

Nasse Tücher gegen Hitze?

Hinweis: Diese Aufgabe ist so konzipiert, dass sie mit gestuften Hilfen gelöst werden kann.

Die Hilfen stehen im Medienportal zum Ausdruck auf Papier zur Verfügung oder können von den Schülerinnen und Schülern über den auf dem Arbeitsblatt enthaltenen QR-Code auf einem Tablet oder Smartphone online genutzt werden.

Das Arbeitsblatt für die Schülerinnen und Schüler sowie die Hilfen zum Druck sind in gesonderten Dateien auf dem Medienportal der Siemens Stiftung verfügbar. Allgemeines zum Einsatz von Aufgaben mit gestuften Hilfen im Unterricht findet sich in Dokument „Aufgaben mit gestuften Hilfen – Einführung“, das auch auf dem Medienportal vorhanden ist.

Die Aufgabe und die dazugehörigen Hilfen gibt es in zwei Varianten: mit und ohne Modellexperiment. In der Aufgabe mit Modellexperiment soll zusätzlich ein Experiment gefunden werden, das die vorher gefundene Lösung beweist.

1 Themenaspekte

Die Aufgabe steht im Zusammenhang mit dem Energieumsatz beim Übergang zwischen den Aggregatzuständen, konkret geht es um die Abkühlung der Raumluft durch Verdunstung von Wasser aus feuchten Tüchern.

2 Lernvoraussetzungen und Schwierigkeitsgrad

Den Lernenden müssen die Aggregatzustände des Wassers bekannt sein und auch, dass die Übergänge zwischen ihnen stets mit einem Energieumsatz verbunden sind. Günstig sind vorausgehende Experimente bzw. gezielte Beobachtungen zum Verdunsten von Wasser aus Pfützen oder aufgestellten Schalen.

Da die Überlegungen abschließend in ein einfaches Modellexperiment münden sollen, sollten die Schülerinnen und Schüler zuvor bereits in anderen thematischen Zusammenhängen einfache Entscheidungsexperimente entwickelt haben.

Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe ist, abhängig von der Jahrgangsstufe, mittel bis einfach.

3 Zum Hintergrund der Aufgabe

Wenn Wasser verdampft (am Siedepunkt) und ebenso wenn Wasser verdunstet (unterhalb des Siedepunktes), werden der Umgebung erhebliche Energiemengen entzogen bzw. müssen von außen zugeführt werden. Um 1 kg Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Zustand zu bringen, sind ca. 2,2 MJ erforderlich. Zum Vergleich: Mit dieser Wärmemenge könnten 550 kg Wasser um 1 Grad erwärmt werden oder knapp 7 kg von 20 °C auf 100 °C. Dass beim Wasser so große Energiemengen zum Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand erforderlich sind, hängt mit den großen zwischenmolekularen Kräften zusammen (Dipolkräfte, Wasserstoffbrücken).

Die hohe Verdampfungsenthalpie (so der wissenschaftlich korrekte Begriff) des Wassers wird technisch an vielen Stellen genutzt. Beispiele sind die Kühltürme von Kraftwerken, Weinkühler aus Ton und – als traditionelles Hausmittel gegen heiße Räume – das Aufhängen feuchter Tücher in einem Zimmer.

Das Verdunsten von Wasser aus einem feuchten Tuch erfolgt umso schneller, je höher die Umgebungstemperatur ist und je geringer die relative Luftfeuchtigkeit ist. Daher wirken feuchte Tücher bei heißem und eher trockenem Sommerwetter besonders gut.

4 Die Aufgabe

In der einfachsten Form kann die Aufgabe wie folgt formuliert werden:

Erklärt, warum durch aufgehängte feuchte Tücher die Temperatur in einem Raum gesenkt werden kann.

Wegen der lernfördernden Wirkung eines Kontextes, aus dem heraus die Aufgabe entwickelt wird, kann je nach Einschätzung der Lehrkraft eine Kontextszene entworfen werden, z. B. wie folgt:

Es sind Sommerferien und Anna darf bei ihrer Freundin Kim übernachten. Kim schlägt vor, dass sie im Gartenhäuschen schlafen.

„Aber da drin ist es furchtbar heiß, wo jetzt den ganzen Tag die Sonne drauf geschienen hat“, meint Anna.

„Dann hängen wir einfach ein paar feuchte Tücher auf, das kühlt“, erwidert Kim.

„Wie soll das denn funktionieren?“ fragt Anna.

„Keine Ahnung“, antwortet Kim, „aber ich weiß, dass es was nützt.“

Eure Aufgabe:

Klärt wie feuchte Tücher die Luft in einem heißen Raum abkühlen können.

Entwickelt ein einfaches Modellexperiment, mit dem ihr eure Überlegungen überprüfen könnt.

Erwartet wird als Lösung, dass je ein feuchter und ein trockener Lappen oder ein entsprechendes Stück Papier über ein Thermometer oder über einen Thermomessfühler gehängt werden und dass die Veränderung der Temperatur im Vergleich beobachtet wird. In der Erklärung soll auf die „Verdunstungswärme“ (oder Verdampfungswärme, Verdunstungskälte ... je nach Begriffsbenutzung in der Klasse) Bezug genommen werden.

Die Experimente lassen sich leicht mit den Materialien aus dem Experimentierkasten „Experimento | 10+“ der Siemens Stiftung realisieren.

Material:

- Digitalthermometer
- Papiertaschentuch oder Stoffläppchen (alternativ: Wattepad)
- Wasser
- Uhr mit Sekundenzeiger
- Papier und Stift



Raumtemperaturmessung



Raumtemperaturmessung, mit „Kühlung“

Bei der Durchführung des Experiments sollte darauf geachtet werden, dass das Stoffläppchen mit Wasser von Raumtemperatur befeuchtet wird. Durch Hin-und-her-Bewegen des Thermometers mit dem feuchten Stoffläppchen kann man die Temperaturabsenkung beschleunigen. Mit Wasserdampf angereicherte Luft wird dabei von der Stoffoberfläche schnell abgeführt, sodass weiteres Wasser verdunsten kann.

5 Variationen

Sind die Schülerinnen und Schüler noch wenig geübt im Entwerfen von Experimenten, mit deren Hilfe eine Vermutung, Hypothese oder eine vorläufige Erklärung überprüft werden sollen, dann kann die Aufgabestellung verändert werden: Die Lernenden sollen dann nur die Erklärung finden. Für diesen Fall werden auch eine Fassung des Aufgabenblatts und der Hilfen ohne den Arbeitsauftrag für den Entwurf eines Experiments bereitgestellt. Das gilt auch für den Fall, dass zuvor das Experiment „Experimento | 10+: A4 Verdampfungswärme“, das auf dem Medienportal vorhanden ist, durchgeführt worden ist.

Eine verwandte Aufgabe, die allerdings die Abkühlung durch Verdunstung in einen biologischen Zusammenhang stellt, nämlich die Abgabe von Wasserdampf durch die Spaltöffnungen von Blättern, ist ebenfalls auf dem Medienportal der Siemens Stiftung abrufbar: „Schatten ist nicht gleich Schatten“.

6 Die Hilfen in der Übersicht

Hinweis: Die Hilfen sind in einer separaten Datei zum Ausdruck vorbereitet oder können über die QR-Codes im Arbeitsblatt online genutzt werden. Auf dem Medienportal steht ein Video zur Verfügung, das den Ablauf des Modellexperiments zeigt. In den Online-Hilfen ist das Video bereits eingebaut.

Hilfe 1 Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.	Antwort 1 Wir sollen eine Erklärung dafür finden, dass feuchte Tücher die Luft in einem Raum kühlen können, wenn sie darin aufgehängt werden. Damit wir unsere Erklärung überprüfen können, sollen wir ein Modellexperiment dazu entwickeln.
Hilfe 2 Überlegt: Was passiert mit einem feuchten Tuch, das man in einem warmen Raum aufhängt?	Antwort 2 Das Tuch trocknet im Lauf der Zeit. Es gibt die Feuchtigkeit an die Luft ab.
Hilfe 3 Flüssiges Wasser wird also zu Wasserdampf. Erinnert euch, was ihr über den Übergang von „flüssig“ zu „gasförmig“ wisst!	Antwort 3 Damit flüssiges Wasser verdampfen oder verdunsten kann, muss Energie zugeführt werden.
Hilfe 4 Überlegt jetzt genau: Woher kommt die Energie, damit das flüssige Wasser aus dem feuchten Tuch verdunstet und zu Wasserdampf werden kann?	Antwort 4 Die Energie kann nur aus der Luft im Raum kommen. Also muss sich die Luft abkühlen, während das Wasser verdunstet.

<p>Hilfe 5 Jetzt entwickelt mit diesem Wissen ein einfaches Modellexperiment, mit dem ihr eure Überlegungen überprüfen könnt.</p>	<p>Antwort 5 Wir hängen ein nasses Stück Stoff oder Papier über ein Thermometer. Die Temperatur sollte sinken. Zum Vergleich hängen wir über ein zweites Thermometer ein trockenes Stoff- oder Papierstück.</p>
<p>Hilfe 6 Schreibt jetzt zusammenhängend auf, wie feuchte Tücher einen Raum kühlen können und wie ihr das mit eurem Modellexperiment überprüfen könnt.</p>	<p>Antwort 6 Die Feuchtigkeit aus einem nassen Tuch verdunstet. Dazu ist Energie nötig. Diese Energie wird der Luft im Raum entzogen, die Luft kühlt sich ab. Im Modellexperiment überprüfen wir, wie sich die Temperatur verändert, wenn wir ein feuchtes Tuch oder ein Stück von der Küchenrolle über ein Thermometer hängen und zum Vergleich ein trockenes Tuch oder Papier über ein zweites Thermometer. So können wir überprüfen, wie sich die Temperatur verändert, wenn die Feuchtigkeit verdunstet. (Dazu könnt ihr euch das Video „Nasse Tücher gegen Hitze?“ ansehen.)</p>