

## A4 Verdampfungswärme – So kühlst man mit Wärme

### 1 Warum friert man in nasser Kleidung?

#### 1.6 Fragen

- a) Warum hecheln Hunde, wenn es heiß ist?

**Antwort:** Die Haut des Hundes besitzt im Gegensatz zu der des Menschen keine Schweißdrüsen. Deshalb kann der Hund nicht schwitzen und dabei den Kühlungseffekt durch Verdunsten des Wassers an der Hautoberfläche nutzen. Aber der Hund hat dafür Ersatz: Durch Hecheln, d. h. schnelles, aber flaches Ein- und Ausatmen, streicht besonders viel Luft über die feuchte Zunge. Das Wasser auf der Oberfläche der Zunge verdunstet und die Zunge wird kühler („Verdunstungskälte“). Da die Zunge sehr gut durchblutet ist, wird dadurch das Blut gekühlt und fließt abgekühlt in den Körper zurück.

- b) Sammle weitere Beispiele aus dem Alltag, bei denen ebenfalls Abkühlung durch Verdunstung eine Rolle spielt.

**Antwort:** Das Phänomen der „Verdunstungskälte“ ist in vielen Alltagsanwendungen wieder zu finden:

Kühlgefäß aus Ton arbeiten nach demselben Prinzip. Vor der Benutzung werden sie mit Wasser angefeuchtet. In afrikanischen Ländern nutzt man wassergetränkte Tonkrüge, um darin Lebensmittel zu kühlen und länger lagern zu können.

Feuchte Tücher, die im Raum aufgehängt werden, können im Hochsommer für Kühlung sorgen.

Lehmhäuser in Wüstengebieten sind natürliche Klimaanlagen ohne Bedarf an elektrischer Energie: Nachts kondensiert die Feuchtigkeit an den Wänden und gibt dabei Wärme an das Haus ab. Tagsüber verdunstet die Feuchtigkeit wieder und Wärme wird den Wänden entzogen.

### 2 Wie kühlst ein nasses Wattepad?

#### 2.6 Fragen

- a) Wo erwartest du in dem Experiment den größeren Kühleffekt: Bei einem tropfnassen Wattepad oder bei einem angefeuchteten Wattepad? Begründe.

**Antwort:** Ist die Watte sehr schwach angefeuchtet, steht sehr wenig Wasser zur Verfügung, es kann also nur wenig verdunsten, der Kühleffekt ist gering. Ist das Wattepad „klatschnass“, ergibt sich zunächst ein sehr starker Kühleffekt, da das gesamte Wasser erst auf Körpertemperatur erwärmt werden muss. Dieser Effekt ist vorherrschend gegenüber der Verdunstung. Ist dann die Körpertemperatur erreicht, macht sich bemerkbar, dass die Oberfläche einer geschlossenen Wasserfläche relativ gering ist. Aufgrund dieser geringen Oberfläche ist die „Verdunstungskälte“ auch beim tropfnassen Wattepad nicht optimal. Bei einem gut durchfeuchteten Wattepad hingegen ist jede Faser mit Wasser überzogen und dazwischen zirkuliert Luft. Deshalb ist die Verdunstung groß und damit ist auch der dadurch bewirkte Kühleffekt am besten von allen drei Möglichkeiten.

- b) Stell dir vor, du bist in einem sehr warmen Raum, den du durch Verdunstung kühlen möchtest. Wie würdest du vorgehen?

**Antwort:** Feuchte Tücher, die im Raum aufgehängt werden, können im Hochsommer für Kühlung sorgen. Beim Übergang von flüssig nach gasförmig entzieht das verdunstende Wasser der Luft Energie und kühlt die Luft damit. Doch Vorsicht: Entsteht dadurch ein „Waschküchenklima“, d. h. extrem hohe Luftfeuchtigkeit im Raum, verdunstet der Schweiß an der Körperoberfläche der Menschen nicht mehr. Das ist auch der Grund, warum trockene Hitze bei 32 °C vom Menschen besser vertragen wird, als z. B. feuchte Hitze bei nur 27 °C.

- c) Erkläre die Kühleffekte bzw. die „Verdunstungskälte“ mit dem Teilchenmodell.

**Antwort:** Die Absenkung der Temperatur bei Verdunstung lässt sich auch auf Ebene der kleinsten Teilchen der Materie erklären. Absenken der Temperatur bedeutet nämlich: Absenkung der mittleren Geschwindigkeit der Teilchen. Die nachfolgende Tabelle stellt makroskopische Beobachtungen den Deutungen auf der Teilchenebene gegenüber.

makroskopisch	Im Teilchenmodell
In einer Flüssigkeit herrscht eine bestimmte Temperatur vor.	Die Temperatur ist ein Maß für die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen. (Genauer: Die Temperatur ist proportional zum Mittelwert der Geschwindigkeitsquadrate.)
Ein Teil der Flüssigkeit verdunstet.	Einzelne Teilchen können deutlich höhere Geschwindigkeiten besitzen als andere. Die schnellsten Teilchen besitzen genügend Energie, um den Flüssigkeitsverband bereits vor Erreichen des Siedepunkts zu verlassen. Verdunsten ist das Verdampfen einer Flüssigkeit unterhalb der Siedetemperatur.
Die Flüssigkeit kühlst dabei ab.	Wenn die schnellsten Teilchen den Flüssigkeitsverband verlassen, bleiben die langsameren zurück und senken damit die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen nach unten ab. Die abgekühlte Flüssigkeit entzieht nun der wärmeren Umgebung mehr Wärme pro Zeiteinheit (Kühleffekt).