



Der Begriff *Wärme*

Stand: 12.01.2021

Jahrgangsstufen	9
Fach/Fächer	Physik
übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	Sprachliche Bildung
Zeitraumen	35 Minuten
benötigtes Material	Arbeitsblatt oder Tablet/Smartphone

Kompetenzerwartungen

Ph 9 3 Wärmelehre

3.2 Thermischer Energietransport und Einflüsse auf unser Klima

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beziehen die Prozessgröße Wärme bei der Anwendung des Prinzips der Energieerhaltung ein und grenzen diese von der Größe Arbeit anhand von Beispielen ab. **Sie verwenden den Begriff Wärme in fachsprachlich korrekten Formulierungen, die sie von alltagssprachlichen bewusst trennen.**

Aufgabe

Was ist Wärme?

Wärme ist ein Begriff aus der Alltagssprache, wird aber auch in verschiedenen physikalischen Zusammenhängen verwendet. Die Kommunikation wird erschwert, wenn nicht klar ist, in welchem Zusammenhang der Begriff verwendet wird.

- In der Alltagssprache wird der Begriff manchmal anstelle der physikalischen Größe Temperatur verwendet: „Das Wasser ist warm.“ Physikalisch ist damit eine Aussage über den Zustand des Wassers (genauer: über dessen Temperatur) gemeint.
- Oft wird Wärme auch für eine Sinneswahrnehmung verwendet: „Mir ist warm.“
- Berühren sich zwei Körper verschiedener Temperatur, so nimmt die innere Energie des einen Körpers ab, die des anderen nimmt zu. Diese übertragene Energie wird in der Physik als *Wärme* bezeichnet.

Unter Wärme versteht man „innere Energie unterwegs“ (d. h. innere Energie im Fluss). Sie fließt aufgrund eines Temperaturunterschieds von einem Körper mit höherer Temperatur zu einem Körper mit niedrigerer Temperatur. Aber Vorsicht: Die Wärme, die geflossen ist, ist anschließend nicht im aufnehmenden Körper gespeichert – Wärme ist nicht speicherbar, sie tritt nur während eines Transportvorgangs auf. Dein Federmännchen beispielsweise enthält weder mechanische Arbeit noch Wärme; es hat aber Höhenenergie in Bezug auf den Fußboden (durch Hubarbeit vermittelt) sowie innere Energie (für die seine Temperatur ein Maß ist).

In der Animation, die du mithilfe des QR-Codes rechts findest, ist die Wärme als Prozessgröße dargestellt: Wenn sich die Temperatur beider Körper angeglichen hat und die Temperaturdifferenz null ist, fließt auch keine Wärme mehr von einem Körper zum anderen; der Prozess des Transports kommt zum Erliegen.

Link zur Animation: <https://learningapps.org/watch?v=pjaqv69gj20>



Die **Wärme** $Q = \Delta E_i$ ist diejenige Energie, die aufgrund einer Temperaturdifferenz von einem Körper zu einem zweiten Körper übertragen wird. Dadurch verringert sich die innere Energie des einen Körpers um ΔE_i , seine Temperatur nimmt ab. Die innere Energie des zweiten Körpers erhöht sich um ΔE_i , seine Temperatur nimmt zu (vgl. Abb. 1).

Die **mechanische Arbeit** (z. B. Hubarbeit) ist diejenige Energie, die ohne Temperaturänderung von einem Körper auf einen anderen Körper übertragen wird. Dadurch nimmt die Gesamtenergie des ersten Körpers (Mensch) ab, die des zweiten Körpers (Last) wächst im Idealfall um denselben Wert (vgl. Abb. 2).

Beide Größen, Arbeit und Wärme, beschreiben „Energie unterwegs“, also die während eines Prozesses von einem Körper zu einem anderen Körper übertragene Energie. Sowohl die durch Wärme Q als auch die durch mechanische Arbeit W übertragene Energie kann folglich die Energie eines Körpers verändern.

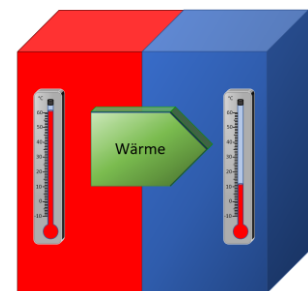


Abb. 1 Energieübertrag durch Wärme

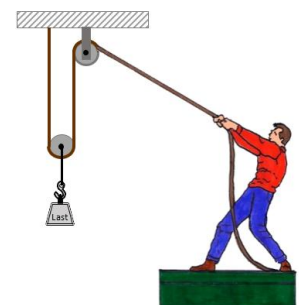


Abb. 2 Energieübertrag durch mechanische Arbeit

Aufgabe 1:

Finde jeweils ein Beispiel aus dem Alltag für einen Vorgang, bei dem

- durch mechanische Arbeit die mechanische Energie eines Körpers erhöht wird.
- durch mechanische Arbeit die innere Energie eines Körpers erhöht wird.
- durch Wärme die innere Energie eines Körpers erhöht wird.

Aufgabe 2:

Entscheide, ob in den folgenden Situationen die innere Energie durch Arbeit W oder durch Wärme Q verändert wird. Kreuze an.

	Arbeit W	Wärme Q
Beim Bremsen nimmt die Temperatur der Bremsbeläge zu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Du lässt dich am Kletterseil ohne Handschuhe nach unten gleiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Kugel Knetmasse schlägt auf dem Boden auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beim Bohren mit der Bohrmaschine wird der Bohrer sehr heiß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Kolben einer Luftpumpe wird schnell in die Pumpe gedrückt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasser wird mit einem Wasserkocher erhitzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Getränke werden im Kühlschrank abgekühlt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Badewasser ist zu heiß; du lässt noch kaltes Wasser einlaufen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In einem Solarkollektor erwärmt die Sonnenstrahlung Brauchwasser.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eiswürfel schmelzen im Getränkeglas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aufgabe 3:

Nimm zu folgenden umgangssprachlichen Aussagen aus physikalischer Sicht Stellung.

- Ein kalter Eiswürfel kann keine Energie in Form von Wärme abgeben.
- Max schließt das Fenster, damit die Wärme drinnen bleibt.
- Wenn das Fenster im Winter offensteht, kommt es kalt herein.
- Das ist heute wieder eine Wärme draußen!
- Der dunkle Straßenbelag wird tagsüber von der Sonne beschienen. Abends gibt er seine Wärme wieder ab.

Aufgabe 4¹:

Zwei unterschiedlich große Eiswürfel gleicher Temperatur werden geschmolzen.

Max meint, dass bei beiden gleich viel Wärme dafür benötigt wird, weil die Differenz zwischen der Temperatur des Eises und der Raumtemperatur bei beiden gleich ist.

Silke sagt: „Der kleine Eiswürfel schmilzt schneller; man benötigt für den kleinen also weniger Wärme.“

Nimm aus physikalischer Sicht Stellung zu den Aussagen der beiden.

¹ verändert nach Kircher 2013

Quellen- und Literaturangaben

Kircher, E., & Schneider, W. (Eds.). (2013). *Physikdidaktik in der Praxis*. Springer-Verlag.

Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Springer Berlin Heidelberg. S. 139 ff

Hinweise zum Unterricht

Kompetenzbereiche

In den ersten beiden Aufgaben wird das Prinzip der Energieerhaltung aufgegriffen. In Aufgabe zwei grenzen die Schülerinnen und Schüler gezielt die Prozessgröße Wärme (als die bei thermischer Wechselwirkung übergehende Energie) von der Prozessgröße Arbeit (als die auf nichtthermische Art übergehende Energie) anhand von vorgegebenen Beispielen voneinander ab.

Der Schwerpunkt der Aufgaben 3 und 4 liegt in der Auseinandersetzung mit dem Begriff Wärme, der in der Alltagssprache meist in anderer Bedeutung verwendet wird als in der Fachsprache. Damit soll zum einen ein Bewusstsein über die unterschiedliche Verwendung des Begriffs geschaffen werden und zum anderen wird die fachsprachlich korrekte Verwendung des Begriffs geschult.

Fächerübergreifende Ziele

Mit diesen Aufgaben werden die fächerübergreifenden Ziel der Sprachlichen Bildung sowie der Lesekompetenz verfolgt: Die längere Erläuterung mit vielen Fachbegriffen schult das Textverständnis und durch die Versprachlichung in Wort und Schrift wird die Begriffsentwicklung gefördert. Die Schülerinnen und Schüler sollen situationsangemessen kommunizieren können, d. h. in der Lage sein, zwischen alltagssprachlichen und fachsprachlichen Formulierungen zu unterscheiden.

Verortung im Unterricht

Die Aufgaben eignen sich als Lernaufgabe und teilweise auch als Hausaufgabe unmittelbar nach der Einführung der Wärme als physikalische Größe. Anschließend bietet sich als Zusammenfassung die Besprechung des ersten Hauptsatzes der Wärmelehre an: $\Delta E_i = W + Q$.

Didaktische Hinweise

Aufgrund der vielen für die Schülerinnen und Schüler neuen Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit der Wärme als Prozessgröße bietet es sich an, im Unterricht vorbereitend eine Übersicht über Energieformen zu erstellen: Z. B. könnten beschriftete Kärtchen vorgegeben und in arbeitgleicher Gruppenarbeit geordnet werden.

Abbildung 3 stellt einen möglichen Überblick über die Gesamtenergie eines Körpers dar. In der Fachliteratur findet sich häufig der vom Lehrplan nicht vorgesehene Begriff *thermische Energie*, allerdings wird er leider unterschiedlich definiert, so dass seine Verwendung nicht empfohlen wird. Aus didaktischen Gründen sollte der Begriff *Wärmeenergie* (für die gesamte innere Energie eines Systems) vermieden werden, um den Schülerinnen und Schüler das Verständnis der Wärme als Prozessgröße nicht unnötig zu erschweren.

Gesamt- energie eines Körpers	makro- skopischer Anteil	kinetische Energie	Bewegungsenergie
		potentielle Energie	Höhenenergie, Spannenergie
	mikro- skopischer Anteil = innere Energie	kinetische Energie	Summe der kinetischen Energien aller Teilchen (= Maß für die Temperatur eines Körpers)
		potentielle Energie	Summe der Bindungsenergien aller Teilchen Kernbindungsenergie

Abb. 3 Gesamtenergie eines Körpers

Anhand des Einführungstextes sollen die Lernenden für die unterschiedlichen Verwendungen des Begriffs *Wärme* sensibilisiert werden. Um ein Grundverständnis für die Wärme als Prozessgröße aufzubauen, sollte den Lernenden bewusstwerden, dass diese nur während eines Transportvorgangs von einem System zu einem anderen eine Rolle spielt. Diese Vorstellung wird durch die Animation visuell unterstützt. Es sollen sowohl die Analogie zwischen Wärme und Arbeit als „Energie unterwegs“ aufgezeigt, als auch beide Größen voneinander abgrenzt werden.

Für die Nutzung mit Tablets oder Smartphones steht am Ende des Dokuments eine zweite, App-basierte Version des Arbeitsblattes zur Verfügung.

Beispiele für Lösungen der Schülerinnen und Schüler

Aufgabe 1:

- Ein Fahrrad einen Berg hinaufschieben.
- Beim Bremsen nimmt die innere Energie des Bremsklotzes/der Bremsscheibe aufgrund von Reibung zu.
- Erwärmung von Körpern durch Sonnenlicht (vorwiegend IR-Anteil)

Aufgabe 2:

	Arbeit W	Wärme Q
Beim Bremsen nimmt die Temperatur der Bremsbeläge zu.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Du lässt dich am Kletterseil ohne Handschuhe nach unten gleiten.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Badewasser ist zu heiß; du lässt noch kaltes Wasser einlaufen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Beim Bohren mit der Bohrmaschine wird der Bohrer sehr heiß.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Kolben einer Luftpumpe wird schnell in die Pumpe gedrückt.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasser wird mit einem Wasserkocher erhitzt.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Getränke werden im Kühlschrank abgekühlt.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eine Kugel Knetmasse schlägt auf dem Boden auf.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In einem Solarkollektor erwärmt die Sonnenstrahlung Brauchwasser.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eiswürfel schmelzen im Getränkeglas.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Aufgabe 3:

- Wenn der Eiswürfel in Kontakt zu einem kälteren Eisklotz gebracht wird, dann wird aufgrund der Temperaturdifferenz Energie vom Eiswürfel zum Eisklotz übertragen, d. h. es fließt Wärme. Von alleine fließt Wärme stets vom Körper mit höherer Temperatur zum Körper mit niedrigerer Temperatur.
- Die Wärme ist nicht im Zimmer vorhanden und kann daher nicht *drinnen bleiben*. Man könnte aber sagen, dass bei geschlossenem Fenster nur wenig Wärme aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenraum nach außen fließt.
- Kalt* meint in der Alltagssprache das Gegenteil von *warm*. *Kälte* ist aber keine physikalische Größe; sie kann daher nicht fließen (bzw. *hereinkommen*). Ein Körper kühlt ab, wenn er Wärme an seine Umgebung abgibt. Wenn das Fenster geschlossen wird, kann also weniger Wärme mit der warmen Innenluft zusammen nach außen fließen. Allerdings gelangt durch Konvektionsströmungen natürlich Luft geringerer Temperatur ins Zimmer.
- Damit wird in der Alltagssprache ausgedrückt, dass die Außentemperatur hoch ist.
- Der Straßenbelag nimmt durch die Sonneneinstrahlung Wärme auf, wodurch sich seine innere Energie erhöht. Im Gegensatz zur inneren Energie kann Wärme jedoch nicht gespeichert werden. Abends hat die Straße eine höhere Temperatur als die Umgebung, so dass aufgrund dieses Temperaturunterschieds Energie fließt: Die Straße gibt innere Energie in Form von Wärme an die Umgebung ab.

Aufgabe 4:

Aufgrund der Differenz zwischen der Raumtemperatur und der Temperatur des Eises wird Energie aus der Umgebung in Form von Wärme an beide Eiswürfel abgegeben. Der Temperaturunterschied zur Raumtemperatur ist für beide Eiswürfel derselbe. Allerdings ist der kleine Eiswürfel zuerst vollständig geschmolzen, da er aufgrund seiner geringeren Masse weniger Energiezufuhr (in Form von Wärme) zum Schmelzen benötigt als der größere, schwere Eiswürfel. Silke hat also recht.

Genauer betrachtet hat der größere Eiswürfel einen größeren Oberflächeninhalt als der kleinere. Er nimmt daher in gleichen Zeitabschnitten auch geringfügig mehr Wärme auf. Aufgrund der Massen unterscheiden sich aber die benötigten Schmelzenergien stark voneinander, so dass der kleine Eiswürfel schneller geschmolzen ist.

Aufgabe (App-basierte Version)

Was ist „Wärme“?

Wärme ist ein Begriff aus der Alltagssprache, wird aber auch in verschiedenen physikalischen Zusammenhängen verwendet. Die Kommunikation wird erschwert, wenn nicht klar ist, in welchem Zusammenhang der Begriff verwendet wird.

- In der Alltagssprache wird der Begriff manchmal anstelle der physikalischen Größe Temperatur verwendet: „Das Wasser ist warm.“ Physikalisch ist damit eine Aussage über den Zustand des Wassers (genauer: über dessen Temperatur) gemeint.
- Oft wird „Wärme“ auch für eine Sinneswahrnehmung verwendet: „Mir ist warm.“
- Berühren sich zwei Körper verschiedener Temperatur, so wird innere Energie von einem auf den anderen Körper übertragen. Diese übertragene Energie wird in der Physik als *Wärme* bezeichnet.

Bearbeite nun zunächst die Aufgabenstellungen unter <https://learningapps.org/watch?v=pf66p6rca20>.

Du kannst dazu auch einfach dem QR-Code rechts folgen.



Aufgabe 1:

Finde jeweils ein weiteres Beispiel aus dem Alltag für einen Vorgang, bei dem

- a) durch mechanische Arbeit die mechanische Energie eines Körpers erhöht wird.
- b) durch mechanische Arbeit die innere Energie eines Körpers erhöht wird.
- c) durch Wärme die innere Energie eines Körpers erhöht wird.

Aufgabe 2:

Nimm zu den folgenden Aussagen aus physikalischer Sicht Stellung.

- a) Ein kalter Eiswürfel kann gar keine Energie mittels Wärme abgeben.
- b) Max schließt das Fenster, damit die Wärme drinnen bleibt.
- c) Wenn das Fenster im Winter offensteht, kommt es kalt herein.
- d) Das ist heute wieder eine Wärme draußen!
- e) Der dunkle Straßenbelag wird tagsüber von der Sonne beschienen. Abends gibt er seine Wärme wieder ab.

Aufgabe 3²:

Zwei unterschiedlich große Eiswürfel gleicher Temperatur werden geschmolzen.

Max meint, dass bei beiden gleich viel Wärme dafür benötigt wird, weil die Differenz zwischen der Temperatur des Eises und der Raumtemperatur bei beiden gleich ist.

Silke sagt: „Der kleine Eiswürfel schmilzt schneller; man benötigt für den kleinen also weniger Wärme.“

Nimm aus physikalischer Sicht Stellung zu den Aussagen der beiden.

¹ Verändert nach Kircher 2013



Hinweis zu den Verweisen auf Webseiten und Apps:

In diesem Dokument wird auf externe Webangebote und Apps hingewiesen, die aufgrund ihres Inhalts pädagogisch wertvoll erscheinen. Wir bitten jedoch um Verständnis, dass eine umfassende und insbesondere eine laufende Überprüfung der Angebote unsererseits nicht möglich ist. Vor einem etwaigen Unterrichtseinsatz hat die Lehrkraft das jeweilige Angebot in eigener Verantwortung zu prüfen, die rechtlichen Bestimmungen zur Kenntnis zu nehmen und ggf. Rücksprache mit der Schulleitung zu halten. Sofern das Angebot Werbung enthält, ist die Schulleitung stets einzubinden zwecks Erteilung einer Ausnahme vom schulischen Werbeverbot nach Art. 84 Abs. 1 Satz 2 BayEUG, § 2 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 BaySchO.

Verarbeitet das Angebot personenbezogene Daten, ist der Datenschutzbeauftragte der Schule einzubinden. Grundsätzlich empfehlen wir, dass Schülerinnen und Schüler Webseiten und Apps aus dem Schulnetz heraus aufrufen, damit diese nicht ihre persönliche IP-Adresse an den externen Anbieter übermitteln.