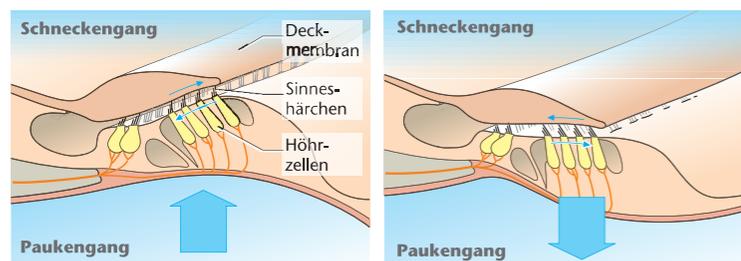
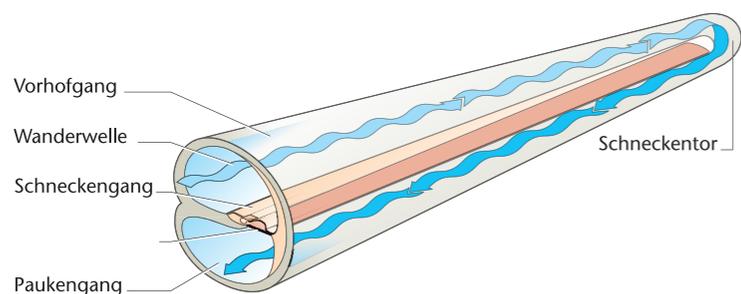


1 Der Aufbau des menschlichen Ohrs

Was hören wir?

Das Hörorgan unterstützt den Sehsinn äußerst effektiv. Es ist sehr empfindlich und liegt geschützt im Schädel. In der Entwicklungsgeschichte des Menschen war es überlebenswichtig, um Gefahren und Tiere an Geräuschen zu erkennen.

Geräusche sind **Schalldruckwellen**, die sich in alle Richtungen, auch um die Ecke ausbreiten. Sie entstehen, wenn z. B. Stimmbänder, Klaviersaiten oder ein Gong in Schwingung versetzt werden. Die Schwingungen werden an die Luft übertragen und breiten sich als Luftdruckschwankungen, so genannte Schalldruckwellen, aus. Sie können in gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffen weitergegeben werden.



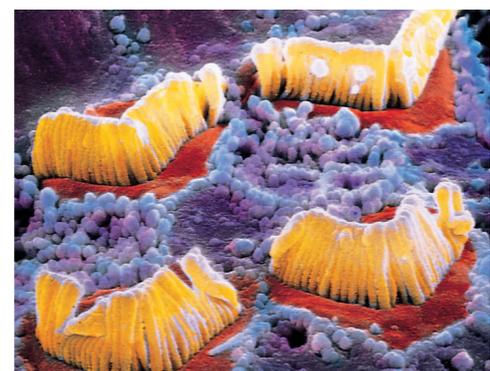
2 Der Hörvorgang in der Hörschnecke (gestreckt)

Der Weg der Schalldruckwellen im Ohr
Über die Luft gelangen die Druckwellen zum Außenohr (▷ B 1). Von der Ohrmuschel werden sie wie in einem Trichter gesammelt, wodurch der Schalldruck verstärkt wird. Die Druckwellen werden in den leicht gebogenen Gehörgang geleitet. Der 2 cm lange Gang endet am Trommelfell, einem Häutchen, welches das Außenohr und eine kleine Knochenhöhle, das Mittelohr, voneinander trennt.

Am **Trommelfell** ist innen das erste Gehörknöchelchen, der **Hammer**, angewachsen. Trifft die Druckwelle auf das Trommelfell, gerät auch der Hammer und mit ihm die zwei weiteren Gehörknöchelchen **Amboss** und **Steigbügel** in Schwingung. Alle drei sind wie Hebel miteinander verbunden. Dadurch wird die Übertragung des Drucks verbessert. Der Steigbügel überträgt die Druckwellen auf das Ovale Fenster, ein winziges Knochenfenster, das mit einem Häutchen Mittelohr und Innenohr abgrenzt.

Die Druckerhöhungen sind notwendig, weil die Schalldruckwelle aus dem luftgefüllten Mittelohr nur schlecht auf die mit Ohrlymphe, einer Flüssigkeit gefüllten Gänge der **Hörschnecke** übertragen wird. Die Hörschnecke im Innenohr besteht aus 2,5 Windungen. Sie ist mit einem Hautschlauch ausgekleidet, der drei Gänge enthält (▷ B 2). In der Mitte liegt der Schneckengang, darüber der Vorhofgang, der hinter dem Ovalen Fenster beginnt und am Schneckentor in den Paukengang übergeht. Der Paukengang endet am Runden Fenster, das wieder zum Mittelohr führt.

Die Druckwellen bringen das Ovale Fenster und damit auch die Ohrlymphe zum



3 Hörsinneszellen (EM-Aufnahme)

Schwingen. Sie durchlaufen den Vorhofgang und den Paukengang. Über das Runde Fenster werden die Druckwellen wieder in das luftgefüllte Mittelohr entlassen. Die Paukenhöhle ist über die Ohrtrompete mit dem Rachenraum verbunden. Druckänderungen wie beim Starten oder Landen mit dem Flugzeug oder beim Fahrstuhlfahren kann man deshalb durch Schlucken und Gähnen ausgleichen.

Der Hörvorgang

Die Schwingungen im Vorhofgang und im Paukengang übertragen sich auf den Schneckengang (▷ B 2). Dadurch schwingt auch die Basilarmembran gegen die Deckmembran. Die dazwischen stehenden Sinneshaare (▷ B 3) der Sinneszellen werden verbogen.

Dieser mechanische Reiz erregt die Sinneszellen, die die elektrischen Impulse auf die nachfolgenden Nervenzellen übertragen. Deren lange Fortsätze vereinigen sich zum Hörnerv, der die Erregungen zum Gehirn weiterleitet. Erst im Gehirn entsteht der Höreindruck.

Die Schalldruckwellen bewirken eine mechanische Reizung der Sinneszellen.

Hoch oder tief

Unterschiedliche Tonhöhen variieren in der Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit, man spricht von der **Frequenz**. Die Einheit Hertz (Hz) ist nach dem Physiker HEINRICH HERTZ (1857–1894) benannt. Ein Hz entspricht einer Schwingung pro Sekunde. Hohe Töne haben eine hohe Frequenz, niedrige Töne eine geringe Frequenz (▷ B 4).

Man hat herausgefunden, dass bei verschiedenen Tonhöhen unterschiedliche Bereiche des Hautschlauchs stark schwingen, die anderen bewegen sich kaum. Bei hohen Tönen schwingt der vordere Teil des Hautschlauchs nahe am Ovalen Fenster besonders heftig. Je niedriger die Frequenz, desto näher am Schneckentor schwingt der Hautschlauch.

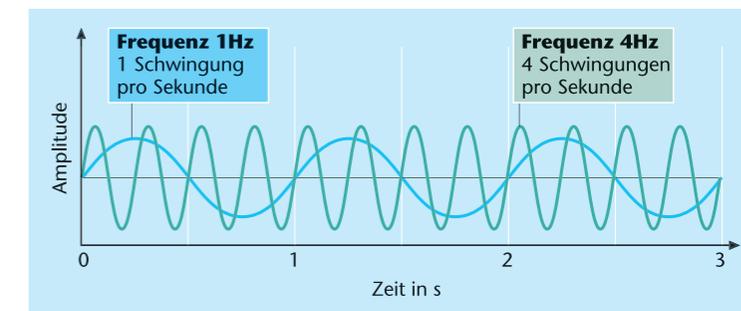
Unterschiedliche Tonhöhen werden über die Orte der mechanischen Reizung wahrgenommen.

Woher kommt das Geräusch?

Das Ohr, welches der Schallquelle zugewandt ist, nimmt die Geräusche ein wenig früher und etwas lauter wahr als das abgewandte. So kommen die Signale beider

Ohren mit zeitlich winzigen Unterschieden im Gehirn an. Anhand dieser Differenzen kann das Gehirn die Richtung ermitteln, in der die Schallquelle liegt.

Durch das Hören mit zwei Ohren ist das Richtungshören möglich.



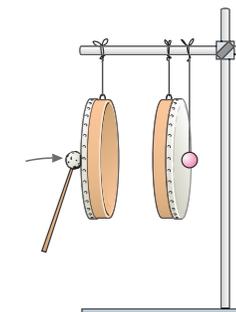
4 Hohe und niedrige Frequenzen

Aufgaben

- Beschreibe den Weg der Schalldruckwellen im Ohr.
- a) Erkläre, wo und wie es zu Schalldruckverstärkungen kommt.
b) Warum sind die Druckverstärkungen nötig?
- Bei Schnupfen können auch Ohrenschmerzen auftreten. Begründe.
- Erkläre deinem Nachbarn den Hörvorgang.
- a) Informiere dich über die Funktion des Ohrenschmalzes und berichte.
b) Ist die Verwendung von Wattestäbchen zum Reinigen des Gehörgangs sinnvoll? Begründe.
- Erläutere, warum es beim Tauchen zu einem Druckgefühl in den Ohren kommt.

Versuch

- Hänge zwei Tamburine wie in (▷ B 5) auf. Ein Tischtennisball wird so aufgehängt, dass er am Trommelfell eines Tamburins anliegt.
a) Trommle auf das andere Tamburin. Was beobachtest du? Erläutere.
b) Übertrage deine Beobachtung auf das Ohr.



5 Zu Versuch 1