



2/4

Lesetext – Hören und Hörempfinden

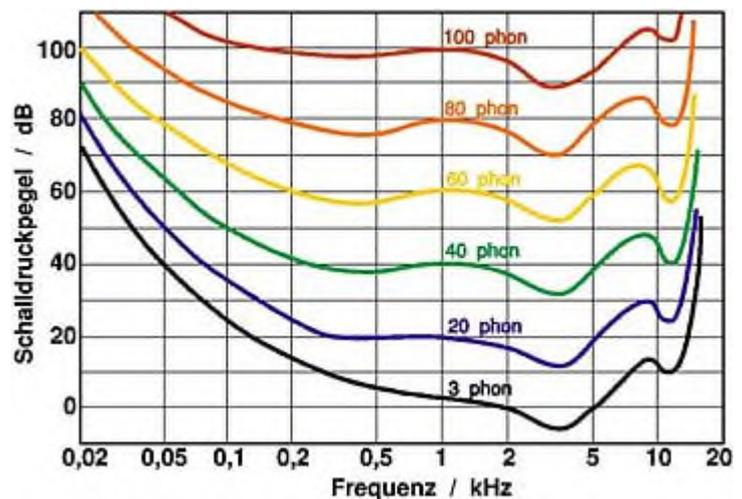


Lest den Text sorgfältig durch und besprecht im Anschluss in einer Gruppenarbeit allfällige Unklarheiten.

Psychoakustik

Der Schalldruckpegel ist eine technische Grösse und sagt nur wenig aus über die empfundene Lautstärke, den sogenannten Lautstärkepegel. Die Psychoakustik soll nun den Zusammenhang zwischen dem Schallpegel und den daraus resultierenden Empfindungen beschreiben. Als Faustregel kann man sagen, dass ein Unterschied von 10 dB etwa doppelt oder halb so laut wahrgenommen wird. Die Abhängigkeit von empfundener Lautstärke und Schalldruckpegel ist aber stark abhängig von der Frequenz. Um Lautstärkepegel angeben zu können, wurde die Einheit Phon eingeführt.

Bei 1 kHz (1000 Hz) entspricht der Schalldruckpegel in dB dem Lautstärkepegel in Phon. Um die Abbildung rechts zu verstehen, betrachtet man die 40-phon-Kurve: Bei 1 kHz entsprechen 40 phon per Definition 40 dB. Folgt man nun der 40-phon-Kurve nach rechts, so empfindet man die Lautstärke eines Tons bei ansteigender Tonhöhe (Frequenz) immer gleich laut. Man sieht aber, dass der Ton dafür zuerst leiser (Kurve geht nach unten) und dann lauter (Kurve geht nach oben) abgespielt werden muss. Folgt man hingegen allen Tönen mit einem Schalldruckpegel von 40 dB, so stellt man fest, dass man bei 0.05 kHz den Ton mit 3 phon wahrnimmt, bei 0.1 kHz schon mit etwas über 20 phon und bei 1 kHz mit 40 phon.



Räumliches Hören

Ähnlich wie Fledermäuse sind auch Menschen begrenzt in der Lage, sich anhand von Schallereignissen in einem Raum zu orientieren. Man bezeichnet diesen Effekt als Fledermaus-Effekt. Blinde können mit selbst erzeugten Lauten Hindernisse, an welchen diese Töne reflektiert werden, erkennen und damit umgehen. Beim zweiohrigen (binauralen) Richtungshören kann die Richtung der Schallquelle ausgemacht werden. Dafür macht sich das Gehirn unter anderen zwei Effekte zunutze: Einerseits kann das Gehirn die unterschiedliche Laufzeit der Schallwellen messen. Ausser wenn die Schallwellen direkt von vorne oder von hinten kommen, treffen sie leicht zeitversetzt auf das rechte und linke Ohr. Andererseits nimmt die Intensität der Schallwellen beim abgewandten Ohr leicht ab, was ebenfalls genutzt werden kann.

Insgesamt sind es vier Interaurale Differenzen – Näheres dazu auf dem zusätzlichen Informationsdokument.

Hören und Hörempfinden

Arbeitsmaterial



3/4

Hören und Hörempfinden - Fragen



Löse das Arbeitsblatt zum Thema Hören und Hörempfindungen.

Aufgabe 1

Erkläre in ein bis zwei Sätzen den Unterschied zwischen dem Schalldruckpegel und dem Lautstärkepegel.

.....

.....

.....

Aufgabe 2

Messen der Genauigkeit des Richtungshörens.

- Zeichnet zu zweit im Freien einen Kreis mit einem Radius von 2 Metern. Nutzt dabei eine Kreide und eine Schnur als Hilfsmittel.
- Berechnet nun den Umfang des Kreises.
- Welche Strecke auf dem Kreisbogen entspricht einer Winkeländerung eines Grades?
- Schneidet euch ein Stück Schnur mit der aus c) berechneten Länge.
- Testet mithilfe verschiedener Schallquellen, bei wie viel Grad gerade noch eine Verschiebung der Schallquellen erkennbar ist. Dabei soll eine Person im Kreismittelpunkt stehen und die andere Person die Schallquelle jeweils um ein Grad nach links oder rechts verschieben. Dabei soll das Stück Schnur aus d) als Verschiebungslänge dienen.
- Versucht dasselbe Experiment nun auch von einer anderen Startposition aus und vergleicht die Ergebnisse.

Aufgabe 3

Räumliches Hören mit Schnipsen. Versuche mit verbundenen Augen Hindernisse wie Wände und Regale mithilfe des Gehörs zu erkennen. Dafür sollen Töne durch Schnipsen erzeugt werden. Deine Partnerin oder dein Partner soll dich dabei unterstützen.

Hören und Hörempfinden

Lösungsvorschlag



4/4

Lösungsvorschlag

Aufgabe 1

Erkläre in ein bis zwei Sätzen den Unterschied zwischen dem Schalldruckpegel und dem Lautstärkepegel.

Der Schalldruckpegel ist ein logarithmisches Mass zur Beschreibung der Stärke eines Schallereignisses und ist eine physikalische Grösse, die gemessen werden kann (siehe Theorie – Masseinheit Dezibel). Der Lautstärkepegel hingegen ist ein Mass dafür, wie laut ein Schallereignis vom Menschen empfunden wird. Dies ist eine psychoakustische Grösse, die von verschiedenen Faktoren wie Schalldruckpegel oder Frequenz abhängt.

Aufgabe 2

Messen der Genauigkeit des Richtungshörens

- Zeichnet zu zweit im Freien einen Kreis mit einem Radius von zwei Metern. Nutzt dabei eine Kreide und eine Schnur als Hilfsmittel.
- Berechnet nun den Umfang des Kreises.
 $U = 2\pi r = 12.57 \text{ m}$
- Welche Strecke auf dem Kreisbogen entspricht einer Winkeländerung eines Grades?
 $s = 1257 \text{ cm} / 360^\circ = 3.5 \text{ cm}/1^\circ$
-
- Testet mithilfe verschiedener Schallquellen, bei wieviel Grad gerade noch eine Verschiebung der Schallquellen erkennbar ist. Dabei soll eine Person im Kreismittelpunkt stehen und die andere Person die Schallquelle jeweils um ein Grad nach links oder rechts verschieben. Dabei soll das Stück Schnur aus d) als Verschiebungslänge dienen.
sollte etwa bei 3° liegen

Lärm und Schutz

Informationen für Lehrpersonen



1/4

Arbeitsauftrag 	Die SuS sollen in Einzelarbeit mit Hilfe der Homepage www.laermorama.ch ein Arbeitsblatt zum Thema Lärm und Schutz lösen. Danach sollen sie in einer Gruppenarbeit selbst Lärmmessungen durchführen.
Ziel 	Die SuS wissen, wo und wie Lärm entsteht, wie viel fürs menschliche Ohr zumutbar ist und können Lärmmessungen durchführen und auswerten.
Material 	Internetzugang, Arbeitsblatt, Schallpegelmesser
Sozialform 	EA / PA
Zeit 	45'

Zusätzliche
Informationen:

- Die Homepage www.laermorama.ch bietet noch weitere Möglichkeiten, dieses Thema noch zu vertiefen.

Lärm und Schutz

Arbeitsmaterial



2/4



Versuche in Einzelarbeit mit Hilfe der Homepage www.laermorama.ch dieses Arbeitsblatt zu lösen. Im Anschluss sollst Du in Partnerarbeit selbst Lärmmessungen durchführen.

Lärm und Schutz

Fragen:

- Wie kann man Lärm definieren?
- Wann fing man an, das Thema Lärm ernst zu nehmen?
- Nenne drei Beispiele für den Lärm von heute?
- Wie versucht man sich gegen Lärm zu schützen?
- Ab welchem Schallpegel wird es gefährlich für die Ohren?
- Aber auch schon bei deutlich tieferen Werten kann Lärm krank machen. Wie ist dies zu erklären?
- Wie gross ist der Schallpegel in einer Diskothek auf der Tanzfläche und was bedeutet dies für die Gesundheit?
- Was für gesundheitliche Probleme können längerfristig bei übermässiger Lärmbelastung auftreten?
- Wie kann man die Lautstärke schätzen?
- Mit welchem Hilfsmittel kann man den Schallpegel messen?

Lärmmessungen

Mit Hilfe eines Schallpegelmessers sollen verschiedene Schallpegel gemessen werden:

- Im Klassenzimmer, wenn sich alle Schüler miteinander unterhalten
- Lärmmessung durchs offene Fenster
- Bereiche des Schallpegels an einer stark befahrenen Strasse

Schallpegelmesser geben den Schallpegel in dB-A, dB-B oder dB-C an. Dies sind dem menschlichen Gehör nachempfundene Filter (mehr Informationen dazu im zusätzlichen Informationsdokument).



Lösungsvorschlag

Fragen

- Wie kann man Lärm definieren?
Lärm ist unerwünschter, störender Schall und wird von Person zu Person anders wahrgenommen und definiert.
- Wann fing man an, das Thema Lärm ernst zu nehmen?
In der Öffentlichkeit fing man erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts an das Thema Lärm ernst zu nehmen.
- Nenne drei Beispiele für den Lärm von heute?
Strassenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr, Industrie, etc.
- Wie versucht man sich gegen Lärm zu schützen?
Strassen untertunneln, Temporeduktionen, lärmarmen Belag, Lärmschutzwände- und dämme, Wohn- und Schlafräume weg von der Lärmquelle, etc.
- Ab welchem Schallpegel wird es gefährlich für die Ohren?
Ab rund 85 (A) Dezibel
- Ist mein Gehör in Gefahr? **Test durchführen!**
- Wie gross ist der Schallpegel in einer Diskothek auf der Tanzfläche und was bedeutet dies für die Gesundheit?
90-100 dB (A), also eine direkte Gefahr für das Gehör
- Aber auch schon bei deutlich tieferen Werten kann Lärm krank machen. Wie ist dies zu erklären?
Zwischen 40 und 85 dB (A) sind zwar keine Gefahr für das Gehör, jedoch kann sich der Schall negativ auf die Gesundheit auswirken.
- Was für gesundheitliche Probleme können längerfristig bei übermässiger Lärmbelastung auftreten?
Herz-Kreislauferkrankungen, Bluthochdruck, Stress, Konzentrationsschwäche, etc.
- Wie kann man die Lautstärke schätzen?

bis	70	dB (A)	Unterhaltung in normaler Lautstärke möglich
bei	80	dB (A)	Verständigung mit erhobener Stimme möglich
bei	90	dB (A)	Verständigung auch mit Rufen schwierig
bei	100	dB (A)	Verständigung nur mit grösstem Stimmaufwand möglich
ab	105	dB (A)	keine Verständigung mehr möglich

Lärm und Schutz

Lösungsvorschlag



4/4

- Mit welchem Hilfsmittel kann man den Schallpegel messen?

Schallpegelmesser

Dezibel sollten immer mit einer Einheit angegeben werden, da dB in nur ein Verhältnis darstellt →> die Einheit dB (SPL, HL, (A), (B), (C)) gibt den Bezugspunkt an.



UdK Berlin
Sengpiel
11.2002
Filter

Berechnung der Bewertungsfilter-Kurven

Bei der Schallmessung wird in der Praxis der Schalldruckpegel in Dezibel verwendet, unter Berücksichtigung der Frequenzabhängigkeit des menschlichen Ohrs. Dazu wurde eine "Frequenzbewertung" eingeführt, welche die geringere Empfindlichkeit unserer Ohren für die tiefen Frequenzen nachbildet. Diese Frequenzbewertung wurde international festgelegt und mit A-Bewertung bezeichnet. Der mit dieser Frequenzbewertung gemessene Schalldruckpegel wird als "A-bewerteter Schallpegel" L_A bezeichnet und in Dezibel [dB-A] angegeben. Alle handelsüblichen "Schallpegelmesser" messen den Schalldruckpegel und den A-bewerteten Schalldruckpegel. Die nachträgliche Umrechnung einer Messung von dB SPL in dBA und zurück ist nicht möglich.

Für die drei Bewertungsfilter A, B und C nach DIN EN 61672-1 2003-10 (DIN-IEC 651) ist die Amplitude in Abhängigkeit von der Frequenz f in Hz:

$$A: R_a(f) = \frac{12200^2 \cdot f^4}{(f^2 + 20,6^2) \cdot (f^2 + 12200^2) \cdot \sqrt{f^2 + 107,7^2} \cdot \sqrt{f^2 + 737,9^2}}$$

$$B: R_b(f) = \frac{12200^2 \cdot f^3}{(f^2 + 20,6^2) \cdot (f^2 + 12200^2) \cdot \sqrt{f^2 + 158,5^2}}$$

$$C: R_c(f) = \frac{12200^2 \cdot f^2}{(f^2 + 20,6^2) \cdot (f^2 + 12200^2)}$$

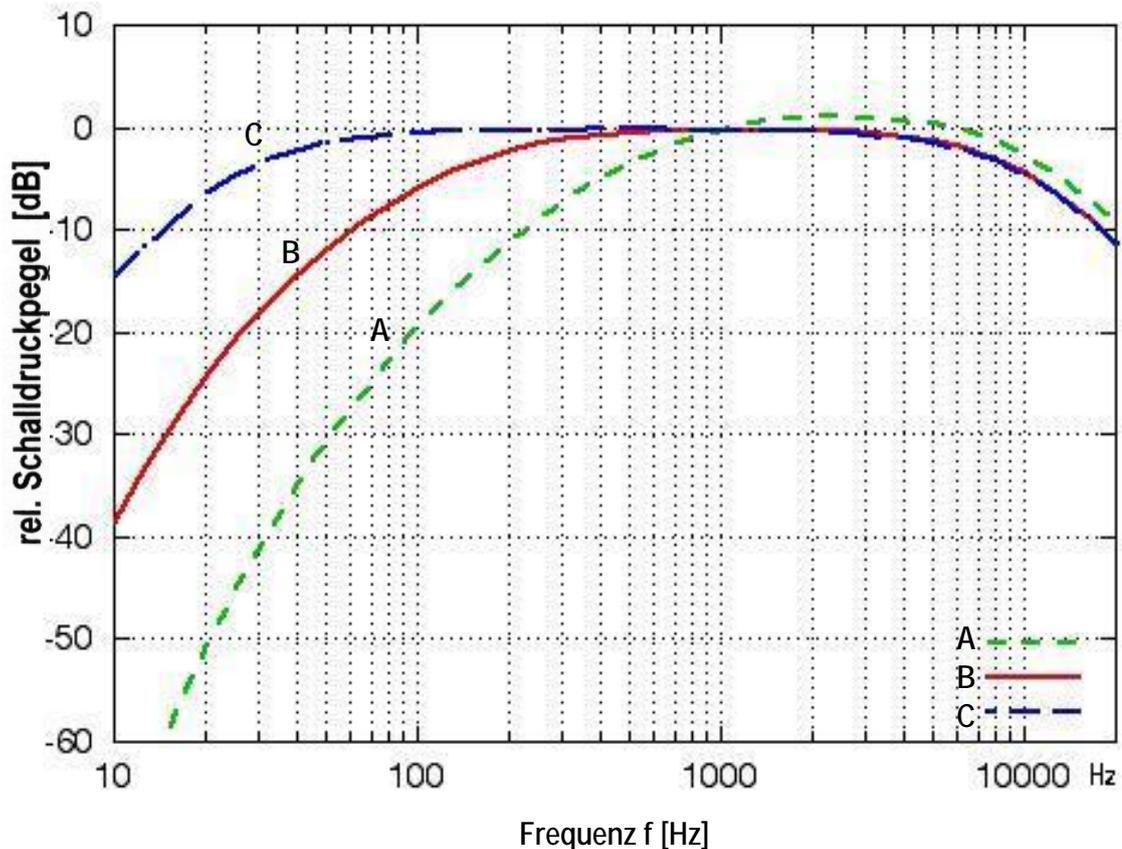
Diese Filter zeigen bei 1 kHz eine Dämpfung von 2,0 dB, 0,17 dB und 0,06 dB für Bewertungs-Filter A, B und C. Weil üblicherweise die Kurven auf 1 kHz normalisiert werden, muss diese Dämpfung zu den obigen Formeln addiert werden. Oder anders ausgedrückt, die Gleichungen der Kurven in dB sehen folgendermaßen aus:

$$A = 20 \cdot \log(R_a(f)) \text{ dB} + 2,00 \text{ dB}$$

$$B = 20 \cdot \log(R_b(f)) \text{ dB} + 0,17 \text{ dB}$$

$$C = 20 \cdot \log(R_c(f)) \text{ dB} + 0,06 \text{ dB}$$

A, B und C Bewertungskurven nach DIN-IEC 651



Schallmessung - Frequenz nach dBA und dBC: <http://www.sengpielaudio.com/Rechner-dba-spl.htm>

Ursprünglich war die A-Kurve für Pegel leiser als 40 dB, die B-Kurve für Pegel zwischen 40 und 90 dB und die C Kurve für Pegel über 90 dB gedacht. Lärmerzeuger bevorzugen die A-Kurve für alle Pegel.

Kopfhörer

Informationen für Lehrpersonen



1/4

<p>Arbeitsauftrag</p> 	<p>Die SuS sollen den Text aus dem Magazin „Der Spiegel“ zum Thema Hören mit Kopfhörern durchlesen und im Anschluss ihr Hörverhalten mithilfe der Homepage www.laermorama.ch testen und auswerten.</p>
<p>Ziel</p> 	<p>SuS wissen, wie sie sinnvoll und ohne gesundheitliche Einbussen Musik oder Ähnliches über Kopfhörer konsumieren (können).</p>
<p>Material</p> 	<p>Lesetext, Internet</p>
<p>Sozialform</p> 	<p>EA</p>
<p>Zeit</p> 	<p>20'</p>

Zusätzliche Informationen:

- Mithilfe der Homepage www.laermorama.ch können Hörschäden noch vertieft behandelt werden.

Kopfhörer

Arbeitsmaterial



2/4



Lies diesen Text zum Thema Hören mit Kopfhörer aus „Der Spiegel“ sorgfältig durch.

Hörschäden durch Kopfhörer: „Da kann ich mir die Ohren wegblasen“

Knopf im Ohr, abwesender Blick, entspanntes Lächeln: Musikhören unterwegs ist dank Smartphone und iPod völlig selbstverständlich geworden. Die Boombox im Gehörgang hat allerdings auch Gegner – Hals-Nasen-Ohrenärzte fürchten Hörschäden bis zur Taubheit.



In-Ohr-Kopfhörer: Gefährlicher als aussen aufliegende Kopfhörer

Freiburg – Mit Musik auf den Ohren ist der Weg zur Arbeit weniger langweilig, aber unter Umständen gefährlicher. Denn wer sich mit Musik aus dem Kopfhörer zudröhnt, riskiert nicht nur die Gesundheit seines Gehörs, sondern bemerkt auch den Verkehr nicht – oder erst viel zu spät. Experten empfehlen deshalb: Runter mit der Lautstärke oder ganz verzichten.

Für gesundheitsgefährdenden Lärm gibt es eine klare Grenze: „Alles über 85 dBA ist schädlich“, sagt der Chef der HNO-Klinik an der Uni Freiburg, Roland Laszig. Die Abkürzung dBA bezeichnet, wie laut ein Geräusch im Ohr ankommt, dBA steht für den wahrgenommenen Schalldruckpegel. Ein Presslufthammer in sieben Metern Entfernung entwickelt nach Informationen des Umweltbundesamtes etwa 90 dBA, ein Staubsauger in der gleichen Entfernung immerhin 80 dBA.

Grundsätzlich gilt: Je näher Ohr und Lärmquelle sich sind, desto lauter. Kopfhörer, die im Ohr sitzen, hält der Arzt daher für gefährlicher als die aufliegende Variante – schliesslich befinden sie sich deutlich näher am empfindlichen Trommelfell.

MP3-Player und Smartphones werden in Deutschland aber ohnehin nicht lauter als 85 Dezibel (dB), erklärt Michael Zirkel vom Branchenverband High End Society. Die Hersteller folgten damit einer EU-Richtlinie. Bei Abspielgeräten aus den USA sei dagegen oft erst bei 110 Dezibel Schluss. „Dem sollte man sich auf keinen Fall länger als 15 Minuten aussetzen“, warnt der Experte. Und bei Kopfhörern an der Anlage gibt es kaum ein Limit: „Da kann ich mir theoretisch die Ohren wegblasen, wenn ich das möchte.“



Die Haarzellen im Ohr schalten einen Gang zurück

Solche Lärmabenteuer können allerdings ernsthafte Folgen haben. Verantwortlich fürs Hören sind Haarzellen im Innenohr. Kommt bei diesen mehr Lärm an, als sie verarbeiten können, schalten sie automatisch herunter – der Mensch hört schlechter. Fachleute sprechen von einer zeitweisen Schwellenverschiebung. „Den Effekt kennt jeder, zum Beispiel von einem Rockkonzert“, sagt Laszig. Er empfiehlt bei belasteten Ohren eine Ruhepause. „Auf keinen Fall sollte man sich direkt nach dem Discobesuch wieder die Ohrstöpsel reinschieben.“

Denn werden die Ohren zu oft dem Lärm ausgesetzt, wird aus dem zeitweisen ein dauerhafter Hörverlust. Eventuell droht auch ein Tinnitus, ein unangenehmes Dauerpfeifen im Ohr. Wo das Limit für eine Dauerbeschallung liegt, können auch Fachleute nicht genau sagen, erklärt Laszig: „Das ist bei jedem Menschen individuell verschieden.“ Mit steigendem Alter wächst allerdings die Gefahr, dass das Ohr bereits geschädigt und damit verwundbarer für einen Hörverlust durch Lärm ist.

Vorbeugen kann solchen Effekten, wer die richtigen Kopfhörer kauft. „Bei manchen besseren Geräten muss ich die Lautstärke vielleicht nicht ganz so weit aufdrehen und verstehe trotzdem noch alles“, sagt Verbandsexperte Zirkel. Hilfreich ist auch, wenn die Kopfhörer Aussengeräusche gut abschirmen. Manche Modelle arbeiten sogar aktiv gegen störende Geräusche: Mikrofone in den Hörmuscheln ermitteln, wie laut die Umgebung ist, und der Kopfhörer steuert entsprechend gegen. Allerdings braucht diese Technologie eigene Batterien.

Nicht aufs Rad mit Kopfhörern

Diese aktive Geräuschunterdrückung hat aber den Nachteil, dass neben störenden Aussengeräuschen auch Wichtiges ausgeblendet wird. Gut abschirmende Kopfhörer senken die Lautstärke der Aussenwelt allein um 20 bis 25 Dezibel, erklärt Zirkel – und das schon ganz ohne Musik. „Im Wald joggen kann man damit vielleicht noch gefahrlos, aber aufs Rad würde ich damit auf keinen Fall steigen.“

Ähnlich sieht das Andreas Hölzel vom ADAC. „Kopfhörer bedeuten schon eine Ablenkung“, sagt der Verkehrsexperte. Die aktive und sichere Teilnahme am Strassenverkehr sei nicht mehr gegeben. „Es kann damit zum Beispiel schnell passieren, dass man bei der Strassenüberquerung nicht mehr richtig nach links und rechts guckt.“

Grundsätzlich gilt: Je schneller ein Verkehrsteilnehmer unterwegs ist, desto schwerer wiegt die Ablenkung. Allerdings kommt es auch darauf an, was aus den Stöpseln oder Muscheln schallt. „Musik ist ja oft eher Berieselung“, sagt Hölzel. „Aber in ein spannendes Hörbuch kann ich förmlich versinken.“

Gesetzlich verboten sind Kopfhörer aber nicht. Nicht nur Fussgänger, auch Rad- und sogar Autofahrer dürfen durchaus etwas auf den Ohren tragen. „Was verboten ist, ist die akustische Abschottung“, erklärt ADAC-Verkehrsjurist Markus Schäpe. Die Musik auf den Ohren darf also auf keinen Fall lauter sein als die Klingel oder das Hupen anderer Verkehrsteilnehmer.

Spiegel.de, 11.01.2013

<https://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/hoerschaeden-durch-laute-musik-kopfhoerer-sind-gefaehrlich-a-876857.html>

Kopfhörer

Arbeitsmaterial



4/4

Aufgabe:

Teste mithilfe der Homepage www.laermorama.ch, ob du deine Ohren überforderst und ob dein Gehör in Gefahr ist.

Kopfhörer – Selbsttest

Dauerbeschallung der Ohren durch Kopfhörer, Discos, Konzerte und verschiedene Lärmquellen im täglichen Leben können unser Gehör auf Dauer beschädigen. Ob die Musik das Gehör schädigt, liegt nicht allein an der Lautstärke, sondern vielmehr an der Dauer. Alle Werte über 85 dB können bereits zu Langzeitschäden führen.

Mit Kopfhörern wird in der Regel zwischen 70 dB und 100 dB Musik gehört, also häufig bereits in einer schädigenden Lautstärke. Einmal beschädigte Strukturen im Innenohr können sich nicht mehr erholen und sterben ab. Eine Gehörschädigung durch laute Musik ist also nicht mehr heilbar. Interessant sind in diesem Zusammenhang Hörvergleiche zwischen Naturvölkern und Menschen in Industrieländern. So besitzen 30-Jährige in Industrieländern bereits ein so abgenutztes Gehör wie 70-Jährige. Weitere Untersuchungen haben auch gezeigt, dass in europäischen Ländern bereits jeder vierte Jugendliche von Hörverlusten betroffen ist.

Lärm kumuliert sich! – Die Lärmbelastung aus Disco, MP3-Player, Motorrad fahren, Bohrmaschine, Strassenlärm usw. addiert sich. Das Ohr wertet nicht, ob es etwas mag oder nicht, sondern nur, wie laut, in welcher Frequenz und wie lange ein Schallereignis ist.

Teste mithilfe von www.laermorama.ch selbst, ob du deine Ohren überforderst und ob dein Gehör in Gefahr ist:

Schallquelle	Dauer pro Woche *	Lautstärke in Dezibel (Schallpegel)
Disco	<input type="text" value="5"/> Stunden/Woche	leise Disco 93 dB laute Disco 100 dB
Konzert	<input type="text" value="0"/> Stunden/ Woche	100 Dezibel (Grenzwert)
Kopfhörer (z.B. MP3-Player)	<input type="text" value="10"/> Stunden/Woche	leise: < 85 dB laut: 90 dB sehr laut: 95 dB maximum: 100 dB

* Rechnen Sie mit einer 5-Tage-Woche (2 Stunden/Tag Musikhören = 10 Stunden/Woche)

Mit Gehörschutz in der Disco
 Mit Gehörschutz am Konzert

Total Lärmpunkte

< 100 Punkte: Kein Problem
100 - 200 Punkte: Gefährlich
> 200 Punkte: Viel zu Viel!

Sind Sie im roten Bereich? Klicken Sie einmal "Mit Gehörschutz in Disco/Konzert" an oder wählen Sie eine geringere Lautstärke, um den Effekt zu testen!

Wie hören Tiere?

Informationen für Lehrpersonen



1/2

9 – Wie hören Tiere?

<p>Arbeitsauftrag</p> 	<p>In einer selbstständigen Rechercharbeit wählen die SuS gruppenweise ein Tier aus, suchen Facts zu dessen Hörvorgang zusammen und präsentieren die Erkenntnisse der Klasse.</p>
<p>Ziel</p> 	<p>Die SuS kennen den Hörbereich von verschiedenen Tieren und können ihn mit dem Menschen vergleichen.</p>
<p>Material</p> 	<p>Computer, Internet, Lexika</p>
<p>Sozialform</p> 	<p>GA</p>
<p>Zeit</p> 	<p>90'-180'</p>

Zusätzliche Informationen:

- Die SuS sollen keine zu exotischen Tiere auswählen, da sonst gegebenenfalls zu wenige Informationen vorhanden sind.
- Gegebenenfalls auch Tiere vorgeben, zu welchen gute Informationen vorhanden sind oder die bereits im Unterricht besprochen worden sind.

Wie hören Tiere?

Arbeitsmaterial



2/2



In einer Gruppenarbeit sollt ihr ein Tier auswählen, Facts zu diesem Tier zusammensuchen und der Klasse anschliessend präsentieren. Dafür stehen euch Computer, Internet und Lexika zur Verfügung. Der genaue Auftrag ist unten beschrieben.

Wie hören Tiere?

Eine universelle Beobachtung – Ohren treten immer paarweise auf

Nicht alle Tiere besitzen Ohren, um zu hören. Trotzdem können Würmer, Schnecken und Schlangen Geräusche in Form von Wellen und Vibrationen wahrnehmen. Auch gibt es Tiere, die Schallwellen nicht am Kopf wahrnehmen und damit keine Ohren im eigentlichen Sinne besitzen: So liegen die Hörorgane der Heuschrecken in den Hinterbeinen. Aber auch nicht alle Tiere, die Ohren besitzen, nutzen sie nur ausschliesslich zum Hören: Der Afrikanische Elefant zum Beispiel hat die grössten Ohren, nutzt sie aber vor allem zum Abkühlen. Blut wird in die Ohren gepumpt und durch Fächeln kühlt sich das Blut ab.

- 1) Sucht euch in der Gruppe ein Tier aus und achtet darauf, dass es nicht zu exotisch ist, da es sonst schwierig wird, Informationen zu finden.
- 2) Sucht euch mithilfe des Internets und mit Fachbüchern Fakten zum ausgewählten Tier zusammen. Dabei sollen Frequenzbereiche und Hörschwellen betrachtet werden.
- 3) Vergleicht diese Daten mit dem menschlichen Gehör.
- 4) Stellt eine Präsentation zusammen und zeigt sie anschliessend euren Mitschülerinnen und Mitschülern.

