

Warum ist uns kalt, wenn unsere Haut nass ist?

Lehrer:innenblatt



Wir wollen dem Phänomen auf die Spur kommen, warum uns kalt ist, wenn unsere Haut nass ist.

Hier geht es um eine Alltagserfahrung, welche die Kinder gemacht haben. Bei den folgenden Experimenten steht „Fühlen“ im Mittelpunkt. Es wurde darauf geachtet, möglichst einfach durchführbare Experimente vorzuschlagen.

Dafür hast du folgendes Material zur Verfügung

10min

- Gefäß mit Wasser, in das du eine Hand tauchen kannst



1. Tauche eine Hand in ein Gefäß mit handwarmen Wasser. Die zweite Hand soll trocken bleiben. Gib die eingetauchte Hand aus dem Wasser. Warte einige Minuten lang und beschreibe, was du fühlst.

Die Temperatur des Wassers sollte etwas höher als die der Hand sein (sich also etwas warm anfühlen). Lassen Sie die Schüler:innen eine Hand eintauchen und an der Luft trocknen. Sorgen Sie dafür, dass kein Luftzug geht (Hand nicht schütteln, Fenster schließen).

Tipp: Bereiten sie mehrere Gefäße mit lauwarmem Wasser vor und reichen sie diese gleichzeitig herum. Legen sie Handtücher oder Lappen zum Aufwischen bereit, falls etwas daneben geht. Weisen Sie aber darauf hin, dass die Tücher nicht dazu gedacht sind, die nasse Hand direkt nach dem Eintauchen zu trocknen.

Beschreibe deine Beobachtungen:

Die nasse Hand fühlt sich nach kurzer Zeit kälter an als die Hand, die trocken geblieben ist. Die Hand wird allmählich immer kälter.

5min

- Gemeinsames Besprechen der Beobachtungen in der Klasse.

Bei diesem Experiment stehen qualitative Beobachtungen im Mittelpunkt. Die quantitative Beschreibung durch Messung der Temperatur wird hier absichtlich noch nicht verwendet.

Es könnte sein, dass hier auch schon die Beobachtung kommt, dass die Hand bei Luftzug noch deutlich kälter wird. Das sollte als eine wichtige Beobachtung unterstrichen werden, darauf muss an dieser Stelle jedoch noch nicht weiter eingegangen werden.

Falls eine Infrarotkamera vorhanden ist, dann kann diese zusätzlich verwendet werden, um das „Fühlen“ zu visualisieren. Wenn der Messpunkt an einen Ort im Hintergrund gesetzt wird, erkennt man die Abkühlung der nassen Hand am zunehmend dunkleren Farbton. Es sollte besprochen werden, dass die Temperatur nicht gefühlt werden kann. Jedoch hängt die Empfindung „kühl“ mit einer Abnahme der Temperatur zusammen.

Wenn keine Infrarotkamera vorhanden ist, können die zur Verfügung gestellten Fotos und Videos verwendet werden, um die Beobachtungen gemeinsam mit der Klasse zu besprechen.

VIDEO: https://youtu.be/apUjp_1IBFQ (nasse Hand)

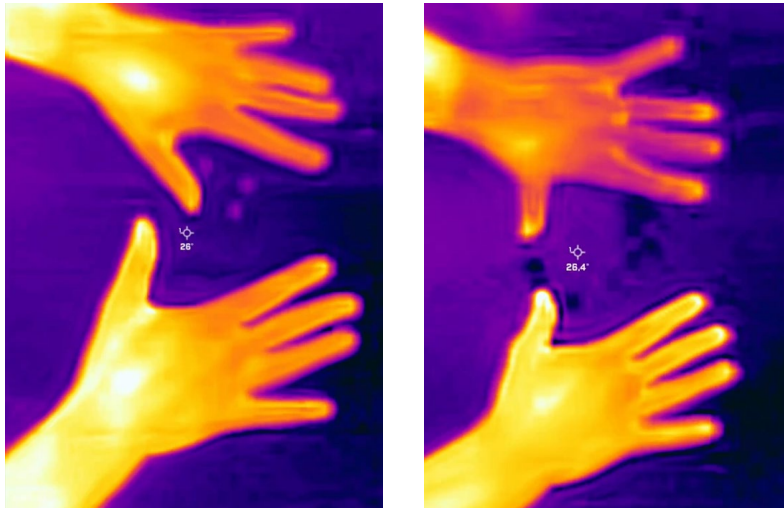
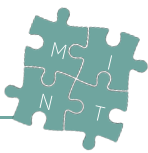


Abbildung: V.l.n.r.: Abkühlen einer nassen Hand. Die nasse Hand ist oben, die trockene unten im Bild. Tiefere Temperaturen sind im Wärmebild in einem dunkleren Farbton dargestellt.

10min

2. Wie kannst du dir die Beobachtungen erklären? Sei kreativ und traue dich, verschiedene Überlegungen anzustellen! Deine Erklärungen müssen aber durch ein Experiment überprüft werden können. Notiere deine Hypothesen (Erklärungen) auf eurem gemeinsamen Blatt oder Whiteboard.

Beispiele für Hypothesen, siehe Tabelle (S. 6).

- Besprecht eure Hypothesen (Erklärungen) gemeinsam mit der Lehrperson in der Klasse und tragt diese dann in die Tabelle auf eurem Arbeitsblatt ein.

Ergänzen und formulieren Sie die Erklärungen der Schüler:innen bei Bedarf behutsam um. Tragen Sie die Hypothesen dann in die bereitgestellte leere Tabelle ein und projizieren Sie diese.

Die richtige Hypothese sollte vorkommen. Wenn diese von den Schüler:innen nicht aufgestellt wird, leiten Sie darauf hin. Anregungen dazu stehen in den Anmerkungen auf Seite 7.

15min

3. Mache Vorschläge für Experimente zum Testen dieser Hypothesen (Erklärungen). Du kannst dir dazu wieder Notizen auf eurem gemeinsamen Blatt machen. Besprich die Vorschläge mit der Lehrperson und trage jene Experimente, auf die ihr euch in der Klasse geeinigt habt, in die Tabelle ein.

Befüllen Sie die Tabelle gemeinsam mit den Schüler:innen, indem Sie die Tabelle projizieren, einen geeigneten Text eintragen und bitten, den Text auf das eigene Arbeitsblatt zu übertragen.

Vorschläge für Experimente sind in der Tabelle (S. 6) zu finden und deren Beschreibung im Anhang.

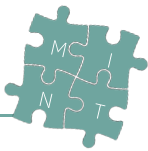
10min

- Was werden die Experimente zeigen? Was erwartest du für einen Ausgang? Überlege für jede der Hypothesen nacheinander. Besprecht wieder gemeinsam und füllt die Tabelle weiter aus.

Tragen Sie die Erwartungen in die mittleren Felder der Tabelle ein. Falls keine Aussage möglich ist, weil das Experiment nicht geeignet ist, die Hypothese zu testen, wird das Feld durchgestrichen.



CC BY NC SA 4.0



4. Führt die Experimente durch. Trage das Ergebnis in das entsprechende Feld in der Tabelle ein. Entscheide, ob du die eine oder andere Hypothese bestätigen kannst oder verwerfen musst.

25min

Bei den im Anhang beschriebenen Experimenten bietet es sich an, Schüler:innen als Assistenten zu nehmen. Die übrige Klasse kann das Experiment am besten verfolgen, wenn es gefilmt und projiziert wird.

Die Ergebnisse und die Entscheidung, ob die Hypothese verworfen werden kann, werden in den untersten beiden Zeilen der Tabelle eingetragen.

Die Hypothese „Die Hand kühlt ab, weil die schnellen Teilchen weggehen und die langsamen zurückbleiben.“ konnte bisher nicht widerlegt werden.

5min

5. Warum aber können nur die schnellen Teilchen die Flüssigkeit verlassen und die langsamen nicht? Um eine Erklärung zu finden, bewege eine Hand durch Wasser und die andere durch die Luft. Was fällt dir auf? Schreibe deine Beobachtungen und Erklärungsvorschläge hier auf.

Bieten Sie nach Möglichkeit einen Kübel voll Wasser an. Es genügt, wenn einzelne Schüler:innen ihren Arm darin bewegen und für die Klasse beschreiben, wie sich das anfühlt. Alternativ können Sie auch den Vergleich von Schwimmen in Wasser und Gehen in der Luft anführen.

Beobachtung: Wenn man sich durch das Wasser bewegt, spürt man einen größeren Widerstand als in der Luft.

Erklärung: Die Teilchen halten in Wasser fester zusammen als in Luft. Schnelle Teilchen können sich allerdings von den anderen lösen und die Flüssigkeit verlassen.

10min

Ergänzend kann die folgende Simulation gezeigt werden:

[Aggregatzustände: Grundbegriffe \(colorado.edu\) Phasenübergänge](#)

In dieser App wird in einem geschlossenen Behälter die Temperaturabhängigkeit der Teilchenbewegung, der Menge der Teilchen über einer Flüssigkeit (des Dampfdrucks) und des Abstands zwischen den Teilchen simuliert.

Wählen Sie bei der Temperaturanzeige die Einheit Celsius und bei der Teilchensorte Wasser. Betätigen Sie den Schieberegler zum Heizen und Kühlen, um eine Starttemperatur von etwa 25°C einzustellen.

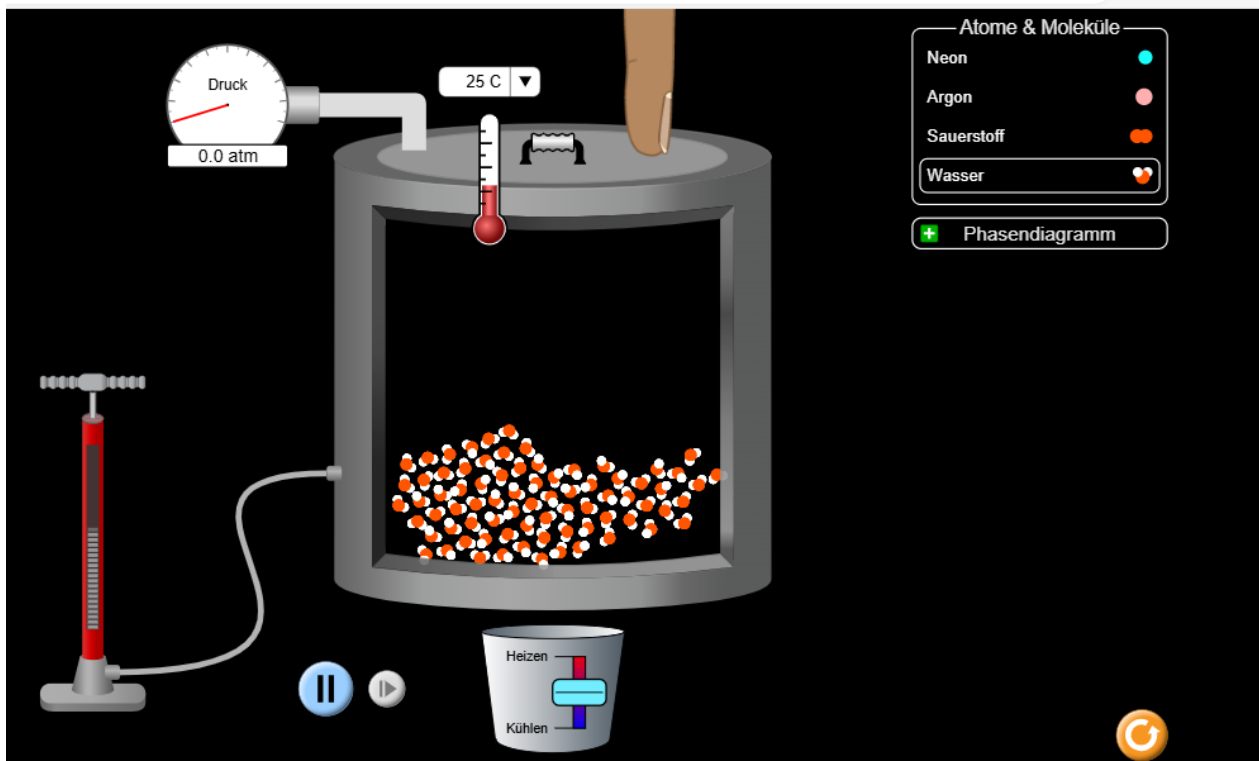
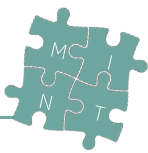


Abbildung: Anfangseinstellungen zur Simulation Phasenübergänge (colorado.eu).

Erhöhen Sie durch Heizen die Temperatur. Pausieren Sie hin und wieder (z.B. bei 60°C, 100°C und 120°C). Die Schüler:innen sollen darauf achten, wie schnell sich die Teilchen bewegen, welchen Abstand sie zueinander haben und wie viele Teilchen sich über der Flüssigkeit befinden.

Beschreibe deine Beobachtungen aus der Simulation.

Je höher die Temperatur desto mehr Teilchen bewegen sich schnell und der Abstand zwischen den Teilchen ist größer. Bei hoher Temperatur gibt es mehr Teilchen über dem Wasser. Der Abstand zwischen den Teilchen über dem Wasser (im Wasserdampf) ist besonders groß.

Erklärung: Je schneller die Teilchen sich bewegen, umso weiter können sie sich voneinander entfernen. Besonders schnelle Teilchen können die Flüssigkeit verlassen und sich besonders weit voneinander entfernen.

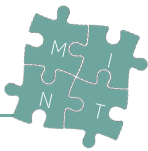
5min

6. Nenne Situationen aus deinem Alltag, bei denen du das Phänomen, dass deine Haut kälter wird, schon beobachten konntest.

Beim Schwitzen, nach dem Duschen, nach dem Schwimmen, beim Tragen von nasser Kleidung (z.B. nasser Badeanzug oder verschwitztes Turnzeug)

5min

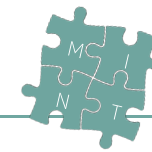
7. Fasse kurz zusammen, was du gelernt hast.



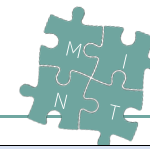
Wenn etwas trocknet, wird es an dieser Stelle kühler.

Bei Wasser auf der Haut ist es so: Je höher die Temperatur desto mehr Teilchen bewegen sich schnell und der Abstand zwischen den Teilchen ist größer. Teilchen, die sich schnell genug bewegen, können das Wasser verlassen. Weil die schnellen Teilchen weggehen, bleiben die langsamen im Wasser zurück und die Temperatur sinkt.

Bei Schweiß auf der Haut ist es genauso: Wir schwitzen, damit uns kühler wird.



| | | EXPERIMENTE | | |
|---|--|---|--|---|
| | | E1: Handwarmes Wasser (ca.33°C) und warme Luft | E2: Warmes Wasser (40°C) und Raumluft (25°C) | E3: Temperatur von Flüssigkeit in einem luftleeren Raum verfolgen. |
| HYPOTHESEN | H1: Die Luft kühlt die Hand, weil die Luft kühler ist als die Hand. | Die Hand wird wärmer. | Die Hand kühlt ab. | Die Temperatur bleibt gleich. |
| | H2: Das Wasser kühlt die Hand, weil das Wasser kälter ist als die Hand. | Die Hand kühlt nicht ab. | Die Hand kühlt nicht ab. | |
| | H3: Der Körper kühlt die Hand, weil er dieselbe Temperatur beibehalten möchte. | Die Hand kühlt nicht ab. | Die Hand kühlt ab. | |
| | H4: Die Hand kühlt ab, weil die schnellen Teilchen weggehen und die langsamen zurückbleiben. | Die Hand kühlt ab. | Die Hand kühlt ab. | Die Temperatur nimmt ab. |
| ERGEBNISSE | | Die Hand kühlt ab. | Die Hand kühlt ab. | Die Temperatur nimmt ab. |
| Welche Hypothesen kannst du verwerfen? | | H1, H2, H3 | H2 | H1 |

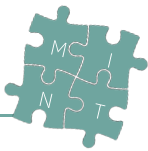


| Weitere Hypothesen, die von Schüler:innen kommen können | Test – Experimente |
|--|---|
| H5 \approx H4: Die Flüssigkeitsteilchen brauchen Energie zum Verlassen die Hand. Und dadurch wird die Hand kühler. ¹⁾ | Experiment: E2 Erwartung: In warmem Wasser gibt es mehr Teilchen mit ausreichend Energie, um die Hand zu verlassen und daher kühlt diese schneller. Ergebnis: kann nicht widerlegt werden |
| H6 \rightarrow H4: Die Hand gibt Wärme an die Wassertropfen ab. | wie oben |

¹⁾ Hier wird der Energiebegriff verwendet. Energiereiche Teilchen sind jene mit hoher kinetischer Energie und damit hohem Tempo. Sowohl Energie als auch Tempo sind Inhalte von Physik der 4. Klasse. In dieser Unterrichtsreihe sprechen wir daher von schnellen Teilchen.

²⁾ Fragen Sie nach: „Kannst du das weiterdenken und ergänzen? Passiert das auch, wenn die Wassertropfen auf der Hand zu Beginn wärmer sind als die Hand? Was kann das Kühlen der Haut damit zu tun haben, dass das Wasser von der Haut verschwindet/ die Hand trocknet/ die Wasserteilchen von der Hand weggehen?“ Oder erinnern Sie: „Aus der vorherigen Stunde mit dem Tee wissen wir: Bei höherer Temperatur bewegen sich die Teilchen schneller*. Hilft dir das, um die Hypothese zu ergänzen?“ (*genauer: im Durchschnitt schneller. Sehr langsame und sehr schnelle Teilchen gibt es bei jeder Temperatur.)

Falls die Hypothese von S/S nicht ergänzt werden kann, können Sie ergänzen: „Die schnellen Teilchen gehen weg und die langsamen bleiben zurück. Dadurch sinkt die Temperatur an dem Ort, von dem Teilchen weggehen und in Folge auch die Temperatur der Umgebung.“



ANHANG

Hinweise zu allen Experimenten:

- Der Erfolg der Experimente hängt vom Wetter ab. Trockene, warme Luft ist für diese Unterrichtseinheit ideal.
- Falls Sie das eine oder andere Experiment nicht durchführen können, finden Sie am Ende der Beschreibung den Link zum Video.

Experiment 1: Handwarmes Wasser (ca.35°C) und warme Luft

Bitte Sie zwei Schüler:innen zu assistieren.

Material:

- Gefäß
- Wasser
- Wasserkocher
- Box (etwa 30X40X70cm)*
- Föhn
- Wärmebildkamera oder IR-Thermometer

*Wenn die Box viel kleiner ist, kann es rascher zur Sättigung der Luft kommen und die Abkühlung der Hand nicht gut beobachtet werden.



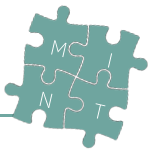
Abbildung: Aufbau von Experiment 1.

Variante A:

Hinweis: Das Ergebnis von Variante A ist etwas schwieriger zu erklären als jenes von Variante B, welches rein über die bisher erarbeiteten Begriffe und Beobachtungen zu deuten ist.

Vorbereitung:

- Box: hochkant aufstellen, oben ein Loch für das Thermometer und vorne mittig ein kleines Loch für den Föhn und die Hand ausschneiden.
- handwarmes Wasser in dem Gefäß bereitstellen (Thermometer zur Hilfe nehmen).



- Die Luft in der Box mit dem Föhn erwärmen bis eine Temperatur von mind. 70°C angezeigt wird (es kann nur die Temperatur des Kartons gemessen werden).
- Die Kamera oder das Thermometer oben auf der Box platzieren.
- Das Bild der Kamera projizieren

Durchführung:

- Schüler:in 1 taucht eine Hand in das Wasser und gibt nacheinander beide Hände in die Box
- Schüler:in 2 verfolgt die Temperatur beider Handrücken auf der Kamera/ dem Thermometer und liest sie laut vor, wenn sich der Wert merklich ändert. Schüler:in 1 muss dazu bei Bedarf die Hände in der Box seitlich bewegen.
- Notieren Sie die Temperaturwerte an der Tafel.

Ergebnis: Beide Hände wärmen sich auf, die nasse Hand allerdings langsamer.

Erklärung: Bei Variante A finden nicht vernachlässigbare Wärmeübertragungsprozesse statt, welche mit dem Kühleffekt der Verdunstung beim Trocknen der Haut konkurrieren.

Anmerkung: Hin und wieder konnte beobachtet werden, dass die trockene Hand die Temperatur beibehält und die nasse Hand abkühlt. Jedoch war dieses Ergebnis nicht reproduzierbar.

VIDEO: <https://youtu.be/IKK8Bvj8fu0> (warme Luft Var A)

Variante B:

Vorbereitung

- wie unter A mit folgender Abänderung: Schneiden Sie unten an der Vorderseite der Box eine weitere Öffnung. Diese Öffnung ist den Föhn gedacht.
- Die Hände kommen in die andere Öffnung vorne in der Box und werden mitaufgewärmt.
- Das Wasser muss die Temperatur der aufgewärmten Hände haben.

Durchführung:

Eine Hand wird aus der Box genommen, in das Wasser getaucht und wieder hineingegeben. Die Beobachtung der Temperaturen der beiden Handrücken erfolgt wie bei Variante A.

Ergebnis:

Die trockene Hand behält die Temperatur bei, die nasse Hand kühlt ab. Oder beide Hände kühlen ab (weil die Luft in der Box auch abkühlt), die nasse Hand jedoch schneller und stärker (die Endtemperatur der nassen Hand ist geringer als jene der trockenen Hand).

VIDEO: <https://youtu.be/dVpMaGh2tPg> (warme Luft Var B)



Experiment 2: Warmes Wasser (ca. 40°C) und Raumluft (ca. 25°C)

Bitte Sie ein bis zwei Schüler:innen zu assistieren.

Material:

- Gefäß
- Wasser
- Wasserkocher
- Wärmebildkamera oder IR-Thermometer

Vorbereitung:

- 40°C warmes Wasser in dem Gefäß bereitstellen
- Das Bild der Kamera projizieren oder eine:n Schüler:in die Temperatur am Thermometer in ablesen und mitverfolgen lassen.

Durchführung:

- Eine Hand in das Wasser tauchen und an der Luft trocknen lassen.
- Mit Kamera/Thermometer die Temperatur des Handrückens verfolgen.

Ergebnis: Die nasse Hand kühlt ab, die trockene behält die Temperatur bei.

VIDEO: <https://youtu.be/SD9hQz5W324> (Warmes Wasser)

Experiment 3: Temperatur von Flüssigkeit in einem luftleeren Raum verfolgen.

Material:

- Glas mit Wasser (40°C)
- Vakuumglocke
- Thermometer

Durchführung:

- Wasserglas unter die Vakuumglocke stellen.
- Vakuum erzeugen und das Wasser einige Zeit kochen (blubbern) lassen
- warten bis das Glas deutlich beschlägt (das Bilden von Kondenswasser zeigt an, dass die Temperatur des Glases abgenommen hat).
- Luft einlassen und Glocke abnehmen.
- Temperatur des Wassers messen.

Ergebnis: Das Wasser im Glas wird weniger. Wasser und Glas nehmen eine geringere Temperatur an.

VIDEO: https://youtu.be/rp_TuVotyc8 (Sieden in Vakuum)

Quelle Grafik bei Titel: IMST-Team Graz





Quelle Aufnahmen mit IR-Kamera und Videos: IMST-Team Linz
Quelle Abbildungen Phet-Animationen: colorado.edu