

### Beispiel 3

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

---

### Wahrnehmbare Unterschiede zwischen zwei Reizen am Beispiel von zwei Lichtquellen

Ernst Heinrich Weber (1795 bis 1878) konnte aus seinen experimentellen Ergebnissen verallgemeinern Literatur (9), Seiten 50 ff, dass der gerade noch wahrnehmbare Unterschied zwischen zwei annähernd gleichen Reizen ein konstanter Bruchteil des Reizes ist ( $k$ ). Dies ist das nach ihm benannte Gesetz und  $k$  die schon im Planungsvorschlag betrachtete Weberkonstante. Je größer ein Reiz  $R$  ist, desto größer muss also der Unterschied  $\Delta R$  sein damit zwei Reize als unterschiedlich empfunden werden. Übrigens sind das hier genannte Weber-Gesetz und das Fechner-Gesetz (vgl. Planungsvorschlag) gleichwertig.

Zwei Lichtquellen, z. B. zwei Glühlämpchen stehen auf dem Lehrertisch. Mit einer einfachen Schaltung wurden die Stromstärken und damit die Helligkeit so eingestellt, dass sie sich geringfügig unterscheiden. Die Schüler werden nach ihrer Meinung befragt, wobei es besser ist, wenn sie sich schriftlich festlegen müssen. Auch eine Versuchsserie ist möglich, dabei sollten allerdings während der Veränderung der Helligkeit die Lichtquellen abgedeckt werden. Übrigens eignen sich auch Kerzen, von denen man mehrere sehr dicht beieinander anordnen kann.

Die Schüler werden sehr schnell feststellen, dass ihre Sinne bei dieser Aufgabenstellung sehr unsicher sind. Man müsste geeignete Messgeräte oder andere Hilfsmittel einsetzen. Eine historische Variante, in der ein Fettfleck sich einmal als etwas Nützliches erweist, können die Schüler selbst herstellen, das Fettfleck-Photometer nach Bunsen. Dazu wird ein durchscheinendes Blatt weißes Papier mit einem Fettfleck versehen und zur besseren Stabilität auf einen Papprahmen geklebt. Beleuchtet man den Fettfleck, erscheint er auf der der Quelle zu gewandten Seite des Blattes dunkel, auf der Rückseite hell. Zwischen zwei Quellen gestellt, verschwindet der Fettfleck auf beiden Seiten des Blattes fast ganz, wenn die Beleuchtungsstärken links und rechts gleich sind. Dieses Verfahren ist auch noch subjektiv, aber gegenüber dem bloßen Betrachten als ein Fortschritt anzusehen, auch wenn dabei von vielen weiteren Bedingungen, z. B. der räumlichen Strahlungscharakteristik, abgesehen wird.

Ergänzende Information:

Die von einer (punktförmigen) Lichtquelle auf einer Fläche hervorgerufene Beleuchtungsstärke nimmt mit dem Quadrat der Entfernung zur Lichtquelle ab. Dieses Entfernungsgesetz nutzt man in der Photometrie zur Bestimmung der Lichtstärke von Lichtquellen. Erzeugen die zu untersuchenden Lichtquellen  $L_1$  und eine Vergleichslichtquelle  $L_2$  auf einer Fläche (bei gleichem Einfallswinkel) die gleiche Beleuchtungsstärke, so gilt:

$$\text{Lichtstärke 1} : \text{Lichtstärke 2} = r_1^2 : r_2^2.$$

Heute gibt es die Möglichkeit zur objektiven Messung der Lichtstärke mit Hilfe von Lichtsensoren, die in Verbindung mit dem CAS-Rechner der Schüler oder einem PC mit einer entsprechenden Lehrersoftware betrieben werden können. Beim einfachsten Sensor von Vernier werden die Messwerte z. B. in Lichtstärken oder in  $\text{mW}/\text{cm}^2$  angegeben. Die Angabe in Lichtstärken ist nur eine relative Zahl, die dem Vergleich von Lichtquellen dient.

Mit derartigen Sensoren kann das Abstandsgesetz, d. h. der Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Abstand zur Lichtquelle, recht genau nachgewiesen werden.

Die folgende Tabelle zeigt im Vergleich die Messwerte für eine kleine Glühlampe 12 V/0,1 A und eine Kerze bei einem Abstand von 5 cm bis 25 cm.

Abstand in cm	5	10	15	20	25
Glühlampe	1,23	0,30	0,16	0,09	0,06
Kerze	0,63	0,19	0,08	0,05	0,03