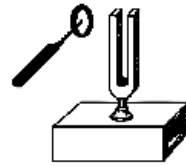


Neben dem Auge ist das Ohr das zweite zentrale Sinnesorgan des Menschen. Um die Funktionsweise zu verstehen, müssen wir zunächst einige Grundlagen des Schalls und der Akustik betrachten.

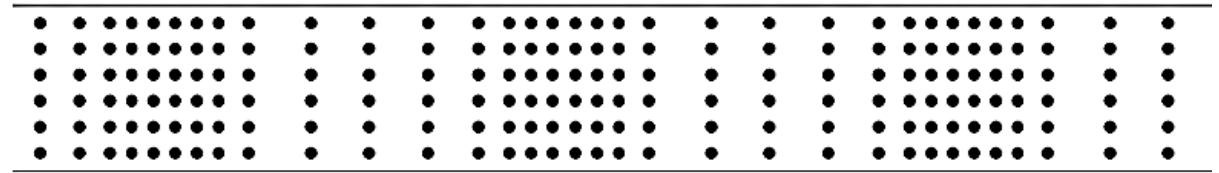
2. Das Ohr

2.1 Grundlagen der Akustik

Schall als mechanische Welle



[Stimmgabel aus leifiphysik.de]



Bei Wasserwellen oder elektromagnetischen Wellen ist die Schwingungsrichtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Diese Wellen nennt man Transversalwellen (= Querwellen).

- Die Schwingungsrichtung der Luftmoleküle ist zur Ausbreitungsrichtung der Welle $\Rightarrow$ Schallwellen sind sogenannte
- Schallwellen können sich nur in ausbreiten, nicht aber
- Da jedes Teilchen nur um seine Ruhelage schwingt, wird zwar , aber keine transportiert.
- Auch für Schallwellen gelten die aus der 11. Jgst. bekannten Formeln für Wellen:



In Luft beträgt die Schallgeschwindigkeit etwa $340 \frac{m}{s}$.

Schallwellen lassen sich wie alle anderen Wellen auch mithilfe von Diagrammen beschreiben.

p_N ist der atmosphärische Normaldruck. Dieser beträgt 1013 hPa und variiert je nach Wetterlage. Im Vergleich dazu ist der Schalldruck p extrem klein. Für einen Fernseher in Zimmerlautstärke beträgt dieser nur etwa 0,03 Pa.

Diese Luftdruckschwankung lässt sich auch mit einer Sinusfunktion beschreiben. Es gilt:

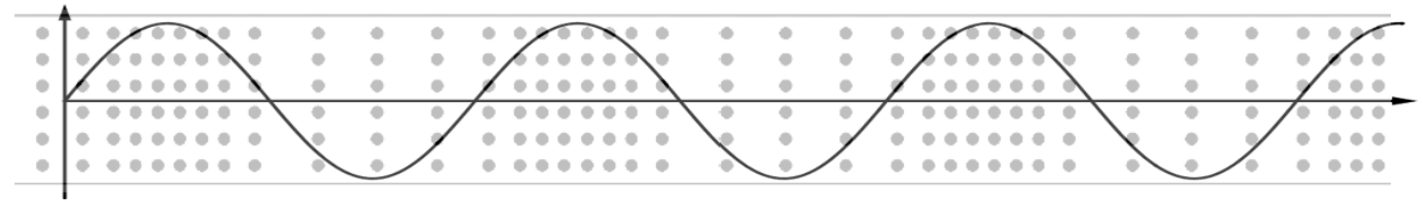
$$p_{ges}(t) = p_N + p \cdot \sin(\omega t)$$
 mit $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$.
 In der Biophysik müssen wir damit aber nicht rechnen.

Schallwellen in Diagrammen

Die periodischen Luftdruckschwankungen von Schallwellen lassen sich in Diagrammen darstellen.

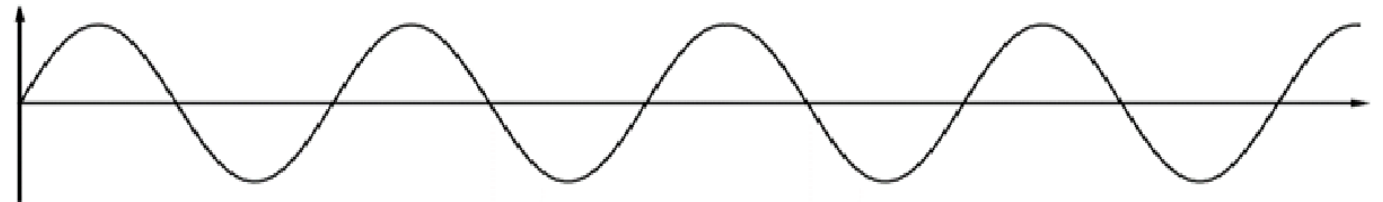
x- p_{ges} -Diagramm:

Für einen bestimmten Zeitpunkt wird dargestellt, an welcher Position x welcher Luftdruck p_{ges} herrscht. Dies entspricht einer Momentaufnahme der Welle.



t- p_{ges} -Diagramm:

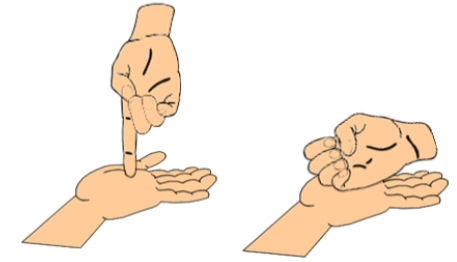
Für eine bestimmte Stelle x wird dargestellt, wie sich der Luftdruck p_{ges} im Lauf der Zeit t verändert.



Drücke mit der einen Hand auf die andere, mal mit einem Finger, mal mit der ganzen Hand. Variiere dabei die Kraft.

Beschreibe den Zusammenhang zwischen dem wahrgenommenen Druck und der Kraft bzw. der Fläche.

Druck als physikalische Größe



Hören von Mensch und Tier

- Der Schalldruck p (Amplitude) bestimmt die
- Die Frequenz f bestimmt die

Mit zunehmendem Alter sinkt die Obergrenze des Hörbereichs immer weiter ab.
(ca. 1 kHz in 10 Jahren)

0 Hz ← — — — — — → 16 Hz ← — — — — — → 20 kHz ← — — — — — →

Viele Tiere können im Gegensatz zu uns Menschen auch Ultraschall wahrnehmen.

- Hörbereich verschiedener Tiere:
 - Hund: 15 Hz bis 50 kHz
 - Katze: 60 Hz bis 65 kHz
 - Delfin: 150 Hz bis 150 kHz
 - Fledermaus: 1 kHz bis 200 kHz

Bestimme den Wellenlängenbereich von Schallwellen, die ein Mensch hören kann.

$$(c_{\text{Luft}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

Übungsaufgabe: Wellenlängen des menschlichen Hörbereichs •

Insekten zeichnen sich durch ein charakteristisches „Summen“ aus, welches durch den Flügelschlag erzeugt wird. Eine Mücke führt etwa 24 000 Flügelschläge pro Minute aus.

a) Berechne die Frequenz, mit der eine Mücke „summt“.

b) Eine Biene erzeugt ein Summen, das etwa eine Oktave tiefer ist als das Summen einer Mücke. Erkläre, was sich daraus über den Flügelschlag einer Biene aussagen lässt.

Übungsaufgabe: Flügelschlag von Insekten •