

Schall

S



NNi



Inhaltsverzeichnis Mittelstufe	52
Tipps	53
Repetition Schall: Lautstärke	55
Repetition: Reflexion und Absorption	56
Definition der Frequenz	57
Tonhöhe	58
Schallwellen interaktiv	59
AB: Schall I	60
AB: Schall I	61
Schallleitung	62
Schallleitung Kopf	63
Das Aussenohr	64
Das Mittelohr	65
Mittelohrentzündung	66
Das Innenohr	67
Sinneszelle Innenohr	68
Hören – Medien	69
Ohr	70
Ohr	71
Hörbereiche	72
Luft-Schallgeschwindigkeit	73
Wer ist der/die Schnellste?	74
Die Schallgeschwindigkeit ändert sich	75
Links oder rechts?	76
Verschiedene Töne = verschiedene Frequenzen	77
SUVA-CD	78
Schütze dein Gehör	79
Wie laut ist es?	80
Schall, Geräusch, Lärm	81
Der Schallpegel – Dezibel-Skala	82
Vermischte Aufgaben	83
Vermischte Aufgaben	84
Diese Begriffe solltest du kennen	85



Repetition: Schallwellen sichtbar machen

Masstabspitze mit farbigem Klebeband überziehen, damit das Auge die Bewegung besser sehen kann.

Langer Masstab: Bewegung der Spitze gut sichtbar, da langsam → tiefer Ton.

Kurzer Masstab: hoher Ton, Bewegung von Auge nur noch verschwommen wahrnehmbar, da zu schnell → hoher Ton.

Resultat: Tiefe Töne schwingen langsam, hohe Töne schwingen schnell.

Versuche mit Seil durchführen.

Repetition: Laut und leise

Nulllinie mit Masstab legen. Auslenkung klein (Mund wenig öffnen) = leise. Auslenkung gross (Mund weit öffnen) = laut.

Repetition: Reflexion und Absorption

Schalldämpfenden Deckel zeigen (Schaumgumminoppen).

Aussenohr:

Bündelung des Schalls an der Ohrmuschel wirkt wie ein Schalltrichter, d.h. der Schall wird ca. um einen Faktor 3 bis zum Trommelfell verstärkt.

Luft-Schallgeschwindigkeit

Die Schallgeschwindigkeit ist abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit. Bei 20 °C → 343 m/s, 0 °C → 331 m/s.

Bei 18 °C = 340 m/s: Antwort $3 \times 340 \text{ m} = \text{ca. } 1 \text{ km}$.

Das Mittelohr

Die Gehörknöchelchen sind die kleinsten Knochen im Körper. Die Übertragung der Kraft vom Trommelfell auf die 20x kleineren Gehörknöchelchen ergibt eine Drucksteigerung. Vergleichbar mit: wenn eine Person mit Turnschuhen (Trommelfell) oder Stöckelschuhen (Gehörknöchelchen) einer anderen auf den Fuss tritt. → Auch hier wird der Schall nochmals verstärkt.

Vermischte Aufgaben

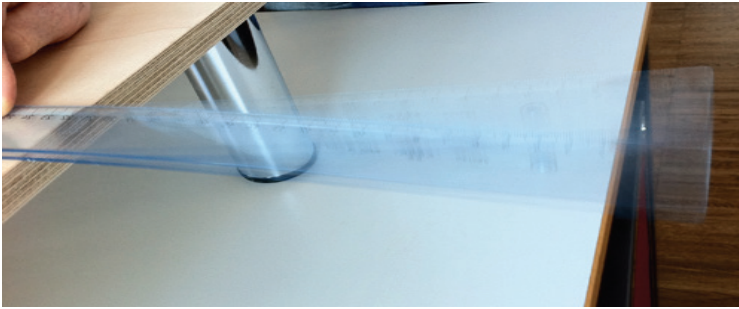
Licht hat eine Geschwindigkeit von 300'000 km/s, der Schall eine von 340 m/s. Je nach Entfernung dauert es einige Sekunden, bis der Schall bei uns ist, Licht ist sofort da.



Repetition: Wie entsteht ein Ton?



Alles, was wir hören, stammt von Dingen, die vibrieren.

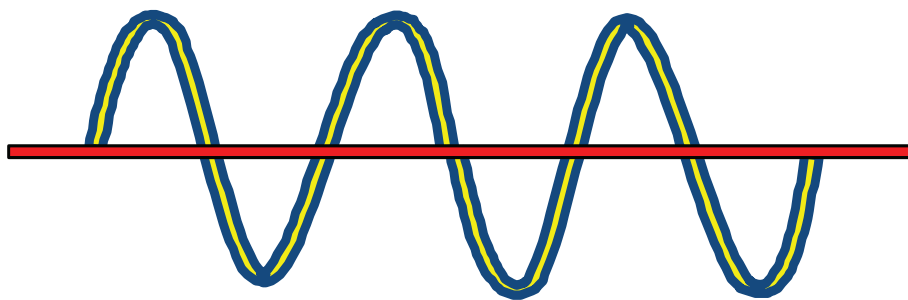


Beispiele: eine Gitarrensaite, unsere Stimmbänder, eine Trommel.

Die Vibration bringt die Luft zum Mitschwingen. Die winzigen Luftteilchen werden angestossen und geben ihre Bewegung an ihre Nachbarn weiter.

So werden die Vibrationen zu unseren Ohren transportiert, wo wir sie als Töne wahrnehmen.

Die Bewegung der Luftteilchen kann man als Welle darstellen. Deshalb nennen wir das, was wir hören, eine Schallwelle.

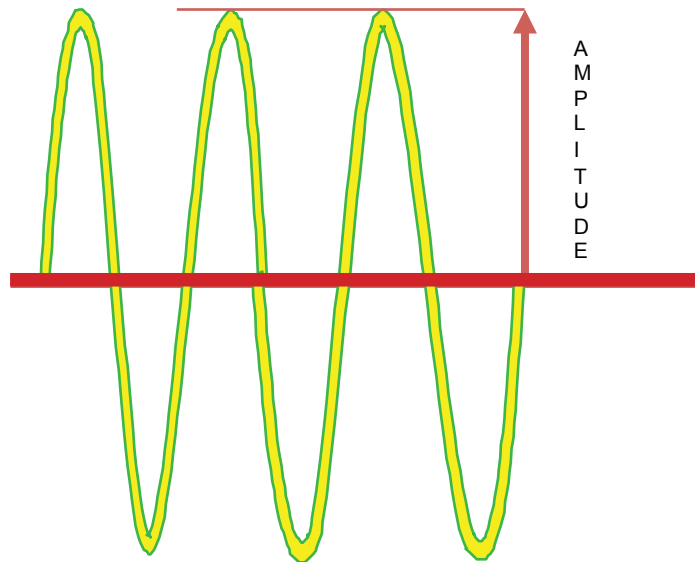


Die Schallwelle



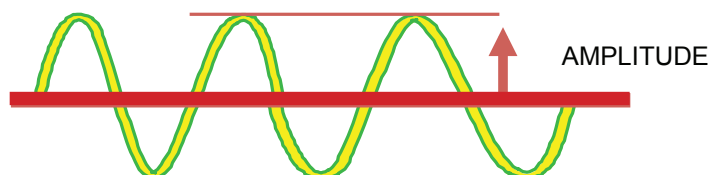
Denk an den schwingenden Massstab.
Schwingungen breiten sich wellenförmig aus.

laut



Grosse Wellentäler und -berge ergeben laute Töne und damit eine grosse Amplitude.

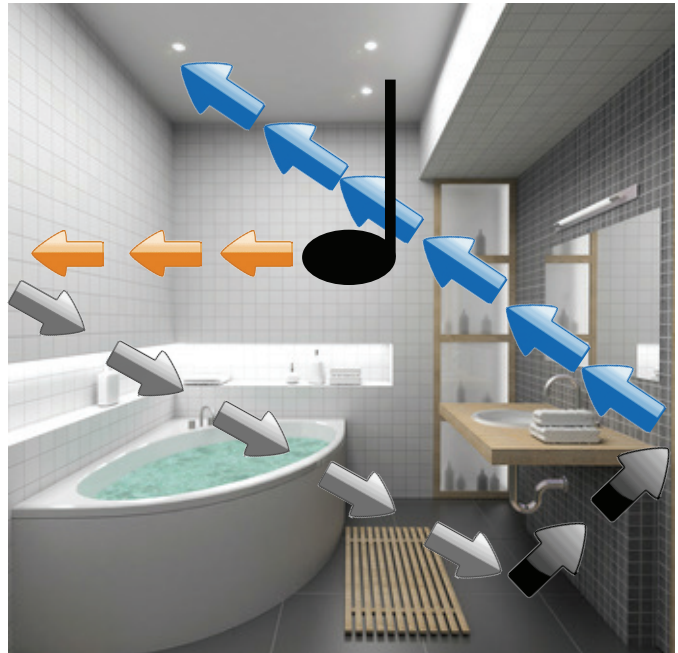
leise



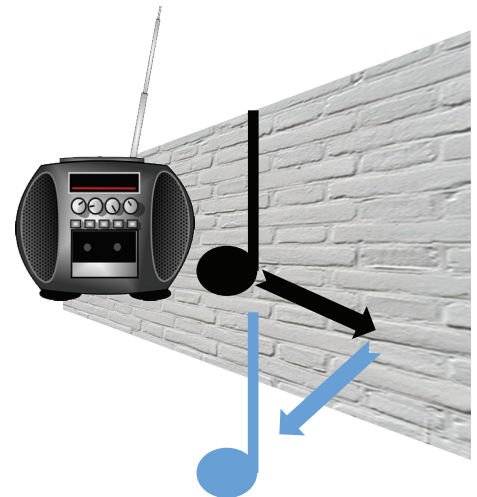
Geringe Unterschiede (kleine Amplitude) zwischen Wellentälern und -bergen ergeben leise Töne.



Trifft eine Schallwelle auf ein Hindernis, kehren die schwingenden Luftteilchen (oder Wasserteilchen) ihre Bewegungsrichtung um. Das nennen wir Reflexion.



Prallt die Schallwelle auf eine harte Fläche (z.B. Wand, Metall), so kehrt sie um und kommt zurück, wie ein Echo. Das nennen wir Reflexion.



Trifft sie auf eine weiche, unebene Fläche (z.B. Federkissen, Teppich), so kann sich die Schallwelle darin verlieren. Sie wird gedämpft, d.h. nur ein Teil kehrt zurück. Wenn sie ganz verschluckt wird, nennen wir das Absorption.

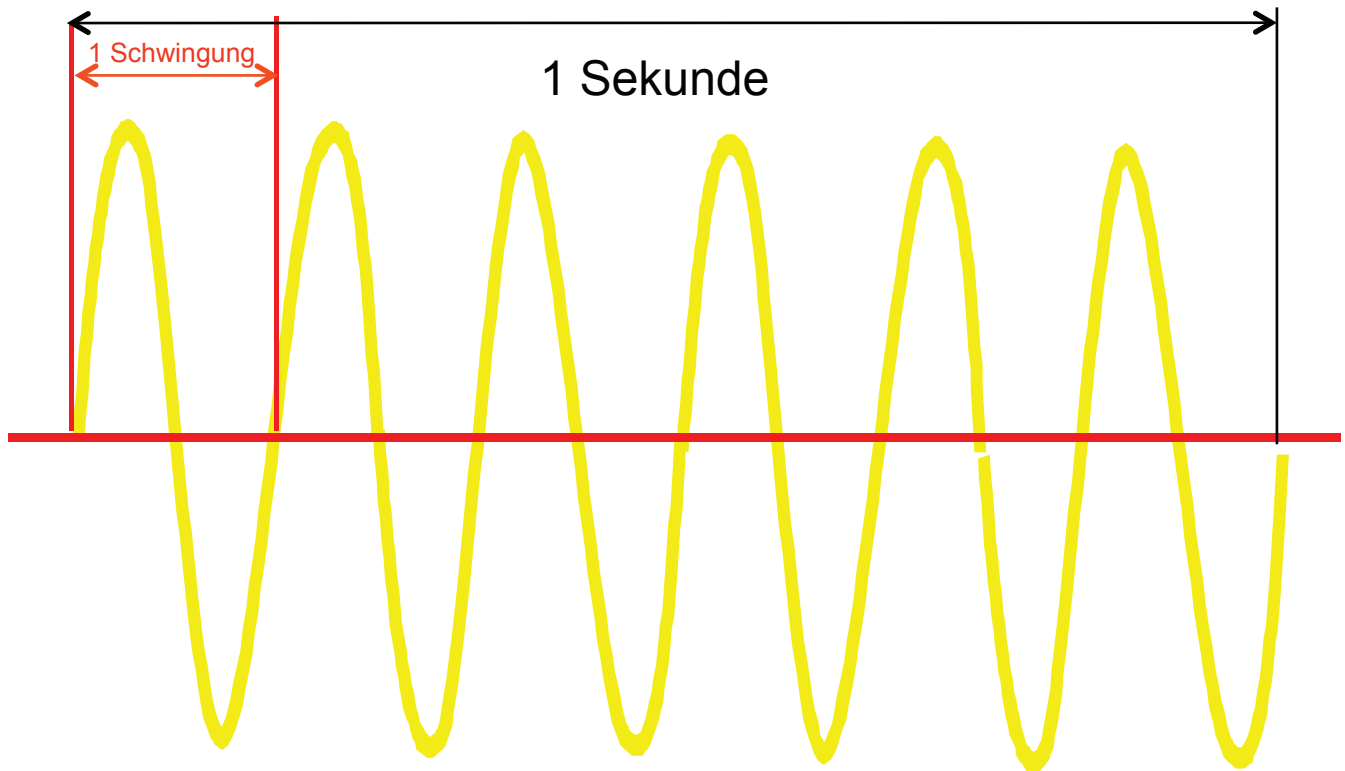




Definition der Frequenz



Die Anzahl der **Schwingungen pro Sekunde** nennt man **Frequenz**.
Die Tonhöhe hängt also von der Frequenz der Schwingung ab.



Die **Frequenz = f** wird in **Hertz = [Hz]** angegeben, benannt nach dem deutschen Physiker Heinrich Hertz.

In der Skizze ist $f = 6 \text{ Hz}$.

1 kHz = 1000 Hz

1 MHz = 1'000'000 Hz



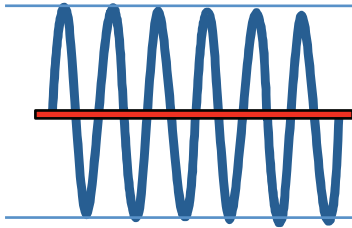
Tonhöhe



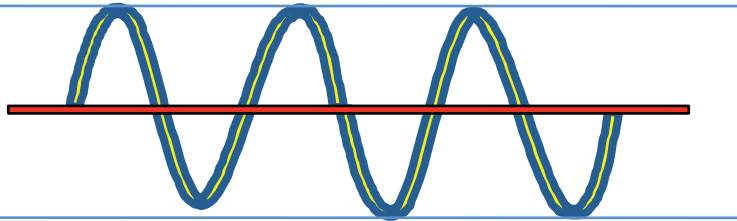
Die Tonhöhe hängt von der Anzahl Schwingungen pro Sekunde ab (1 Wellenberg + 1 Wellental = 1 Schwingung).

Viele Schwingungen pro Sekunde ergeben einen hohen Ton.

hoher Ton



tiefer Ton



Wenige Schwingungen pro Sekunde ergeben einen tiefen Ton.

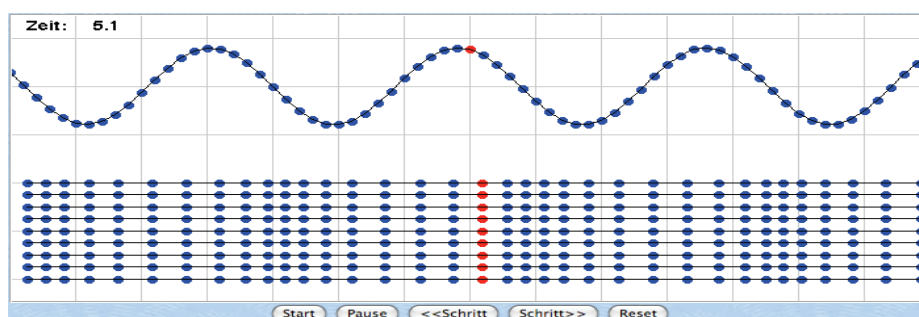
Die Einheit der Frequenz ist Hertz [Hz].

Der Hörbereich des Ohrs liegt zwischen 20 Hz und 20'000 Hz.

Ein tiefer Ton wäre z.B. 40 Hz, ein hoher 8000 Hz.

1000 Hz = 1 kHz

Schau dir im Lernkiosk auf der Seite „Schall“ das interaktive Wellenmodell an, bevor du die Übung machst.





Interaktives Akustiklabor

Auswirkung von Tönen auf verschiedene Klangkörper.

Diese Aufgabe ist auf den Schulcomputern zu finden:
Programme → Naturwissenschaften → Start.html →
Schall Mittelstufe

i Oszillogramm 0-800 Hz **Versuchsanleitung**

Willkommen im Interaktiven Akustik-Labor! Hier können Sie mit Hilfe eines Ton-generators testen, wie sich Töne auf verschiedene Klangkörper auswirken. Klicken Sie auf eines der Objekte links, um es in unseren gedämmten Versuchsraum zu bringen. Stellen Sie rechts am ersten Regler die Frequenz ein. Dann schieben Sie den Schalldruck-Regler an die gewünschte Position. Im Oszilloskop sehen Sie den erzeugten Ton als Sinuskurve dargestellt. Die Lämpchen über "Vibration" verraten Ihnen, wie stark das Untersuchungsobjekt mitschwingt. Probieren Sie aus, wie sich Frequenz- und Schalldruckänderungen auf die verschiedenen Klangkörper auswirken.

i **Vibration**

i **Frequenz** **Schalldruck**

800 Hz 150 dB

100 Hz 0 dB

100 Hz 0 dB

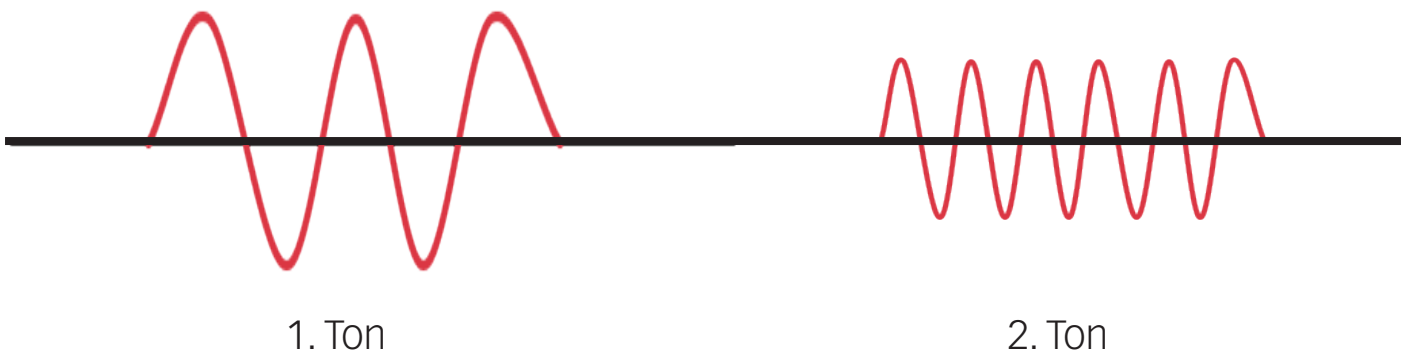
Versuchsbeschreibung



1.) Welcher dieser beiden gezeichneten Töne ist höher?



2.) Was ist der Unterschied zwischen diesen beiden Tönen?



3.) Kannst du diesen Satz beenden?

Wir können etwas hören, wenn

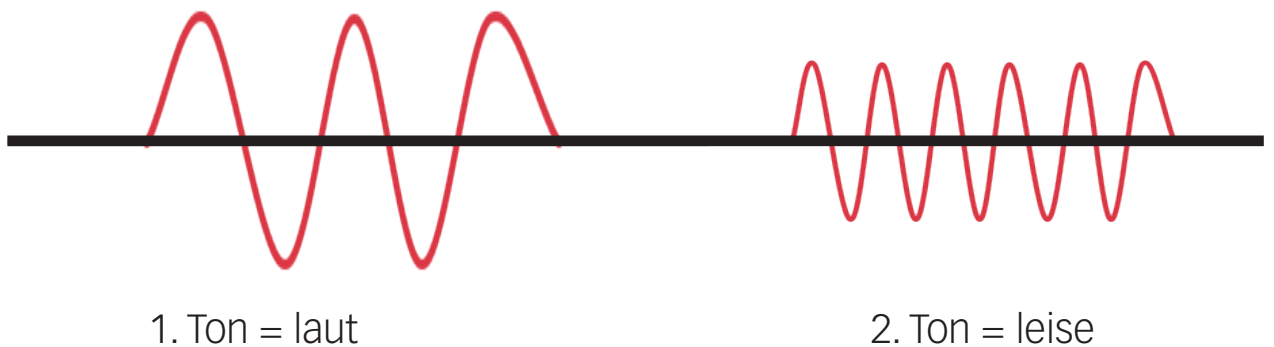
.....



1.) Welcher dieser beiden gezeichneten Töne ist höher?



2.) Was ist der Unterschied zwischen diesen beiden Tönen?



3.) Kannst du diesen Satz beenden?

Wir können etwas hören, wenn **etwas vibriert oder die Luft...**
schwingt......



Schalleitung



Stecke einen Finger ins Ohr und schlage die Stimmgabel an einen harten Gegenstand.



Halte das hintere Ende (Knopf) an deinen Ellenbogen.

Achtung! Berühre die schwingenden Enden der Gabel nicht.

1.) Was hörst du?

2.) Wo spürst du den Weg des Schalls?

3.) Gibt es noch andere Orte am Körper, die den Schall gut leiten?





Schalleitung Kopf



Schlage eine Stimmgabel an und setze sie mit dem Knopf auf deine Stirn oberhalb der Nase.



Achtung! Berühre die schwingenden Enden der Gabel nicht.

- 1.) Hörst du etwas?
- 2.) Wo spürst du den Weg des Schalls?
- 3.) Welchen Teil des Ohrs brauchst du nicht?
- 4.) Versuche es auch an anderen Orten am Schädel.

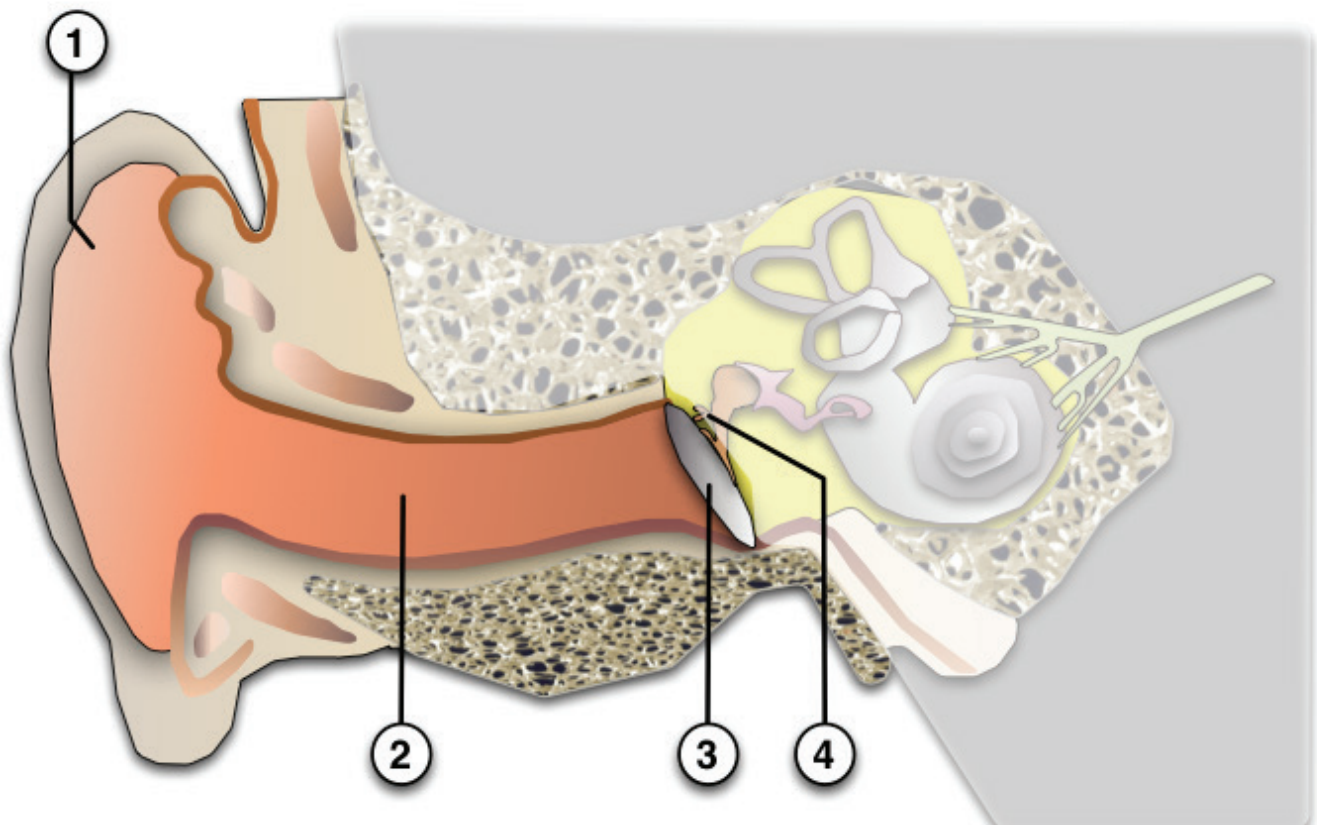




Das Aussenohr



Die Ohrmuschel (1) sammelt den Schall. Das Ohrenschmalz schützt zusammen mit den Haarbälgen den Gehörgang (2) vor Fremdkörpern. Das Trommelfell (3) ist ein Häutchen, das mit dem Hammer (Gehörknöchelchen 4) verwachsen ist.

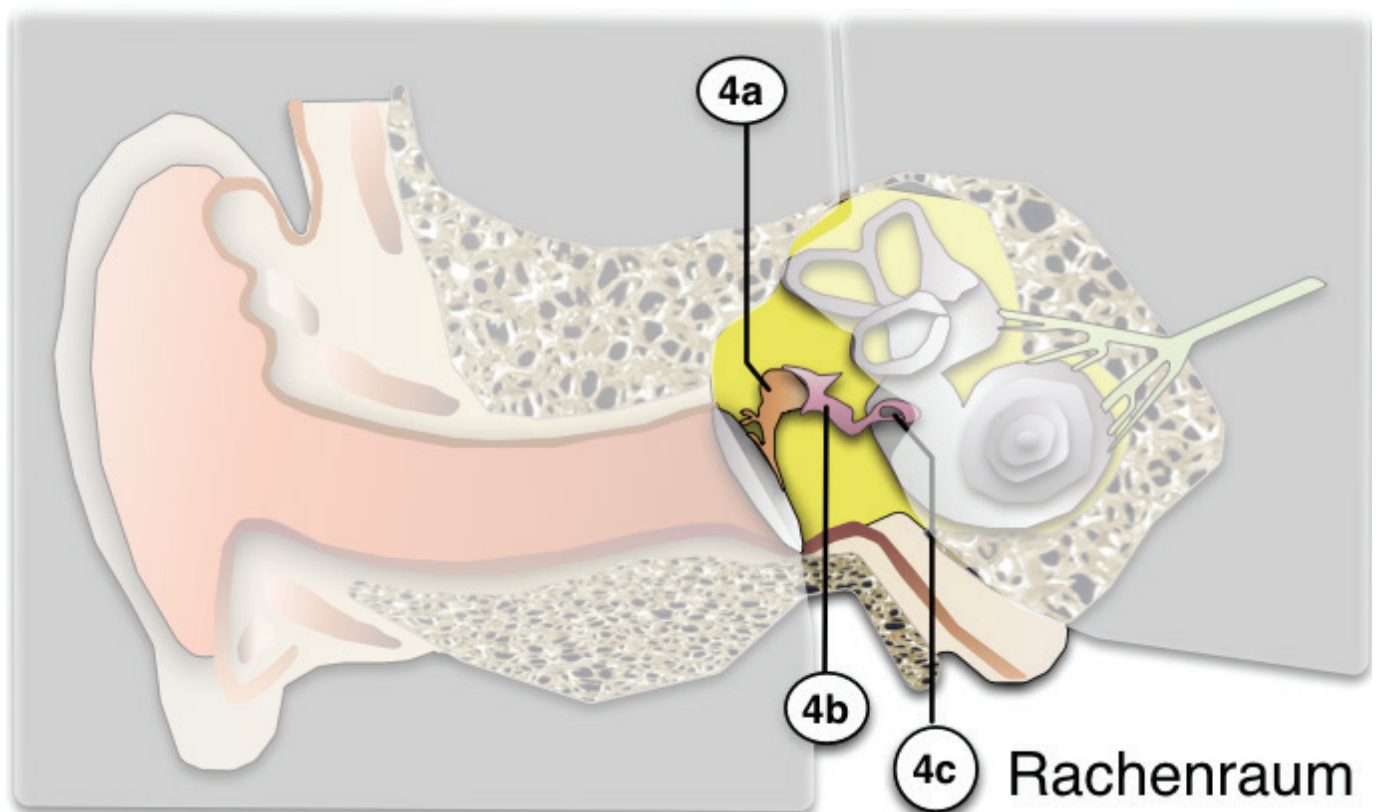




Das Mittelohr



Das Mittelohr besteht aus den 3 Gehörknöchelchen Hammer (4a), Amboss (4b) und Steigbügel (4c). Durch die Bewegung der Gehörknöchelchen wird der Schall zum ovalen Fenster geleitet. Das ist der Eingang in das Innenohr. Das Mittelohr ist über die Ohrtrompete mit dem Rachenraum verbunden.

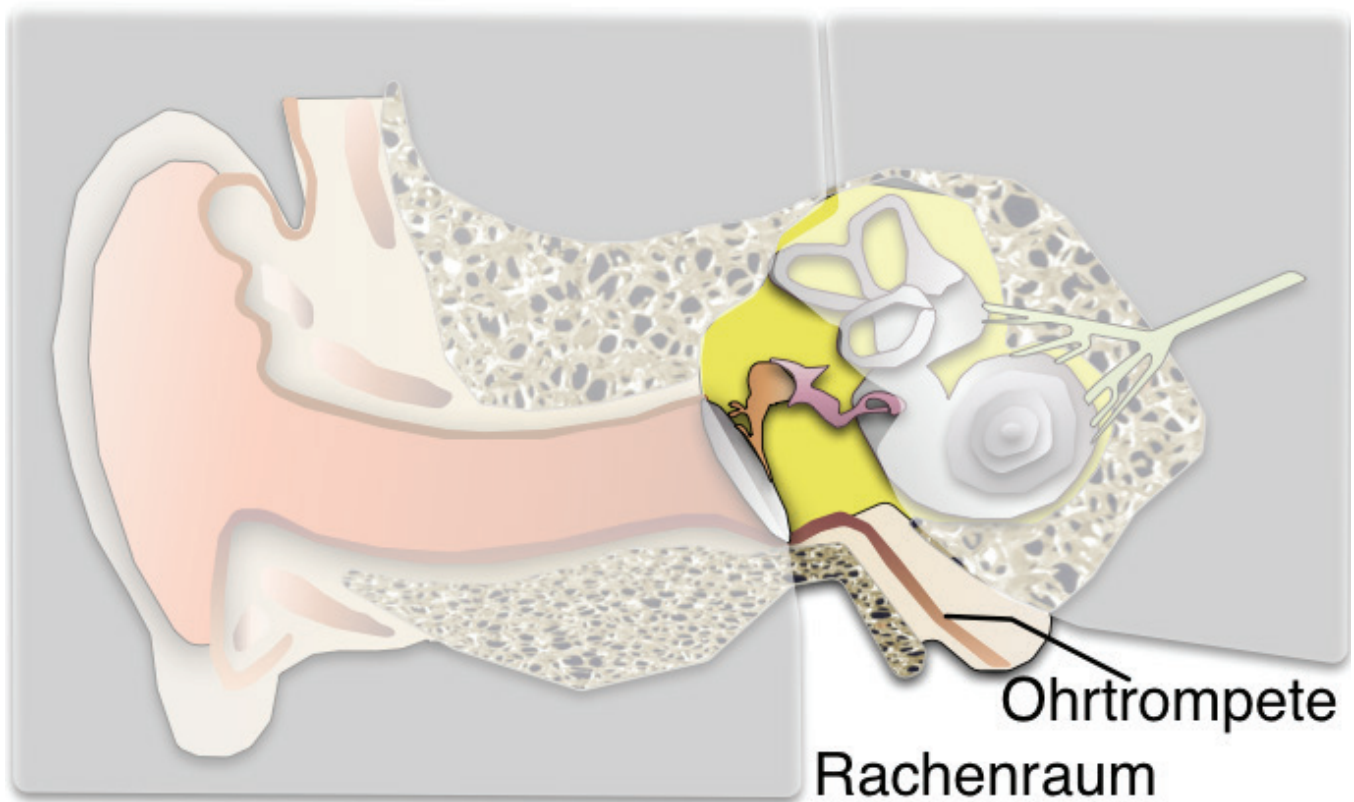




Mittelohrentzündung



Die Ohrtrompete wird verengt. Dadurch wird die Hörleistung gemindert.
Oft kann auch kein Druckausgleich mehr stattfinden.

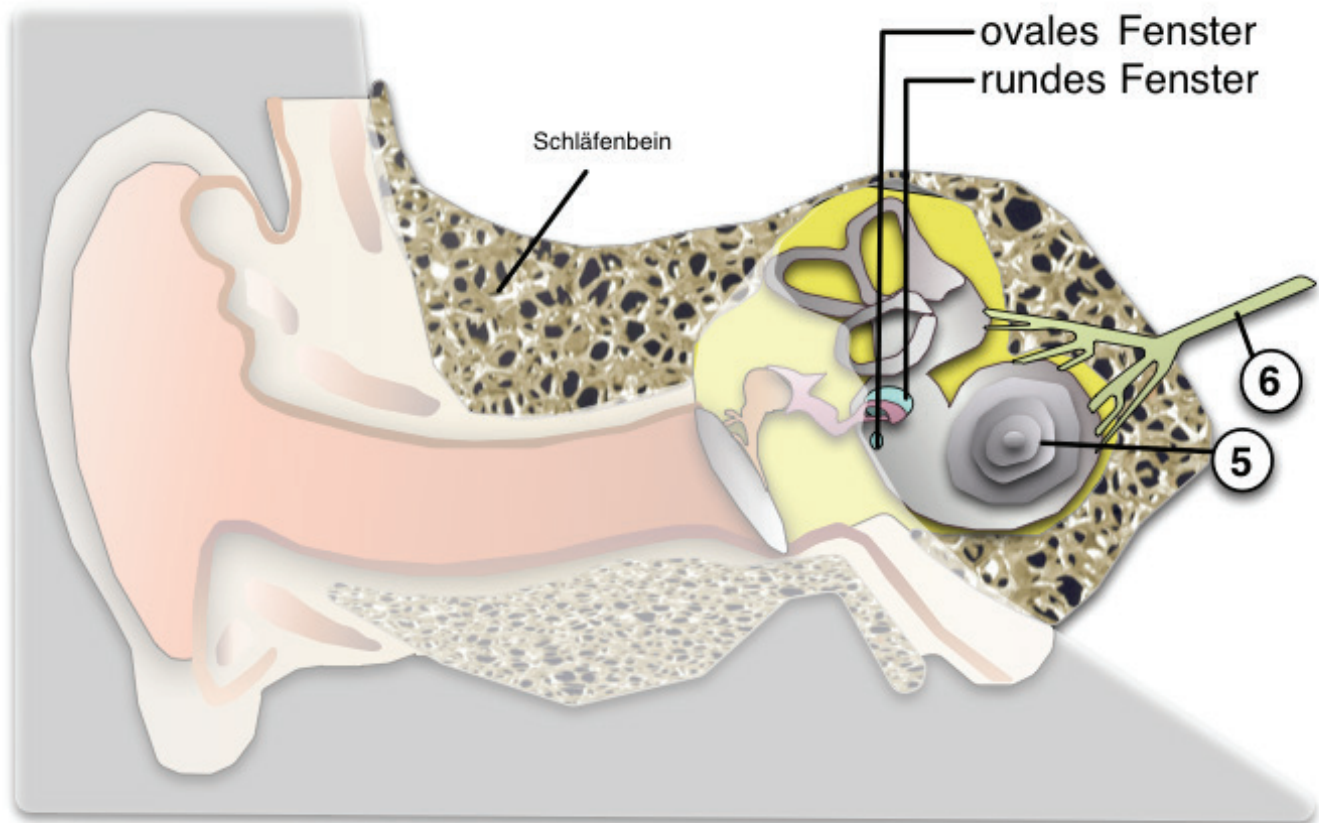




Das Innenohr



Die knöchernerne Schnecke (5) besteht aus zwei mit Flüssigkeit gefüllten Gängen mit Haarzellen. Der Steigbügel erzeugt eine Welle durch die Innenohrflüssigkeit, die die Haarzellen anregt. Die Haarzellen wandeln die Wahrnehmung in Nervenimpulse um. Vom Hörnerv (6) werden diese ins Gehirn geleitet. Das Innenohr ist über zwei mit Membranen überspannte Fenster (ovales und rundes) mit dem luftgefüllten Mittelohr verbunden.





Sinneszelle Innenohr



Eine Ohrsinneszelle in Aktion.

Dieser Film ist auf den Schulcomputern zu finden:
Programme → Naturwissenschaften → Start.html →
Schall Mittelstufe



**Klicke auf die Lupe oder auf das
Videosymbol.**



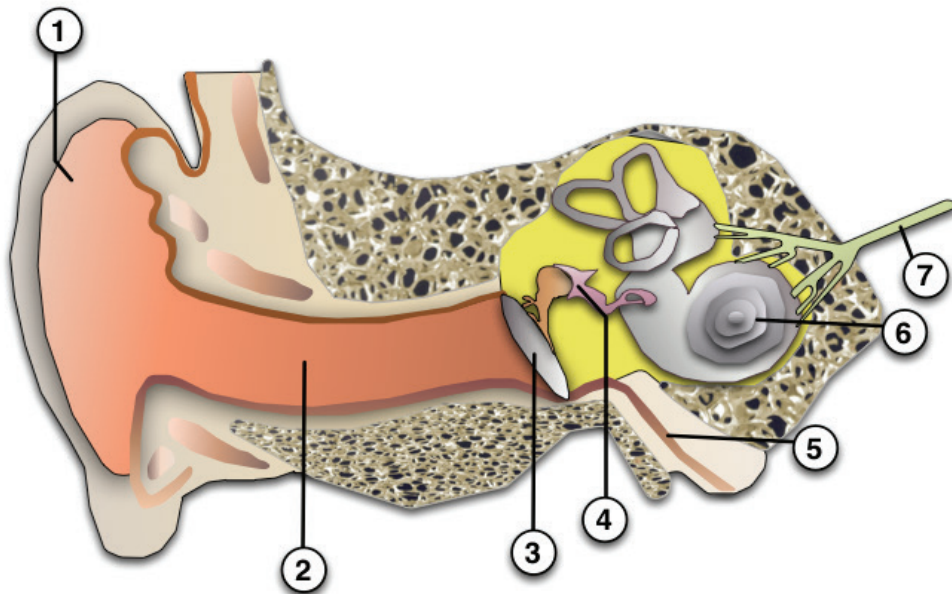


Diese Filme sind auf den Schulcomputern zu finden:
Programme → Naturwissenschaften → Start.html →
Schall Mittelstufe → Hörorgane, Lage im Kopf

- Akustische Schwingungen
- Haarzelle tanzt Rock'n'Roll
- Erkennen und Verstehen von Sprache
- Hörorgane, Lage im Kopf
- Sinne
- Weg durch das Innenrohr
- Weg und Schalleitung im Innenohr
- Schallgeschwindigkeit sichtbar machen
- Superohren Tier und Mensch
- Echolot, Radar



Ohr



Benenne die Teile des Ohrs und erkläre deren Funktion.

- 1.) _____

- 2.) _____

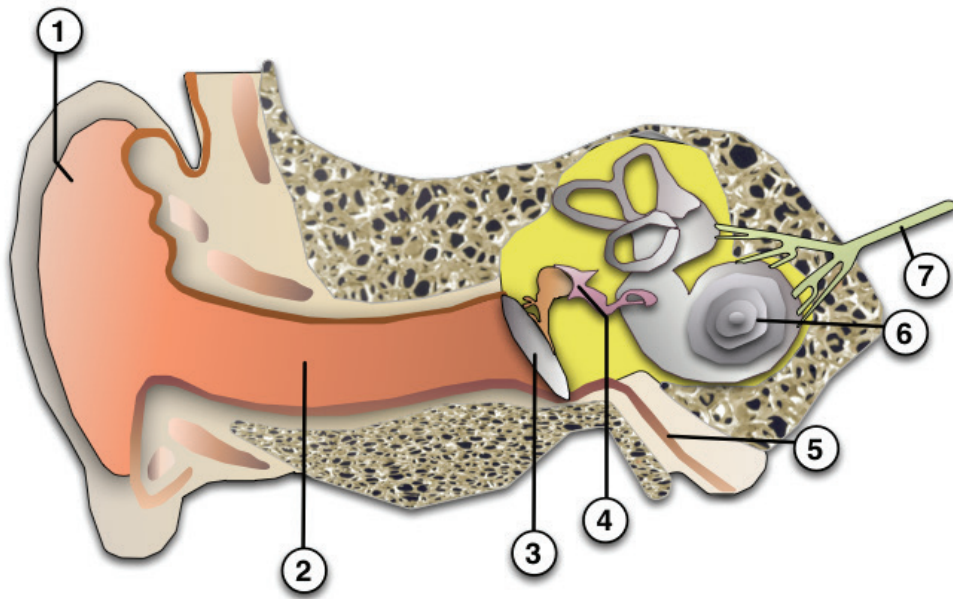
- 3.) _____

- 4.) _____

- 5.) _____

- 6.) _____

- 7.) _____



Benenne die Teile des Ohrs und erkläre deren Funktion.

- 1.) Die **Ohrmuschel** sammelt den Schall wie ein Schalltrichter (Verstärkung des Schalls).
- 2.) Der **Gehörgang** leitet den Schall weiter, und die Haarbälge mit dem Ohrenschmalz schützen das Trommelfell vor Fremdkörpern.
- 3.) Das **Trommelfell** wird in Schwingung versetzt und leitet diese an die Gehörknöchelchen weiter. Es ist mit dem Hammer verbunden.
- 4.) Die **Gehörknöchelchen** Hammer, Amboss und Steigbügel bewegen sich durch die Schwingungen des Trommelfells. Dabei wird die Schwingung noch verstärkt.
- 5.) Die **Ohrtrompete** (eustachische Röhre) ist die Verbindung in den Nasen/Rachen-Raum und kann beim Schlucken einen Druckausgleich zwischen Mittelohr und Aussenwelt (bei Höhenunterschieden) bewirken.
- 6.) Die **Schnecke** ist aus Knochen und mit Flüssigkeit gefüllt. Die Bewegung des Steigbügels erzeugt eine Welle durch die Innenohrflüssigkeit, die die Haarzellen reizt. Diese wandeln den Reiz in Nervenimpulse um.
- 7.) Die Nervenimpulse werden via **Gehörnerv** zum Gehirn geleitet. Erst da werden die einzelnen Frequenzen zu Klängen, Geräuschen, Lärm usw. umgewandelt.



Hörbereiche



Unser Ohr hört nur die Töne, die sich im Intervall zwischen 20 Hz und 20'000 Hz befinden.

Töne oberhalb 20'000 Hz = 20 kHz werden **Ultraschall** genannt.

Töne unterhalb 20 Hz nennt man **Infraschall**.

Hörbereiche der Tiere

Tier	Infraschall 0 – 16 Hz				Ultraschall 20 kHz – 1,6 GHz			
	Schall 16 Hz – 20 kHz							
Fledermaus 10 kHz – 150 kHz								
Maus 1 kHz – 70 kHz								
Delfin 10 kHz – 100 kHz								
Wal 1000 Hz – 150 kHz								
Katze 45 Hz – 60 kHz								
Hund 15 Hz – 50 kHz								
Mensch 16 Hz – 20 kHz								
Frequenz	0 – 16 Hz	16 – 100 Hz	100 – 1000 Hz	1000 – 5000 Hz	5 kHz – 20 kHz	20 – 30 kHz	30 – 50 kHz	50 – 150 kHz



Luft-Schallgeschwindigkeit



In einer Sekunde legt der Schall in der Luft ca. 340 m zurück.



Die Schallgeschwindigkeit v beträgt also 340 m/s.

Wie weit ist das Gewitter entfernt?



Zähle die Sekunden (21, 22, 23 usw.) zwischen Blitz und Donner. Wie weit ist das Gewitter entfernt, wenn du auf 3 gezählt hast?



Gewitter (Film) ist auf den Schulcomputern zu finden:
Programme Naturwissenschaften → Start.html →
Schall Mittelstufe → Gewitter



Wer ist der/die Schnellste?



- 1.) 100-m-Strecke rennen und mit der Stoppuhr die Zeit messen.
- 2.) Zeiten notieren und die Geschwindigkeit in m/s und km/h berechnen.
- 3.) Eine Tabelle für die ganze Klasse erstellen.
- 4.) Vergleiche mit den Weltmeistern anstellen (Usain Bolt 9.58 s für 100 m).





Die Schallgeschwindigkeit ändert sich



Luft : 340 m/s



Wasser: 1500 m/s



Mauern, Stahl: 3000 – 5000 m/s



Links oder rechts?



Du brauchst:



- 1-2 m Schlauch
- 2 Personen
- Bleistift
- 2 Trichter
- Messband

Verbinde die Trichter mit den Schlauchenden. Markiere mit einem Filzstift die Mitte des Schlauches.

Ein(e) Schüler(in) sitzt mit dem Rücken zum Tisch und hält die Trichter an die Ohren. Der Plastikschlauch wird hinter ihr/ihm auf den Tisch gelegt. Eine 2. Person klopft mit einem Bleistift auf den Schlauch.

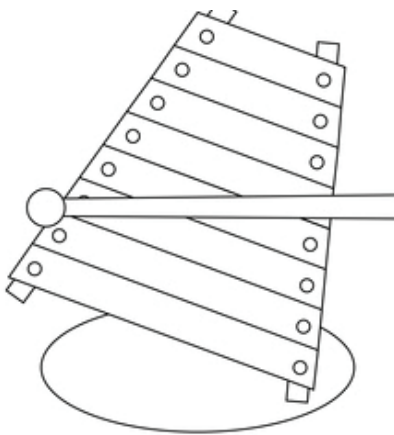


- 1.) Versuche das Klopfen zu orten. Ist es links oder rechts der Mitte?
- 2.) Wie nahe kommst du an die Mitte? Miss mit dem Messband die kleinste Entfernung zur Mitte.
- 3.) Hörer/in und Klopfer/in tauschen.

Achtung! Nur leicht klopfen, sonst wird es zu laut.



Verschiedene Töne = verschiedene Frequenzen



Du brauchst:



- verschieden dicke Gummibänder
- 1 Kartonschachtel
- 3 Gläser
- Bleistift

Fülle die Gläser unterschiedlich hoch mit Wasser.

Bespanne eine offene Kartonschachtel mit den Gummibändern

- 1.) Klopfe mit dem Bleistift an die drei Gläser und ergänze den Satz:
Je mehr Wasser im Glas, desto der Ton.
- 2.) Erzeuge Töne mit den Gummibändern. Ergänze den Satz:
Je dünner das Gummiband, desto der Ton.
- 3.) Stell dir ein Xylofon vor und ergänze den Satz: Je länger das Plättchen,
desto der Ton.
- 4.) Je länger, dicker oder schwerer etwas ist, desto schwingt es =
..... Frequenz.
Je kürzer, dünner, leichter etwas ist, desto schwingt es =





- CD Track 4: Frequenzbereich des menschlichen Ohrs
- Track 2, 3: Nach dem Konzert → Tinnitus

- Track 48, 49: Gespräch mit und ohne Hörverlust
- Track 80: Auto-Schallpegel bei verschiedenen Geschwindigkeiten
- Track 91, 92: Geräusche raten



- Es gibt verschiedene Hilfsmittel, die dein Gehör schützen:





Wie laut ist es?



Die Lautstärke hängt von der Amplitude, d.h. der Höhe der Schallwelle ab.

Die Schallwelle wird als Schalldruck vom Ohr wahrgenommen.

Da unser Ohr bei unterschiedlichen Frequenzen verschieden empfindlich reagiert, ist die von uns empfundene Lautstärke sehr frequenzabhängig.

Bei Gehörschutzmitteln wird deshalb oft der Frequenzbereich mit der entsprechenden Dämpfung bezeichnet. Der sog. SNR-Wert (Single Number Rating) gibt den Schalldämpfungswert an.

Z.B. SNR 37 dB, dies wird oft noch erläutert:

- L (low frequency = tiefe Frequenzen) = 29 dB
- M (medium = mittlere Frequenzen, z.B. Sprachbereich) = 39 dB
- H (high = hohe Frequenzen) = 31 dB

Je nach Frequenz wird die Dämpfung angepasst.





Als Schall wird eine regelmässige Schwingung bezeichnet, z.B. Musik.

Geräusche sind unregelmässige Schwingungen, z.B. Motoren.

Ein Knall ist eine kurze, heftige Schwingung.

Als Lärm werden Geräusche bezeichnet, die störend oder sogar gesundheits-schädigend sind.

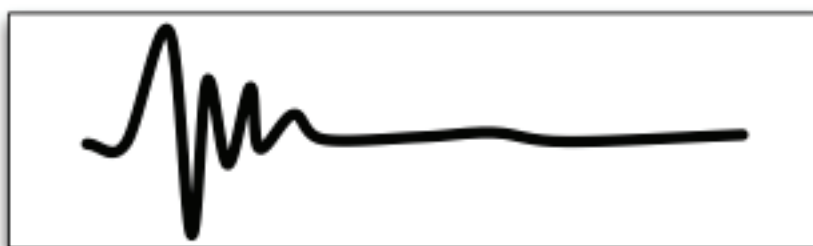
Lärm



Ton



Knall





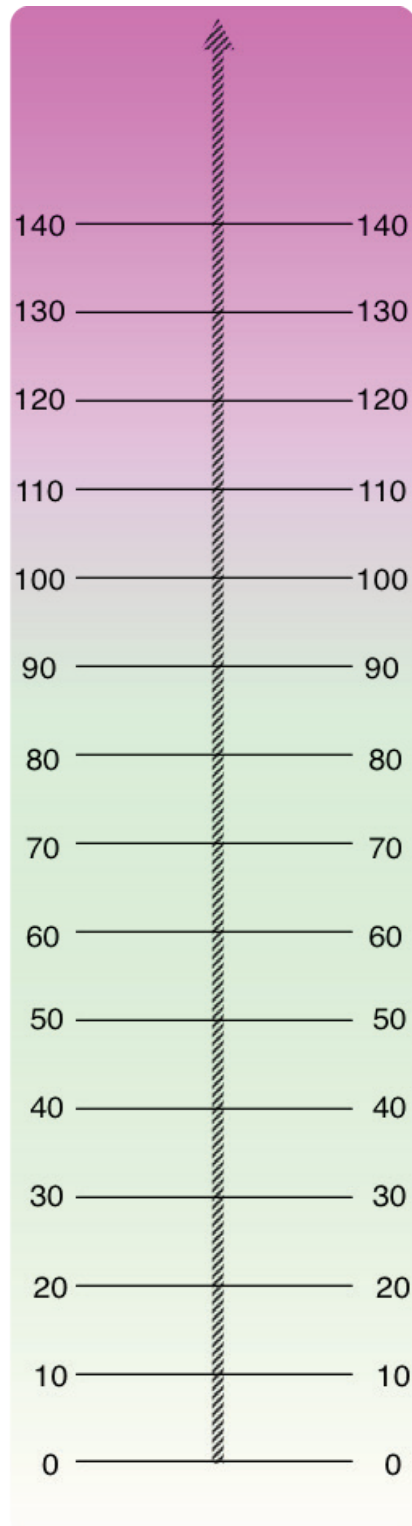
Der Schallpegel – Dezibel-Skala



Gemessen wird der Schallpegel in Dezibel = [dB].

Die Hörschwelle, das ist die minimale Lautstärke, die wir noch hören, liegt bei 0 dB.

Ab 100 dB muss mit einer Hörschädigung gerechnet werden.





Vermischte Aufgaben



- 1.) Sicher hast du schon ein Feuerwerk aus grosser Entfernung gesehen. Den Funkenregen der Raketen sieht man, bevor die Explosionsgeräusche zu hören sind.
Erkläre, warum.

- 2.) Erkläre den Begriff „Frequenz“.

- 3.) Wovor soll man sich bei Konzerten schützen?

- 4.) Wie schützt man sich am besten bei einem Rockkonzert?

- 5.) Wie bemerkt man, dass man zu lange laute Musik gehört hat, d.h. eine Überlastung des Ohrs?

- 6.) Welches ist der kleinste Knochen im Körper des Menschen?



- 1.) Sicher hast du schon ein Feuerwerk aus grosser Entfernung gesehen. Den Funkenregen der Rakete sieht man, bevor die Explosionsgeräusche zu hören sind. Erkläre, warum.

Licht ist viel schneller (300'000 km/s) als Schall (343 m/s).

- 2.) Erkläre den Begriff „Frequenz“.

Anzahl Schwingungen in einer Sekunde.

- 3.) Wovor soll man sich bei Konzerten schützen?

Vor zu lauter Musik (Schallpegel; Schallamplituden).

- 4.) Wie schützt man sich am besten bei einem Rockkonzert?

Mit Gehörschutzpfropfen, die mindestens 35 dB dämpfen.

- 5.) Spürst du Schmerzen, wenn du zu laute Musik gehört hast?

Evtl. einen unangenehmen Pfeifton, doch auch ohne Schmerz können Defekte eintreten.

- 6.) Welches sind die kleinsten Knochen im Körper des Menschen?

Die Gehörknöchelchen.



Diese Begriffe solltest du kennen



- Schall
 - Reflexion
 - Vibration
 - Absorption
 - Körperschall
 - Luftschall
-
- Ohr
 - Hammer
 - Amboss
 - Steigbügel
 - Trommelfell
 - Gehörschnecke
-
- Frequenz
 - Amplitude
 - Schallgeschwindigkeit