

### 1. Experiment: Wir untersuchen Wärmeleitung. (Seite 7 im Erfinderheft)

Mit diesem Experiment verbinden wir die folgenden zwei Ziele:

- 1) Die Schüler\*innen lernen die Wärmeleitung kennen, indem sie „beobachten“, dass sich Wärme ausgebreitet hat.
- 2) Die Schüler\*innen erkennen, dass Wärme durch Wärmeleitung materialabhängig unterschiedlich schnell übertragen wird.

*Hinweis: Wir fokussieren uns dabei auf die Luft als schlechten Wärmeleiter. Parallel arbeiten wir nur mit Materialien, die auch zur Konstruktion der Warmhaltebox zur Verfügung stehen.*

#### Was wird benötigt?

- Wasserkocher mit Wasser
- Bechergläser mit Materialstreifen (Pappe, Wellpappe, Gestrickte Wolle, Baumwolle)
- Materialproben zum Anfassen und Anschauen
- Testplättchen für wärmeempfindliche Farbe
- Erfinderheft und Stift

#### Durchführung:

Das Experiment wird in Gruppen von max. 4 Schüler\*innen durchgeführt. Nach der Gruppenaufteilung erhält jede Gruppe ein Becherglas sowie Materialstreifen zum Anschauen und Anfassen. Es wird besprochen, welche Materialstreifen sich an welcher Stelle auf dem Glas befinden.

Die Schüler\*innen haben die Experimentseite im Erfinderheft aufgeschlagen. Gemeinsam wird vorgelesen was zu tun ist, Absatz: „So gehst du vor?“

Vor dem Experiment gilt es zu demonstrieren, wie wärmeempfindliche Farbe funktioniert. Wärmempfindliche Farbe entfärbt sich, wenn sie warm wird. Sie ist also immer ein eindeutiger Indikator für Wärme. Wenn Schüler\*innen ihre z. B. an der Heizung erwärmten Finger auf einen Klebepunkt halten, sehen sie schnell, dass sich der Klebepunkt verfärbt hat. Das gilt es im Vorfeld zu zeigen bzw. mit einigen Schülern anhand der Testplättchen auszuprobieren.

Anschließend wird das Glas so zwischen die Schüler\*innen gestellt, dass sie möglichst viele Materialstreifen gleichzeitig sehen können: Zudem wird klar definiert, wer für die Beobachtung von welchem Materialstreifen zuständig ist.

Anschließend füllt die Lehrkraft nach und nach die Bechergläser bis zur Markierung mit dem heißen Wasser. Die Schüler\*innen beobachten und notieren den „Zieleinlauf“. Welcher Farbpunkt entfärbt sich am schnellsten?

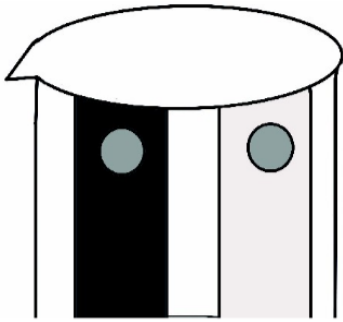


Abb. 8: Versuchsaufbau 1. Experiment

### Beobachtung:

Wenn alles normal läuft, ist der Farbpunkt bei der dünnen Pappe und der Baumwolle ähnlich schnell rosa geworden. Später dran, aber wieder vergleichbar schnell, sind die Farbpunkte auf der Wolle und der Wellpappe.

**Erklärung:** Wenn die Wärme bei einem Material/Stoff schneller ist, so bedeutet das, dass die Wärmeleitung nach oben besser funktioniert. Baumwolle und einfache Pappe leiten besser, Wolle und Wellpappe leiten schlechter.

Das liegt daran, dass in der Wellpappe und der Wolle Luft eingeschlossen ist. Es gibt viele, viele kleine Luftkammern. Bei der Wellpappe sind die Luftkammern sichtbar. Wolle kann zusammengedrückt werden und mithin die Luft für eine kurze Zeit rausgepresst werden. So sollten den Schüler\*innen die Luftkammern auch bei der Wolle bewusstwerden.

*Hinweis: Bei Wellpappe funktioniert das mit der eingeschlossenen Luft nur, wenn diese auch wirklich nicht entweichen kann. Wir haben den Becher umklebt, deshalb kann die Luft nicht entweichen.*

Im Unterricht kann wunderbar Bezug zum Eisbärenfell genommen werden: Das Eisbärenfell enthält ebenso viel eingeschlossene/gefangene Luft. Daran sollten sich die Schüler\*innen erinnern.

### Was bedeutet das für die Konstruktion der Warmhaltebox?

Materialien, die Wärme gut leiten, sind zum Schutz vor Wärmeleitung und mithin zur Isolation weniger gut geeignet. Materialien mit winzigen Luftkammern sind dagegen gut geeignet. Das trifft unter anderem auf gestrickte Wolle und Wellpappe zu. Fleece eignet sich genauso. Auch ein Eierkarton hat Lufteinschlüsse.

*Hinweis. Die abgeschnittenen Seiten der Wellpappe sollten im Rahmen der Konstruktion abgeklebt werden, damit die Luft nicht entweichen kann.*

## 2. Experiment: Wir untersuchen Wärmestrahlen. (Seite 8 im Erfinderheft)

Mit diesem Experiment verbinden wir die folgenden zwei Ziele:

- 1) Die Schüler\*innen erfahren die Wärmestrahlung, indem sie „sehen“, dass sich Material ohne Berührung erwärmt hat.
- 2) Die Schüler\*innen erkennen, dass die Wärmestrahlung materialabhängig unterschiedliche Auswirkungen hat.

### Was wird benötigt?

- Infrarotlampe (Wärmelampe)
- Haltevorrichtung für Pappe
- DIN A4-Blatt
- 3 schwarze Pappe mit wärmeempfindlicher Farbe und unterschiedlichen Vorderseiten
  - unbeklebt
  - einseitig mit weißem Papier beklebt
  - einseitig mit Spiegelfolie beklebt
- Erfinderheft und Stift

### Durchführung:

Hierbei handelt es sich um eine Experiment, welches frontal mit der Unterstützung einiger Schüler\*innen durchgeführt wird.

Die Schüler\*innen haben die Experimentseite im Erfinderheft aufgeschlagen. Gemeinsam wird erarbeitet, was zu tun ist, Absatz: „So gehst du vor?“

Zwei Schüler\*innen positionieren Lampe und Halterung mit der schwarzen Pappe auf einem Tisch. Bitte beachten Sie, dass die Schüler\*innen möglichst nicht in das Licht der Lampe schauen. Deshalb macht es in der Regel Sinn, die Infrarotlampe parallel zur Tafel zu stellen. Das Farbfeld auf der Pappe zeigt dabei nicht zur Lampe. Zur Abstandsmessung dient die Breite eines DIN A4-Blattes, welches genau zwischen Lampe und Abstandhalter passen sollte. Wenn alles steht, wird die Infrarotlampe eingeschaltet und die Sekunden werden gezählt.

Die Veränderung des Farbfelds wird von 1-2 Schüler\*innen beobachtet, die ein Zeichen geben, wenn sich das Farbfeld entfärbt hat. Die Lampe wird ausgestellt und die entfärbte Rückseite wird allen Schüler\*innen gezeigt Die benötigte Sekundenzahl sollte an die Tafel geschrieben und in die Erfinderhefte übertragen werden. Mit den beiden anderen Pappen wird genauso verfahren.

*Hinweis: Direkte Sonneneinstrahlung auf die Seite mit dem Farbfeld muss vermieden werden, da die Ergebnisse sonst verfälscht werden.*

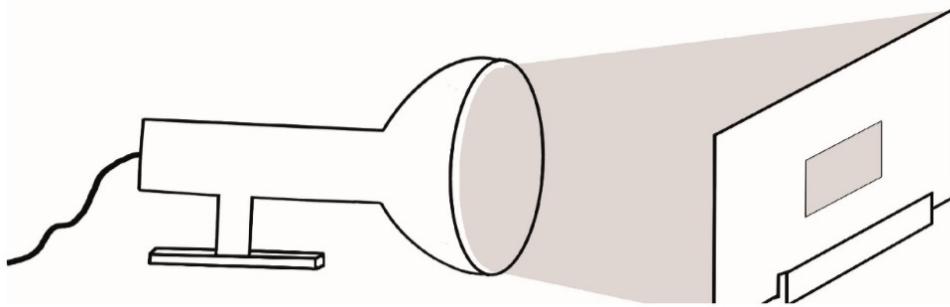


Abb. 9: Versuchsaufbau 2. Experiment

### Beobachtung:

Normalerweise werden ungefähr diese Werte erzielt:

Farbe entfärbt sich in ...	... Sekunden
Schwarze Pappe	7
Weißer Pappe	40
Spiegelfolie	100

Tab. 4: Mögliche Ergebnisse 2. Experiment

*Hinweis: Das laute Mitzählen die Sekunden mag keinen wissenschaftlichen Anforderungen genügen, aber auch wenn die Sekunden mal schneller und mal langsamer gezählt werden, wird das Ergebnis nicht verfälscht. Natürlich besteht immer die Möglichkeit, parallel mit einer Stoppuhr zu arbeiten.*

### Erklärung:

Wenn Wärmestrahlung auf etwas trifft, wird ein Teil aufgenommen und ein Teil reflektiert (zurückgeschickt). Je mehr Wärmestrahlen in kurzer Zeit aufgenommen werden, desto schneller erwärmt sich etwas. Die Aufnahme der Wärme ist von der Farbe der Oberfläche und ihrer Beschaffenheit abhängig: Schwarz nimmt Wärmestrahlung besser auf als weiß. Weiß nimmt aber wiederum Wärme besser auf als eine glatte, spiegelnde Oberfläche. Die Wärmestrahlen, die nicht aufgenommen werden, prallen an der Oberfläche der Pappe ab und kehren wieder um.

### Was bedeutet das für die Konstruktion der Warmhaltebox?

Das Marmeladenglas strahlt Wärme ab. Es kann also Sinn machen, spiegelnde Materialien einzusetzen, um die Wärmestrahlen ins Glas zurückzuschicken.

### 3. Experiment: Wir untersuchen Wärmeströmung. (Seite 9 im Erfinderheft)

Mit diesem Experiment wird das Ziel verfolgt, die Kinder erkennen zu lassen, welche Auswirkungen die Wärmeströmung auf den Wärmeverlust hat.

#### Was wird benötigt?

- Thermoskanne mit heißem Wasser
- 2 Marmeladengläser
- durchsichtiger Gefrierbeutel
- Verschluss für Gefrierbeutel
- Uhr
- Thermometer
- Erfinderheft und Stift

#### Durchführung:

Hierbei handelt es sich ebenso um eine Experiment, welches frontal mit der Unterstützung einiger Schüler\*innen durchgeführt wird.

Die Schüler\*innen haben die Experimentseite im Erfinderheft aufgeschlagen. Gemeinsam wird erarbeitet, was zu tun ist, Absatz: „So gehst du vor?“

Beide Marmeladengläser werden mit heißem Wasser gefüllt. In einem Glas wird die Wassertemperatur zu Beginn gemessen und an die Tafel geschrieben. Man kann davon ausgehen, dass die Anfangstemperatur in beiden Gläsern gleich hoch ist. Zügig werden auf beide Gläser die Deckel geschraubt. (**Achtung! Die Gläser sind heiß.**) Eines der beiden Gläser wird in den Gefrierbeutel eingepackt und verschlossen. In der nachfolgenden Wartezeit von rund 15 Minuten bearbeiten die Schüler\*innen die dem Experiment nachfolgenden Seite im Erfinderheft.

Nach der Wartezeit wird in beiden Gläsern die Temperatur gemessen und miteinander verglichen.

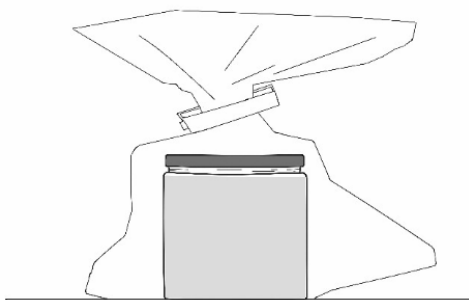


Abb. 10: Versuchsaufbau 3. Experiment

#### Beobachtung:

Das Wasser im Marmeladenglas, welches sich im Plastikbeutel befand, ist deutlich wärmer geblieben.

*Hinweis: In Abhängigkeit von der Anfangstemperatur und der Umgebungstemperatur sind die Ergebnisse immer unterschiedlich, sodass wir hier keine Ergebnisse nennen können.*

*Um besonders deutliche Ergebnisse zu erzielen, können die Gläser auch ans geöffnete Fenster gestellt werden. Parallel kann so auch die Wartezeit um ein paar Minuten reduziert werden. Sollten die Schüler\*innen noch kein Kommazahlen kennen, dann muss mit den Zahlen vor dem Komma gearbeitet werden.*

**Erklärung:**

Warme Luft steigt auf. Das ist das Prinzip der Wärmeströmung. Der Plastikbeutel versperrt der nach oben strömenden Luft jedoch den Weg. So bleibt das Marmeladenglas durch den Plastikbeutel von warmer Luft umgeben.

Zudem gilt, dass der Wärmeverlust durch Wärmeleitung umso größer ist, desto größer die Temperaturunterschiede zwischen Glas und Umgebung sind. Diese Temperaturunterschiede werden jedoch immer kleiner, weil die Luft im Plastikbeutel immer wärmer wird.

Des Weiteren strömt bei dem Glas ohne Schutz immer wieder kalte Luft nach. Das muss so sein, wenn die warme Luft nach oben entweicht. Dieser Kreislauf kann innerhalb des Plastikbeutels nicht stattfinden.

**Was bedeutet das für die Konstruktion der Warmhaltebox?**

Es ist sinnvoll, die Wärmeströmung zu unterbinden, indem luftdicht gebaut wird. Es macht dabei aber Sinn, darauf zu achten, dass ein kleines Luftpolster bleibt, das sich erwärmen kann. Der Effekt eines enganliegenden, dünnen luftdichten Schutzes ist im Hinblick auf Verhinderung der Wärmeströmung eher zu vernachlässigen.