Gestufte Hilfen zu den Aufgaben: „Kompetenztraining: Schaubilder, Tabellen, unbekannte Formeln, funktionale Zusammenhänge, Alltagsbezug physikalischer Phänomene und Textarbeit“

Zu Aufgabe 1a)
Hilfe 1: Falls dir die Bedeutung von „Δ“ nicht mehr bewusst ist, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt „Änderung einer physikalischen Größe“.
Hilfe 2: $\Delta l = l_2 - l_1$
Hilfe 3: Lösung: $\Delta l = l_2 - l_1$ und $\Delta T = T_2 - T_1$

Zu Aufgabe 1b)
1. Hilfe: Betrachte die Formel $\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T$ und lies die Tabellenüberschrift genau durch. Mache dir anhand der Tabellenüberschrift klar, welche Werte gegeben sind.
2. Hilfe: In der Tabellenüberschrift findet man folgende Angaben: $l_1 = 1$ m; $\Delta T = 1$ K.
In der 2. Spalte der Tabelle stehen die Werte für Δl.
3. Hilfe: Für das Material „Asphalt“ sind zum Beispiel folgende Werte gegeben:
$l_1 = 1$ m; $\Delta T = 1$ K und $\Delta l = 0,200$ mm.
Gesucht ist α.
4. Hilfe: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.
5. Hilfe: Lösung am Beispiel von Asphalt:
Gegeben: $l_1 = 1$ m $= 1000$ mm; $\Delta T = 1$ K; $\Delta l = 0,200$ mm
Gesucht: α
Auflösen der Gleichung $\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T$ nach α:

$$\begin{aligned} \Delta l &= \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T && | : l_1 \\ \frac{\Delta l}{l_1} &= \alpha \cdot \Delta T && | : \Delta T \\ \frac{\Delta l}{l_1 \cdot \Delta T} &= \alpha \end{aligned}$$

Einsetzen der Werte:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \cdot \Delta T} = \frac{0,2 \text{ mm}}{1000 \text{ mm} \cdot 1 \text{ K}} = 0,0002 \ \frac{1}{\text{K}}$$

6. Hilfe: Gesamte Lösung:
Mit der gleichen Rechnung, wie in Hilfe 6 gezeigt, lässt sich für alle Materialien der Längenausdehnungskoeffizient berechnen. Hier die Ergebnisse:

Material	**Längenausdehnungskoeffizient in 1/K**
Asphalt	0,000200
Aluminium	0,000024
Beton	0,000012
Glas (Jenaer Glas)	0,0000033
Glas (Fensterglas)	0,0000076
Glas (Quarzglas)	0,0000006
Kohlenstofffasern in Faserrichtung (Carbonfasern)	-0,0000005
Kupfer	0,000016
Messing	0,000018
Stahl (Baustahl)	0,000012
Stahl (rostfreier Stahl)	0,000016

Zu Aufgabe 1c):
Hilfe 1: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.

Hilfe 2: Lösung:
Gegeben: $l_1 = 0,4000$ m; $\Delta T = 200\ °\text{C} - 20\ °\text{C} = 180$ K; $\alpha = 0,000018$ 1/K (Tabellenwert, siehe 1b)
Gesucht: l_2 (Länge bei $200\ °\text{C}$)
Berechnung der Längenänderung: $\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T = 0,000018 \frac{1}{\text{K}} \cdot 0,4000\ \text{m} \cdot 180\ \text{K} = 0,0013\ \text{m}$
Berechnung der gesuchten Länge: $l_2 = l_1 + \Delta l = 0,4000\ \text{m} + 0,0013\ \text{m} = 0,4013\ \text{m}$ (siehe 1a)
Bei der Temperatur von $200\ °\text{C}$ hat die Messingstange eine Länge von $0,4013$ m.

Zu Aufgabe 1d):
Hilfe 1: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben".
Hilfe 2: Lösung:
Gegeben: $l_1 = 2,002$ m; $l_2 = 2,004$ m; $T_1 = 20\ \text{K} + 273\ \text{K} = 293\ \text{K}$ (entspricht 20 °C);
$\alpha = 0,000024$ 1/K (Tabellenwert, siehe 1a)
Gesucht: T_2 (Temperatur bei Länge l_2)
Berechnung der Längenänderung: $\Delta l = l_2 - l_1 = 2,004\ \text{m} - 2,002\ \text{m} = 0,002\ \text{m}$
Auflösen der Gleichung $\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T$ nach ΔT:

$$\begin{aligned} \Delta l &= \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T && \mid : l_1 \\ \frac{\Delta l}{l_1} &= \alpha \cdot \Delta T && \mid : \alpha \\ \frac{\Delta l}{l_1 \cdot \alpha} &= \Delta T \end{aligned}$$

Einsetzen der Werte:

$$\Delta T = \frac{\Delta l}{l_1 \cdot \alpha} = \frac{0,002\ \text{m}}{2,002\ \text{m} \cdot 0,000024\ 1/\text{K}} = 42\ \text{K}$$

Berechnung der gesuchten Temperatur: $T_2 = T_1 + \Delta T = 293\ \text{K} + 42\ \text{K} = 335\ \text{K}$
335 K entspricht 335 K – 273 K = 62 °C
Nach der Erwärmung hat die Aluminiumstange eine Temperatur von 335 K (62 °C).

Zu Aufgabe 1e):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt „Proportionalitäten an einer Formel ablesen".
Hilfe 2: Lösung für die Abhängigkeit Δl von α:
Je größer der Längenausdehnungskoeffizient, desto größer ist die Längenänderung.
Hilfe 3: Gesamtlösung:
Je größer der Längenausdehnungskoeffizient, desto größer ist die Längenänderung.
Je größer die Anfangslänge, desto größer ist die Längenänderung.
Je größer die Temperaturdifferenz, desto größer ist die Längenänderung.

Zu Aufgabe 1f):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt:
„Proportionalitäten an einer Formel ablesen".
Hilfe 2: Lösung für die Abhängigkeit Δl von α:
Werden l_1 und ΔT konstant gehalten, dann gilt: $\Delta l \sim \alpha$ (Δl ist proportional zu α).

Hilfe 3: Gesamtlösung:
Werden l_1 und ΔT konstant gehalten, dann gilt: $\Delta l \sim \alpha$ (Δl ist proportional zu α).
Werden α und ΔT konstant gehalten, dann gilt: $\Delta l \sim l_1$ (Δl ist proportional zu l_1).
Werden α und l_1 konstant gehalten, dann gilt: $\Delta l \sim \Delta T$ (Δl ist proportional zu ΔT).

Zu Aufgabe 1g):
Hilfe 1: Ein Bimetallstreifen besteht aus 2 übereinandergelegten Metallstreifen aus unterschiedlichen Materialien, die fest miteinander verbunden sind.
Hilfe 2: Ein Bimetallstreifen verformt sich bei Temperaturerhöhung, wenn sich die Metallstreifen unterschiedlich stark ausdehnen.
Hilfe 3: Umso stärker sich ein Bimetallstreifen bereits bei kleinen Temperaturänderungen verformt, desto besser ist er.

Hilfe 4: Umso unterschiedlicher die Längenausdehnungskoeffizienten der beiden Metalle sind, desto stärker verformt sich der Bimetallstreifen.
Hilfe 5: In der Tabelle (Aufgabe 1b) befinden sich folgende Metalle: Aluminium, Kupfer, Messing, Baustahl und rostfreier Stahl.
Hilfe 6: Lösung: Umso stärker sich ein Bimetallstreifen bereits bei kleinen Temperaturänderungen verformt, desto besser ist er. Umso unterschiedlicher die Längenausdehnungskoeffizienten der beiden Metalle sind, desto stärker verformt sich der Bimetallstreifen.
Aluminium besitzt den größten Ausdehnungskoeffizienten. Baustahl hat den kleinsten Ausdehnungskoeffizienten. Daher ist diese Kombination für einen Bimetallstreifen besonders gut geeignet.

Zu Aufgabe 1h):
Hilfe 1: Festkörper dehnen sich bei Erwärmung aus.
Hilfe 2: Betrachte Tabelle 1.
Hilfe 3: Vergleiche in Tabelle 1 die Ausdehnung von Baustahl, Beton und rostfreiem Stahl.
Hilfe 4: Lösung: Beton und Baustahl zeigen bei einer Temperaturerhöhung die gleiche Längenänderung. Daher entsteht bei Temperaturschwankungen keine Spannung zwischen dem Beton und dem Baustahl. Rostfreier Stahl dehnt sich bei einer Temperaturerhöhung stärker aus als Beton, daher kommt es zu Spannungen zwischen dem Beton und dem rostfreien Stahl. Dies kann zu Rissen im Beton führen.

Zu Aufgabe 1i):
Hilfe 1: Betrachte Tabelle 1.
Hilfe 2: Lösung: Kohlenstofffasern in Faserrichtung (Carbonfasern).

Zu Aufgabe 2:
Hilfe 1: Flüssigkeiten dehnen sich im Allgemeinen bei Temperaturerhöhung aus.
Hilfe 2: Lösung: Das zunächst kühle Benzin wird in den Autotank gefüllt. Steht das Auto nachher in der Sonne, erhitzt sich das Benzin im Tank. Da sich das Benzin stärker ausdehnt als der Tank, hat es nicht mehr genügend Raum im Tank. Daher kann der Tank überlaufen und das Benzin ins Freie gelangen. Dies ist eine Umweltverschmutzung, eine Vergeudung von Ressourcen und kann gefährlich sein, da sich Benzin sehr leicht entzündet.

Zu Aufgabe 3:
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Umgang mit Texten“.

Zu Aufgabe 4:
Hilfe 1: Festkörper dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus.
Hilfe 2: Die Temperatur von Brücken schwankt durch Lufttemperatur und Sonneneinstrahl sehr stark.
Hilfe 3: Lösung: Die Temperatur von Brücken schwankt durch Lufttemperatur und Sonneneinstrahlung sehr stark. Da die Brücke bei einer Temperaturschwankung ihre Länge ändert, würde es an der angrenzenden Fahrbahn zu Rissen kommen. Daher befindet sich zwischen Fahrbahn und Brücke ein Spalt. Damit die Längenänderung der Brücke möglichst ohne größere Spannungen stattfinden kann, werden Rollenlager verwendet.

Zu Aufgabe 5a):
Hilfe 1: Überlege dir, wie sich die Temperatur in den Glaswänden ändert, wenn man eine heiße Flüssigkeit in ein zunächst kaltes Glas einfüllt.
Hilfe 2: Die innerste Glasschicht wird zuerst erwärmt. Die äußerste Glasschicht hat zunächst noch Raumtemperatur.
Hilfe 4: Lösung: Füllt man heißes Wasser in ein Glasgefäß ein, dann wird die innerste Glasschicht zuerst erwärmt. Die äußerste Glasschicht hat zunächst noch Raumtemperatur. Durch die unterschiedlichen Temperaturen der Glasschichten dehnen sich diese unterschiedlich stark aus. Dadurch entsteht eine Spannung im Glas, die zu einem Riss führen kann.

Zu Aufgabe 5b):
Hilfe 1: Betrachte Tabelle 1.
Hilfe 2: Betrachte in Tabelle 1 die Ausdehnung von verschiedenen Glassorten.
Hilfe 3: Lösung: Beim Einfüllen von heißem Wasser ist die Spannung im Glas umso größer, **desto stärker** sich die innerste Schicht ausdehnt, während die äußere noch kalt ist. Unterschiedliche Glassorten (siehe Tabelle 1) dehnen sich unterschiedlich stark aus. Bei der gleichen Temperaturerhöhung springt folglich Jenaer Glas nicht so schnell wie Fensterglas.

Zu Aufgabe 6):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Umgang mit Texten“.
Hilfe 2: Relevante Textausschnitte:
- „Professionelle Kratzer nicht. Die gibt es sogar beheizbar. Wobei das nichts bringt, außer vielleicht einer geplatzten Frontscheibe – Temperaturschock sei dank.“
- „Womit wir beim schlimmsten Wintermärchen wären: heißes Wasser. Bitte nie, nie heißes Wasser auf die gefrorene Scheibe kippen. Das Eis ist zwar weg – die Scheibe aber auch.“

Hilfe 3: Der Titel „Geplatzte Träume“ bezieht sich auf zwei Dinge:
- die geplatzte Windschutzscheibe bei Anwendung von heißem Wasser oder eines beheizbaren Eiskratzers;
- die geplatzten Wunschträume, mit denen man sich das mühselige Eiskratzen ersparen wollte.

Hilfe 4: Verwende die Hilfen zu Aufgabe 5a).

Zu Aufgabe 7a):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt „Proportionalitäten an einer Formel ablesen“.
Hilfe 2: Lösung für die Abhängigkeit p von m:
Je größer die Masse der Luft, desto größer ist der Druck.
Hilfe 3: Gesamtlösung:
Je größer die Masse der Luft, desto größer ist der Druck.
Je größer die Temperatur der Luft, desto größer ist der Druck.
Je größer das Volumen, in dem sich die Luft befindet, desto kleiner ist der Druck.

Zu Aufgabe 7 b):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Proportionalitäten an einer Formel ablesen“.
Hilfe 2: Lösung für die Abhängigkeit p von m:
Werden R_s, T und V konstant gehalten, dann gilt: $p \sim m$ (p ist proportional zu m).
Hilfe 3: Gesamtlösung:
Werden R_s, T und V konstant gehalten, dann gilt: $p \sim m$ (p ist proportional zu m).
Werden R_s, m und V konstant gehalten, dann gilt: $p \sim T$ (p ist proportional zu T).
Werden R_s, m und T konstant gehalten, dann gilt: $p \sim \frac{1}{V}$ (p ist proportional zu $\frac{1}{V}$).

Zu Aufgabe 7c):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Arbeiten mit Schaubildern“.
Hilfe 2: x-Achse: Volumen, y-Achse: Druck
Hilfe 3: Vorbereitung zur Erstellung der Wertetabelle:
- Notiere die in der Aufgabenstellung gegeben Werte für m, T und R_s.
- Wandle in kohärente SI-Einheiten um
  (siehe Fachmethodenordner Abschnitt „Physikalische Größen“).
- Setze die Werte in die Formel $p = \dfrac{R_s \cdot m \cdot T}{V}$ ein und vereinfache diese soweit wie möglich.

Hilfe 4: Gegeben: $m = 5\ \text{g} = 0{,}005\ \text{kg}$; $T = 16\ \text{K} + 273\ \text{K} = 289\ \text{K}$ (entspricht 16 °C); $R_s = 287\ \dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Einsetzen der Werte:

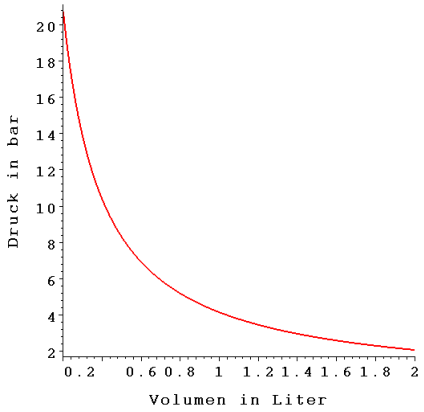
$$p = \frac{R_s \cdot m \cdot T}{V} = \frac{287\ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 0{,}005\ \text{kg} \cdot 289\ \text{K}}{V} = \frac{415\ \text{J}}{V}$$

Die kohärente SI-Einheit des Volumens ist 1 m^3. Die kohärente SI-Einheit des Drucks ist 1 Pa. Setzt man daher in obige Formel für das Volumen V Werte mit der Einheit m^3 ein, erhält man Druckwerte p mit der Einheit Pascal (Pa).
Hilfe 5: Da in der Aufgabenstellung der Volumenbereich nicht in der kohärenten SI-Einheit m^3 angegeben wird, muss zuerst eine Umrechnung von Liter in m^3 erfolgen (1 Liter = $0{,}001\ \text{m}^3$). Dazu bietet sich eine weitere Zeile in der Wertetabelle an. Da die Druckwerte in Pascal sehr groß sind, bietet sich die Darstellung in der Einheit bar an (1 bar = 100000 Pa = $1 \cdot 10^5$ Pa). Dies könnte in einer weiteren Zeile der Wertetabelle erfolgen.

Hilfe 6: Als Wertetabelle ergibt sich zum Beispiel:

Volumen in Liter	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Volumen in m³	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,001	0,0012	0,001	0,002	0,002	0,002
Druck in Pa	$20{,}8\cdot10^5$	$10{,}4\cdot10^5$	$6{,}9\cdot10^5$	$5{,}2\cdot10^5$	$4{,}2\cdot10^5$	$3{,}5\cdot10^5$	$3{,}0\cdot10^5$	$2{,}6\cdot10^5$	$2{,}3\cdot10^5$	$2{,}1\cdot10^5$
Druck in bar	20,8	10,4	6,9	5,2	4,2	3,5	3,0	2,6	2,3	2,1

Hilfe 7: Folgender Zeichenmaßstab bietet sich an:
x-Achse: 1 cm entspricht 0,2 Liter (Volumen)
y-Achse: 1 cm entspricht 2 bar (Druck)
Hilfe 8: Lösung:



Zu Aufgabe 7d):
Hilfe 1: Beachte: Ist ein Reifen nicht aufgepumpt, dann zeigt das Druckmessgerät an der Tankstelle einen Druck von 0 bar an, obwohl von innen und außen der Luftdruck der Atmosphäre auf den Reifen wirkt. Dieser Luftdruck beträgt ca. 1 bar. Folglich zeigt das Druckmessgerät an der Tankstelle 1 bar weniger Druck an als tatsächlich im Reifen herrscht. Das Druckmessgerät an der Tankstelle zeigt den sogenannten Überdruck an (Überdruck = Druck im Reifen – Druck außerhalb).
Hilfe 2: Lösung: Der Aufdruck auf dem Reifen („min 1,5 bar, max 4,5 bar“) bedeutet, dass der Überdruck bei einem **kalten Reifen zwischen 1,5 bar und 4,5 bar** liegen sollte. Versucht man den Reifen weit über 4,5 bar aufzupumpen, dann könnte er platzen.
Bemerkung: Umso kleiner der Druck im Reifen, desto größer wird der Rollwiderstand des Reifens bei der Fahrt auf der Straße. Im Gelände kann ein Reifen mit geringerem Überdruck von Vorteil sein, da er dann besser auf dem Boden haftet.

Zu Aufgabe 7e):
Hilfe 1: Betrachte das Volumen-Druck-Schaubild aus Aufgabe 7c).
Hilfe 2: Beachte den Unterschied zwischen Druck und Überdruck (siehe Hilfe zu Aufgabe 7d).
Hilfe 3: Lösung: An dem Volumen-Druck-Schaubild aus Aufgabe 7c) kann man bei $V = 1$ Liter den Druck $p = 4,2$ bar ablesen. Bei diesem Druck herrscht im Reifen der Überdruck von 4,2 bar - 1 bar = 3,2 bar (Abzug des Atmosphärendrucks, der von außen wirkt). Folglich liegt der Reifendruck in dem vom Hersteller vorgesehenen Bereich.

Zu Aufgabe 7f):
Hilfe 1: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.
Hilfe 2: Beachte den Unterschied zwischen Druck und Überdruck (siehe Hilfe zu Aufgabe 7d).
Hilfe 3: Lösung: Gegeben: $m = 5$ g $= 0,005$ kg; $R_s = 287\ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$;
$p = 3,6$ bar $+1$ bar $= 4,6$ bar $= 460000$ Pa (entspricht 3,6 bar Überdruck)
Gesucht: T
Auflösen der Gleichung $p = \frac{R_s \cdot m \cdot T}{V}$ nach T:

$$\begin{aligned} p &= \frac{R_s \cdot m \cdot T}{V} && | : m \\ \frac{p}{m} &= \frac{R_s \cdot T}{V} && | : R_s \\ \frac{p}{m \cdot R_s} &= \frac{T}{V} && | \cdot V \\ \frac{p \cdot V}{m \cdot R_s} &= T \end{aligned}$$

Einsetzen der Werte:

$$T = \frac{p \cdot V}{m \cdot R_s} = \frac{460000 \text{ Pa} \cdot 0,001 \text{ m}^3}{0,005 \text{ kg} \cdot 287 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}} = 321 \text{ K}$$

Dies entspricht 321 K – 273 K = 48 °C.
Die Luft im Reifen hat die Temperatur 321 K (48 °C).

Zu Aufgabe 7g):
Hilfe 1: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.
Hilfe 2: Beachte den Unterschied zwischen Druck und Überdruck (siehe Hilfe zu Aufgabe 7d).
Hilfe 3: Lösung:
Gegeben: $T = 48 \text{ K} + 273 \text{ K} = 321 \text{ K}$ (entspricht 48 °C); $R_s = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$;
$p = 1,6 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 2,6 \text{ bar} = 360000 \text{ Pa}$ (entspricht 1,6 bar Überdruck)
Gesucht: m
Auflösen der Gleichung $p = \frac{R_s \cdot m \cdot T}{V}$ nach m:

$$\begin{aligned} p &= \frac{R_s \cdot m \cdot T}{V} && | : T \\ \frac{p}{T} &= \frac{R_s \cdot m}{V} && | : R_s \\ \frac{p}{T \cdot R_s} &= \frac{m}{V} && | \cdot V \\ \frac{p \cdot V}{T \cdot R_s} &= m \end{aligned}$$

Einsetzen der Werte:

$$m = \frac{p \cdot V}{T \cdot R_s} = \frac{260000 \text{ Pa} \cdot 0,001 \text{ m}^3}{321 \text{ K} \cdot 287 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}} = 0,0028 \text{ kg}$$

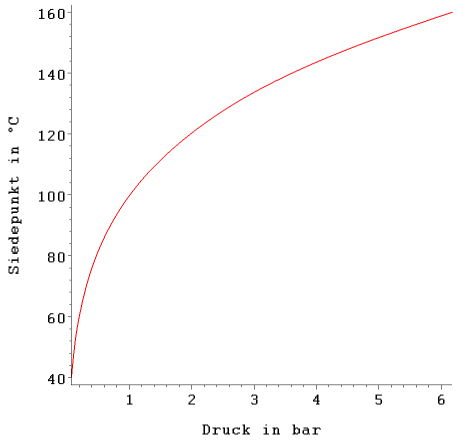
Die im Reifen verbleibende Luft hat die Masse 0,0028 kg (2,8 g).

Zu Aufgabe 7h):
Hilfe 1: Um diese Aufgabe lösen zu können, benötigst du das Ergebnis von Aufgabe 7g): Die im Reifen verbleibende Luft hat die Masse 0,0028 kg (2,8 g).
Hilfe 2: Um beurteilen zu können, ob Probleme mit den Reifen auftreten können, sollte zunächst überprüft werden, ob der Reifendruck im vom Hersteller vorgegebenen Bereich liegt.
Hilfe 3: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.
Hilfe 4: Beachte den Unterschied zwischen Druck und Überdruck (siehe Hilfe zu Aufgabe 7d).
Hilfe 5: Gegeben: $m = 2,8 \text{ g} = 0,0028 \text{ kg}$; $T = 16 \text{ K} + 273 \text{ K} = 289 \text{ K}$ (entspricht 16 °C);
$R_s = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, $V = 0,001 \text{ m}^3$ (entspricht 1 Liter)
Gesucht: p
Einsetzen der Werte:

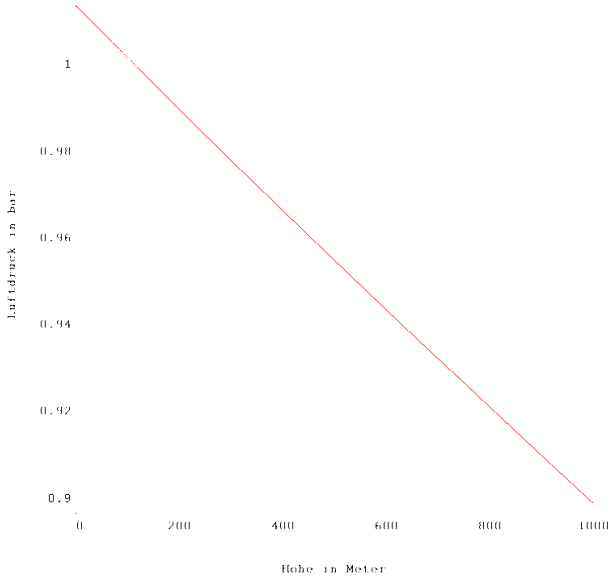
$$p = \frac{R_s \cdot m \cdot T}{V} = \frac{287 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 0,0028 \text{ kg} \cdot 289 \text{ K}}{0,001 \text{ m}^3} = 230000 \text{ Pa} = 2,3 \text{ bar}$$

Der Überdruck im Reifen beträgt 2,3 bar – 1 bar = 1,3 bar und liegt daher außerhalb dem vom Hersteller vorgeschriebenen Bereich. Vermutlich werden keine Probleme mit den Reifen auftreten, da 1,3 bar nicht weit von 1,5 bar entfernt ist. Allerdings wird Kevin sich anstrengen müssen, da der Rollwiderstand der Reifen bei diesem geringen Reifendruck sicherlich recht groß ist.

Zu Aufgabe 8a):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Arbeiten mit Schaubildern“.
Hilfe 2: Geeigneter Zeichenmaßstab:
x-Achse: 1 cm entspricht 0,5 bar (Druck)
y-Achse: 1 cm entspricht 10 °C (Temperatur)
Hilfe 3:



Zu Aufgabe 8b)
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Arbeiten mit Schaubildern“.
Hilfe 2: Geeigneter Zeichenmaßstab:
x-Achse: 1 cm entspricht 100 m (Höhe)
y-Achse: 1 cm entspricht 0,02 bar (Luftdruck)
Hilfe 3:



Zu Aufgabe 8c):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt „Arbeiten mit Schaubildern“.
Hilfe 2: Lösung: Bei einem Druck von ca. 0,07 bar siedet Wasser bereits bei 40 °C. Je größer der Druck, desto größer ist die Siedetemperatur. Umso größer der Druck, desto langsamer ändert sich die Siedetemperatur. Bei einem Druck von ca. 1 bar siedet Wasser bei 100 °C. Bei ca. 6 bar siedet Wasser erst bei 160 °C.

Zu Aufgabe 8d):

Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Funktionale Zusammenhänge und Proportionalitäten erkennen“.
Hilfe 2: Lösung: Das Schaubild ist keine Ursprungsgerade.
Weitere Möglichkeit:
Bei proportionalen Funktionen muss y = 0 sein, wenn x = 0. Dies ist hier nicht der Fall.

Zu Aufgabe 8e):
Hilfe 1: Betrachte das Höhe-Luftdruck-Schaubild und das Druck-Siedetemperatur-Schaubild. Du benötigst beide Schaubilder.
Hilfe 2: Falls dir nicht mehr bewusst ist, wie man Werte aus einem Schaubild entnimmt, lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Arbeiten mit Schaubildern“.
Hilfe 3: Aus dem Höhe-Luftdruck-Schaubild kann man entnehmen, dass der Luftdruck in Spaichingen ca. 0,94 bar beträgt.
Hilfe 4: Aus dem Druck-Siedetemperatur-Schaubild kann man entnehmen, dass die Siedetemperatur bei 0,94 bar etwas weniger als 100 °C (ca. 98 °C) beträgt.
Hilfe 5: Lösung: Aus dem Höhe-Luftdruck-Schaubild kann man entnehmen, dass der Luftdruck in Spaichingen ca. 0,94 bar beträgt. Aus dem Druck-Siedetemperatur-Schaubild kann man entnehmen, dass die Siedetemperatur bei 0,94 bar etwas weniger als 100 °C (ca. 98 °C) beträgt. Folglich siedet das Teewasser in Spaichingen bei ca. 98 °C.

Zu Aufgabe 8f):
Hilfe 1: Betrachte das Höhe-Luftdruck-Schaubild und das Druck-Siedetemperatur-Schaubild. Du benötigst beide Schaubilder.
Hilfe 2: Falls dir nicht mehr bewusst ist, wie man Werte aus einem Schaubild entnimmt, lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Arbeiten mit Schaubildern“.
Hilfe 3: Aus dem Höhe-Luftdruck-Schaubild kann man entnehmen, dass der Luftdruck mit zunehmender Höhe abnimmt.
Hilfe 4: Aus dem Druck-Siedetemperatur-Schaubild kann man entnehmen, dass die Siedetemperatur mit abnehmendem Druck abnimmt.
Hilfe 5: Lösung: Aus dem Höhe-Luftdruck-Schaubild kann man entnehmen, dass der Luftdruck mit zunehmender Höhe abnimmt. Aus dem Druck-Siedetemperatur-Schaubild kann man entnehmen, dass die Siedetemperatur mit abnehmendem Druck abnimmt. Folglich nimmt die Siedetemperatur mit zunehmender Höhe ab. Damit wird deutlich, dass die Siedetemperatur auf einem Berg geringer ist als am Meer. Allerdings ist es am Meer häufig auch wärmer als auf einem Berg. Falls am Meer die gleiche Lufttemperatur wie auf dem Berg herrscht, dann wird auf dem Berg weniger Energie benötigt um Wasser zum Sieden zu bringen, da die Siedetemperatur geringer ist. Ist die Lufttemperatur auf dem Berg allerdings viel geringer als am Meer, wird auf dem Berg mehr Energie zum Sieden von Wasser benötigt.

Zu Aufgabe 8g):
Hilfe 1: Betrachte die Tabelle „Luftdruck in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel“ und das Druck-Siedetemperatur-Schaubild.
Hilfe 2: Falls dir nicht mehr bewusst ist, wie man Werte aus einem Schaubild entnimmt, lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Arbeiten mit Schaubildern“.
Hilfe 3: Aus der Tabelle „Luftdruck in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel“ kann man entnehmen, dass der Luftdruck in einer Höhe von 10000 m nur noch 0,264 bar beträgt.
Hilfe 4: An dem Druck-Siedetemperatur-Schaubild kann man ablesen, dass die Siedetemperatur bei 0,264 bar ca. 66 °C beträgt.
Hilfe 5: Ist der Druck innerhalb eines Flugzeugs gleich wie der Außendruck?
Hilfe 6: Damit wir Menschen einen Flug überleben können, wird der Druck in der Kabine künstlich erhöht. Der Druck in der Kabine wird so reguliert, dass er dem Luftdruck auf einer Höhe von - 60 m bis ca. 2400 m entspricht.
Hilfe 7: Lösung: Aus der Tabelle „Luftdruck in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel“ kann man entnehmen, dass der Luftdruck in einer Höhe von 10000 m nur noch 0,264 bar beträgt. An dem Druck-Siedetemperatur-Schaubild kann man ablesen, dass die Siedetemperatur bei 0,264 bar ca. 66 °C beträgt. Folglich siedet Wasser in der Höhe von 10000 m bereits bei 66 °C. Die Aussage: „In einem Flugzeug kann der Tee niemals so heiß sein wie auf Meereshöhe“, ist nicht immer richtig, da der Druck in der Kabine künstlich erhöht wird. Der Druck in der Kabine wird so reguliert, dass er dem Luftdruck auf einer Höhe von - 60 m bis ca. 2400 m entspricht. Daher kann es vorkommen, dass die Siedetemperatur sogar größer ist als auf Meereshöhe. Meist ist die Siedetemperatur aber geringer.

Zu Aufgabe 8h):
Hilfe 1: Betrachte die Tabelle: „Siedetemperatur von Wasser in Abhängigkeit vom Druck“.
Hilfe 2: In einem Schnellkochtopf ist der Deckel mit einer Dichtung versehen, sodass während des Kochens kein Druckausgleich zwischen innen und außen erfolgen kann. Erst beim Erreichen eines bestimmten Innendrucks öffnet ein Sicherheitsventil und beschränkt so den maximal möglichen Innendruck.
Hilfe 3: Lösung: Beim Erhitzen von Wasser in einem geschlossenen Gefäß entsteht Wasserdampf, der nicht entweichen kann. Dadurch erhöht sich der Druck in dem Gefäß. Diese Druckerhöhung führt zu einer Erhöhung des Siedepunktes von Wasser (siehe Tabelle „Siedetemperatur von Wasser in Abhängigkeit vom Druck“). Ein Schnellkochtopf besitzt ein Sicherheitsventil, das beim Erreichen eines bestimmten Innendrucks öffnet. Dieses Sicherheitsventil beschränkt so den maximal möglichen Innendruck und daher nach Tabelle „Siedetemperatur von Wasser in Abhängigkeit vom Druck“ auch die maximale Temperatur. Gemüse wird vermutlich bei höheren Temperaturen schneller gar. Daher kann diese Aussage richtig sein.

Zu Aufgabe 9a):
Hilfe 1: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.
Hilfe 2: Lösung: gegeben: $m = 2,0\ \text{kg}$; $\Delta T = 80\ °\text{C} - 20\ °\text{C} = 60\ \text{K}$; $c = 4182\ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
Gesucht: ΔE
Einsetzen der Werte:

$$\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4182\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 2,0\ \text{kg} \cdot 60\ \text{K} = 5,0 \cdot 10^5\ \text{J} = 500\ \text{kJ}$$

Es wird mindestens die Energiemenge 500 kJ benötigt, um Wasser von 20 °C auf 80 °C zu erwärmen.

Zu Aufgabe 9b):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt „Proportionalitäten an einer Formel ablesen“.
Hilfe 2: Lösung für die Abhängigkeit ΔE von c:
Je größer die spezifische Wärmekapazität des Materials, desto größer ist die zur Erhitzung benötigte Energiemenge.
Hilfe 3: Gesamtlösung:
Je größer die spezifische Wärmekapazität des Materials, desto größer ist die zur Erhitzung benötigte Energiemenge.
Je größer die zu erhitzende Masse, desto größer ist die zur Erhitzung benötigte Energiemenge.
Je größer der Temperaturunterschied, desto größer ist die zur Erhitzung benötigte Energiemenge.

Zu Aufgabe 9c):
Hilfe 1: Lies im Fachmethodenordner den Abschnitt: „Proportionalitäten an einer Formel ablesen“.
Hilfe 2: Lösung für die Abhängigkeit ΔE von c:
Werden m und ΔT konstant gehalten, dann gilt: $\Delta E \sim c$ (ΔE ist proportional zu c).
Hilfe 3: Gesamtlösung:
Werden m und ΔT konstant gehalten, dann gilt: $\Delta E \sim c$ (ΔE ist proportional zu c).
Werden c und ΔT konstant gehalten, dann gilt: $\Delta E \sim m$ (ΔE ist proportional zu m).
Werden m und c konstant gehalten, dann gilt: $\Delta E \sim \Delta T$ (ΔE ist proportional zu ΔT).

Zu Aufgabe 9d):
Hilfe 1: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.
Hilfe 2: Lösung: Gegeben: $m = 2,0\ \text{kg}$; $\Delta T = 25\ °\text{C} - 20\ °\text{C} = 5\ \text{K}$; $\Delta E = 3900\ \text{J}$
Gesucht: c (spezifische Wärmekapazität des unbekannten Metalls)
Auflösen von $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$ nach c:

$$\begin{aligned} \Delta E &= c \cdot m \cdot \Delta T && | : \Delta T \\ \frac{\Delta E}{\Delta T} &= c \cdot m && | : m \\ \frac{\Delta E}{\Delta T \cdot m} &= c \end{aligned}$$

Einsetzen der Werte:

$$c = \frac{\Delta E}{\Delta T \cdot m} = \frac{3900 \text{ J}}{5 \text{ K} \cdot 2 \text{ kg}} = 390 \ \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{ kg}}$$

Die spezifischen Wärmekapazitäten von Kupfer und Messing weichen nur geringfügig von dem oben bestimmten Wert ab. Die Abweichungen entstanden vermutlich durch Messfehler. Folglich besteht der Gegenstand wahrscheinlich aus Kupfer oder Messing.

Zu Aufgabe 9e):
Hilfe 1: Eine Pizza besteht zum größten Teil aus Mehl, gefolgt von Käse und Tomaten.
Hilfe 2: Eine Suppe besteht zum größten Teil aus Wasser.
Hilfe 3: Betrachte Tabelle 4.
Hilfe 4: Vergleiche die spezifischen Wärmekapazitäten von Mehl, Käse, Tomaten und Wasser.
Hilfe 5: Lösung: Eine Pizza besteht zum größten Teil aus Mehl, gefolgt von Käse und Tomaten. Eine Suppe besteht zum größten Teil aus Wasser. Die spezifische Wärmekapazität von Wasser ist deutlich größer als die spezifische Wärmekapazität von Mehl, Käse und Tomaten. Daher ist bei gleicher Masse in einer Suppe mehr Energie gespeichert als in einer Pizza. Folglich nimmt die Temperatur einer Suppe deutlich langsamer ab als die Temperatur einer Pizza.

Zu Aufgabe 9f):
Hilfe 1: Betrachte Tabelle 4.
Hilfe 2: Der Pizzaboden besteht hauptsächlich aus Mehl.
Hilfe 2: Vergleiche die spezifischen Wärmekapazitäten von Tomaten und Mehl.
Hilfe 3: Lösung: Der Pizzaboden besteht hauptsächlich aus Mehl. Die spezifische Wärmekapazität von Tomaten ist deutlich größer als die spezifische Wärmekapazität von Mehl. Daher ist bei gleicher Masse in einem Tomatenstück mehr Energie gespeichert als in einem Stück Pizzaboden. Daraus folgt:

- die Temperatur eines Tomatenstücks nimmt langsamer ab als die Temperatur eines Pizzabodenstücks,
- ein Tomatenstück erhitzt die Zunge mehr als ein Pizzabodenstück.

Diese Überlegungen erklären, warum man sich beim Pizzaessen eher an den Tomaten als am Pizzaboden die Zunge verbrennt.

Zu Aufgabe 9g):
Hilfe 1: Beachte, dass beide Quader das gleiche Volumen, aber nicht die gleiche Masse haben!
Hilfe 2: Die Masse der Quader lässt sich mithilfe der Dichte-Werte aus Tabelle 4 berechnen.
Hilfe 3: Nachdem die Quadermassen berechnet wurden, kann mithilfe der Formel $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$ die vom jeweiligen Quader aufgenommene Energie berechnet werden.
Hilfe 4: Um dir das Vorgehen beim Lösen einer Rechenaufgabe nochmals ins Gedächtnis zu rufen, lies im Fachmethodenordner Physik den Abschnitt: „Lösen von einfachen Rechenaufgaben“.
Hilfe 5: Lösung: Gegeben: $V = 0,02 \text{ m} \cdot 0,02 \text{ m} \cdot 0,10 \text{ m} = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ (Quadervolumen);
$\rho_1 = 2710 \ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Dichte Aluminium); $\rho_2 = 7850 \ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Dichte Stahl); $\Delta T = 30 \ °\text{C} - 20 \ °\text{C} = 10 \text{ K}$;
$c_1 = 896 \ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ (spezifische Wärmekapazität Aluminium);
$c_2 = 490 \ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ (spezifische Wärmekapazität Stahl)
Gesucht: m_1 (Masse Aluminiumquader); m_2 (Masse Stahlquader);
ΔE_1 (aufgenommene Energie Aluminiumquader); ΔE_2 (aufgenommene Energie Stahlquader)
Berechnung von m_1 und m_2:
Auflösen von $\rho = \frac{m}{V}$ nach m:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{V} \qquad | \cdot V \\ \rho \cdot V &= m \end{aligned}$$

Einsetzen der Werte:

$$m_1 = \rho_1 \cdot V = 2710\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4,0 \cdot 10^{-5}\ \text{m}^3 = 0,11\ \text{kg}$$
$$m_2 = \rho_2 \cdot V = 7850\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4,0 \cdot 10^{-5}\ \text{m}^3 = 0,31\ \text{kg}$$

Berechnung von m_1 und m_2:
Einsetzen der Werte in $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$:

$$\Delta E_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta T = 896\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,11\ \text{kg} \cdot 10\ \text{K} = 986\ \text{J}$$
$$\Delta E_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot \Delta T = 490\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,31\ \text{kg} \cdot 10\ \text{K} = 1520\ \text{J}$$

Bei einer Erwärmung von 20 °C auf 30 °C nimmt der Stahlquader deutlich mehr Energie als der Aluminiumquader auf.

Zu Aufgabe 9h):
Hilfe 1: Bei einer thermischen Solaranlage wird heißes Wasser vom Solarkollektor auf dem Dach in den Keller gepumpt. Dort erhitzt dieses Wasser einen Wassertank und kühlt sich dabei ab. Das kühle Wasser wird dann wieder zum Solarkollektor zurück gepumpt und dort wieder von der Sonne erhitzt. Somit entsteht ein Wasserkreislauf mit einer konstanten Wasserstromstärke. Die Entropie und Energie wird hierbei durch Konvektion mittransportiert.
Hilfe 2: Betrachte Tabelle 4.
Hilfe 3: Vergleiche die spezifische Wärmekapazität von Wasser und „Wasser mit Frostschutzmittel“. Vergleiche die Dichte von Wasser und „Wasser mit Frostschutzmittel“.
Hilfe 4: Lösung: Da die Dichte von Wasser und Frostschutzmittel beinahe gleich groß ist, wird bei einer konstanten Flüssigkeitsstromstärke (Liter pro Sekunde) ungefähr die gleiche Flüssigkeitsmasse pro Sekunde durch die Rohre gepumpt. Umso größer die Wärmekapazität, desto mehr Energie kann die strömende Flüssigkeit pro Kilogramm aufnehmen und durch Konvektion weitertransportieren. Da Wasser eine größere Wärmekapazität besitzt als Wasser mit Frostschutzmittel, könnte daher die Aussage: „Das Frostschutzmittel in einer thermischen Solaranlage verschlechtert den Wärmetransport“, richtig sein.

Zu Aufgabe 9i):
Hilfe 1: Welche Besonderheit hat eine „Insellage“?
Hilfe 2: Eine Insel ist von Wasser umgeben.
Hilfe 3: Betrachte Tabelle 4
Hilfe 4: Lösung: Im Sommer erwärmt sich das Meer durch die Sonneneinstrahlung. Da Wasser eine sehr große Wärmekapazität besitzt, speichert es sehr viel Energie und Entropie. Im Winter gibt das warme Meer diese Energie mit Entropie an die kalte Luft ab. Dadurch ist die Luft auf Mallorca immer vorgewärmt und daher nicht so kalt wie am Festland. Die Schlussfolgerung: „Die Insellage beschert Mallorca einen milden Winter“, kann also richtig sein.

Zu Aufgabe 9j):
Hilfe 1: Notiere was gegeben und was gesucht ist.
Hilfe 2: Gegeben: $m = 2,0$ kg; $P = 1200$ W; $\Delta T = 80\ °\text{C} - 20\ °\text{C} = 60$ K; $c = 4182\ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
Gesucht: t (Erwärmungszeit)
Hilfe 3: Wähle eine geeignete Formel aus, die einen Zusammenhang zwischen P und t liefert. Denke daran, dass die Leistung P nichts anderes ist als die Energiestromstärke. Falls dir keine passende Formel einfällt, nimm die Tabelle „Analogien: Strom-Antrieb-Widerstand“ zur Hilfe.
Hilfe 4: Die Formel $P = \frac{E}{t}$ liefert einen Zusammenhang zwischen P und t. Die Leistung $P = 1200$ W ist bekannt. Allerdings ist die Energiemenge E nicht bekannt. Mit welcher Formel könnte die Energiemenge E berechnet werden?
Hilfe 5: Die vom Wasserkocher abgegebene Energie E ist gleich der vom Wasser aufgenommenen Energie ΔE.
Hilfe 6: Folglich lässt sich E über die Formel $E = \Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$ berechnen.
Hilfe 7: Lösung: Gegeben: $m = 2,0$ kg; $P = 1200$ W; $\Delta T = 80\ °\text{C} - 20\ °\text{C} = 60$ K; $c = 4182\ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

Gesucht: t (Erwärmungszeit)

1. Schritt: Berechnung der bei der Erwärmung vom Wasser aufgenommenen Energie ΔE:

$$\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4182\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 2,0\ \text{kg} \cdot 60\ \text{K} = 502000\ \text{J}$$

   Da die vom Wasserkocher abgegebene Energie E gleich der vom Wasser aufgenommenen Energie ist, gilt: $E = \Delta E$.

2. Schritt: Berechnung der Erwärmungszeit t:
   Auflösen von $P = \frac{E}{t}$ nach t:

$$\begin{aligned} P &= \frac{E}{t} && | \cdot t \\ P \cdot t &= E && | : P \\ t &= \frac{E}{P} \end{aligned}$$

   Einsetzen der Werte:

$$t = \frac{E}{P} = \frac{502000\ \text{J}}{1200\ \text{W}} = 418\ \text{s}$$

   Die Erwärmung von 2,0 kg Wasser von 20 °C auf 80 °C dauert mit diesem Wasserkocher mindestens 418 s (ca. 7 Minuten).

   Warum dauert die Erhitzung des Wassers in der Realität länger?
   Der Wasserkocher und das Wasser geben während der Erhitzung einen Teil der Energie mit Entropie an die Umgebung ab und heizen damit die Raumluft. Daher dauert die Erhitzung des Wassers in der Realität länger.