

## Einheit 1:

- Lies im Buch Seite 72
- Lies im Internet das Kapitel über Verdunstung durch:  
<https://www.leifiphysik.de/waermelehre/innere-energie-waermekapazitaet/ausblick/verdunstung>
- Hefteintrag:

### V.4.3. Verdunstung

Beim Verdunsten liegt die Temperatur der Flüssigkeit unterhalb ihrer Siedetemperatur. Die Temperatur ist nur ein Maß für die mittlere kinetische Energie aller Teilchen, d.h. es gibt langsamere und schnellere Teilchen. Manchmal lösen sich die schnelleren Teilchen ab und senken so die mittlere kinetische Energie der Flüssigkeit, also ihre Temperatur.

Beispiel: Das Austrocknen einer Pfütze, Wäschetrocknen

Ende des Hefteintrags

- Aufgaben bearbeiten: Seite 77/10  
Seite 77/12  
Seite 111/8 Übung zum Umrechnen von Temperaturen!  
Seite 65/20b (dem Limo werden hierbei 21kJ entzogen, das Wasser nimmt 20kJ und der Eimer 1kJ auf)
- Aufgaben kontrollieren: Bitte korrigiere gründlich und genau! Falls Du dir nicht sicher bist, kannst du mich per email erreichen. Im Zweifelsfall kannst du mir auch deine Aufgabe gescannt schicken (oder Foto machen und dann per mail schicken)

## Einheit 2:

- Lies im Buch Seite 105 und 106 (Kapitel Das Volumen ändert sich mit der Temperatur)
- Lies im Internet das Kapitel über Volumenänderung von Stoffen durch und löse das anschließende Quizz <https://www.leifiphysik.de/waermelehre/ausdehnung-bei-erwaermung/grundwissen/volumenaenderung-von-stoffen>
- Lies im Internet die beiden Kapitel über den „Druck“ durch.  
<https://www.leifiphysik.de/mechanik/druck-kolben-und-schweredruck/grundwissen/druck>  
<https://www.leifiphysik.de/mechanik/auftrieb-und-luftdruck/grundwissen/luftdruck>
- Hefteintrag:

### V.5. Thermische Volumen Anpassung

Das Wichtigste auf einen Blick

- Die meisten Körper vergrößern bei Erwärmung ihr Volumen.
- Die Volumenänderung ist bei Gasen größer als bei Flüssigkeiten und bei Flüssigkeiten größer als bei Festkörpern.
- Wasser und Gummi verhalten sich in bestimmten Temperaturbereichen anders
- Bei der Ausdehnung spielt auch der Druck eine Rolle. Für hier reichen Beispiele mit konstantem Druck.

Ende des Hefteintrags

- Aufgaben bearbeiten: Seite 112/9  
Seite 99/6 a-d
- Aufgaben kontrollieren: Bitte korrigiere gründlich und genau! Falls Du dir nicht sicher bist, kannst du mich per email erreichen. Im Zweifelsfall kannst du mir auch deine Aufgabe gescannt schicken (oder Foto machen und dann per mail schicken)

Lösungen der Aufgaben:

Seite 77/10

Tisch abwischen und Fenster putzen a) Wische eine Tischplatte einmal mit kaltem Wasser, einmal mit warmem Wasser ab. Miss jeweils die Zeit, bis die Tischplatte von selbst wieder trocken geworden ist. Erkläre den Unterschied.

a) Man stellt kaum einen Unterschied in der Trocknungszeit fest. Dies liegt daran, dass der dünne Wasserfilm auf der Tischplatte sehr schnell die Temperatur der Tischplatte annimmt.

(Abschätzung:

Tischplattenfläche  $1 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2$ , Wasserfilm ca.  $0,1 \text{ mm} = 0,01 \text{ cm}$

=> das Wasservolumen berechnet sich:  $V = 100 \text{ cm}^3$

Die Massen: Wasser  $m_w = 100 \text{ g}$  und Masse Tischplatte ( $d = 3 \text{ cm}$ ):  $m_T = 18 \text{ kg}$

$$\Delta E_w = 100 \text{ g} \cdot 4,2 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K}) \cdot 20 \text{ K} = 8400 \text{ J} = 8,4 \text{ kJ}$$

$$\Delta \vartheta_T = 8,4 \text{ kJ} / (18 \text{ kg} \cdot 1,5 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot \text{K})) = 0,3 \text{ K}$$

b) Beim Wischen mit kaltem Wasser bleiben auf der Fensterscheibe Wassertröpfchen, die erst nach einiger Zeit verdunstet sind. Wischt man mit warmem Wasser, so verläuft der Vorgang ähnlich, mit nahezu keinem zeitlichen Unterschied. Erst bei Verwendung des Fensterputzmittels ist die Trocknungszeit wesentlich kürzer.

(Genauer: Die Geschwindigkeit des Verdunstungsvorgangs hängt wesentlich vom Dampfdruck ab. Der Dampfdruck über ebenen Flächen beträgt z.B. bei  $20^\circ \text{C}$  für Wasser  $2,3 \text{ kPa}$ , bei  $40^\circ \text{C}$  ist er  $7,3 \text{ kPa}$ , bei  $60^\circ \text{C}$  sind es  $20 \text{ kPa}$ . Für Ethanol ist bei  $20^\circ \text{C}$  der Dampfdruck  $5,8 \text{ kPa}$ , bei  $40^\circ \text{C}$  beträgt er etwa  $19 \text{ kPa}$ , bei  $60^\circ \text{C}$  ist er etwa  $45 \text{ kPa}$ . Der Dampfdruck von Ethanol ist damit etwa doppelt so groß wie der von Wasser. Außerdem hängt der Dampfdruck bei Wassertropfen vom Tropfenradius ab: Je kleiner der Tropfenradius, desto größer ist der Dampfdruck. Das ist auch der Hauptzweck eines Fensterleders: Das Wasser soll als möglichst kleine Tröpfchen verteilt werden. Eine Halbierung des Tropfenradius bewirkt eine Verdopplung des Dampfdrucks. Das schnellere Verdunsten beruht also wesentlich auf einer Vergrößerung des Dampfdrucks. Die Verwendung warmen Wassers spielt also kaum eine Rolle, zumal der dünne Wasserfilm auf der Unterlage sehr schnell abkühlt.)

c) Die Energie, die zum Verdunsten der beiden Flüssigkeiten nötig ist, wird zum größten Teil dem Glas entzogen. Du kannst davon ausgehen, dass in der gleichen Zeitspanne jeweils gleich viel Energie vom Glas auf das Wasser bzw. das Ethanol übergeht. Da aber für das Verdunsten von Ethanol im Vergleich weniger Energie benötigt wird, geht der Verdunstungsvorgang entsprechend schneller

Seite 77/12

Wegen der Schmelztemperatur von  $327^\circ \text{C}$  kommen nur die Kurven d oder e in Frage. Hans benötigt zum Schmelzen  $2,3 \text{ kJ}$  bei einer Heizleistung von  $100 \text{ W}$ . D. h. er muss 23 Sekunden lang heizen, damit das Blei vollständig geschmolzen ist. Damit kommt nur noch die Kurve d in Frage.

Zur Kontrolle: Für das Erwärmen des Bleis bräuchte Hans  $3,9 \text{ kJ}$  und damit 39 Sekunden. Das stimmt ebenfalls mit der Kurve d überein.

b) Du stellst eine Flasche Limo zum Kühlen in einen Eimer kaltes Wasser.



Siedetemperatur von Helium	<b>-269 °C</b>	4 K
Siedetemperatur von Stickstoff	<b>-196 °C</b>	<b>77 K</b>
niedrigste Lufttemperatur auf der Erde	<b>-89 °C</b>	184 K
Schmelztemperatur von Quecksilber	<b>-39 °C</b>	234 K
Zimmertemperatur	<b>20 °C</b>	<b>293 K</b>
Körpertemperatur	<b>37 °C</b>	<b>310 K</b>
lebensgefährliches Fieber	<b>41 °C</b>	<b>314 K</b>
höchste natürliche Lufttemperatur auf der Erde	<b>59 °C</b>	332 K
Temperatur in der Sauna	$\approx 90 \text{ °C}$	<b><math>\approx 363 \text{ K}</math></b>
Schmelztemperatur von Lötzinn	<b><math>\approx 359 \text{ °C}</math></b>	<b><math>\approx 623 \text{ K}</math></b>
Schmelztemperatur von Eisen	1535 °C	<b>1808 K</b>
Siedetemperatur von Eisen	<b>2462 °C</b>	2735 K
Schmelztemperatur von Quarz	1470 °C	<b>1743 K</b>
Temperatur der Sonnenoberfläche	<b>5700 °C</b>	<b>6000 K</b>
Temperatur in der Sonne	<b><math>\approx 2 \cdot 10^7 \text{ °C}</math></b>	$2 \cdot 10^7 \text{ K}$

Erklärung für das Hineinziehen des Eies: Das Ei schließt das Luftvolumen ab. Die Luft kühlt sich ab und zieht sich zusammen. Dabei wird das Ei „eingesaugt“. Wenn es schneller gehen soll, kann man außen über die Flasche kaltes Wasser schütten. Um das Ei wieder heil heraus zu bringen, geht man genau umgekehrt vor: Die Flasche innen (mit dem Ei) möglichst kalt ausspülen und das Wasser ausschütten. Dann die Flasche auf den Kopf stellen, damit das Ei unten die Öffnung verschließt; nun noch die Flasche außen mit möglichst heißem Wasser überschütten. Beim Versuch auf S. 105 geht es um die thermische Volumenausdehnung von Öl. In dieser Beziehung verhalten sich (normale) Flüssigkeiten und Gase gleich. Sie dehnen sich bei einer Temperaturerhöhung aus und ziehen sich bei Temperaturverminderung zusammen.

$$E_H = m \cdot g \cdot h; E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2; E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2; \Delta E_i = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta;$$

$$W = \Delta E = F \cdot \Delta s;$$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \text{ bzw. } P = \frac{W}{\Delta t};$$

Einheit der Energie:  $[E] = 1 \text{ Joule} = 1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$ .

Einheit der Leistung:  $[P] = 1 \text{ Watt} = 1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{s} = 1 \text{ Nm} / \text{s}$ .

Umgekehrt:  $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ .

b) Was bedeuten MW (Megawatt), GJ (Gigajoule) und kWh (Kilowattstunden)? Kann man die Einheiten ineinander umrechnen?

$$1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W} = 1 \cdot 10^6 \text{ W (Einheit einer Leistung)}$$

$$1 \text{ GJ} = 1\,000\,000\,000 \text{ J} = 1 \cdot 10^9 \text{ J (Einheit einer Arbeit oder Energie)}$$

$$1 \text{ kWh} = 1000 \cdot 3600 \text{ Ws} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J (eine Energieeinheit!)}$$

$$1 \text{ GJ} = 278 \text{ kWh}; 1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ GJ}$$

Merke dir diese Umrechnungen:  $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ Mio. J}$ ;  $1 \text{ GJ} = 1 \text{ MW} \cdot 1000 \text{ s}$ .

c) Veranschauliche jede der Einheiten aus b). Beispiel: Eine Energie von 1 kJ entspricht der Höhenenergie einer Tafel Schokolade in einer Höhe von 1000 m.

$$1 \text{ MW} = 1000 \cdot 1 \text{ kW}; \quad \text{Die Leistung von 1000 Staubsaugern.}$$

$$1 \text{ kJ} = 1 \text{ N} \cdot 1000 \text{ m}; \quad \text{Eine Tafel Schokolade 1000 m hoch tragen.}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}; \quad 3600 \text{ Zehnlitereimer 10m hoch tragen.}$$

$$1 \text{ kWh} = 180 \text{ N} \cdot 20000 \cdot 1 \text{ m}; \quad 20000 \text{ Träger Limo 1 m hoch heben.}$$

d) Rechne jeweils in die in Klammern angegebene Einheit um:

1,2 kJ in 150 min (in W)

$$P = \frac{\Delta E}{t} = \frac{1,2 \text{ kJ}}{150 \cdot 60 \text{ s}} = 0,13 \text{ W}$$

37 W über 7,5 h (in J)

$$\Delta E = P \cdot \Delta t = 37 \text{ W} \cdot 7,5 \cdot 3600 \text{ s} = 999 \text{ kJ} = 1,0 \text{ MJ}$$

17,3 kWh (in J)

$$17,3 \text{ kWh} = 17,3 \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 62,3 \text{ MJ}$$