

Beispiel 4

NWuT – Sinnesorgane, Wahrnehmung und technische Sensoren – Klassenstufe 9/10

Die Leistungen der Sinnesorgane – ein Vergleich

Im Verlauf des Moduls haben die Schüler bereits erkannt, dass die Sinnesorgane des Menschen höchst leistungsfähig sind. Während der Menschheitsentwicklung hat sich ihre Empfindlichkeit so weit gesteigert, wie es die biologischen Voraussetzungen, z. B. die Lebensfähigkeit der Proteine (Eiweiße) und die Stoffwechselprozesse, überhaupt zulassen. Dies sollen die nachfolgenden Fakten belegen.

Während Licht im Wellenlängenbereich von rund 380 nm bis 780 nm vom Menschen registriert werden kann und der Hörbereich bei jungen Menschen Frequenzen von 16 Hz bis 20 000 Hz umfasst, werden die Wärmeempfindungen (Temperaturempfindungen) wegen der Denaturierung der Eiweiße auf einen engen Temperaturbereich eingeschränkt.

Bekanntlich besteht zwischen der Reizstärke und der Empfindungsstärke bei allen fünf Sinnen ein logarithmischer Zusammenhang. Dies befähigt den Menschen dazu, weite Bereiche der Reizstärke erfassen zu können, ohne dass ein Umschalten des „Messbereiches“ erfolgen muss. Dabei gibt es nur wenige Ausnahmen. Beispiele, die einem Wechsel des Messbereichs gleichkommen und im Prinzip eine Schutzfunktion darstellen, sind die Regulierung des Lichteinfalls durch die Irisblende im Auge (Partnerexperiment der Schüler) oder die Verringerung der Auslenkung der Gehörknöchelchen im Mittelohr. Ein Muskel, der Hammer und Trommelfell verbindet schützt vor zu heftigen Bewegungen des Hebelsystems. Ein anderer kann die Steigbügelplatte im ovalen Fenster verkanten und damit die Verbindung zum Innenohr verringern.

Sowohl im gleißenden Sonnenlicht bei etwa 70 000 Lux als auch beim Licht des Vollmonds von 0,2 Lux können die Menschen sehen. Unser Sehsinn reagiert also auf Reize aus einem großen Helligkeitsbereich von etwa 6 Zehnerpotenzen. Die Helladaptionzeit beträgt etwa 1 min, die Dunkeladaption dauert länger, etwa 30 min. Die Akkomodation ermöglicht bei gesunden Augen das Scharfsehen von 25 cm bis zu mehreren Kilometern. Das Gesichtsfeld ist von der wahrgenommenen Farbe abhängig und vertikal deutlich kleiner als horizontal. Es beträgt vertikal für grünes Licht 31° und für blaues Licht mit dem größten Winkel 44°, horizontal lauten diese Werte für das Überlappungsgebiet beider Augen 38° und 54°.

Auch wenn die Leistungen des Sehsinns beeindruckend sind, ist das Gehör wohl der Sinn mit der größten Leistungsfähigkeit, der sich außerdem noch täglich 24 Stunden im Einsatz befindet, denn er funktioniert auch im Schlaf. Dabei arbeitet er problemlos über 12 Größenordnungen der Schalleistung.

Das Gehör kann bis zu 400 000 Töne unterscheiden und verarbeitet etwa 50 Eindrücke pro Sekunde, mehr als doppelt so viele wie die Augen. Seine Empfindlichkeit ist unübertroffen. So ist das menschliche Gehör in der Lage, noch eine Intensität von $5 \cdot 10^{-17}$ Watt pro cm^2 wahrzunehmen. So findet sich auch in Physikbüchern der Vergleich, dass bei einer nur gering höheren Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs man die Wärmebewegung der Teilchen hören könnte. Literatur: Euler: Kann man Licht hören? Literatur: Physik in unserer Zeit. 32 (2001) 4.

Euler beschreibt in diesem Zusammenhang ein Experiment, welches auf den ersten Blick sehr unwahrscheinlich anmutet. Seine Durchführung ist aber sehr lohnenswert und eindrucksvoll: Ein Gemüseglas von etwa 750 ml wird auf der Innenseite zur Hälfte mit einer Kerze berußt. In den Deckel bohrt man ein kleines Loch mit etwa 3 mm Durchmesser. Als Lichtquelle dient eine mit Wechselstrom betriebene Glühlampe. Bestrahlt man mit dieser die dunkle Innenfläche von der durchsichtigen Seite her, ist am Loch ein deutlicher Brummtönen zu hören, der aufhört, wenn man das Licht ausschaltet oder Gleichstrom benutzt.

