

Körper - Schwitzen

## Warum schwitzen wir?

*Mittels eines kleinen Experimentes erfahren die SchülerInnen, wie Schwitzen dem menschlichen Körper Abkühlung bringen kann.*

**Zyklus:** 3 - 4

**Dauer:** 20 Minuten



### Benötigtes Material

- Föhn
- Thermometer (ein sogenanntes Alkoholthermometer, kein digitales Thermometer)
- Küchenrolle
- Pappe
- Gummiband
- (Ventilator - nur für erweitertes Experiment nötig)

Das aufgelistete Material reicht für ein einzelnes Experiment. Je nach Vorgehensweise (SchülerInnenanzahl, Einzel- oder Gruppenarbeit, o.ä.) musst Du die angegebenen Mengen anpassen.

### Sicherheitshinweise

Die SchülerInnen sollten darauf achten, dass sie sich mit dem heißen Föhn nicht verbrennen. Pass auf, dass die SchülerInnen den Föhn nur in der untersten Stufe benutzen.

### Praktische Tipps

Lege das oder die Thermometer schon 20 Minuten im Voraus in den Klassensaal. Der Föhn sollte immer im gleichen Abstand zum Thermometer gehalten werden (ungefähr 15 cm / eine Bleistiftlänge) und auf die unterste Spitze gerichtet sein. Da das Experiment bis zu 10 Minuten dauern kann, sollte man eine bequeme Stellung einnehmen.

## Ablauf

Um Dich mit dem Ablauf und dem Material vertraut zu machen, ist es wichtig, dass Du das Experiment im Vorfeld einmal durchführst.

Möchtest Du die SchülerInnen das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest Du ein Forschertagebuch (zwei A4-Seiten), welches deine SchülerInnen hierfür nutzen können.

### **Schritt 1: Stellt eine Frage und formuliert Hypothesen**

Die Frage, die ihr euch in dieser Einheit stellt, lautet:

#### Warum schwitzen wir?

Wissen die SchülerInnen, wann wir schwitzen? Wieso macht unser Körper das? Sicher haben die SchülerInnen schon mal bemerkt, dass ihnen kalt wird, wenn sie nach dem Baden mit nassen Schwimmanzügen am Strand sitzen. Noch schneller geht das, wenn etwas Wind weht. Lasse die SchülerInnen Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen und halte diese an der Tafel fest. Die richtige Antwort zu finden ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum, Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die SchülerInnen bereits wissen.

### **Schritt 2: Führt das Experiment durch**

Um herauszufinden, was mit unserem Körper passiert, wenn wir schwitzen, werdet ihr ein einfaches Experiment durchführen.

Gehe folgende Schritte gemeinsam mit den SchülerInnen durch, aber lasse sie das Experiment selber durchführen:

- a. Notiere die Temperatur, die Du im Klassensaal hast, ehe Du das Thermometer anfässt.
- b. Steche ein Loch mit dem gleichen Durchmesser wie das Thermometer durch ein 10 x 10cm großes Stück Pappe.
- c. Schneide ein 10 x 10cm großes Stück Küchenrollenpapier aus (ein Viertel eines handelsüblichen Blattes). Falte dieses Blatt einmal in der Mitte.
- d. Halte das Blatt unter lauwarmes Wasser.
- e. Umwickle die Spitze des Thermometers mit dem nassen Stück Küchenpapier und befestige es mit Hilfe des Gummibandes.
- f. Stülpe nun das Stück Pappe über dein Thermometer und schiebe es bis zum nassen Küchenpapier (siehe Abbildung).
- g. Notiere die Temperatur, die dein Thermometer vor Beginn des Experimentes anzeigt.
- h. Schalte den Föhn auf die unterste Stufe und richte ihn auf die umwickelte Spitze des Thermometers. Der Abstand vom Föhn zum Thermometer sollte um die 15cm (ungefähr die Länge eines Bleistiftes) betragen. Pass auf, dass Du den Abstand so gut wie möglich während des Experimentes einhältst.

- i. Notiere die Temperatur auf der Anzeige des Thermometers nach 2, 5 und 10 Minuten und beobachte, was passiert.



b.



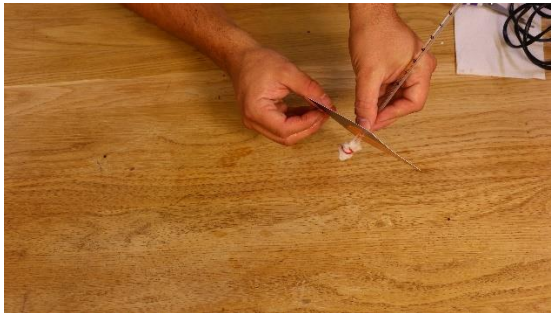
c.



e1.



e2.



f.



h.

### Schritt 3: Beobachtet was passiert

Lasse die SchülerInnen berichten, was sie beobachtet haben. Die warme Luft bläst auf die Spitze des Thermometers, die mit dem nassen Küchenpapier umwickelt ist. Nach spätestens 2 Minuten fängt die Temperatur auf der Anzeige des Thermometers an zu sinken. Nach ungefähr 5 Minuten wird sie deutlich unter die Umgebungstemperatur im Klassensaal fallen. Wenn du allerdings den Föhn im gleichen Abstand auf deine Haut richtest, spürst du, dass es sich schnell warm anfühlt.

### Schritt 4: Erklärt das Ergebnis

Der Schweiß ist die Klimaanlage unseres Körpers. Wenn der Körper bei Sport oder großer Hitze zu warm wird, gibt er Flüssigkeit in Form von Schweiß ab. Der Schweiß verdunstet auf der Hautoberfläche, wodurch der Körper abkühlt.

Bei unserem Experiment umgibt das nasse Stück Küchenpapier die Spitze des Thermometers. Es hält die warme Luft des Föhns ab, die so nicht direkt die Spitze des Thermometers erwärmen kann. Der Föhn verdunstet außerdem das Wasser im Küchenpapier. Durch die Verdunstung wird die Spitze des Thermometers gekühlt. Beim Verdunsten von Wasser wird Energie verbraucht. Diese Energie stammt von den Flächen, mit denen das Wasser in Berührung steht. In unserem Experiment ist dies die Oberfläche des Thermometers. Beim Schwitzen ist es die Oberfläche der Haut. Der Wasserdunst, der entsteht, nimmt die aufgenommene Energie mit in die Umgebung. Dadurch sinkt die Temperatur auf der Anzeige des Thermometers. Durch den Luftstrahl des Föhns wird der Verdunstungsprozess beschleunigt, da das verdunstete Wasser weggepustet wird und an der feuchten Oberfläche des Küchenpapiers weiter Wasser verdunsten kann.

Eine detailliertere Erklärung und weitere Infos findest Du in der Infobox.

Anmerkung: Du musst als LehrerIn nicht alle Antworten und Erklärungen bereits kennen. Es geht in dieser Rubrik „Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ vielmehr darum den SchülerInnen die wissenschaftliche Methode (Frage - Hypothese - Experiment - Beobachtung/Fazit) näher zu bringen, damit sie lernen diese selbstständig anzuwenden. Ihr könnt die Antwort(en)/Erklärung(en) in einem weiteren Schritt gemeinsam in Büchern, im Internet oder durch Experten-Befragung erarbeiten.

Oft werfen das Experiment und die Beobachtung (Schritt 2 & 3) neue Fragen auf. Nimm Dir die Zeit auf diese Fragen einzugehen und Schritt 2 und 3 mit Hinblick auf die neugewonnenen Erkenntnisse und mit anderen Variablen zu wiederholen. Wie schwitzen eigentlich Tiere? Sicher hast Du schon mal gesehen, dass Pferde bei großer Anstrengung am ganzen Körper oder unter dem Sattel schwitzen. Katzen und Hunde hingegen bekommen kein schweißnasses Fell. Wissen die SchülerInnen, wie Katzen und Hunde ihre Körpertemperatur regulieren? Wussten sie, dass auch Vögel hecheln können? Ist es eigentlich möglich mit der Verdunstungsmethode eine Wasserflasche in der prallen Sonne zu kühlen? Probiert es gemeinsam aus!

### Hintergrundwissen

Wasser existiert in drei verschiedenen Aggregatzuständen, die auch Phasen genannt werden: fest, flüssig und gasförmig. Beim Übergang von einem Aggregatzustand in den nächsten wird vergleichsweise viel Energie benötigt, bzw. frei. Schweiß besteht zum überwiegenden Teil aus Wasser. Die Energie, die beim Verdampfen dieses Wassers auf der Haut verbraucht wird, ist für den Kühleffekt von Schweiß verantwortlich. Um beispielsweise einen Liter Wasser, das bereits eine Temperatur von 100°C hat, zu verdampfen, werden 2257kJ benötigt - das sind

540kcal, also in etwa ein Viertel der benötigten Energiezufuhr für einen Erwachsenen pro Tag. Den Übergang von flüssigem Wasser in den gasförmigen Zustand unter Wärmezufuhr nennt man Verdampfen. Den Übergang von flüssigem Wasser in den gasförmigen Zustand ohne Wärmezufuhr nennt man Verdunsten. Ein Liter Wasser verdunstet auch bei Zimmertemperatur in einem offenen Behälter irgendwann vollständig.

Unabhängig davon, ob das Wasser verdampft oder verdunstet, spricht man von der Verdampfungswärme, die für den Übergang von einem flüssigen zu einem gasförmigen Aggregatzustand benötigt wird. Die Verdampfungswärme steckt nach dem Verdampfen als Energie in den gasförmigen Teilchen. Sie musste dafür an einer anderen Stelle verbraucht werden, oder von einer anderen Quelle zugeführt werden. Beim Schwitzen ist es der Verbrauch von Energie auf der Hautoberfläche, der für Abkühlung sorgt. Die verbrauchte Energie wird auch Verdunstungskälte genannt. Die Verdunstungskälte ist die Kühlung, die Du auf der Haut spürst, wenn das Wasser im Schweiß verdampft. Beim Kochen wird das Wasser durch Energiezufuhr verdampft. Beim Schwitzen verdampft das Wasser im Schweiß durch die Wärme der Haut. Die Werte für die Verdampfungswärme und die Verdunstungskälte heben sich bei so einem Vorgang auf.

Beim Wasserkochen wird der Verdampfungsprozess durch die zugefügte Wärme angeschoben. Beim Schwitzen verdampft das Wasser im Schweiß durch die Temperatur auf der Hautoberfläche. Aber wie wird die Schweißproduktion überhaupt ausgelöst? Wie kommt es dazu, dass sich auf der Hautoberfläche Schweiß bildet? Die Schaltstelle zur Regulierung der Temperatur im Körper ist der Hypothalamus. Der Hypothalamus ist ein Abschnitt des Zwischenhirns. Wenn dem Hypothalamus gemeldet wird, dass die Körpertemperatur zu hoch ist, wird der Neurotransmitter Acetylcholin (ein Botenstoff) freigesetzt, der die Bildung von Schweiß auslöst. Auf dem menschlichen Körper befinden sich etwa zwei Millionen Schweißdrüsen. Sie sind ungefähr 0,4mm groß und kommen überall auf dem Körper, insbesondere aber unter den Achseln, an den Hand- und Fußflächen und im Gesicht vor.

Ohne erhöhte Umgebungstemperatur oder starke körperliche Anstrengung produziert der Mensch ca. 100-200ml Schweiß am Tag. Bei Bedarf kann dieser Wert auf bis zu 4 Liter pro Stunde, bzw. mehr als 10 Liter am Tag ansteigen. Schweiß, der vom Körper herunter tropft, trägt allerdings nichts zur Wärmeregulation bei, da er nicht verdampft und so keine Verdunstungskälte hervorrufen kann. In der Sauna verliert der Körper in 15min in etwa einen halben Liter Schweiß. Obwohl in Saunen sehr viel geschwitzt wird, riecht es dort nicht unangenehm. Schweißgeruch entsteht erst nach dem Schwitzen, wenn der Schweiß durch Bakterien zu unangenehm riechenden Substanzen zersetzt wird. Diese Bakterien vermehren sich besonders gut in feucht-warmen Bereichen des Körpers. Achselschweiß riecht daher irgendwann unangenehm, beim Schweiß auf der Stirn passiert das aber nicht.

Es gibt auch Schweiß, der nicht als Reaktion auf zu hohe Körpertemperatur entsteht. Angstschweiß wird auch ‚kalter Schweiß‘ genannt – er wird in Situationen mit hohem emotionalem Druck gebildet. Angstschweiß kühlt die Haut ab, ohne dass es oder bevor es zu einer körperlich schweißtreibenden Situation kommt. Evolutionär

gesehen war es sinnvoll, den Körper bei einer drohenden Gefahr möglichst schnell zu kühlen um effektiver kämpfen oder fliehen zu können. Angstschweiß entsteht aber auch heute noch bei unangenehmen Situationen, denen man gerne entfliehen möchte.

Hunde und Katzen haben übrigens viel weniger Schweißdrüsen als Menschen. Sie haben beispielsweise zwischen den Zehenballen und an der nackten Haut am Bauch Schweißdrüsen, aber nicht am ganzen Fell. Für die Temperaturregelung ihres Körpers können sie hecheln. Beim Hecheln erhöht sich die Atemfrequenz der Tiere. Ein großer Anteil der Luft wird nicht zum eigentlichen Atmen verwendet, sondern bewegt sich die Atemwege auf und ab. Dadurch verdunstet die Feuchtigkeit an den Schleimhäuten und die dort entstehende Verdunstungskälte kühlt den Organismus der Tiere. Auch Vögel öffnen bei großer Hitze den Schnabel und hecheln. Durch den Ausstoß der Luft wird das verdunstete Wasser in die Umgebung abtransportiert. Das ist wichtig, damit weitere Feuchtigkeit verdampfen kann. Je mehr gasförmiges Wasser sich in der Umgebungsluft befindet, desto weniger weiteres Wasser kann verdampfen. Sogenannte feuchte Hitze - es befindet sich viel Feuchtigkeit in der Luft - ist viel anstrengender für den Menschen als trockene Hitze, bei der sich wenig Feuchtigkeit in der Luft befindet. Bei trockener Hitze kann der Mensch besser schwitzen. Umgekehrt friert man viel schneller, wenn man mit einem nassen Badeanzug im Wind sitzt als im Windschatten. Der Föhn, der in unserem Experiment eingesetzt wurde, funktioniert so gut, weil er warme trockene Luft ausstößt und so das verdampfte Wasser schnell von dem feuchten Küchenpapier wegpustet.

Den umgekehrten Verdampfungs-Prozess - den Übergang von der gasförmigen in die flüssige Phase - bezeichnet man als Kondensation. Bei der Kondensation wird Kondensationswärme frei, wenn sich die gasförmigen Wasserteilchen wieder in einem energieärmeren flüssigen Zustand anordnen. Dies geschieht beispielsweise an einer kalten Fensterscheibe. Die kalte Fensterscheibe entzieht der Raumluft Wärme und die gasförmigen Wasserteilchen schlagen sich als Kondensat an der Scheibe nieder. Eine Möglichkeit, dies zu verhindern, sind geheizte Fensterscheiben. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Feuchtigkeit in der Raumluft niedrig zu halten. Dies kann durch häufiges Lüften erreicht werden. Interessanterweise wird Kondenswasser manchmal auch Schwitzwasser genannt - das ist aber nicht besonders präzise.

Die flüssige Phase kann bei dem Übergang von einem Aggregatzustand in den nächsten auch übersprungen werden. Wenn ein Stoff vom festen direkt in den gasförmigen Zustand übergeht, nennt man das Sublimation. Wegen der Sublimation ist es sogar möglich Wäsche zu trocknen, wenn die Umgebungstemperatur unter dem Gefrierpunkt liegt. Den umgekehrten Vorgang - den direkten Übergang von der gasförmigen in die feste Phase - nennt man Resublimation.

Im gasförmigen Zustand haben Teilchen viel mehr Energie als im flüssigen Zustand. Im flüssigen Zustand sind die Wasserteilchen nicht wie im Eis an einem festen Platz, sondern können sich verschieben. Je wärmer das Wasser wird, desto stärker und schneller verschieben sich die Teilchen. Wenn du einem Liter Wasser verschüttet,

verteilt sich das Wasser von allein. Ein Eisblock aus einem Liter Wasser bewegt sich bei einer Temperatur unter  $0^{\circ}\text{C}$  jedoch nicht. Im Wasserdampf bewegen sich die Teilchen sehr stark und schnell und haben kaum noch Anziehung untereinander. Sie verteilen sich gleichmäßig im gesamten Raum, der ihnen zur Verfügung steht. Du kannst die Anordnung der Wasserteilchen in den verschiedenen Aggregatzuständen den SchülerInnen gut demonstrieren, indem du sie bittest sich nah zueinander zu stellen und sich dabei kaum zu bewegen. Sie sind nun eine feste Phase. Was passiert, wenn du die SchülerInnen nun bittest, sich mit viel Energie immer schneller und heftiger zu bewegen? Sie brauchen mehr Platz (flüssige Phase). Wenn sie sich dabei in keinem Fall berühren sollen, brauchen sie noch mehr Platz (gasförmige Phase).

*Autoren: Olivier Rodesch (script), Marianne Schummer (script), Michèle Weber (FNR), ScienceRELATIONS (Insa Gölzow)*

*Konzept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Michelle Schaltz (FNR), Joseph Rodesch (FNR), Yves Lahur (script)*