


**LS 03** Wärmetransport im „Marktplatz“ untersuchen

		Zeit	Lernaktivitäten	Material	Kompetenzen
1	PL	5'	L gibt einen Überblick über den bevorstehenden Ablauf der Stunde.		<ul style="list-style-type: none"> <li>– aktiv zuhören</li> <li>– Fachwissen selbstständig erschließen</li> <li>– Experimente planen und durchführen</li> <li>– Sachverhalte strukturiert darstellen und zusammenfassen</li> <li>– Beispiele zur Erläuterung physikalischer Sachverhalte heranziehen</li> </ul>
2	EA	20'	Die S erarbeiten an einem „Marktstand“ eine der Wärmetransportarten.	M1 bis M4	
3	PA	10'	Im Tandem besprechen die S ihre Ergebnisse und planen die Gruppenpräsentation.		
4	GA	30'	Die S informieren sich auf dem „Marktplatz“ über die Wärmetransportarten in mindestens 3 Runden.	Karten, Pinnnadeln, dicke Stifte, Klebestreifen	
5	PA	10'	In PA planen die S eine Präsentation im Plenum.	M5	
6	PL	15'	Ausgewählte Tandems stellen ihre Ergebnisse vor.		

### Erläuterungen zur Lernspirale

**Ziel der Doppelstunde** ist es, die Wärmetransportarten Wärmeleitung, -strömung und -strahlung zu erkennen, voneinander zu unterscheiden und an Beispielen erklären zu können. Dazu wird der Klassenraum als „Marktplatz“ genutzt. Gruppentische für max. 6 Schüler bilden die „Marktstände“. An jedem Marktstand liegen in entsprechender Anzahl laminierte Informationskarten bereit. Sie sind jeweils auf der Rückseite von 1 bis 6 nummeriert.

#### Zum Ablauf im Einzelnen:

Im **1. Arbeitsschritt** erläutert der Lehrer den geplanten Stundenverlauf. Da an den „Marktständen“ kleine Versuche gemacht werden können, ist auf den Umgang mit offenem Feuer hinzuweisen.

Im **2. Arbeitsschritt** suchen sich die Schüler einen Arbeitsplatz auf dem „Markt“ aus. Für jeden Schüler befindet sich eine identische Informationskarte am Stand. In Einzelarbeit bearbeiten die Schüler an ihrem selbst gewählten Marktstand die Thematik. Dazu lesen sie die Informationskarten und machen sich Notizen.

Im **3. Arbeitsschritt** erfolgt der Austausch über die gewonnen Erkenntnisse mit einem Partner vom Marktstand. Klärende Gespräche und Nachfragen innerhalb der Gruppe sind ausdrücklich erlaubt. Außerdem führen sie einen Versuch gemeinsam in der Gruppe durch. Dazu liegt jeweils die Informationskarte M1b bis M4b bereit. Der Lehrer entscheidet selbst, ob das Experimentiermaterial bereits am Marktstand steht oder ob die Schüler es sich holen sollen. Am Ende dieser Phase sollte jeder Schüler in der Lage sein, die Wärmetransport-

art bzw. das Thema thermisches Gleichgewicht zu erklären und am Beispiel zu verdeutlichen.

Im folgenden **4. Arbeitsschritt** werden die Informationen auf dem „Markt“ angeboten. Dazu verbleibt jeweils der Schüler mit der Nummer 1 am Marktstand. Alle anderen suchen sich einen neuen Stand aus. Die präsentierenden Schüler erhalten Zeit, die anderen zu informieren und Versuche vorzuführen bzw. zu erläutern. Die „Gäste“ am Marktstand stellen Fragen und machen sich Notizen, um für den nächsten Arbeitsschritt vorbereitet zu sein. Nach Abschluss der ersten Runde kommt der Schüler mit der Nummer 2 an den ursprünglichen Marktstand zurück. Alle anderen suchen sich einen neuen Stand. Jeder Schüler sollte alle Wärmetransportarten an einem Marktstand besucht haben.

Mit einem Partner arbeiten die Schüler im **5. Arbeitsschritt** die Informationen aus den Marktplatzrunden auf. Sie klären ihre Fragen, rekapitulieren und vervollständigen eine Übersicht (M5). Damit bereiten sie sich auf einen kurzen Vortrag vor, der auch durch einen der Versuche unterstützt werden kann. Die partnerschaftlichen Runden können mehrfach stattfinden, um so mehr Sicherheit bei den Schülern zu gewährleisten.

Im letzten, **6. Arbeitsschritt** werden einzelne Schüler ausgelost, die über Wärmeleitung, -strömung oder -strahlung berichten sollen. Noch offene Fragen können in einer abschließenden Runde geklärt werden.

#### ✓ Merkposten

Jede der Informationskarten M1a bis M4a sollte auf verschiedenen Farben 6-mal kopiert und laminiert werden.

Bei mehr als 24 Schülern sollte es einen Marktstand doppelt geben.

#### Materialliste:

Holzklötzchen

Nägeln

Messbecher

Thermometer

Wasserkocher

Messuhr

Stäbchen aus verschiedenen Materialien

Flügelrad

Reflektorlampe

Gerät zur Wärmeleitung

Reagenzgläser

**LS 03.M2a – Wärmeleitung**

Kannst du sagen, was Wärmeleitung bedeutet und was gute und schlechte Wärmeleiter sind?

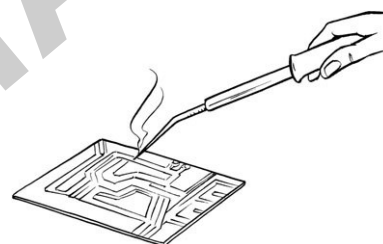
Wärmeleitung findet in festen Körpern statt. Zum Beispiel in einem Löffel, der in einer heißen Tasse Tee steht. Dies geschieht, weil sich ein thermischer Strom vom unteren Teil des Löffels bis zum Ende ausbreitet.

Durch die Wärme bewegen sich die Teilchen im Löffel immer mehr und stoßen ihre Nachbarn an. Diese Bewegung wird durch den ganzen Löffel hindurch fortgesetzt. Die erhöhte Bewegung der Teilchen bedeutet aber auch eine erhöhte thermische Energie. Der Löffel wird warm.



Wie groß dieser thermische Strom ist, hängt unter anderem vom Material ab, aus dem der Körper besteht. Alle Metalle leiten Wärme gut. Glas, Holz, Kunststoffe dagegen sind schlechte Wärmeleiter. Man nennt sie auch Isolatoren.

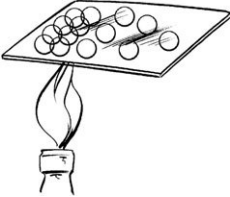
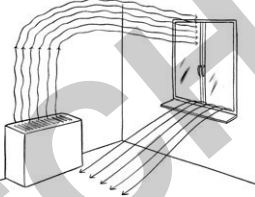

Wenn noch Zeit zur Verfügung steht, führe einen der Versuche zur Wärmeleitung durch.



**LS 03.M2b – Versuchsbeschreibung**

<p><b>Material:</b> Becherglas, heißes Wasser, Stäbchen aus Holz, Kupfer, Glas, Trinkstäbchen, Alulöffel</p>	<p><b>Material:</b> Nagel, Kerze</p>	<p><b>Material:</b> Wasserkocher, Gerät zur Wärmeleitung</p>
<p><b>Versuchsaufbau:</b></p> 	<p><b>Versuchsaufbau:</b></p> 	<p><b>Versuchsaufbau:</b></p> 
<p>Stelle wie im Bild verschiedene möglichst gleich lange Körper in ein Becherglas mit heißem Wasser. Berühre nach einiger Zeit die Körper am oberen Ende. Was stellst du fest?</p>	<p>Halte den Nagel am äußersten Rand fest. Richte das andere Ende in die Kerzenflamme. Was merkst du nach kurzer Zeit? <b>VORSICHT! HITZE!</b></p>	<p>Führe den Versuch durch. Im Behälter befindet sich heißes Wasser. Alle Stoffproben stehen mit einem Ende im Wasser. Bei guten Wärmeleitern verformt sich die</p>

### Zusammenfassende Übersicht

Wärmeübertragung		
Geht Wärme von einem _____ in einen _____ Körper über, nennt man das _____. Antrieb für den thermischen Strom ist der _____. Er berechnet sich aus der _____ der Temperatur des wärmeren und des kälteren Körpers.		
Wird einem Körper _____ zugeführt, _____ sich die Teilchen, aus denen er besteht, _____. Sie geben durch Stoß ihre _____ an benachbarte Teilchen weiter. Der Körper selbst _____ sich nicht.	Die Wärme wird durch die _____ in einer Flüssigkeit oder einem _____ transportiert. Sie wird auch _____ genannt.	Wenn Wärme durch _____ transportiert wird, wird kein _____ bewegt. Sie kann durch Gase, Flüssigkeiten oder feste Körper _____ oder _____ werden.
		
<b>Beispiele:</b> _____ _____ _____	<b>Beispiele:</b> _____ _____ _____	<b>Beispiele:</b> _____ _____ _____

### Lösung zu „Zusammenfassende Übersicht“

Wärmeübertragung		
Geht Wärme von einem <b>wärmeres</b> in einen <b>kälteren</b> Körper über, nennt man das <b>thermischen Strom</b> . Antrieb für den thermischen Strom ist der <b>Temperaturunterschied</b> . Er berechnet sich aus der <b>Differenz</b> der Temperatur des wärmeren und des kälteren Körpers.		
<b>Wärmeleitung</b>	<b>Wärmeströmung</b>	<b>Wärmestrahlung</b>
Wird einem Körper <b>Wärme</b> zugeführt, <b>bewegen</b> sich die Teilchen, aus denen er besteht, <b>mehr</b> . Sie geben durch Stoß ihre <b>thermische Energie</b> an benachbarte Teilchen weiter. Der Körper selbst <b>bewegt</b> sich nicht.	Die Wärme wird durch die <b>Strömung</b> in einer Flüssigkeit oder einem <b>Gas</b> transportiert. Sie wird auch <b>Konvektion</b> genannt.	Wenn Wärme durch <b>Strahlung</b> transportiert wird, wird kein <b>Stoff (Material)</b> bewegt. Sie kann durch Gase, Flüssigkeiten oder feste Körper <b>absorbiert</b> oder <b>reflektiert</b> werden.
<b>Beispiele:</b> LötKolben Topfboden Kugeln in heißem Tee	<b>Beispiele:</b> Meeresströmungen (Golfstrom) Zentralheizung Kühlung im Auto Kühlung für PCs	<b>Beispiele:</b> Rotlichtlampe Sonne

## **LS 04** Die Wärmedämmung im Experiment untersuchen und protokollieren

		Zeit	Lernaktivitäten	Material	Kompetenzen
1	PL	5'	L gibt einen Überblick über den bevorstehenden Ablauf der Stunden.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ein Modell zur Darstellung eines physikalischen Sachverhaltes entwickeln</li> <li>- einen Versuch planen, durchführen und auswerten</li> <li>- sich über physikalische Erkenntnisse zur Wärmedämmung austauschen</li> <li>- fachlich diskutieren</li> </ul>
2	EA	10'	Die S lesen den Arbeitsauftrag und überlegen ihr Vorgehen zum Modellbau und zur Versuchsdurchführung.	M1	
3	PA	30'	(1. Stunde) Die Tandems beratschlagen sich und klären Fragen. Sie lösen die Aufgaben „Vor dem Experiment“ aus dem Arbeitsauftrag.		
4	PA	40'	(2. Stunde mit Zeit zum Wegräumen) Die Tandems führen den Versuch durch und führen Protokoll.	M2, Materialien (siehe Merkposten)	
5	GA	25'	(3. Stunde mit Zeit zum Wiederholen) Zwei Tandems stellen sich ihre Ergebnisse wechselseitig vor und diskutieren diese.		
6	PL	15'	Ausgeloste S berichten über die Ergebnisse des zweiten Tandems aus der GA-Phase.		

### Erläuterungen zur Lernspirale

**Ziel der Stunden oder Doppelstunden** ist die Planung, Durchführung und Auswertung eines Experiments zur Wärmedämmung. Dazu sollen die Schüler erst allein, dann mit einem Partner einen Versuch planen und durchführen, bei dem sie zwei unterschiedliche Varianten der Dämmung eines Hauses (Schuhkarton) planen. In einer Gruppe von vier Schülern stellen sie sich anschließend die Ergebnisse vor und diskutieren über Abweichungen bei den Ergebnissen und ihre Erfahrungen beim Experimentieren.

#### Zum Ablauf im Einzelnen:

Im **1. Arbeitsschritt** erläutert der Lehrer den geplanten Stundenverlauf. Das zur Verfügung stehende Material wird vorgestellt und das Ziel des Versuchs erläutert.

Im **2. Arbeitsschritt** erarbeiten sich die Schüler in Einzelarbeit ihren Arbeitsauftrag (M1) und überlegen, welche Dämmvariante sie einsetzen wollen. Dazu sondieren sie das vorhandene Material, formulieren eine Begründung und planen einen Versuchsaufbau für ein Experiment zum Nachweis des geringeren Energieverlustes durch Dämmung. Um möglichst alle Dämmstoffe experimentell zu untersuchen, kann der Lehrer an jeweils zwei Dämmstoffe Kreuze machen. Zwischen diesen Dämmstoffen kann der Schüler wählen.

**schritt** mit einem Partner statt. Die Partner einigen sich auf ein gemeinsames Vorgehen, wählen ihre Dämmvariante aus und bereiten ihr Versuchsprotokoll entsprechend vor.

Im **4. Arbeitsschritt** folgt die Durchführung des Experiments. Dazu erhalten die Schüler auf ca. 50 °C erwärmte Steine (möglichst gleich große) vom Lehrer. Die Schüler nehmen die Messwerte über einen Zeitraum von mindestens 40 min auf und tragen diese im Protokoll ein. In der verbleibenden Zeit werden die Messergebnisse in einem Zeit-Temperatur-Diagramm ausgewertet. Erste Einschätzungen und Auswertungen werden notiert.

Im **5. Arbeitsschritt** tauschen sich je zwei Tandems über ihre Ergebnisse aus. Dabei beschreiben sie ihre Wahl des Dämmstoffes, ihr experimentelles Vorgehen und ihre Ergebnisse. Die Tandems sind ausdrücklich aufgefordert, gegenseitig nachzufragen und Auffälligkeiten anzusprechen sowie kritisch zu hinterfragen.

Im abschließenden **6. Arbeitsschritt** erläutern ausgeloste Tandems jeweils das Vorgehen und die Ergebnisse des anderen Tandems aus der Gruppenarbeitsphase. So wird sichergestellt, dass während der Gruppenarbeitsphase ein intensiver themenbezogener Austausch stattfindet.

#### **Merkposten**

Zur Bearbeitung dieser Lernspirale sollte jeder Schüler einen leeren Schuhkarton mitbringen.

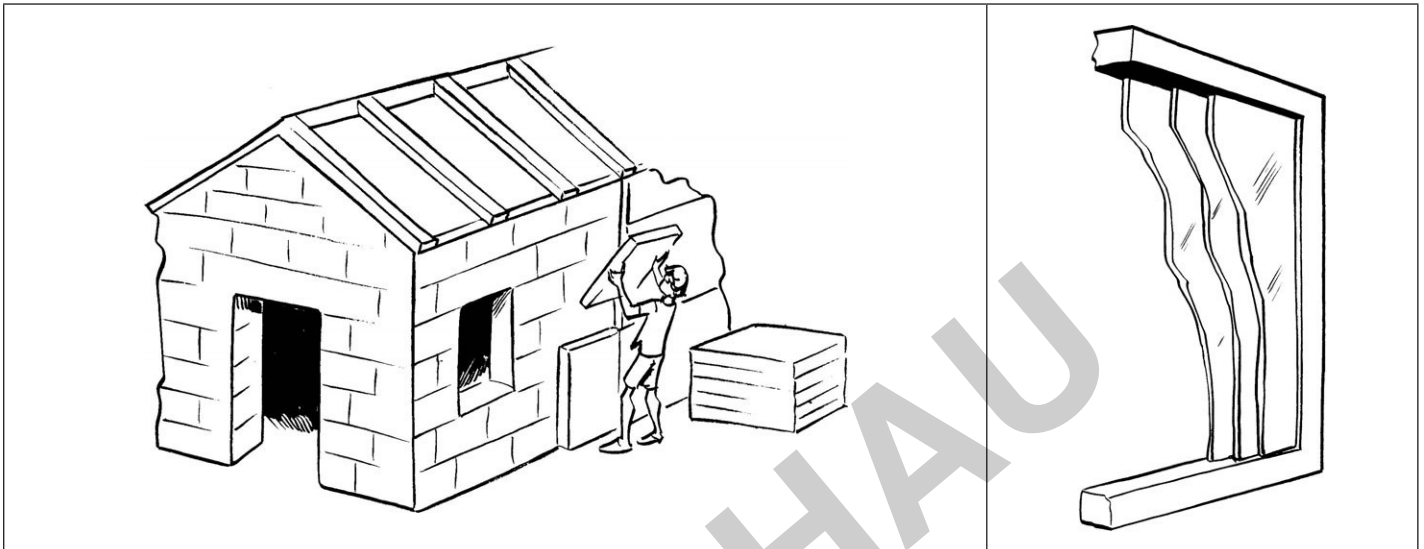
Das Material M1 sollte in Klassenstärke kopiert werden. Ist es auf farbigem Papier kopiert, kann der Farbcode zur Gruppeneinteilung benutzt werden.

#### **Material:**

Thermometer oder Messfühler, Gummis oder Strick, Steine, Dämmstoffe wie Sand, Styropor, Watte, Papier, Holzspäne, Luftpolsterfolie, ... sollten in ausreichender Menge vorhanden sein.

# 04 Die Wärmedämmung im Experiment untersuchen und protokollieren

## Arbeitsauftrag



### Geringere Heizkosten durch gute Dämmung

Ein einleuchtendes Beispiel für unerwünschten Wärmetransport ist der Wärmeverlust bei Wohnhäusern. Hier kann unter anderem Wärme durch die Hausmauern (Wärmeleitung und Wärmestrahlung) und durch undichte Fenster und Türen (Wärmeströmung) verloren gehen.

Mit einer guten Dämmung kann man dafür sorgen, dass erstens im Winter weniger Wärme verloren geht und zweitens im Sommer nicht zu viel Wärme ins Haus kommt. Gute Dämmungen bestehen aus Stoffen, die schlechte Wärmeleiter sind, sogenannte Isolatoren.

#### Vor dem Experiment:

1. Du sollst in einem Experiment herausfinden, welche der dir zur Verfügung stehenden Dämmstoffe besonders gute Isolatoren sind. Wähle dazu einen Dämmstoff aus, den du mit einem Partner untersuchen willst.

Dir stehen folgende Dämmstoffe zur Verfügung:

Sand	Holzspäne	Luftpolsterfolie
Watte	Styropor	Papier

2. Studiere das Protokoll und versuche nachzuvollziehen, wie das Experiment durchgeführt werden soll.
3. Tausche dich mit einem Partner über den Verlauf aus. Klärt offene Fragen zum geplanten Experiment. Einigt euch auf einen Dämmstoff.
4. Die von euch mitgebrachten Schuhkartons sollen die Modellhäuser darstellen. Sie sollten etwa die gleiche Größe haben. Präpariert sie so, dass mit einem Thermometer (oder Messfühler) im Inneren die Temperatur gemessen werden kann. Der Messzeitraum beträgt mindestens 20 Minuten.
5. Dämmt eines der Häuser an den Wänden, dem Boden und dem Dach mit dem gewählten Dämmmaterial. Das zweite bleibt ohne Dämmung.

#### Während des Experiments:

1. Legt einen erwärmten Stein in beide Modellhäuser.
2. Messt alle 5 min die Temperaturen und trage sie in die Tabelle ein.
3. Überträgt die Werte in das Zeit-Temperatur-Diagramm.

#### Nach dem Experiment:

1. **Netzwerk lernen** Bei dem Versuch, Wo können Fehler aufgetreten sein?



## LS 05 Abhängigkeit und Berechnung der Wärmemenge im Gruppenlesen erarbeiten

		Zeit	Lernaktivitäten	Material	Kompetenzen
1	PL	5'	L gibt einen Überblick über den bevorstehenden Ablauf der Stunde.		– einen Fachtext sinnerfassend lesen – Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen erarbeiten – Kenntnisse über physikalische Sachverhalte wiedergeben – Physikalische Größen berechnen – aktiv zuhören
2	EA	10'	Jeder Schüler liest den Informationstext und unterteilt ihn in Abschnitte.	M1	
3	GA	30'	Die S einigen sich auf eine sinnvolle Unterteilung des Textes, lesen ihn und formulieren Fragen, Antworten und fassen jeden Abschnitt nach dem Prinzip des Gruppenlesens zusammen.		
4	PA	20'	Tandems erarbeiten eine Zusammenfassung und stellen diese einem zweiten Tandem vor.		
5	EA	10'	Die S lösen ein Berechnungsbeispiel.	M2	
6	GA	5'	Austausch in aufgabengleichen Gruppen.		
7	PL	10'	Ausgeloste Tandems präsentieren ihre Ergebnisse.		

**Tipp:**

Die Aufgaben aus M2 sind mit Sternchen für den Schwierigkeitsgrad versehen.

Eventuell kann eine der Aufgaben auch als Hausaufgabe verwendet werden.

### Erläuterungen zur Lernspirale

**Ziel der Doppelstunde** ist die Erarbeitung der Abhängigkeit der Wärmemengenabgabe bzw. -aufnahme von der Stoffmenge, der Temperaturänderung und der Stoffart, sodass die Formel  $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$  eingeführt wird. Da die abgegebene oder aufgenommene Wärme eines Körpers der Änderung der thermischen Energie entspricht, schreibt man auch:  $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$ .

**Zum Ablauf im Einzelnen:**

Im **1. Arbeitsschritt** erläutert der Lehrer den geplanten Stundenverlauf, die Vorgehensweise beim Gruppenlesen wird erläutert und Vierergruppen werden gebildet. Dies kann zum Beispiel durch einfaches Abzählen geschehen.

Nachdem die Schüler im **2. Arbeitsschritt** den Informationstext (M1) überflogen haben, unterteilen sie ihn in sinnvolle Abschnitte.

Im **3. Arbeitsschritt** vergleichen die Schüler ihre Einteilung der Abschnitte und legen sich fest. Dies markieren sie am besten mit einem Bleistift. Anschließend wird der Informationstext nach der Methode des Gruppenlesens (Info-Kasten) bearbeitet.

In Tandems erstellen die Schüler im **4. Arbeitsschritt** eine Zusammenfassung der Informationen aus dem Text. Diese Zusammenfassung wird einem zweiten Tandem vorgestellt. Eventuell muss ergänzt und berichtigt werden. In einem hier nicht aufgeführten Zwischenschritt kann ein Tandem aufgefordert werden, die Zwischenergebnisse präsentieren.

Im **5. Arbeitsschritt** erhalten die Schüler ein Berechnungsbeispiel mit der Aufgabe, eine ähnliche Rechnung durchzuführen. Dazu werden die verschiedenen Aufgaben (LS 05.M2) unter den Schülern verteilt.

Schüler mit der gleichen Aufgabe kommen im **6. Arbeitsschritt** zusammen und vergleichen ihre Vorgehensweise, ihre Rechnung und ihr Ergebnis.

Im letzten **7. Arbeitsschritt** präsentiert je ein Schüler einer Aufgabengruppe sein Ergebnis.

Abschließend können Schwierigkeiten bei der Berechnung besprochen und offene Fragen geklärt werden.

**Gruppenlesen:**

Die vier Schüler einer Gruppe sitzen so, dass sie sich ansehen können. Die Schüler erhalten oder geben sich die Nummern 1 bis 4. Nach einem ersten leisen Lesen ist die folgende Reihenfolge einzuhalten:

- Schüler Nummer 1 liest den Abschnitt für die Gruppe vor.
- Schüler Nummer 2 stellt zwei Fragen an den Text.
- Schüler Nummer 3 beantwortet die Fragen.
- Schüler Nummer 4 fasst den Abschnitt zusammen.

Für Abschnitt zwei gilt:

- Schüler Nummer 2 liest vor. Schüler Nummer

# 05 Abhängigkeit und Berechnung der Wärmemenge im Gruppenlesen erarbeiten

## Abhängigkeit und Berechnung der Wärmemenge

Stelle dir vor: Du sitzt in einer Badewanne im angenehmen warmen Wasser und trinkst eine schöne heiße Tasse Tee. In beiden Fällen musste dem Wasser Wärme zugeführt werden, denn von allein wird Wasser nicht warm oder heiß. Eine angenehme Wassertemperatur für die Badewanne beträgt 38°C. Tee dagegen muss mit nicht mehr siedendem Wasser aufgegossen werden. Die Temperatur sollte mindestens 70°C betragen. Bei welchem Vorgang musste nun mehr Energie aufgewendet werden?

Es leuchtet ein, dass sich die Temperatur eines Stoffes erhöht, wenn ihm Wärme zugeführt wird. Erwärme ich eine Tasse Leitungswasser und eine Badewanne voll Leitungswasser mit einem baugleichen Tauchsieder über den gleichen Zeitraum, werde ich feststellen, dass das Leitungswasser im Teeglas wärmer geworden ist als das in der Badewanne. Um das Badewasser auf die gleiche Temperatur zu bringen wie das Teewasser, brauche ich also mehr Energie. Die Energie, die man braucht, um einen Stoff zu erwärmen, ist davon abhängig, wie viel von dem Stoff erwärmt werden soll:  $\Delta E \sim m$ .

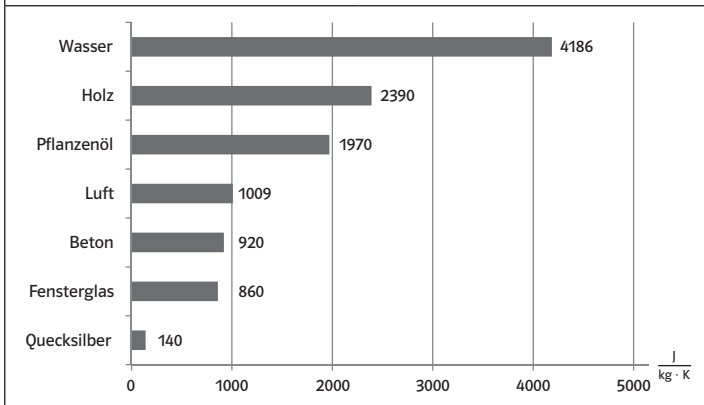
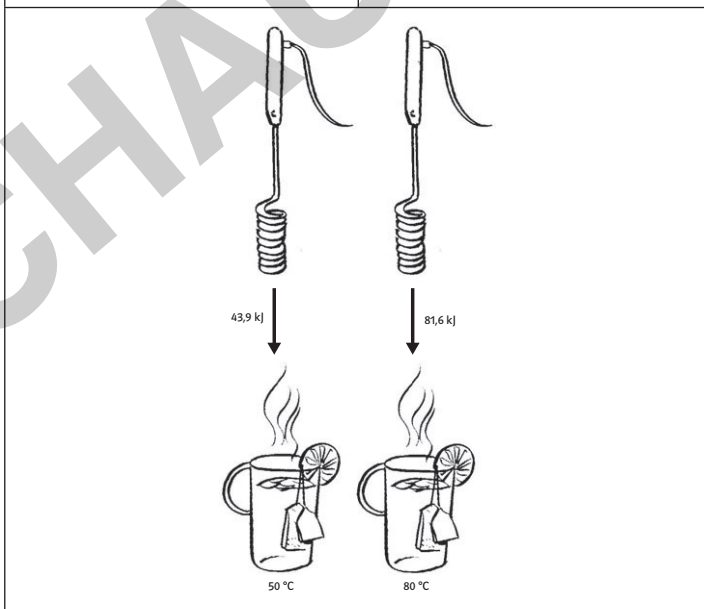
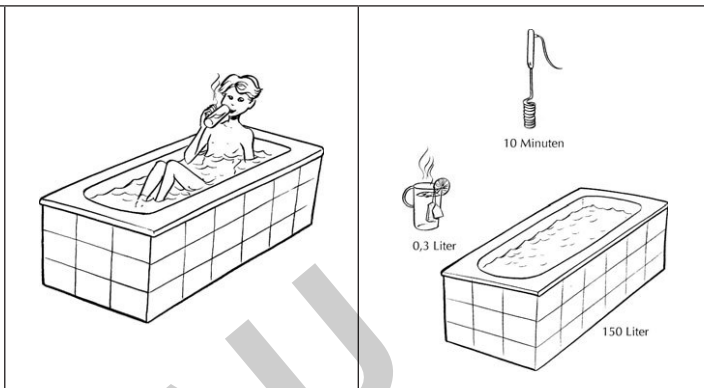
Nehmen wir nun zwei gleich große Teegläser, die mit gleich viel Wasser gefüllt sind. Ein Glas Wasser soll auf 50°C, das andere auf 80°C erwärmt werden. Welchem Glas muss wohl mehr Energie zugeführt werden? Ganz klar, dem mit der höheren Endtemperatur. Die Energie, die man braucht, um einen Stoff zu erwärmen, ist davon abhängig, um wie viel Kelvin der Stoff erwärmt werden soll:  $\Delta E \sim \Delta T$ .

Außerdem ist es nicht egal, welcher Stoff erwärmt wird. Die Stoffeigenschaft, die angibt, wie viel Wärme nötig ist, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen, nennt man spezifische Wärmekapazität. Sie ist für jeden Stoff anders. Die spezifische Wärmekapazität einiger Stoffe ist im Diagramm rechts abgebildet. Man kann erkennen, dass 1 l (= 1 kg) Wasser ziemlich viel Wärme zugeführt werden muss, damit es sich um 1 K erwärmt. Der genaue Wert beträgt 4186 J (Joule).

Um also die Energie bzw. die Wärmemenge zu berechnen, die benötigt wird, um eine bestimmte Menge eines Stoffes um eine bestimmte Temperatur zu erhöhen, gilt die Formel:  $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$ .

Will man wissen, wie viel Energie benötigt wird, um 1,5 kg Pflanzenöl um 120 K zu erwärmen, so setzt man in die Formel für  $m = 1,5 \text{ kg}$  und für  $\Delta T = 120 \text{ K}$  ein, liest aus dem Diagramm rechts die spezifische Wärmekapazität für Pflanzenöl ab ( $c = 1970 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ) und multipliziert die Zahlen miteinander.

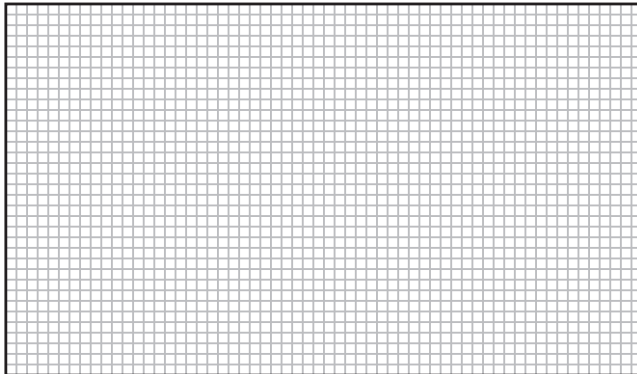
**Hier noch ein Hinweis:** Kennt man die zugeführte Wärme, kann man ebenso durch das Umstellen der Gleichung die erwärmte Menge, den spezifischen Stoff oder die Temperaturänderung berechnen.



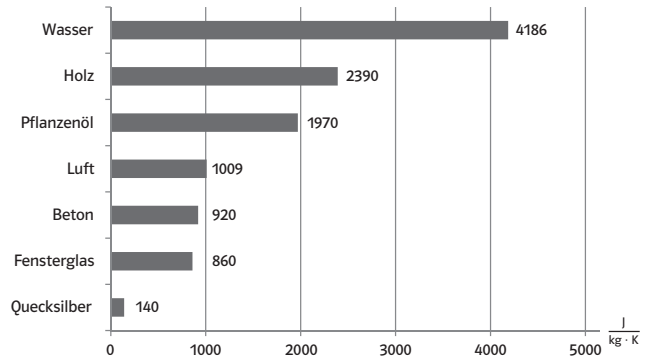
$$\Delta E = 1970 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1,5 \text{ kg} \cdot 120 \text{ K}$$

$$\Delta E = 1970 \cdot 1,5 \cdot 120 \frac{\text{J} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

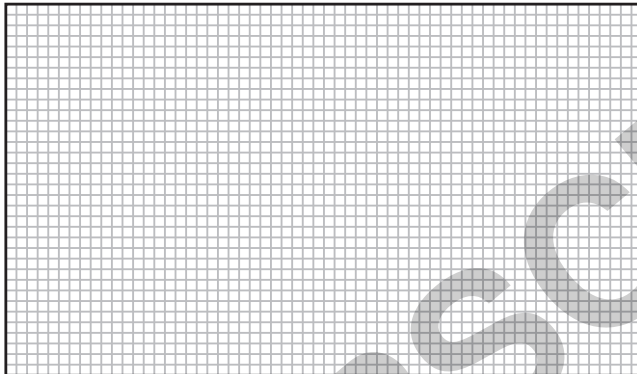
**G** Quecksilber wird von  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  auf  $50\text{ }^\circ\text{C}$  mit einer Wärme von  $15\text{ kJ}$  erwärmt. Wie groß ist die Masse des Quecksilbers, die erwärmt wurde?



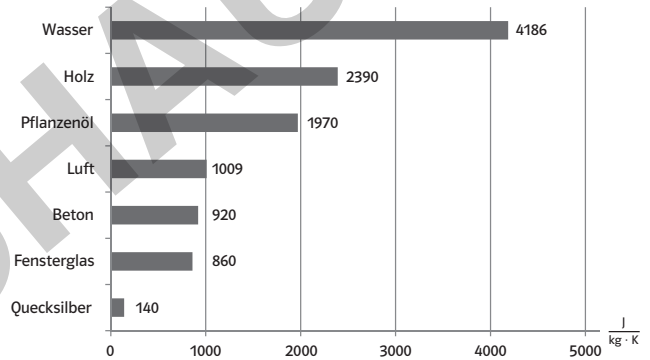
\*\*\*



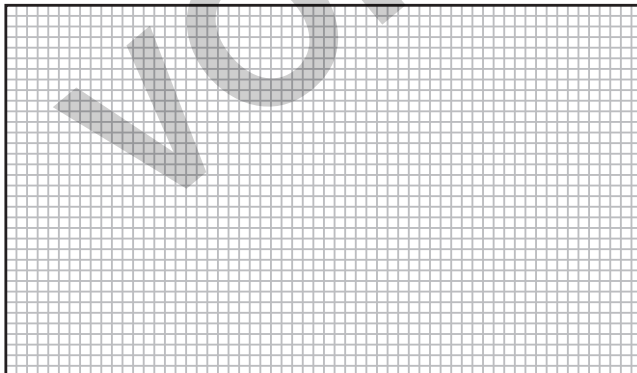
**H** Zehn Litern (=  $10\text{ kg}$ ) Wasser von  $15\text{ }^\circ\text{C}$  wurde eine Wärmemenge von  $2930\text{ kJ}$  ( $1\text{ kJ} = 1000\text{ J}$ ) zugeführt. Welche Temperatur hat das Wasser nach der Erwärmung?



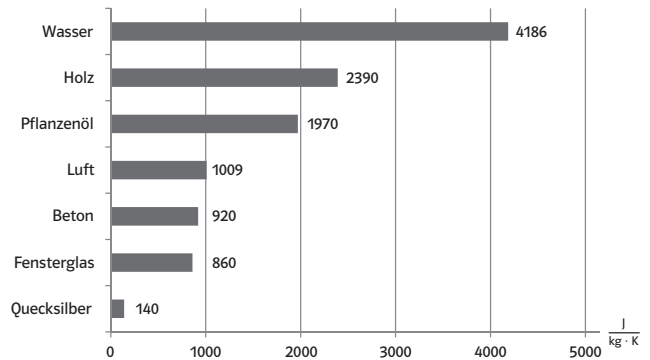
\*\*\*



**I**  $20\text{ kg}$  eines Stoffes wurden mit einer Energie von  $1204\text{ kJ}$  ( $1\text{ kJ} = 1000\text{ J}$ ) um  $70\text{ K}$  erwärmt. Um welchen Stoff handelt es sich?



\*\*\*



### Lösungen zu „Aufgaben zur Berechnung der Wärmemenge“

- A:  $\Delta E = 4\,186\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 2\text{ kg} \cdot 50\text{ K} = 418\,600\text{ J} = 418,6\text{ kJ}$
- B:  $\Delta E = 1\,970\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 0,4\text{ kg} \cdot 30\text{ K} = 23\,640\text{ J} = 23,64\text{ kJ}$
- C:  $\Delta E = 4\,186\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 3\text{ kg} \cdot 60\text{ K} = 753\,480\text{ J} = 753,48\text{ kJ}$
- D:  $\Delta E = 2\,390\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 20\text{ kg} \cdot 27\text{ K} = 1\,290\,600\text{ J} = 1\,290,6\text{ kJ}$
- E:  $\Delta E (\text{Beton}) = 920\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 3\text{ kg} \cdot 50\text{ K} = 138\,000\text{ J}$ ,  
 $\Delta E (\text{Pflanzenöl}) = 1\,970\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 3\text{ kg} \cdot 50\text{ K} = 295\,500\text{ J} \rightarrow \text{Pflanzenöl}$
- F:  $\Delta E = 4\,186\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 4\text{ kg} \cdot 82\text{ K} = 1\,373\,008\text{ J} \approx 1\,373\text{ kJ}$   
 $m = \frac{\Delta E}{c \cdot \Delta T} = \frac{15\,000\text{ J}}{(140\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})) \cdot 70\text{ K}} = 1,53\text{ kg}$   
 $\Delta T = \frac{\Delta E}{m \cdot c} = \frac{2\,930\,000\text{ J}}{(10\text{ kg} \cdot 4\,186\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}))} = 70\text{ K} \rightarrow 85\text{ }^\circ\text{C}$   
 $c = \frac{\Delta E}{m \cdot \Delta T} = \frac{1\,204\,000\text{ J}}{(20\text{ kg} \cdot 70\text{ K})} = 860\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \rightarrow \text{Fensterglas}$