

Entwicklung einer Klassenarbeit

In diesem Abschnitt erfolgt die Vorstellung einer eigens entwickelten Klassenarbeit über 45 Minuten. Die einzelnen Aufgaben werden den Kompetenz- und Anforderungsbereichen zugeordnet. Zudem wird das Erwartungsbild vorgestellt.

.....

Name, Klasse

.....

Datum

2. Klassenarbeit Physik

Thema: Wärme und Wärmeübertragung

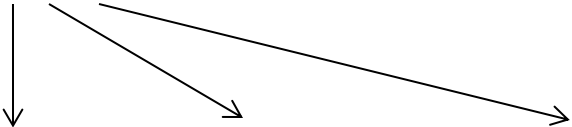
1. Bestimme die Korrektheit der Aussagen und korrigiere gegebenenfalls. (12)

Aussage	Wahr	Falsch	Korrektur
Der absolute Nullpunkt liegt bei -273°C bzw. 0 K .			
Wärme kann auch von kalten Körpern auf warme Körper übergehen.			
Das Formelzeichen der Wärme ist „ W “.			
Wärme kann von Festkörper auf Gase übertragen werden.			
Luft ist ein guter Wärmeleiter.			
Die thermische Leistung gibt an, wie viel Wärme pro Zeit übertragen wird.			
Dass Wasser eine hohe spezifische Wärmekapazität hat, bedeutet, dass wenig Energie benötigt wird, um es zu erwärmen.			
Ein hoher Wirkungsgrad heißt, dass von der zugeführten Wärme ein hoher Anteil genutzt wird.			

2. Bestimme die Temperaturangaben in der jeweils anderen Einheit. (6)

T in K	0		300			373
ϑ in °C		0		-10	36	

3. Es gibt 3 Arten der Wärmeübertragung. Charakterisiere sie, indem du die Tabelle füllst. (9)



Art der Wärmeübertragung?	Wärmeleitung		
Übertragungsmedium notwendig?			
Findet Stoffbewegung statt?		ja	
Beispiel?			<u>neben</u> dem Lagerfeuer sitzen

4. Beobachte das vom Lehrer gezeigte Experiment zur Fragestellung: (13)

Welchen Wirkungsgrad hat der Wasserkocher?

1 Liter Wasser wird mit dem Wasserkocher bis zum Sieden gebracht. Die Anfangstemperatur beträgt 20°C. Der Wasserkocher hat eine Leistung von 3000 W.

Notiere aus der Aufgabenstellung und der Beobachtung:

- a) die Masse des Wassers: m in kg
- b) die Dauer zum Erwärmen: t in s
- c) den Temperaturunterschied zur Anfangstemperatur: ΔT in K
- d) die Leistung des Wasserkochers: P in W
- e) die spezifische Wärmekapazität von Wasser c in $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ (Tafelwerk)

Werte das Experiment aus:

- f) Berechne die vom Wasserkocher zugeführte Wärme Q_{zu} in J . Nutze dafür den Merksatz **Leistung des Wasserkochers** = $\frac{\text{zugeführte Wärme}}{\text{Dauer zum Erwärmen}}$. Schreibe den Merksatz in Symbolschreibweise auf und stelle die Gleichung nach Q_{zu} um.
- g) Berechne die vom Wasser genutzte Wärme Q_{nutz} in J . Nimm dafür die **Grundgleichung der Wärmelehre**. Du brauchst dafür die Größen aus a), c) und e).
- h) Berechne den Wirkungsgrad η des Wasserkochers.
- i) Beurteile den Wirkungsgrad!

Die Klassenarbeit (KA) richtet sich an Realschüler der Klasse 8. Sie soll die wichtigsten Punkte der Wärmelehre bis zur Grundgleichung der Wärmelehre abdecken.

Die Punkteverteilung soll so geschehen, dass mit dem korrekten Lösen der Aufgaben aus den AB I und II die Note 3 erreicht werden kann. Sie machen zusammen etwa 70% der Note aus. AB III fließt zu ca. 30% in die Klassenarbeitsnote ein.

In dieser KA ergeben die AB I und II aus den Aufgaben 1 bis 3 insgesamt 27 Punkte; die experimentelle Aufgabe 4 gibt 13 Punkte. Insgesamt können somit 40 Punkte erreicht werden. AB I und II sind zu 67,5% vorhanden, AB III macht 32,5% aus.

Für die Aufgaben 1 bis 3 sind ca. 25 min. Bearbeitungszeit vorgesehen (8+10+7 min.). Für die Beobachtung und Auswertung in Aufgabe 4 sind 20 min. angesetzt. Den SuS wird eine exklusive Einlesezeit gewährt. Vor allem für die experimentelle Aufgabe muss eine Zeit zum Einlesen und Verstehen gewährt werden. Ebenfalls exklusive sollte die Zeit zum Erwärmen des Wassers in Aufgabe 4 sein.

Möglicherweise ist es sinnvoll, gemeinsam mit Aufgabe 4 zu beginnen, damit anschließend alle SuS in ihrer eigenen Arbeitsgeschwindigkeit mit den Aufgaben 1 bis 3 fortfahren können.

Didaktische Rekonstruktion und Erwartungsbilder der einzelnen Aufgaben

1. Bestimme die Korrektheit der Aussagen und korrigiere gegebenenfalls. (12)

Aussage	Wahr	Falsch	Korrektur
Der absolute Nullpunkt liegt bei -273°C bzw. 0 K .	X		
Wärme kann auch von kalten Körpern auf warme Körper übergehen.		X	nur von Warm zu Kalt
Das Formelzeichen der Wärme ist „ W “.		X	Q
Wärme kann von Festkörper auf Gase übertragen werden.	X		
Luft ist ein guter Wärmeleiter.		X	schlechter Wärmeleiter
Die thermische Leistung gibt an, wie viel Wärme pro Zeit übertragen wird.	X		
Dass Wasser eine hohe spezifische Wärmekapazität hat, bedeutet, dass wenig Energie benötigt wird, um es zu erwärmen.		X	es wird viel Energie benötigt, um Wasser zu erwärmen
Ein hoher Wirkungsgrad bedeutet, dass von der zugeführten Wärme ein hoher Anteil genutzt wird.	X		

Die ersten sechs Aussagen sind im AB I einzuordnen: Fachwissen wiedergeben. Die letzten beiden Aussagen unterliegen bereits der Deutung von physikalischen Sachverhalten. Eine hohe spezifische Wärmekapazität eines Stoffes bedeutet, dass viel Energie zum Erwärmen benötigt wird. Die kann man auch aus der Grundgleichung der Wärmelehre ablesen ($Q = c m \Delta T$); es muss viel Wärme hinzugefügt (also eine Erhöhung der thermischen Energie durchgeführt) werden. Zudem wird die „Frage“ nach der Bedeutung des Wirkungsgrades gestellt. Ein hoher Wirkungsgrad meint die hohe Nutzung der zugeführten Energie für die Prozesse in Maschinen. Aus diesem Grund gehört dies unter „Wissen anwenden, AB II“ kategorisiert.

Die gesamte Aufgabenstellung in der Form der „Wahr-Oder-Falsch“-Auswahl fordert von den SuS, dass sie auf bereits bestehende Aussagen sachgerecht eingehen, bzw. ggf. korrigieren. Dies ist einzuordnen in den Kompetenzbereich Kommunikation, AB II. Für die korrekt gesetzten Kreuze kann die Schülerin oder der Schüler je einen

Punkt erreichen. Korrigiert er die Aussage sachgerecht und richtig, so erhält er oder sie noch einmal je einen Punkt. Insgesamt sind demnach 12 Punkte zu erreichen.

2. Bestimme die Temperaturangaben in der jeweils anderen Einheit. (6)

T in K	0	273	300	263	309	373
ϑ in °C	-273	0	27	-10	36	100

Hier wird von den SuS erwartet, dass sie die erlernten Fachmethoden nutzen, indem sie die Temperatur zwischen ihren Einheiten umrechnen (AB II). Sie kennen die Umrechnung und haben sie zuvor ausgiebig trainiert:

$$\text{Temperatur in } ^\circ\text{C} \xrightarrow{+273} \text{Temperatur in K}$$

$$\text{Temperatur in K} \xrightarrow{-273} \text{Temperatur in } ^\circ\text{C}$$

Auf jedes korrekte Ergebnis erhalten die SuS einen Punkt. Ein Rechenweg wird nicht verlangt; dies ist aus dem Operator „Bestimme...“ erkennbar.

3. Es gibt 3 Arten der Wärmeübertragung. Charakterisiere sie, indem du die Tabelle füllst. (9)

Art der Wärmeübertragung?	Wärmeleitung	Wärmeströmung	Wärmestrahlung
Übertragungsmedium notwendig?	ja	ja	nein
Findet Stoffbewegung statt?	nein	ja	nein
Beispiel?	z.B. heißer Teelöffel	z.B. Heizungsrohr	<u>neben</u> dem Lagerfeuer sitzen

Da zu jeder Art der Wärmeübertragung nur ein Stichwort gegeben ist, müssen die SuS ihr Wissen verknüpfen und transferieren. Die Vorgehensweise könnte sein, zunächst die gefragten Eigenschaften der Wärmeleitung zu ergänzen (Wissen wiedergeben, AB I). Anschließend könnten sie anhand des Beispiels „Neben dem Lagerfeuer sitzen“ auf die Anwendung ihres Wissens vertrauen: dies kann

ausschließlich durch Wärmestrahlung erfolgen (es sei denn, der Wind weht mit entsprechender Stärke und Richtung vom Feuer zum Camper). Den Schwierigkeitsgrad verringern könnte man mit dem Beispiel „Sonne“ anstatt Lagerfeuer.

Das Ausschlussverfahren lässt auf die dritte fehlende Art schließen, die Wärmeströmung. Alle weiteren Eintragungen sind einfaches Wiedergeben von Fachwissen.

4. Beobachte das vom Lehrer gezeigte Experiment zur Fragestellung: (13)

Welchen Wirkungsgrad hat der Wasserkocher?

1 Liter Wasser wird mit dem Wasserkocher bis zum Sieden gebracht. Die Anfangstemperatur beträgt 20°C . Der Wasserkocher hat eine Leistung von 3000 W .

Notiere aus der Aufgabenstellung und der Beobachtung:

- die Masse des Wassers: m in kg (Ermittle die Masse aus dem angegebenen Volumen.)
- die Dauer zum Erwärmen: t in s
- den Temperaturunterschied zur Anfangstemperatur: ΔT in K
- die Leistung des Wasserkochers: P in W
- die spezifische Wärmekapazität von Wasser c in $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ (Tafelwerk)

Werte das Experiment aus:

- Berechne die vom Wasserkocher zugeführte Wärme Q_{zu} in J . Nutze dafür den Merksatz **Leistung des Wasserkochers** = $\frac{\text{zugeführte Wärme}}{\text{Dauer zum Erwärmen}}$. Schreibe den Merksatz in Symbolschreibweise auf und stelle die Gleichung nach Q_{zu} um.
- Berechne die vom Wasser genutzte Wärme Q_{nutz} in J . Nimm dafür die **Grundgleichung der Wärmelehre**. Du brauchst dafür die Größen aus a), c) und e).
- Berechne den Wirkungsgrad η des Wasserkochers.
- Beurteile den Wirkungsgrad!

Erwartungsbild: (Teilaufgabe, korrekte Antwort, Punktzahl, AB)

a) 1 Liter Wasser entspricht ungefähr 1,0 kg Masse. (1) (III)

b) Die Dauer beträgt 2 min 7 s, demnach 127 s. (1) (II)

c) $\Delta T = 100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 80\text{K}$ (Wichtig: Einheit Kelvin!) (1) (II)

Die SuS wissen, dass der Siedepunkt von Wasser bei ca. 100°C liegt.

d) $P = 3000\text{ W}$ (1) (I)

e) $c = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ (1) (II)

f) Aus dem Merksatz ergibt sich die Formel $P = \frac{Q_{zu}}{t}$ (1) (II)

Umstellen auf $Q_{zu} = P \cdot t$ (1) (II)

Einsetzen $Q_{zu} = 3000 \text{ W} \cdot 127 \text{ s} = 381.000 \text{ J} = 381 \text{ kJ}$ (1) (III)

g) Die Grundgleichung der Wärmelehre lautet $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ (1) (II)

Vom Wasser genutzte Wärme berechnen, einsetzen:

$Q_{nutz} = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 80\text{K} = 335,2 \text{ kJ}$ (1) (III)

h) $\eta = \frac{Q_{nutz}}{Q_{zu}} = \frac{335,2 \text{ kJ}}{381 \text{ kJ}} = 0,88$ (1) (II)

i) 88% entsprechen einem relativen hohen Wirkungsgrad. (1) (III)

Obwohl man die einzelnen Teilaufgaben in unterschiedliche Niveaus einordnen kann, möchte ich diesen gesamten Aufgabenkomplex in AB III einordnen. Aus den Kompetenzbereichen werden Fachwissen, Erkenntnisgewinnung sowie Bewertung gefordert. Sie wenden Ihr Wissen auf unbekannte Kontexte an, indem sie den Wirkungsgrad eines Wasserkochers berechnen. Weiterhin sollen Sie ihre beobachteten Größen mathematisieren und zielgerichtet einsetzen, indem sie die Größen Volumen (auf Masse anwenden), Dauer und Temperaturunterschied aufschreiben und kontextbezogen in geeignete Formeln einsetzen. Zu guter Letzt beurteilen die SuS die Bedeutung physikalischer Kenntnisse, indem sie dem errechneten Wirkungsgrad ein Urteil geben und ihn bewerten sollen. Trotz meiner umfangreichen Differenzierungshilfen zur Auswertung sind die Aufgaben dem Niveau gerecht. Ein Weglassen dieser würde einen höheren Schwierigkeitsgrad und noch mehr Zeit abverlangen, was im geplanten Rahmen unzulässig ist.

Zu beachten bei einer solchen Aufgabe ist, dass das Experiment für alle SuS gut sichtbar ist und sie die Möglichkeit haben, Notizen zu machen, während sie dem Experiment folgen. Eventuell sind zusätzliche mündliche Anweisungen sinnvoll. Der experimentelle Aufbau des Lehrers besteht aus dem Wasserkocher sowie einer großen Demonstrations-Stoppuhr. Die Anfangstemperatur von 20°C kann von einem Schüler mit einem Thermometer im Wasser verifiziert werden.

