Der Schall und das menschliche Hörsystem

Was ist Schall?

Akustik ist die Lehre vom Schall und seinen Eigenschaften. Schallwellen sind mechanische Längswellen, die durch Schwingung von Teilchen des Mediums, in dem sie erzeugt werden, entstehen. Wird ein Ton erzeugt, z.B. mit der Saite einer Gitarre, schwingt die Saite durch Zupfen zur einen Seite und drückt dort die sie umgebende Luft zusammen. So wandert eine schmale Zone zusammengedrückter Luft immer weiter von ihrem Ursprung weg und breitet sich kugelförmig in der Umgebung aus. Die so entstandenen Druckschwankungen der Luft sind Schallwellen, die wir als Töne wahrnehmen.

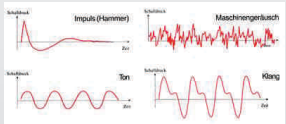

Abb. 2 : Verlaufskurven von Schallwellen verschiedener Geräusche

Schallwellen lassen sich aufzeichnen. Je nachdem von welchem Geräusch sie stammen, zeigen sie unterschiedliche Verlaufskurven.

Abb. 2 : Beispiel für einen Konzertflügel

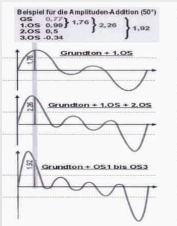

Abb. 3 : Verlaufskurve eines musikalischen Klangs

Beim Bau von Konzerthallen und Theatern spielt die Raumakustik eine große Rolle. Schall breitet sich kugelförmig in der Umgebung aus und kann absorbiert und reflektiert werden.

Das Schallereignis Ton hat die drei Eigenschaften Tonhöhe, Intensität und instrumentale Klangfarbe. Das entspricht den physikalischen Größen Frequenz, Amplitude und als drittes harmonische Zusammensetzung.
Schall verbreitet sich bei 20 Grad Celsius mit einer Geschwindigkeit von 343 m/s.

Aufbau und Funktion des menschlichen Ohrs

Das Außenohr besteht aus Ohrmuschel und Gehörgang und wird durch das Trommelfell begrenzt. Innen am Trommelfell in der Paukenhöhle sitzen die winzigen Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel. An die Paukenhöhle schließt sich das Innenohr an. Es liegt in kompliziert geformten Höhlungen des Schädelknochens, dem Labyrinth. Das Labyrinth ist mit Flüssigkeit gefüllt. Die Schnecke, eine gewundene Röhre im Innenohr, ist das Hörorgan. Von hier aus verlaufen die Hörnerven zum Gehirn.
Beim Hören wird das Trommelfell durch Schall in Schwingungen versetzt, die von den Gehörknöchelchen auf das ovale Fenster des mit Flüssigkeit gefüllten Innenohrs übertragen werden. Das ovale Fenster des Innenohrs wandelt die Schallschwingungen in Druckschwankungen der Flüssigkeit um. Die Druckwellen laufen in die Schnecke hinein und regen dort Haarzellen an, die in die Flüssigkeit hinein ragen. Die Haarzellen spüren Druckänderungen in der Flüssigkeit und senden entsprechende Signale über die Hörnerven ans Gehirn. Bei zu großer Lautstärke werden die empfindlichen Haarzellen zerstört, was zu Schwerhörigkeit führt.
Durch ein Hörgerät, kann Schwerhörigkeit ausgeglichen werden. Hörgeräte besitzen kleine Mikrofone, die Schall aufnehmen und in elektrische Signale umwandeln, die über einen kleinen Lautsprecher dann verstärkt ans Ohr weitergegeben werden.

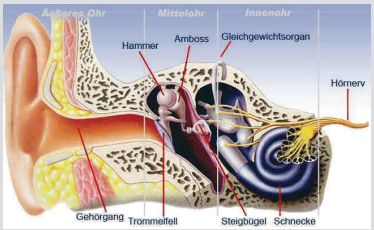

Abb. 4 : Anatomie des Ohrs

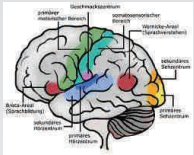

Abb. 5 : Sitz des Hörzentrums im Gehirn

Die menschliche Hörfläche

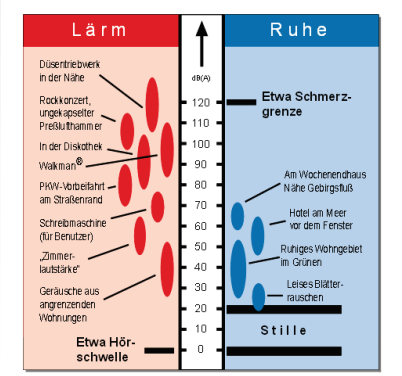

Abb. 6 : Beispiele für Lautstärken

Die menschliche Hörfläche beschreibt den Bereich des Schalldruckpegels (Lautstärke) und der Frequenzen (Tonhöhen), die vom menschlichen Ohr wahrgenommen und verarbeitet werden können. Die Hörfläche wird im Bereich eines niedrigen Schalldruckpegels von der Hörschwelle, also dem gerade noch hörbaren Schalldruckpegel, und am oberen Ende von der Schmerzschwelle bestimmt. Die Hörschwelle beginnt frequenzabhängig bei 0 Dezibel und die Schmerzschwelle liegt zwischen 120 und 130 Dezibel. Der Mensch nimmt Schallwellen mit Frequenzen von 16 bis 20 000 Hertz wahr. Infraschall (unter 16 Hertz) und Ultraschall (über 20.000 Hertz) können vom menschlichen Ohr nicht wahrgenommen werden.

Quellen:

1. Grundwissen Physik : bis zur 10. Klasse / Mentor Grundwissen
2. Grundwissen Biologie : 5. bis 10. Klasse / Frank X. Stratil

Die Leipziger Schüler-Akademie ist eine Einrichtung der Arnold Sommerfeld – Gesellschaft und wird unterstützt von der Hochschule für Telekommunikation Leipzig und vom Europäischen Sozialfonds ESF.