

IV Physikalische Grundlagen zur Wärmeenergie

Energie ist ein Begriff, der im Alltag ständig auftaucht, aber sehr schwer zu verstehen ist. Wärme ist eine Form von Energie.

1 Was ist Wärme?

Alle Teilchen (Atome und Moleküle) in Gasen, Flüssigkeiten und auch in festen Körpern bewegen sich ungeordnet bzw. schwingen. Das bezeichnet man als Wärme, bzw. thermische Energie.

Im Alltag wird Wärme oft mit Temperatur gleichgesetzt, indem wir zum Beispiel fragen: „Wie warm ist das Wasser?“ Die Temperatur ist ein objektives Maß dafür, wie viel Wärmeenergie in einem Medium ist. Wir messen sie mit Thermometern. Selbst können wir keine absoluten Temperaturen wahrnehmen, sondern nur Temperaturänderungen (Stierstadt 2018).

2 Wie verbreitet sich Wärme?

Medien mit höherer Temperatur geben immer Wärme an Medien mit niedriger Temperatur ab. Wie funktioniert das?

Es gibt drei Mechanismen, wie sich Wärme ausbreitet:

1. Wärmeleitung
2. Wärmestrahlung
3. Wärmeströmung

Welcher davon überwiegt, hängt von vielen Faktoren ab. Das sind unter anderem Temperaturunterschiede, Art und Masse der Materialien sowie Umgebungsbedingungen (Breuer 2004).

Im Gegensatz zur Sonne, dem Lagerfeuer oder anderen Wärmequellen, in denen Wärme durch Energieumwandlung generiert wird, werden andere warme Körper durch die Weitergabe von Wärmeenergie kälter. Wir kennen das von heißen Getränken, die abkühlen, bis sie irgendwann die Umgebungstemperatur erreicht haben.

Im Folgenden erklären wir diese drei Mechanismen, so wie sie auch für Schüler*innen nachvollziehbar sein sollten.

2.1 Wärmeleitung

Bei der Wärmeleitung wird die Energie durch direkten Kontakt vom warmen zum kalten Medium weitergegeben (Stierstadt 2018).

Überall dort, wo sich die Medien berühren, erwärmt sich das kältere Medium und das wärmere kühlt ab. Auch innerhalb von Medien wird die Wärme weitergeleitet. Das wird deutlich, wenn man z. B. mit einem Metall-Löffel den heißen Tee umrührt. Nur der untere Teil des Löffels befindet sich im Tee, aber der Löffel wird auch oben sehr warm.

Unterschiedliche Materialien leiten Wärme nicht gleich gut. Luft ist ein vergleichsweise schlechter Wärmeleiter. Holz oder Wolle leiten die Wärme auch nicht so gut, aber besser. Metalle leiten Wärme dagegen sehr gut. Das merken wir nicht nur bei Löffeln in heißem Tee, sondern auch dann, wenn wir Gegenstände aus Metall anfassen. Die nachfolgende Übersicht gibt einen guten Eindruck hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit der für Schüler*innen bekannter Materialien, jeweils im Vergleich zur schlecht leitenden Luft.

Material	Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zur Luft
Wasser	25 mal besser
Holz/ Wolle	2,5 mal besser
Plastik	12,5 mal besser
Aluminium	1050 mal besser
Kupfer	1400 mal besser

Tab. 3: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien

In Stoffen mit hoher Dichte kann sich Wärme grundsätzlich besser ausbreiten als in Stoffen mit geringer Dichte. Styropor, Holz oder auch Fleece-Stoff leiten vor allem deswegen nicht sehr gut, weil sie kleine, mit Luft gefüllte Hohlräume besitzen. Aufgrund dieser eingeschlossenen Luft (schlechter Wärmeleiter) wird die Wärmeleitung erschwert (Breuer 2004).

Dieses Phänomen lässt sich gut mit den Hohlräumen bei einem Topflappen nachvollziehen. Im trockenen Zustand sind die Hohlräume mit Luft gefüllt und wir können ein heißes Backblech problemlos anfassen. Wenn der Topflappen nass ist, sind diese Hohlräume mit Wasser gefüllt. Durch das wesentlich besser leitende Wasser verbrennen wir uns schnell die Finger.

Warum fühlt sich Metall oft kalt an, Wolle aber nicht?

Ein Wollpullover oder ein Topf nehmen im Zimmer die Raumtemperatur an. Sie sind also jeweils kälter als unser Körper. Berühren wir den Topf oder den Wollpullover mit der Hand, so gibt unsere Hand Wärme ab. Weil das bei Metall so schnell geht, empfinden wir es als kalt. Bei Wolle läuft das viel langsamer ab, deshalb spüren wir es eher nicht. Ein Indiz für die Wärmeleitfähigkeit kann unter Umständen also das Anfassen sein (Stierstadt 2018).

2.2 Wärmestrahlung

Die Sonne ist ein beeindruckendes Beispiel dafür, dass Wärme, genauso wie Licht, ohne Beteiligung von Materie nur durch Strahlung über weite Strecken übertragen werden können. Wärmestrahlung ist dem Licht sehr ähnlich. Wir können Wärme aber nur fühlen, nicht sehen (Schlangen können übrigens auch Wärmestrahlung sehen). Jeder Körper sendet Wärmestrahlung aus. Die Strahlung ist intensiver, desto höher die Temperatur des Körpers ist.

Ein schönes Beispiel für die Wahrnehmung der Wärmestrahlen ist auch ein Lagerfeuer, dem wir uns vorsichtig ein bisschen mit dem Körper nähern.

Wärmestrahlen können, genau wie Lichtstrahlen, reflektiert (zurückgeworfen) oder absorbiert (aufgenommen) werden. Schwarze Gegenstände absorbieren Wärmestrahlung und erwärmen sich daher im Sommer ziemlich schnell. Weiß reflektiert dagegen die Wärme zu einem großen Teil. Das Gleiche gilt für Spiegel, die in einem sehr hohen Maße Wärmestrahlung reflektieren und mithin die Wärme kaum aufnehmen (Stierstadt 2018; Breuer 2004).

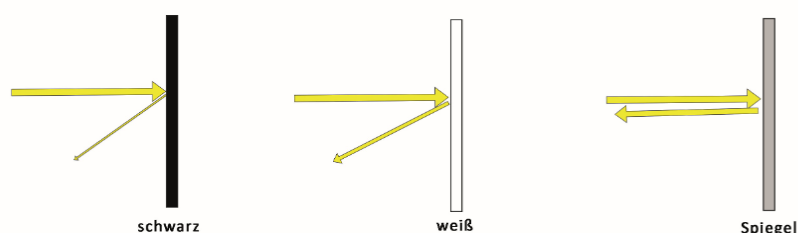


Abb. 3: Reflexionsverhalten der Wärmestrahlen

2.3 Wärmeströmung (Wärmekonvektion)

Erwärmte Luft steigt nach oben. Dadurch strömt weitere, kältere Luft nach und erwärmt sich ebenfalls. Das nennt man Wärmeströmung. Je mehr (und je schneller) kühlerer Luft sich um ein warmes Medium bewegen kann, desto schneller kühlt es ab. Das gilt übrigens nicht nur für Luft, sondern für jedes gasförmige und auch flüssige Medium.

Man kann es gut vergleichen, wenn man je ein Glas mit heißem Wasser in einen geschlossenen Schuhkarton stellt, eins in den Klassenraum und ein weiteres draußen auf das Fensterbrett. Nach 15 Minuten sind deutliche Unterschiede in Bezug auf die Wassertemperatur feststellbar. Die Luftmenge im Schuhkarton ist begrenzt, bewegt sich nur innerhalb

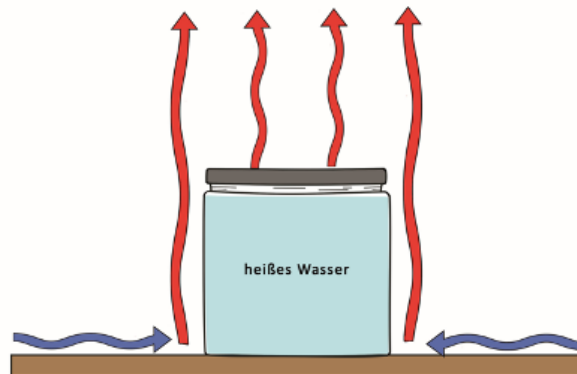


Abb. 4: Wärmeströmung

des Kartons und erwärmt sich dabei langsam. Kalte Luft kann nicht nachströmen. Im Klassenraum ist der Effekt der Wärmeströmung größer, weil viel mehr Luft im Raum ist, die sich um das Glas herumbewegen kann. Auf dem Fensterbrett ist der Effekt am stärksten, weil draußen nicht nur die meiste Luft ist, sondern oft auch Wind, sodass viel mehr Luft in der gleichen Zeit das Glas berührt. Allerdings ist das Abkühlen des Wassers nur dann vergleichbar, wenn ungefähr die gleichen Umgebungstemperaturen herrschen.