



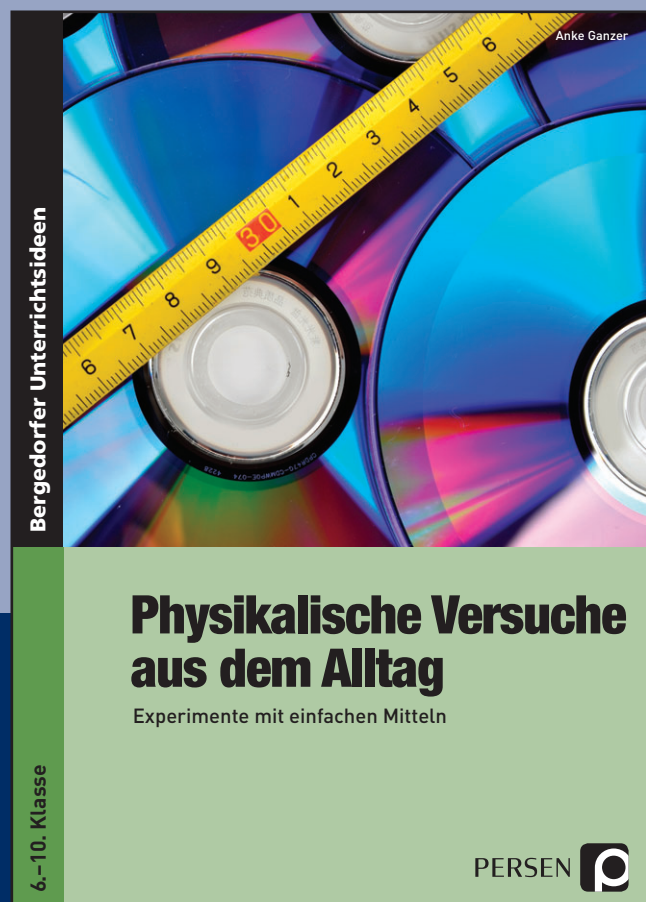
DOWNLOAD

Anke Ganzer

Wärmeübertragungen

3 Experimente mit einfachen Mitteln

Downloadauszug
aus dem Originaltitel:



Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werkes ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den **Einsatz im eigenen Unterricht** zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, **nicht jedoch für** einen schulweiten Einsatz und Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte (einschließlich aber nicht beschränkt auf Kollegen), für die Veröffentlichung im Internet oder in (Schul-)Intranets oder einen weiteren kommerziellen Gebrauch.

Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.

Verstöße gegen diese Lizenzbedingungen werden strafrechtlich verfolgt.

Download
zur Ansicht

Versuch 13: Eine coole Sache

Dieser Versuch verbindet das Wissen über Wärmeübertragungen mit der Entwicklung grundlegender Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung: das Messen der Zeit, das Ablesen der Temperatur, das Erfassen der Messwerte in einer geeigneten Tabelle, die Darstellung der Messwerte in einem Diagramm und deren Auswertung.

In dem Probeexperiment war das Gefäß mit dem kalten Wasser viel größer als das Gefäß mit dem warmen Wasser. Deshalb kühlte sich das heiße Wasser mehr ab, als sich das kalte Wasser erwärmte. Die Größe der Messgefäße ist deshalb zu berücksichtigen.

An dieser Stelle könnte man das Experiment erweitern und noch zwei weitere Versuche durchführen. In einem Experiment könnten die Wassermengen gleich sein und in dem anderen könnte es mehr warmes Wasser als kaltes Wasser sein.

Versuch 14: Wie viel Wärme nimmt Öl auf?

In diesem Versuch wird mithilfe von Wärmeübertragungen eine Stoffkonstante ermittelt – die spezifische Wärmekapazität. Er ordnet sich so in das Thema „Wärmeübertragungen“ ein und kann im Anschluss an Versuch 13 durchgeführt werden, da die grundlegende Vorgehensweise beim Messen von Temperatur und Zeit bereits geübt wurde.

Um bei diesem Versuch ein gutes Ergebnis zu erzielen, muss man sehr genau arbeiten. Empfehlenswert ist deshalb, die abgegebene Wärme der Heizplatte selbst zu bestimmen. Dafür erwärmt man eine bestimmte Masse (z. B. 0,3 kg) eines Stoffes mit bekannter spezifischer Wärmekapazität (z. B. Wasser) und misst die Temperaturdifferenzen pro Minute. Anschließend kann man die abgegebene Wärme der Heizplatte berechnen und den Mittelwert bilden. Auf diese Weise wurde in dem Probeexperiment für die verwendete Heizplatte eine abgegebene Wärme von 1,57 kJ pro Minute ermittelt. Für die Heizplatte können auch regulierbare Kochfelder eines Elektroherdes zu Hause oder einer Schulküche verwendet werden. In jedem Fall sollte man die Heizplatte vorheizen und eine niedrige Einstellung auswählen.

In diesem Versuch treten auch viele Messfehler auf. Es werden zum Beispiel die Wärmeaufnahme des Topfes und des Rührlöffels, sowie die Wärmeverluste an die Umgebung vernachlässigt. Bei der Berechnung wurde für die Masse des Öls 0,2 kg verwendet, was ebenfalls nicht ganz korrekt ist. Wenn dies mit Schülern diskutiert werden sollte, kann deutlich werden, wie viele Experimente von Physikern nötig waren, um Tabellen mit den Stoffeigenschaften (spezifische Wärmekapazität, Dichte, Schmelztemperatur, Schmelzwärme...) anzufertigen.

Versuch 15: „Watt“ leistet die Sonne?

Ziel dieses Versuches ist es, die abgegebene Energie der Sonne auf einer bestimmten Fläche und in einer bestimmten Zeit – die Solarkonstante – experimentell zu bestimmen. Er verbindet die aktuelle Diskussion zur Nutzung der erneuerbaren Energie mit verschiedenen Unterrichtsinhalten: Die Durchführung des Versuchs bietet sich während der Behandlung der Themen „Wärmeübertragungen“, „Energie“ oder „Leistung“ im Unterricht an. Er ist mit Schülern durchführbar, da sowohl das Vorgehen in kleinen genau beschriebenen Schritten als auch alle benötigten physikalischen Gleichungen vorgegeben sind.

Das Besondere an diesem Versuch ist, dass mit einfachen Mitteln ein Wert bestimmt wird, der im Alltag bei der Nutzung der Sonnenenergie eine große Bedeutung hat. Die gewonnenen Ergebnisse können im Unterricht auch als Grundlage für eine Diskussion über erneuerbare Energien genutzt werden. Weiterhin kann die Größe des Wertes ausgewertet werden, indem beispielsweise berechnet wird, welche Fläche für die Erwärmung des Wassers für einmal duschen erforderlich wäre. So wird der Wert vorstellbarer und verständlicher.

Bei der Durchführung des Versuches sollten folgende Hinweise beachtet werden:

- Empfehlenswert ist ein Erlenmeyerkolben mit einer großen Bodenfläche und wenig Wasser.
- Die Temperatur des Wassers im Erlenmeyerkolbens und der Umgebung (draußen oder Klassenzimmer) sollten nahezu übereinstimmen.
- In dem Erlenmeyerkolben darf keine Luft enthalten sein.
- Die Bodenfläche des Kolbens sollte senkrecht zur Sonne ausgerichtet werden. Dies lässt sich leicht mit dem Schatten des Versuchsaufbaus auf einem weißen Blatt Papier überprüfen. Die Schattenfläche ist dann genau ein Kreis.
- Durch die Bewegung der Erde um die Sonne ist die Ausrichtung des Kolbens während der Versuchsdurchführung stets zu korrigieren.
- Häufig ist es genau in dem Moment bewölkt, wenn der Versuch durchgeführt werden soll. Alternativ zur Sonne kann beispielsweise eine Rotlichtlampe, die Lampe eines Overheadprojektors oder eine andere geeignete Lampe verwendet werden.

In diesem Versuch treten verschiedene weitere Wärmeübertragungen auf. Darauf und auf weitere Messfehler kann man bei der Fehlerbetrachtung eingehen.

Download
zur Ansicht

Geräte und Materialien

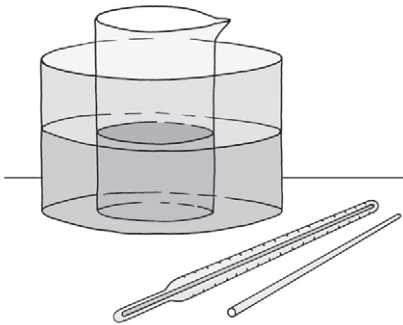
- 1 großes Gefäß
- 1 Messbecher
- 1 Thermometer
- 1 Rührer

Theoretische Grundlagen

Wir unterscheiden drei Arten von Wärmeübertragungen: Wärmeleitung in festen Körpern, Wärmeströmung in Flüssigkeiten und Gasen und Wärmestrahlung in der Luft oder im Vakuum. Alle Wärmeübertragungen haben gemeinsam, dass stets Wärme von einem heißeren Körper auf einen kälteren übertragen wird.

Aufgabe: Untersuche die Wärmeübertragung zwischen warmem und kaltem Wasser.

Experimentieranordnung



Hinweise

Vorsicht! Es besteht Verbrühungsgefahr.
Um unerwünschte Wärmeübertragungen zu verringern, kannst du das äußere Gefäß isolieren.

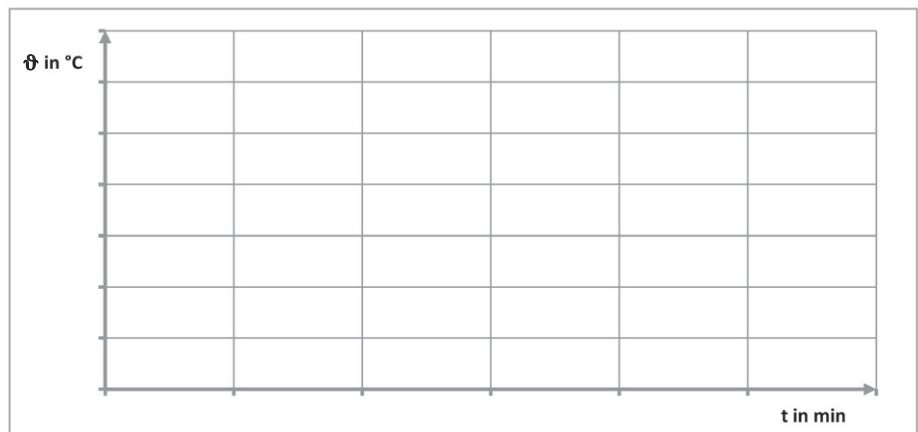
Durchführung und Messwerte

1. Fülle ein Messbecher mit 200 ml heißem Wasser. Bereite ein größeres Gefäß mit kaltem Wasser vor. Achte darauf, es so zu füllen, dass du den Messbecher noch hineinstellen kannst.
2. Miss die Temperaturen beider Wassermengen, trage sie in die Tabelle zur Zeit $t = 0$ min ein.
3. Stelle nun beide Gefäße ineinander und miss in Abständen von einer Minute die Temperatur beider Wassermengen. Trage die Werte in die Tabelle ein. Beende die Messungen, wenn die Temperaturänderung sehr gering wird.

t in min	0	1	2	3	4	5
ϑ_h in °C						
ϑ_k in °C						

Auswertung

- ① Stelle die Werte in einem ϑ -t-Diagramm grafisch dar. Benutze für die beiden Flüssigkeiten verschiedene Farben.



- ② Beschreibe in Worten, wie sich die Temperatur der beiden Flüssigkeiten ändert und schlussfolgernd auf die Wärmeübertragungen. Vergleiche dabei die abgegebene und aufgenommene Wärmemenge.

- ③ In einem Magazin für junge Mütter ist folgender Artikel erschienen.

In Sekundenschnelle das wohlt temperierte Fläschchen

Alle jungen Muttis kennen die Situation: Das Baby schreit, es hat Hunger. Das Wasser für die Milch muss jedoch erst abgekocht werden und ist dann zu heiß. Abhilfe bringt nun der schnelle Fläschchenkühler. Er ist gefüllt mit kaltem Wasser aus dem Kühlschrank und das abgekochte heiße Wasser lässt man einfach durch die Spiralleitung im Inneren des Abkühlers von oben nach unten durchlaufen. Innerhalb weniger Sekunden hat das Wasser für das Fläschchen die richtige Temperatur und das Baby ist zufrieden.



Beschreibe in deinem Heft die Funktionsweise des Fläschchenkühlers und gehe dabei auf die Wärmeübertragungen ein.

Welchen Vorteil bietet die Verwendung eines spiralförmigen Rohres im Inneren? Kreuze wahre Aussagen an:

- Die Oberfläche der Wärmeübertragung wird dadurch vergrößert.
- Die Durchlaufzeit wird verlängert.
- Das heiße Wasser läuft problemlos durch die günstige Neigung der Spirale .
- Durch das Hindurchlaufen des Wassers wird das Wasser ständig gemischt und dadurch mehr Wärme übertragen.
- Durch die Isolierung des Rohres wird das Wasser nicht ganz kalt.

Warum sollte der Fläschchenkühler nach Benutzung wieder in den Kühlschrank gestellt werden?

- ④ Recherchiere selbstständig weitere Beispiele, in denen Geräte mit Wasser gekühlt werden.

Fehlerbetrachtung: Gib an, welche Messfehler aufgetreten sein könnten.

Geräte und Materialien

- 1 Messbecher
- 1 Heizplatte
- 1 Thermometer
- 1 Rührer
- 1 Stoppuhr
- 200 g Öl

Theoretische Grundlagen

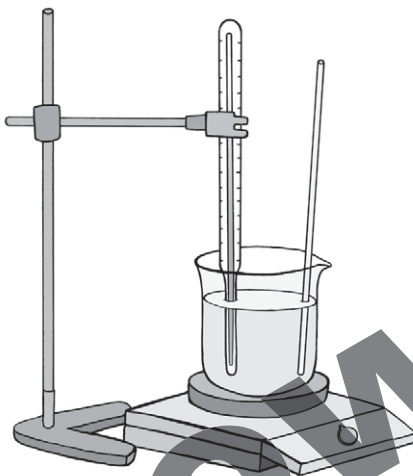
Die spezifische Wärmekapazität ist eine Eigenschaft der Stoffe. Sie gibt an, wie viel Wärme 1 kg des Stoffes beim Erwärmen bzw. beim Abkühlen um 1 K aufnimmt bzw.

abgibt. Die Einheit ist $1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

Wasser hat eine sehr hohe spezifische Wärmekapazität.

Aufgabe: Bestimme die spezifische Wärmekapazität von Öl.

Experimentieranordnung



Hinweise

Berechne die Temperaturdifferenz immer zur Ausgangstemperatur. Du kannst vor diesem Experiment die von der Heizplatte in einer Minute abgegebene Wärme ermitteln. Führe dann das Experiment mehrmals durch und berechne den Mittelwert.

Durchführung und Messwerte

1. Baue die Geräte nach der Experimentieranordnung auf.
2. Fülle in ein Messbecher 200 g Öl. Miss die Temperatur des Öls und trage sie in die Tabelle bei $t = 0$ s ein.
3. Schalte nun die Heizplatte ein, warte noch ca. eine Minute und stelle nun den Messbecher darauf.
4. Miss alle 60 s die Temperatur des Öls, höchstens bis ca. 80 °C. Trage die Werte in die Tabelle ein.

Zeit t in min	ϑ in °C	ΔT in K	Q in kJ der Heizplatte	c in $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Geräte und Materialien

- 1 Erlenmeyerkolben oder vergleichbares verschließbares Glasgefäß
- Stopfen mit Loch
- Stativ und Muffe
- 1 Thermometer
- schwarze Temprafarbe
- Waage
- Wasser
- Sonne

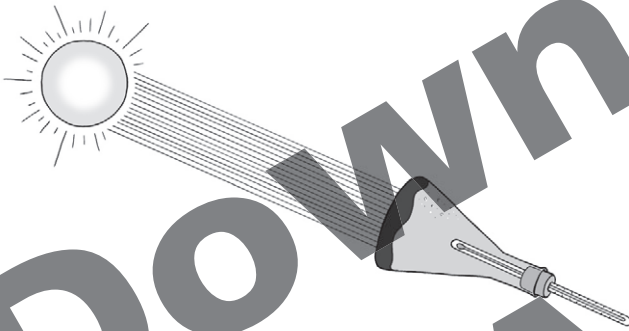
Theoretische Grundlagen

Die Solarkonstante S beschreibt die Intensität der Sonneneinstrahlung auf eine Fläche senkrecht zur Einstrahlung. Sie ist ein langjährig ermittelter Mittelwert für den mittleren Abstand der Erde zur Sonne, wobei der Einfluss der Atmosphäre unberücksichtigt bleibt.

Er wird mit $1370 \frac{W}{m^2}$ angegeben.

Aufgabe: Bestimme die Solarkonstante in deinem Wohnort an einem sonnigen Tag.

Experimentieranordnung



Hinweis

Der Erlenmeyerkolben sollte möglichst senkrecht zur Sonneneinstrahlung ausgerichtet werden.

Formelsammlung:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T; \quad \Delta T = |\vartheta_A - \vartheta_E|;$$

$$A = \pi \cdot r^2;$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t}; \quad S = \frac{P}{A}$$

Durchführung und Messwerte

1. Miss den Durchmesser der Bodenfläche des Erlenmeyerkolbens. Notiere deinen Messwert.
2. Bedecke den Boden des Kolbens von außen mit schwarzer Temprafarbe und lass ihn trocknen.
3. Fülle den Kolben vollständig mit Wasser.
4. Stecke das Thermometer durch den Stopfen und den Stopfen in den Erlenmeyerkolben.
5. Lies die Anfangstemperatur ab und notiere sie.
6. Befestige den Kolben mithilfe der Muffe so am Stativ, dass die Bodenfläche schräg aufgerichtet ist und zur Sonne zeigt.
7. Beginne mit der Zeitmessung und notiere nach 10 Minuten die Endtemperatur.
8. Baue den Kolben ab und miss die Masse des Wassers.

Durchmesser des Kolbens: $d =$ _____ $r =$ _____

Anfangstemperatur: $\vartheta_A =$ _____ °C Endtemperatur: $\vartheta_E =$ _____ °C

Temperaturdifferenz: $\Delta T =$ _____ K

Masse des Wassers: $m =$ _____ kg Zeit: $t = 10 \text{ min} =$ _____ s

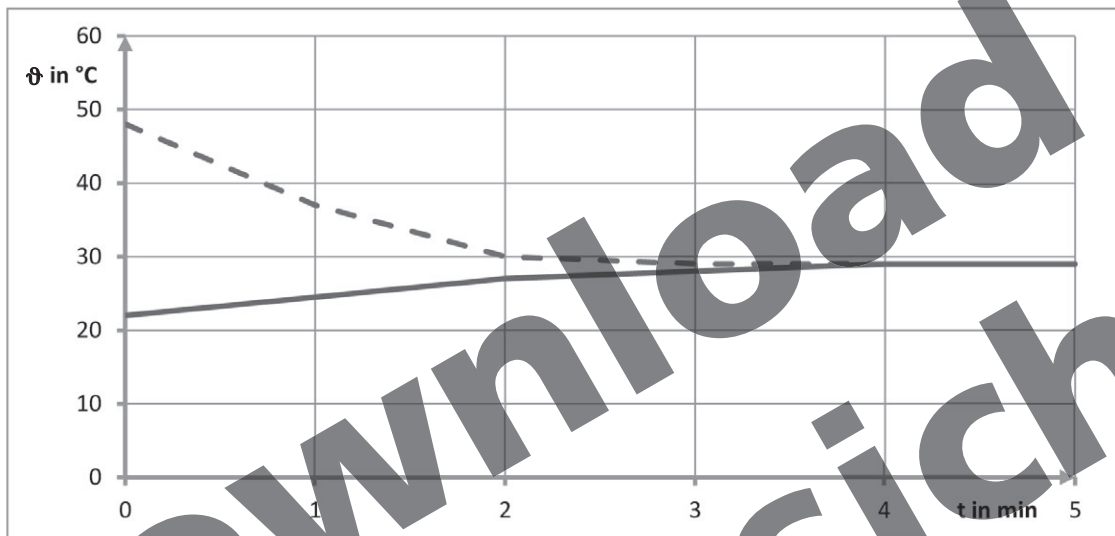
Durchführung und Messwerte

Messwerte:

t in min	0	1	2	3	4	5
ϑ_h in °C	48	37	30	29	29	29
ϑ_k in °C	22	24,5	27	28	29	29

Auswertung

- ① - - - Temperatur des heißen Wassers; ——— Temperatur des kalten Wassers



- ② Die Temperatur der heißen Flüssigkeit sinkt, die der kalten Flüssigkeit steigt. Die Temperaturdifferenz der heißen Flüssigkeit ist größer als die Temperaturdifferenz der kalten Flüssigkeit. Die heiße Flüssigkeit hat an die kalte Flüssigkeit Wärme abgegeben, die kalte Flüssigkeit hat Wärme aufgenommen. Werden Wärmeübertragungen an die Umgebung und an das Gefäß vernachlässigt, sind abgegebene und aufgenommene Wärmemenge gleich groß. Nach längerer Zeit haben beide Flüssigkeiten die gleiche Temperatur.

- ③ Funktionsweise des Fläschchenkühlers:

Füllt man das abgekochte heiße Wasser in den Fläschchenkühler, so fließt es durch ein spiralförmig gebogenes Rohr. Die Spirale ist von kaltem Wasser umgeben. Die Wärme des heißen Wassers wird auf das Material des Rohres und von dort auf das kalte Wasser durch Wärmeleitung übertragen. Das heiße Wasser kühlt sich ab. Durch unterschiedliche Befüllung des Fläschchenkühlers mit kaltem Wasser ist die Spiralleitung mal mehr oder weniger von kaltem Wasser umgeben. Folglich ist die Wärmeübertragung und somit die Abkühlung des heißen Wassers mal höher oder niedriger.

Richtige Antworten:

- Die Oberfläche der Wärmeübertragung wird dadurch vergrößert.
- Die Durchlaufzeit wird verlängert.
- Durch das Hindurchlaufen des Wassers wird das Wasser ständig gemischt und dadurch mehr Wärme übertragen.

Nach der Benutzung sollte man den Fläschchenkühler wieder in den Kühlschrank stellen, damit sich das erwärmte Wasser wieder abkühlt und bei erneuter Benutzung wieder die Wärme des heißen Wasser aufnehmen kann.

- ④ Motorkühlungen in Autos und LKWs; in Kraftwerken kühlt das Wasser des Sekundärkreislaufes den Dampf aus der Turbine.

Fehlerbetrachtung:

- Wärmeübertragungen auf das Gefäß, an die Umgebung und die Unterlage bleiben unberücksichtigt.
- Ablesefehler an der Thermometerskala
- Der Temperaturunterschied zwischen heißem und kaltem Wasser ist zu klein.
- Wassermengen beider Gefäße sind sehr unterschiedlich groß

Auswertung

① und ②

Messwerte:

Hier wurde die im Probeexperiment ermittelte abgegebene Wärme einer Heizplatte verwendet. $1,57 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$

Zeit t in min	ϑ in °C	ΔT in K	Q in kJ der Heizplatte	c in $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
0	27			
1	31	4	1,57	1,96
2	37	10	3,14	1,57
3	40	13	4,71	1,81
4	43	16	6,28	1,96
5	45	18	7,85	2,18
6	47	20	9,41	2,36
7	50	23	10,98	2,39
8	53	26	12,55	2,42

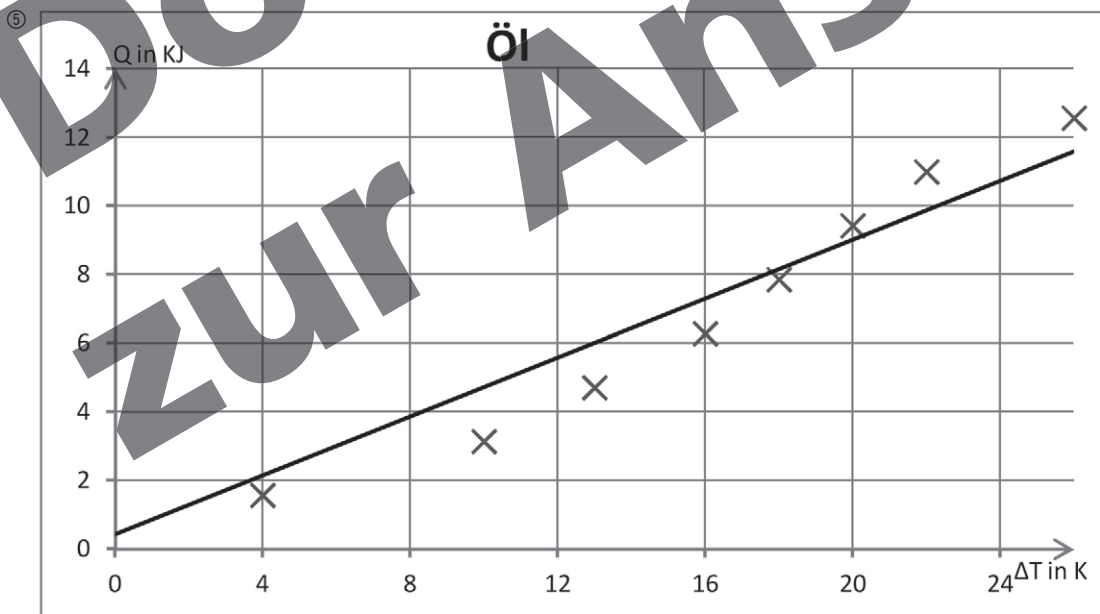
$$\textcircled{3} \quad c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

④ Mittelwert der spezifischen Wärmekapazität des Öls:

$$c = \frac{(1,96 + 1,57 + 1,81 + 1,96 + 2,18 + 2,36 + 2,39 + 2,42)}{8}$$

$$c = 2,08 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Um 1 Kilogramm Öl um 1 Kelvin zu erwärmen, ist eine Wärme von 2,08 kJ notwendig.



⑥ Im Diagramm ist eine ansteigende Kurve erkennbar. Die Wärme und die Temperaturdifferenz sind zueinander proportional.

⑦ Überprüfung der Proportionalität mit der Quotientengleichheit: $\frac{Q}{\Delta T} = \text{konstant}$

$$\frac{1,57}{4} = 0,393 \quad \frac{6,28}{16} = 0,393$$

$$\frac{10,99}{23} = 0,478$$

Fehlerbetrachtung:

- Wärmeübertragungen an den Topf, den Rührlöffel und an die Umgebung bleiben unberücksichtigt.
- Heizplatte ist zu hoch eingestellt
- Ablesefehler der Thermometerskala und der Zeit
- Masse des Öls ist ungenau. (Annahme, dass 200 ml Öl 200 g wiegen)
- Bei der Bestimmung der abgegebenen Wärme der Heizplatte entstehen Fehler, die dann in die weiteren Messergebnisse mit einfließen.

Versuch 15 : „Watt“ leistet die Sonne?

Seite 7

Durchführung und Messwerte

Messwerte:

Durchmesser des Kolbens: $d = 6 \text{ cm}$; $r = 3 \text{ cm}$ Anfangstemperatur: $\vartheta_A = 21,1 \text{ }^\circ\text{C}$; Endtemperatur: $\vartheta_E = 24,7 \text{ }^\circ\text{C}$; Temperaturdifferenz: $\Delta T = 3,6 \text{ K}$ Masse des Wassers: $m = 0,1 \text{ kg}$; Zeit: $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$ **Auswertung**

$$\textcircled{1} Q = m \cdot c \cdot \Delta T; \quad Q = 0,1 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 3,6 \text{ K}; \quad Q = 1,5084 \text{ kJ}$$

$$\textcircled{2} P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t}; \quad P = \frac{1,5084 \text{ kJ}}{600 \text{ s}}; \quad P = 2,514 \text{ W}$$

$$\textcircled{3} A = \pi \cdot r^2; \quad A = \pi \cdot 3^2 \text{ cm}^2; \quad A = 28,3 \text{ cm}^2 = 0,0028 \text{ m}^2$$

$$\textcircled{4} S = \frac{P}{A}; \quad S = \frac{2,514 \text{ W}}{0,0028 \text{ m}^2}; \quad S = 897,86 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 0,898 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$\textcircled{5}$ Die im Experiment ermittelte Größe für die Solarkonstante ist kleiner als der langjährig ermittelte Mittelwert. Auf den niedrigeren Wert im Experiment haben die Atmosphäre und verschiedene Messfehler Einfluss. Der experimentell ermittelte Messwert gibt an, dass die Sonne pro Quadratmeter auf der Erde in jeder Sekunde eine Energie von 898 kJ abgibt.

$\textcircled{6}$ Im Experiment möchte man die von der Sonne abgegebene Energie pro Fläche in einer bestimmten Zeit ermitteln. Die schwarzgefärbte Fläche absorbiert die Energie besser als eine helle Fläche, sodass die Genauigkeit des Messwertes erhöht wird.

 $\textcircled{7}$ Pro-Argumente

Fossile Brennstoffe geben an die Umwelt Kohlendioxid ab.

Auf der Erde kommt Silizium sehr häufig vor.

Die Übertragungswege sind bei der Versorgung der Haushalte mit Solarenergie sehr kurz.

Contra-Argumente

Ohne Kohle- und Kernkraftwerke steht zu wenig Energie zur Verfügung.

Für eine kontinuierliche Versorgung mit Solarenergie ist eine effektive Speichertechnologie erforderlich.

Für die Herstellung von Solarzellen wird viel Energie benötigt.

Eigene Meinung: Individuelle Antworten

Fehlerbetrachtung:

- Die schwarz gefärbte Bodenfläche des Kolbens ist nicht vollständig getrocknet.
- Der Kolben ist nicht exakt senkrecht zur Sonne ausgerichtet.
- Im Erlenmeyerkolben befindet sich Luft.
- Wasser- und Umgebungstemperatur stimmen nicht genau überein
- Die Masse des Wassers wird ungenau abgemessen.
- Ablesefehler der Thermometerskala und der Zeit



PERSEN Alles für ein leichteres Lehrerleben!

Weitere Downloads, E-Books und Print-Titel des umfangreichen Persen-Verlagsprogramms finden Sie unter www.persen.de

Hat Ihnen dieser Download gefallen? Dann geben Sie jetzt auf www.persen.de direkt bei dem Produkt Ihre Bewertung ab und teilen Sie anderen Kunden Ihre Erfahrungen mit.



Download
zur Ansicht

© 2015 Persen Verlag, Hamburg
AAP Lehrerfachverlage GmbH
Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werks ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den Einsatz im Unterricht zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, nicht jedoch für einen weiteren kommerziellen Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte oder für die Veröffentlichung im Internet oder in Intranets. Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags.

Sind Internetadressen in diesem Werk angegeben, wurden diese vom Verlag sorgfältig geprüft. Da wir auf die externen Seiten weder inhaltliche noch gestalterische Einflussmöglichkeiten haben, können wir nicht garantieren, dass die Inhalte zu einem späteren Zeitpunkt noch dieselben sind wie zum Zeitpunkt der Drucklegung. Der Persen Verlag übernimmt deshalb keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Internetseiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind, und schließt jegliche Haftung aus.

Illustrationen: Roman Lechner, MouseDesign Medien AG, Zeven

Satz: DTP Studio Koch, Oberweißbach

Bestellnr.: 23465DA5

www.persen.de