

Infrarotsensoren

Infrarotsensoren begegnen den Schülern fast täglich, ohne dass sie oft als solche erkannt werden. Beispiele sind Fernbedienungen, Ohrthermometer, Bewegungs- und Rauchmelder. Die Behandlung dieser Sensoren ist nicht ganz einfach, werden doch Strahlungstemperaturen oder Thermosäulen selbst im Physikunterricht bis zum Abitur nach dem Thüringer Lehrplan nicht behandelt. Jedoch gibt es im Wahlpflichtfach Naturwissenschaften und Technik Zeit und Gelegenheit, um darauf einzugehen. Einige erprobte didaktische Verein-fachungen sind dabei sehr hilfreich, wobei wir uns bei den folgenden Schritten zum Teil an den Ausführungen von Girwidz/Ziegelbauer orientieren (Literatur (4), Seite 22ff.).

(a) Voraussetzung für eine berührungslose Temperaturmessung ist, dass alle Körper bei Temperaturen über 0 K elektromagnetische Wellen aussenden, man sagt, sie strahlen. Unter 1000 K kann man das zwar nicht sehen, die Schüler haben aber Erfahrungen damit, dass Heizkörper oder –platten eine spürbare Wärmestrahlung aussenden. Außerdem wissen viele schon, dass sich bei steigender Temperatur die Farbe eines glühenden Körpers von Rot nach Weiß ändert, der Blauanteil in der Mischfarbe steigt. Man kann dies auch durch einfache Experimente in Erinnerung rufen.

(b) Strahlt ein Körper elektromagnetische Wellen ab, so kommt es zur Abgabe und zum Transport von Energie. Letzteres kennen die Schüler, wenn das Thema mechanische Wellen im Physikunterricht schon behandelt wurde. Trifft Strahlung auf einen Körper, wird diese zum Teil absorbiert bzw. reflektiert. Hier kann man an Erkenntnissen über das sichtbare Licht aus der Optik anknüpfen. Die aufgenommene Energie führt zu einer Temperaturerhöhung, die wiederum zur Erhöhung der abgestrahlten Energie führt.

(c) Aus der Behandlung des Sehens ist bekannt, dass sich das infrarote Licht an den roten Bereich des Spektrums, d. h. in Richtung größerer Wellenlängen, anschließt und für den Menschen nicht sichtbar ist. Diesen Bereich kann man nun für die Schüler ergänzend, als Wärmestrahlung bezeichnen.

(d) Zu den hier relevanten Gesetzen, gehören das Plancksche Strahlungsgesetz, das Stefan-Boltzmann-Gesetz und das Wiensche Verschiebungsgesetz, die streng genommen nur für den schwarzen Körper gelten. Man kann sie den Schülern in den Klassenstufen 9/10 nicht vermitteln, wohl aber sind anschauliche Vergleiche möglich. Bekanntlich ist die von einem Körper abgegebene Wärmestrahlung ein Gemisch vieler Wellenlängen. Sie weisen stets ein deutliches Maximum auf, welches sich bei höheren Temperaturen zu kürzeren Wellenlängen verschiebt. Diese kommt z. B. bei einem Stück Eisen zum Ausdruck: bei Zimmertemperatur sendet es nur unsichtbare infrarote Strahlung aus, das glühende Eisen leuchtet rot und im flüssigen Zustand ist es hellblau bis fast weiß.

(e) Im Sensor erfolgt eine Umwandlung der Strahlungsenergie in elektrische Energie. Dies kann durch verschiedene physikalische Effekte geschehen. Die sogenannten thermischen Detektoren, z. B. Thermosäulen, erwärmen sich durch die Strahlung. Als Möglichkeit zur Umwandlung in elektrische Energie kann dann der Seebeck-Effekt genutzt werden. Dessen Wirkungen kennen die Schüler von den Thermoelementen in der 8. Klasse, auch wenn der Name dort meistens nicht genannt wird.

Bei den Experimenten wird man auf das Ohrthermometer zurückgreifen, muss aber beachten, dass es eigentlich nur in Körpennähe und im Temperaturbereich von etwa 34° C bis 42° C funktioniert. Bei höheren oder niedrigeren Werten wird eine Fehlmessung angezeigt. Für alle weiteren Messungen braucht man ein „normales“ Strahlungsthermometer. Strahlungsthermometer erzeugen die infrarote Strahlung selbst und richten sie auf das Messobjekt. Beim Ohrthermometer ist dies das Trommelfell. Modernste Geräte haben vorgewärmte Spitzen, um die Temperatur im Gehörgang nicht zu verfälschen.

In der oben beschriebenen Literatur ist auch die Verwendung von Lampen mit Bewegungsmeldern beschrieben. Das sind passive Geräte, d. h. sie reagieren nur auf die infrarote Strahlung aus der Umgebung. So kann sich ein in eine Rettungsdecke (goldene Seite nach außen) eingewickelter Schüler langsam am Bewegungsmelder vorbeibewegen, ohne dass dieser anspricht.