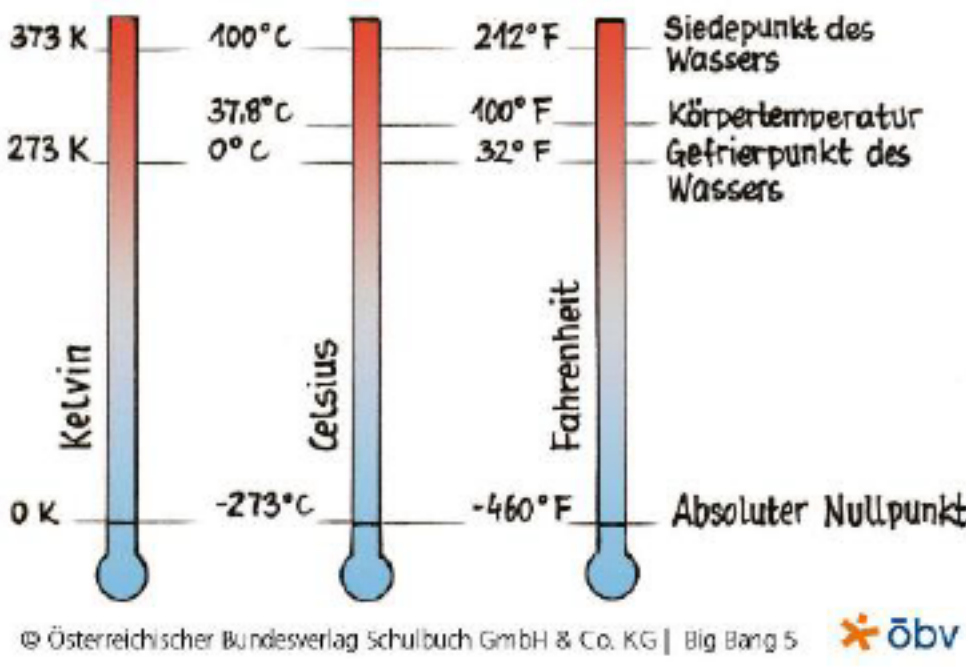


Umrechnung



Im englischen Sprachraum ist die Fahrenheitskala (°F) weit verbreitet. Sie besitzt gegenüber der Celsiusskala kleinere Gradeinheiten und besitzt den Temperaturnullpunkt ungefähr bei -18 °C.

Für die Umrechnung zwischen Celsius- und Fahrenheitwerten gilt:

$$x^{\circ}C = \frac{5}{9}(a^{\circ}F - 32) \quad a^{\circ}F = \frac{9}{5}x^{\circ}C + 32$$

Übung 2.2: Umrechnungsbeispiele: 35°C → ?°F ; 25°F → ?°C

Handwritten calculations on a grid background:

$$35^{\circ}C = 95^{\circ}F$$
$$25^{\circ}F = -3.9^{\circ}C$$
$$0^{\circ}F = \frac{9}{5} 35^{\circ}C + 32 = 95^{\circ}F$$
$$a^{\circ}C = \frac{5}{9} (25^{\circ}F - 32) = -3.9^{\circ}C$$

Spezifische Wärmekapazität c

Mit der Zu- oder Abfuhr von sensibler Wärme ändert sich die Temperatur des Stoffes. Dabei ist die Grösse der Temperaturänderung von folgenden Faktoren abhängig:

- Zu- resp. abgeführte Wärmemenge
- Masse des Stoffes (Menge)
- Eigenschaft des Stoffes selber

Diese Stoffeigenschaft heisst *spezifische Wärmekapazität c* (oft auch mit c_p benannt).

c gibt an, welche sensible Wärme (= Energie) einem Stoff mit der Masse von 1 kg zuzuführen bzw. zu entziehen ist, um seine Temperatur um 1 K zu ändern.

Somit erhält c die Einheit:

$$\frac{J}{kg \cdot K}$$

$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta$

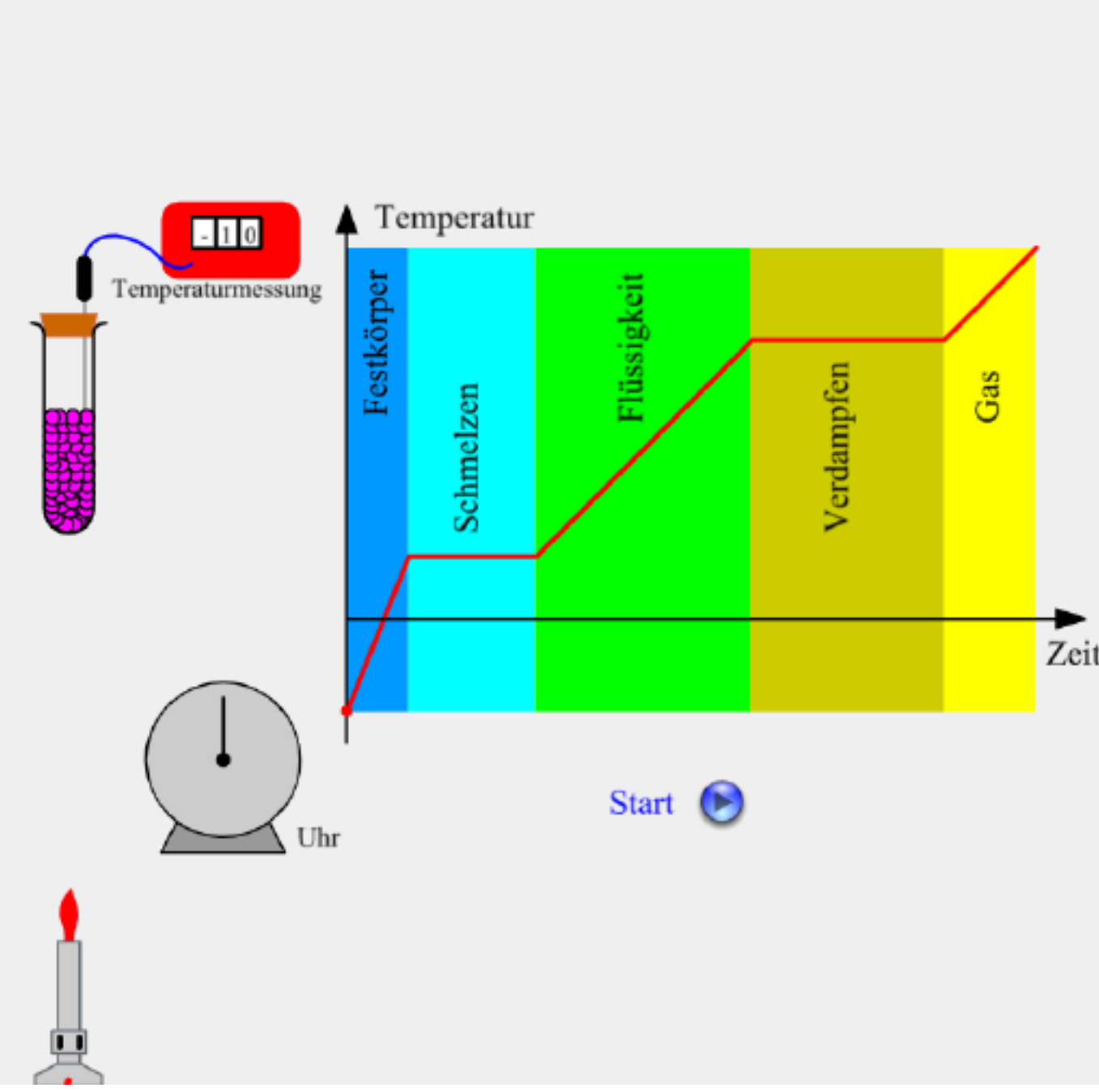
Potentielle Energie	Kinetische Energie	Mechanische Energie	Reibungsenergie	Elektrische Energie
$W_{pot} = m \cdot g \cdot h$ [J]	$W_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}$ [J]	$W_{mech} = F \cdot s$ [Nm]	$W_{reib} = F_R \cdot s = \mu \cdot F_N \cdot s$ [Nm]	$W_E = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$ [Ws]
Wasserkraft	Autofahren	Zange	Schlittenfahrt	PC

Resultat aus Experiment:				
Wassermenge m =	1 kg	Zeit =	80s	
Wassertemperatur vor Erwärmung		$\vartheta_1 =$	22.8°C	
Wassertemperatur nach Erwärmung		$\vartheta_2 =$	40°C	
Temperaturerhöhung		$\Delta \vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1 =$	17.2 K	

2. Hauptsatz:
Bei zwei Körpern unterschiedlicher Temperatur, welche miteinander in thermischem Kontakt stehen, fließt Wärme von selbst immer vom wärmeren zum kälteren Körper. Dieser Vorgang ist nie umkehrbar, es ist ein irreversibler² Vorgang.

1. Hauptsatz:
Wärme ist eine Energieform. Jeder Energieumwandlungsprozess erzeugt Wärme und deshalb hat jede Maschine einen Wirkungsgrad von weniger als 100 %.

Aggregatzustände



Übung 2.6: Wie hoch könnte man mit einer Energie von 4187J einen Liter Wasser heben?

Handwritten calculations on a grid background:

$$W_{pot} = m \cdot g \cdot h$$
$$h = \frac{W_{pot}}{m \cdot g} \Rightarrow \frac{4187 J}{1 kg \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 426.8 m$$

Übung 2.9: Energie, Heizwert und elektrische Leistung

In den Niagarafällen stürzt Wasser über eine Höhe von 60m. Welche Temperaturerhöhung ergibt sich, wenn beim Aufprall die gesamte Bewegungsenergie² des Wassers in Wärme verwandelt wird?

Handwritten calculations on a grid background:

$$W_{pot} = Q$$
$$m \cdot g \cdot h = m \cdot c_p \cdot \Delta \vartheta$$
$$\rightarrow \Delta \vartheta = \frac{g \cdot h}{c_p} = \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot 60 m}{4187 \frac{J}{kg \cdot K}} = 0.14 K$$

Ein elektrischer Heisswasserspeicher soll 100kg Wasser in 4h von 15°C auf 80°C erwärmen. Welche elektrische Leistung muss er haben, wenn keine Energieverluste auftreten?

Handwritten calculations on a grid background:

$$W_{el} = Q$$
$$P_{Heizer} \cdot t = m \cdot c_p \cdot \Delta \vartheta$$
$$\rightarrow P_{Heizer} = \frac{m \cdot c_p \cdot \Delta \vartheta}{t} = \frac{100 kg \cdot 4187 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot (80^{\circ}C - 15^{\circ}C)}{4 \cdot 3600 s} = 1889.97 W$$

($P_{Heizer} \approx 1.9 kW$)

In welcher Zeit erwärmt ein Tauchsieder mit 500W Leistung 1kg Wasser von 15°C auf 100°C?

Handwritten calculations on a grid background:

$$W_{el} = Q$$
$$P \cdot t = m \cdot c_p \cdot \Delta \vartheta$$
$$\rightarrow t = \frac{m \cdot c_p \cdot \Delta \vartheta}{P} = \frac{1 kg \cdot 4187 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot (100^{\circ}C - 15^{\circ}C)}{500 W} = 71.79 s = 11'52''$$

Symbol	Name	Ursprung	Wert (Potenz, Zahl, Zahlwort)		
Y	Yotta	ital. <i>otto</i> = acht	10 ²⁴	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Quadrillion
Z	Zetta	ital. <i>sette</i> = sieben	10 ²¹	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Trilliarde
E	Exa	gr. <i>hex</i> = sechs	10 ¹⁸	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Trillion
P	Peta	gr. <i>petannynai</i> = alles umfassen / gr. <i>pente</i> = fünf	10 ¹⁵	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Billiarde
T	Tera	gr. <i>téras</i> = Ungeheuer / gr. <i>tetrákis</i> = viermal	10 ¹²	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Billion
G	Giga	gr. <i>gigas</i> = Riese	10 ⁹	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Milliarde
M	Mega	gr. <i>mégas</i> = groß	10 ⁶	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Million
k	Kilo	gr. <i>chilioi</i> = tausend	10 ³	1.000.000.000.000.000.000.000.000	Tausend
h	Hekto	gr. <i>hekatón</i> = hundert	10 ²	100.000.000.000.000.000.000.000	Hundert
da	Deka	gr. <i>déka</i> = zehn	10 ¹	10.000.000.000.000.000.000.000	Zehn
—	—	—	10 ⁰	1.000.000.000.000.000.000.000	Eins
d	Dezi	lat. <i>decimus</i> = Zehnter	10 ⁻¹	0.1.000.000.000.000.000.000.000	Zehntel
c	Zenti	lat. <i>centum</i> = hundert	10 ⁻²	0.01.000.000.000.000.000.000.000	Hundertstel
m	Milli	lat. <i>mille</i> = tausend	10 ⁻³	0.001.000.000.000.000.000.000.000	Tausendstel
µ	Mikro	gr. <i>mikrós</i> = klein	10 ⁻⁶	0.000.001.000.000.000.000.000.000	Millionstel
n	Nano	gr. <i>nános</i> = Zwerg	10 ⁻⁹	0.000.000.001.000.000.000.000.000	Milliardstel
p	Piko	span. <i>pico</i> = Spitze / ital. <i>piccolo</i> = klein	10 ⁻¹²	0.000.000.000.001.000.000.000.000	Billionstel
f	Femto	skand. <i>femton/femten</i> = fünfzehn	10 ⁻¹⁵	0.000.000.000.000.001.000.000.000	Billiardstel
a	Atto	skand. <i>arton/atten</i> = achtzehn	10 ⁻¹⁸	0.000.000.000.000.000.001.000.000	Trillionstel
z	Zepto	lat. <i>septem</i> = sieben	10 ⁻²¹	0.000.000.000.000.000.000.001.000	Trilliardstel
y	Yokto	lat. <i>octo</i> = acht	10 ⁻²⁴	0.000.000.000.000.000.000.000.001	Quadrillionstel

Wärmeleitung

Verschiedene U – Werte (wichtig beim Hausbau):

- Aussenwände / Böden: $U \leq 0.5 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
- Dächer / Decken: $U \leq 0.4 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
- Fenster mit Doppelverglasung: $K \approx 2.7 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
- Fenster mit Dreifachverglasung): $K \approx 1.8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
(Meist wird hier noch K verwendet)

Welche Leistung ist notwendig, um das Schulzimmer im Winter (Aussentemperatur 0 Grad Celsius) auf angenehme 22 Grad Celsius zu halten?

Es wird nur die Fensterfront berücksichtigt.
Das Schulzimmer weist eine Länge von 12m auf und die Deckenhöhe beträgt 2.5m. (3 Fach-Verglasung)

Handwritten calculations:

$$K = 1.8 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad P = A \cdot \Delta \vartheta \cdot K =$$

Wie sieht es aus, wenn Unterricht mit 14 Lernenden stattfindet? Welche Leistung ist dann notwendig?

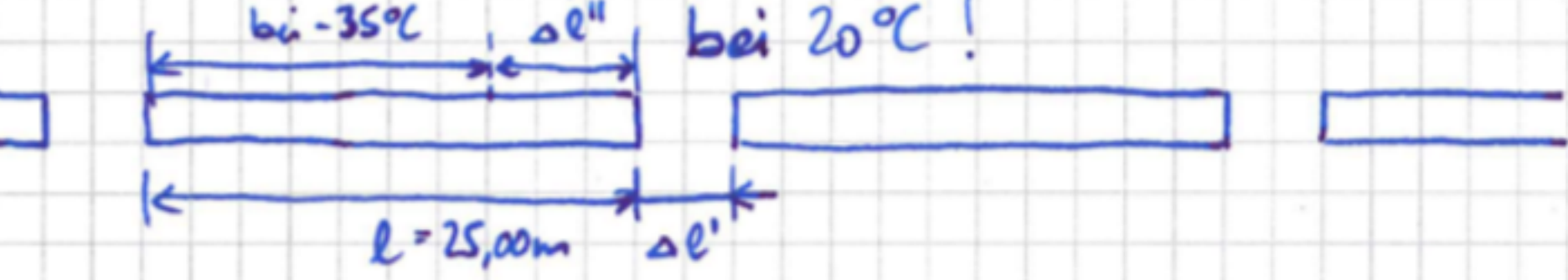
Längenausdehnung

$$\Delta l = l_1 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

l_1 : Länge vor der Erwärmung in m
 α : Längenausdehnungskoeffizient (stoffspezifische Grösse in 1/K = K⁻¹)
 $\Delta \vartheta$: Temperaturdifferenz in K (oder ΔT)

Übung 3.1: Ausdehnung von Eisenbahnschienen

Die einzelnen Schienenelemente einer Bahn sind aus Stahl (lin. Ausdehnungskoeffizient 16·10⁻⁶ 1/K) und sind 25,00 m lang. Wie gross muss die Dehnungsfuge beim Verlegen (20 °C) gewählt werden, wenn diese am heissesten Sommertag (45 °C) gerade geschlossen ist. Wie gross ist diese Dehnungsfuge am kältesten Wintertag (-35 °C)?



Handwritten calculations on a grid background:

45°C: $\Delta l' = l_1 \cdot \alpha_{st} \cdot \Delta \vartheta = 25.00 m \cdot 16 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K} \cdot (45^{\circ}C - 20^{\circ}C)$
 $\Delta l' = 10 mm \rightarrow$ Spalt bei 20°C !!!

-35°C: $\Delta l'' = l_1 \cdot \alpha_{st} \cdot \Delta \vartheta = 25.00 m \cdot 16 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K} \cdot (-35^{\circ}C - 20^{\circ}C)$
 $\Delta l'' = -22 mm$
Fuge total = $\Delta l' + \Delta l'' = 10 mm + 22 mm = 32 mm$

Handwritten calculation:

$$P \approx 1.2 kW$$

