Mechanik

Energie und ihre Eigenschaften – physikalische Vorgänge in Natur, Technik und Alltag

Maureen Götza

Energie begleitet uns durch unseren Alltag, auch wenn wir das oft gar nicht bewusst wahrnehmen. Aus diesem Grund wird in dieser Unterrichtseinheit das Thema Energie den Schülerinnen und Schülern nähergebracht. Dabei wird der Begriff „Energie" erklärt und zu den Begriffen Kraft, Arbeit und Leistung abgegrenzt. Die Lernenden werden in der Unterrichtseinheit durch eigene Versuche und Alltagsbeispiele, die sie auf sich selbst beziehen können, dazu motiviert, sich mit den Begriffen „Energie" und „Energieformen" auseinanderzusetzen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7/8
Dauer:	9 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 7)
Kompetenzen:	Mindmap-Erstellung zur Energie, Energieformen erkennen, unterscheiden und errechnen, Energiegrößen beurteilen, Wirkungsgrade berechnen, Differenzierung zwischen Arbeit, Energie und Leistung
Thematische Bereiche:	Energie, Kraft, Arbeit, Leistung
Medien:	Texte, Grafiken, Diagramme, Fotos, Internet

Energie im Alltag

M 1

Energie begleitet uns tagtäglich in unserem Alltag. Sie begleitet uns beim Lernen, beim Sporttreiben, beim Essen, beim Staubsaugen und sogar beim Schlafen. Obwohl uns Energie in irgendeiner Art und Weise immer begleitet, ist vielen von uns dabei gar nicht bewusst, dass sie vorhanden und für all unsere Aktivitäten essenziell ist. Sie ist ein oft unerkannter Begleiter in unserem Alltag und kann in verschiedenen Formen auftreten.

Aufgabe 1

Schau die folgenden vier Bilder an und beschreibe, was du auf diesen siehst und welchen Zusammenhang du auf den Bildern zu dem Thema Energie erkennen kannst.

Bild 1

© *chinaface/E+*

Bild 2

© *skynesher/E+*

Bild 3

© *RelaxFoto.de/E+*

Bild 4

© *Nastco/iStock/Getty Images Plus*

Erstelle eine Mindmap zu dem Thema Energie. In der Mindmap sollst du alle Wörter unterbringen, die dir zum Thema Energie einfallen. Versuche dabei die Wörter in einer sinnvollen Struktur in deiner Mindmap unterzubringen.
Du kannst dir für die Erstellung der Mindmap überlegen, in welchen Situationen du im Alltag mit Energie zu tun hast oder Energie benötigst.

Energie, Arbeit und Kraft

M 3

Die Arbeit und die Energie können beide in der Einheit Joule angegeben werden. Es stellt sich somit die Frage, was der Unterschied zwischen Energie und Arbeit ist, wenn beide die gleiche Einheit verwenden können. Um den Unterschied zu verstehen, wird zuerst die Arbeit kurz erläutert:
Die Arbeit wird durch das Formelzeichen W definiert und wird meistens in der Einheit Newtonmeter (Nm) angegeben. Wenn ein Körper entlang eines Weges s mit einer konstanten Kraft F bewegt wird, wird dabei mechanische Arbeit verrichtet. Es gilt:

$$W = F \cdot s$$

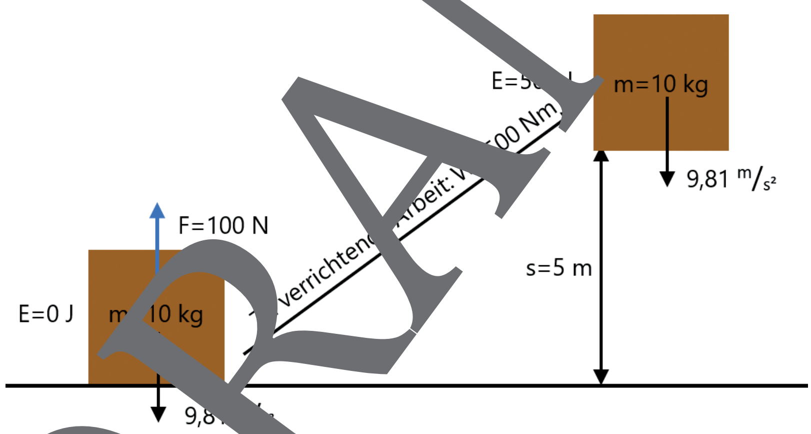
Die Kraft F ist dabei abhängig von der Masse und der Beschleunigung des Körpers. Soll zum Beispiel eine Kiste mit der Masse m = 10 kg auf der Erde ($g = 9{,}81\ m/s^2$) hochgehoben werden, wird eine Kraft von etwa 100 N benötigt.

$$F = m \cdot g = 10\ kg \cdot 9{,}81\ m/s^2 \approx 100\ \frac{kgm}{s^2} = 100\ N$$

Um die mechanische Arbeit, die beim Hochheben der Kiste verrichtet wird, zu berechnen, sind die Kraft und der Weg, den die Kiste angehoben werden soll, relevant. Wird die Kiste 5 m angehoben, wird dabei eine mechanische Arbeit von 500 Nm verrichtet:

$$W = F \cdot s = 100\ N \cdot 5\ m = 500\ Nm = 500\ J$$

Die berechneten 500 Nm entsprechen dabei 500 J, denn 1 Nm entspricht 1 J.
Die an der Kiste verrichteten 500 Nm mechanische Arbeit geben also die Änderung der Energie der Kiste an. Es gibt eine sogenannte potenzielle Energie (Höhenenergie), die ein Körper erfährt, wenn er seine Höhe verändert. Man kann also sagen, dass durch die verrichtete mechanische Arbeit der Kiste 500 J (Höhen-)Energie zugeführt wurden.



Grafik: Maureen Götza

Es gilt, dass die verrichtete Arbeit an einem System oder an einem Körper gleich der Änderung seiner Energie ist:

$$W = \Delta E$$

Der griechische Buchstabe Δ (Delta) steht in der Formel für eine Änderung der Energie vorher und nachher. Alternativ kann die Formel auch folgendermaßen geschrieben werden:

$$W = E_2 - E_1$$

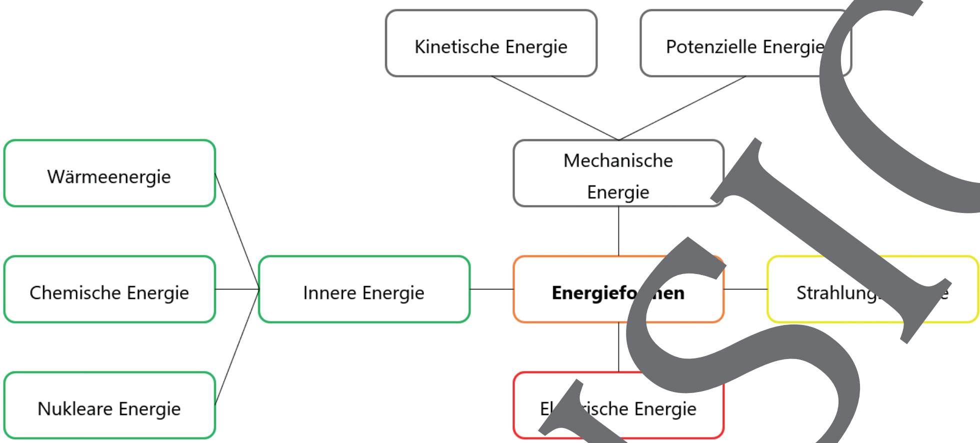
Um die physikalischen Größen Arbeit und Energie nicht zu verwechseln, kannst du dir Folgendes merken: Durch Kraft an einem Körper kann Arbeit verrichtet werden und durch verrichtete Arbeit kann sich die Energie dieses Körpers ändern. Eine verrichtete Arbeit kann somit in eine bestimmte

Energieformen und Energieumwandlung

M 4

Es gibt viele Formen, die Energie annehmen kann. Dazu gehören zum Beispiel die kinetische Energie, die potenzielle Energie und die Wärmeenergie. Eine wichtige Eigenschaft von Energie ist es, dass sie sich von einer Form in eine andere umwandeln kann.

Die verschiedenen Energieformen können in vier Kategorien einsortiert werden. Dies ist die innere Energie, die mechanische Energie, die Strahlungsenergie und die elektrische Energie. Die innere Energie teilt sich dabei noch in die Wärmeenergie, die chemische Energie und die nukleare Energie auf. Die mechanische Energie teilt sich in die kinetische und potenzielle Energie auf.



Grafik: Maureen Götza

Bei der Berechnung von mechanischer Energie ist es wichtig, dass die Energie immer in sogenannten Systemen gedacht und gerechnet wird. Befindet sich eine Menge an Energie in einem abgeschlossenen System, dann kann die Energiemenge in diesem nicht verschwinden, sie kann lediglich in andere Formen umgewandelt werden. Diese Aussage wird mit dem Energieerhaltungssatz definiert.

Kinetische Energie

Die kinetische Energie gehört zu der Kategorie der mechanischen Energie und wird auch als Bewegungsenergie bezeichnet. Kinetische Energie tritt immer dann auf, wenn sich ein Körper bewegt. Die Formel der kinetischen Energie lautet:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Die kinetische Energie hängt somit von der Masse m und der Geschwindigkeit v eines Körpers ab. Besitzt ein Körper keine Masse oder bewegt sich ein Körper nicht, besitzt er auch keine kinetische Energie. Um einen Körper in eine bestimmte Bewegung zu versetzen, muss ihm genau die kinetische Energie, die er bei Erreichen dieser Bewegung besitzt, erst zugeführt werden. Dies geschieht durch das Verrichten von Arbeit. Durch die Arbeit W wird der Körper in Bewegung versetzt. Da die Arbeit W gleich der Änderung der kinetischen Energie ΔE ist, muss die gleiche Arbeit aufgebracht werden, um den Körper in Bewegung zu versetzen, wie dem Körper während der Bewegung betragsmäßig die kinetische Energie zugeführt wird.

Zur Erklärung folgt ein kleines Beispiel: Ein Auto mit der Masse m_{Auto} = 700 kg fährt mit einer Geschwindigkeit v = 50 km/h. Das Auto besitzt bei der Geschwindigkeit v = 50 km/h = 13,89 m/s Bewegungsenergie, also kinetische Energie. Wir kennen bereits den Zusammenhang zwischen

© Natalia Ganelin/Moment

Hebst du zum Beispiel einen Apfel vom Boden auf, verrichtest du Arbeit. Durch das Verrichten deiner Arbeit fügst du dem Apfel potenzielle Energie zu. Je höher du den Apfel hältst, desto mehr Arbeit musst du verrichten, wodurch die potenzielle Energie des Apfels steigt.
Die potenzielle Energie wird auch beim Fall eines Körpers deutlich. Lässt du zum Beispiel einen Apfel aus dem Fenster im Erdgeschoss fallen, wird der Apfel mit einer kleinen braunen Stelle davonkommen. Lässt du den Apfel jedoch aus dem 10. Geschoss aus dem Fenster fallen, wird er ziemlich sicher beim Aufprall auf dem Boden kaputtgehen. Das liegt daran, dass der Apfel, der aus dem 10. Geschoss fällt, mehr Energie besitzt als der Apfel, der aus dem Erdgeschoss aus dem Fenster fällt. Solange die Äpfel noch nicht fallen gelassen wurden, besitzen beide aufgrund ihrer Höhe potenzielle Energie.
Hierzu ein kleines Rechenbeispiel: Beide Äpfel besitzen die Masse $m_{Apfel,1} = m_{Apfel,2} = 300\ g = 0{,}3\ kg$. Das Haus, aus dem die Äpfel fallen gelassen werden, befindet sich auf der Erde, wodurch $g = 9{,}81\ m/s^2$ ist. Der erste Apfel befindet sich im Erdgeschoss und wird somit aus einer Höhe von $h_{Apfel,1} = 1{,}3\ m$ fallen gelassen. Der zweite Apfel befindet sich im 10. Geschoss und wird somit aus einer Höhe $h_{Apfel,2} = 25\ m$ fallen gelassen. Die potenzielle Energie des ersten Apfels berechnet sich zu:

$$E_{pot,Apfel_1} = m_{Apfel_1} \cdot g \cdot h_{Apfel_1} = 0{,}3\ kg \cdot 9{,}81\ m/s^2 \cdot 1{,}3\ m$$
$$E_{pot,Apfel_1} = 3{,}8259\ J$$

Die potenzielle Energie des zweiten Apfels berechnet sich zu:

$$E_{pot,Apfel_2} = m_{Apfel_2} \cdot g \cdot h_{Apfel_2} = 0{,}3\ kg \cdot 9{,}81\ m/s^2 \cdot 25\ m$$
$$E_{pot,Apfel_2} = 73{,}575\ J$$

Die potenzielle Energie des zweiten Apfels ist somit deutlich größer als die des ersten Apfels. Die Äpfel besitzen diese berechnete potenzielle Energie bezogen auf den Boden vor dem Haus.

Wichtig:

Die Höhe, mit welcher die potenzielle Energie berechnet wird, muss immer zu einem vorher definierten Nullpunkt angegeben werden.

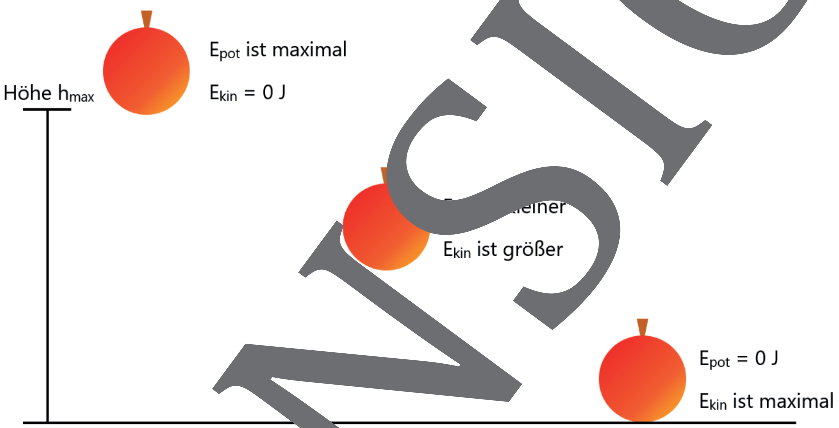
Wird die potenzielle Energie in Bezug auf den Boden vor dem Haus berechnet, ist es egal, ob sich das Haus am Meer auf einer Meeresspiegelhöhe von 0 m oder in den Bergen auf einer Meeresspiegelhöhe von 1500 m befindet. Wird als Nullniveau jedoch der Meeresspiegel gewählt, müssten sich die Höhen bei einem Haus auf einer Meeresspiegelhöhe von 1500 m folgendermaßen ändern:

$$h_{Apfel,1} = h_{Höhe,Haus} + h_{Höhe,Apfel,1\ in\ Bezug\ zum\ Haus} = 1500\ m + 1{,}3\ m = 1501{,}3\ m$$
$$h_{Apfel,2} = h_{Höhe,Haus} + h_{Höhe,Apfel,1\ in\ Bezug\ zum\ Haus} = 1500\ m + 25\ m = 1525\ m$$

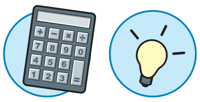
Es würden sich also andere Mengen an potenzieller Energie ergeben, je nachdem, mit welchem Nullniveau gerechnet wird. Aus diesem Grund ist es wichtig, immer ein Nullniveau zu definieren.
Werden die Äpfel aus dem Haus fallen gelassen, ändert sich die Höhe der Äpfel und somit auch die potenzielle Energie. Je tiefer die Äpfel fallen, desto weniger potenzielle Energie besitzen sie.
Was aber passiert mit der Energie? Der Energieerhaltungssatz besagt, dass Energie in einem abgeschlossenen System nicht einfach verschwinden kann.

In diesem Fall wird die potenzielle Energie in kinetische Energie umgewandelt, denn bei dem Fall werden die Äpfel in Bewegung versetzt. Je länger die Äpfel fallen, desto schneller wird die Fallgeschwindigkeit der Äpfel, wodurch die kinetische Energie steigt. Währenddessen die potenzielle Energie also aufgrund der immer kleiner werdenden Höhe beim Fall sinkt, steigt die kinetische Energie. Kurz vor dem Aufprall auf dem Boden ist die potenzielle Energie null und die kinetische Energie ist maximal. Anschließend wird ein Teil der kinetischen Energie in Wärmeenergie umgewandelt und ein anderer Teil der kinetischen Energie führt zuerst zu einer Verformung und geht anschließend in den Boden, sodass der Apfel nach dem Aufprall weder potenzielle Energie noch kinetische Energie besitzt.

© Don Farrall/DigitalVision



Grafik: Maureen Götza



Aufgabe 2

Mila und Nathan sind im Freizeitpark unterwegs. Da es regnet, sind kaum andere Leute mit ihnen im Freizeitpark. So wundert es auch nicht, dass Mila und Nathan die Einzigen sind, die in der Achterbahn „schneller Tornado" sitzen. Der höchste Punkt der Achterbahn befindet sich auf 38 m zum Boden. Nathan möchte wissen, wie viel potenzielle Energie der Schlitten mit Mila und Nathan zu verschiedenen Zeitpunkten besitzt. Um die potenzielle Energie ausrechnen zu können, hat ihm der Steuermann der Achterbahn gesagt, dass der Fahrschlitten der Achterbahn 3[illegible]0 kg wiegt. Nathan weiß, dass Mila 54 kg und er 62 kg wiegt.

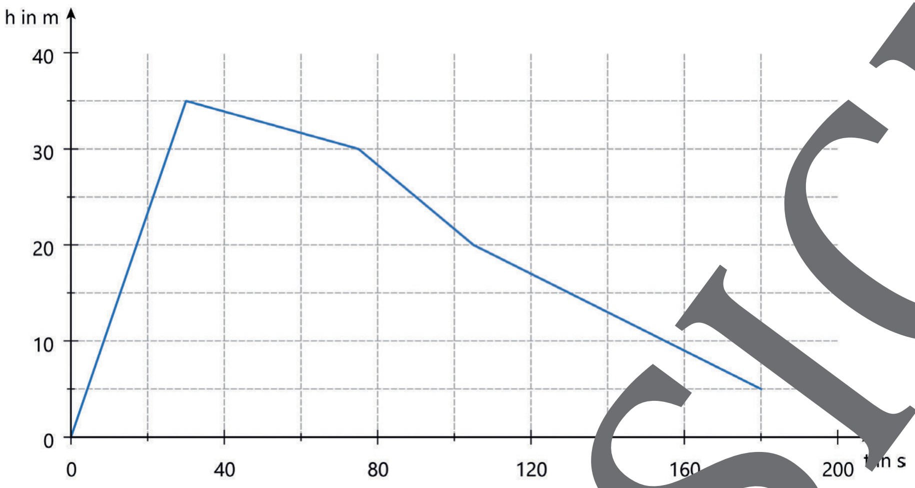
© Claudiad/E+

a) Berechne die potenzielle Energie des Systems aus Fahrschlitten, Nathan und Mila zu Beginn der Fahrt.
b) Berechne die potenzielle Energie des Systems aus Fahrschlitten, Nathan und Mila am höchsten Punkt der Achterbahn.
c) Berechne nun die potenzielle Energie von Nathan ohne Mila und den Fahrschlitten am höchsten Punkt der Achterbahn.

Hinweis: Runde die Ergebnisse passend auf die Tausender-Stelle.

Aufgabe 3

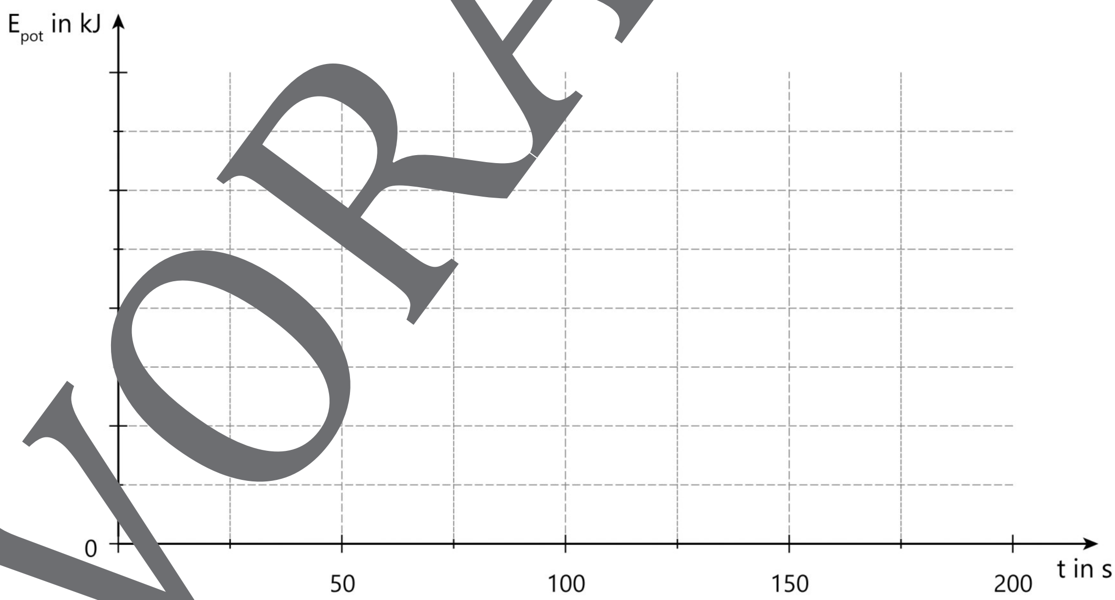
Mila und Nathan haben noch nicht genug vom Achterbahnfahren und sitzen schon im nächsten Fahrgeschäft. Dieses Mal besitzt der Fahrschlitten eine Masse von 400 kg und Mila und Nathan sitzen mit Noah zusammen in dem Fahrschlitten. Noah wiegt 45 kg, Mila wiegt 54 kg und Nathan wiegt 62 kg. Nach der Fahrt sieht Mila das folgende Diagramm vor der Achterbahn. In dem Diagramm wird die Höhe des Fahrschlittens zu verschiedenen Zeitpunkten der Achterbahnfahrt angezeigt.



Grafiken: Alexander Friedrich

a) Berechne die potenzielle Energie des Systems bestehend aus Fahrschlitten, Noah, Mila und Nathan zu folgenden Zeitpunkten: $t_1 = 0$ s, $t_2 = 30$ s, $t_3 = 75$ s, $t_4 = 105$ s, $t_5 = 180$ s, $t_6 = 190$ s (Ende der Fahrt). Runde jeweils auf die Tausenderstelle.
   Hinweis: Lese zu den jeweiligen Zeiten die Höhen aus dem oben stehenden Diagramm ab.

b) Versuche mithilfe deiner errechneten Werte aus der Teilaufgabe a) den Verlauf der potenziellen Energie während der Achterbahnfahrt in das folgende Diagramm einzutragen. Beschrifte dafür die y-Achse mit sinnvollen Energiewerten.



Wirkungsgrade bei Energieübertragungen

M 8

Die Effizienz spielt bei der Umwandlung, bei der Speicherung, aber auch bei der Nutzung von Energie eine entscheidende Rolle. Wenn bei einer Energieumwandlung beispielsweise doppelt so viel kinetische Energie aufgebracht werden muss, wie am Ende an elektrischer Energie umgewandelt und genutzt werden kann, wird die Umwandlung sehr teuer. Aus diesem Grund ist es immer erstrebenswert, ein Energiesystem möglichst effizient zu gestalten. Eine gute Effizienz bedeutet dabei, dass möglichst viel von der vorhandenen Energie in die gewünschte Energie umgewandelt wird. Statt von einer Effizienz spricht man in der Physik von einem Wirkungsgrad.

Wirkungsgrad
Der Wirkungsgrad gibt das Verhältnis zwischen der Energiemenge in der gewünschten umgewandelten Energieform zu der Menge der zugeführten Energie bzw. das Verhältnis zwischen abgeführter und zugeführter Energiemenge eines Systems an.

Das Formelzeichen für den Wirkungsgrad ist der griechische Buchstabe η (eta). Ganz allgemein setzt sich die Formel für den Wirkungsgrad aus der abgegebenen Energie und der zugeführten Energie zusammen:

$$\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}}$$

Beispiel

Emma wiegt 45 kg und befindet sich mit ihrem Schlitten auf einem 30 m hohen Berg. Als sie auf ihrem Schlitten unten am Berg ankommt, hat sie eine Geschwindigkeit von 20 m/s. Um den Wirkungsgrad von der Schlittenfahrt zu berechnen, müssen die Energiemengen vor und nach der Schlittenfahrt bekannt sein und ins Verhältnis gesetzt werden. Oben auf dem Berg besitzt Emma potenzielle Energie und unten am Berg kinetische Energie durch die Schlittenfahrt. (Die Masse des Schlittens wird bei diesem Beispiel vernachlässigt.) Die potenzielle Energie beträgt

$$E_{pot} = m_{Emma} \cdot g \cdot h_{oben} = 45\ kg \cdot 9{,}81\ m/s^2 \cdot 30\ m = 13244\ J$$

Die kinetische Energie von Emma und ihrem Schlitten unten am Berg beträgt:

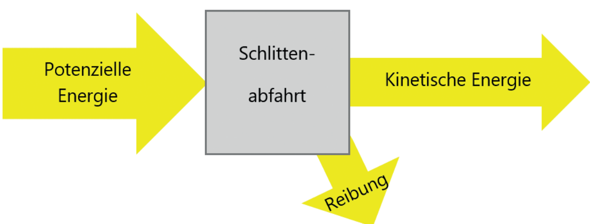
$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m_{Emma} \cdot (20\ m/s)^2 = 9000\ J$$

Der Wirkungsgrad berechnet sich nun aus dem Verhältnis der beiden Energiemengen:

$$\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{E_{kin}}{E_{pot}} = \frac{9000\ J}{13244\ J} = 0{,}68 = 68\ \%$$

Es werden somit 68 % der potenziellen Energie in Bewegungsenergie bzw. kinetische Energie umgesetzt. Wo aber sind die anderen 32 % Energie hin?

Bei der Abfahrt entsteht zwischen den Kufen des Schlittens und dem Schnee Reibung. Diese Reibung beansprucht Energie, weshalb nicht die ganzen 13.244 J der potenziellen Energie in Bewegungsenergie umgesetzt werden können.



Grafik: Maureen Götza

Soll der Wirkungsgrad mehrerer hintereinander folgender Energieumwandlungen errechnet werden, sind die einzelnen Wirkungsgrade zu errechnen und anschließend miteinander zu multiplizieren:

$$\eta_{ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_2 \cdot \ldots$$

Ein System kann maximal einen Wirkungsgrad von 1 bzw. 100 % besitzen.

Beispiele für verschiedene Wirkungsgrade

In der nachfolgenden Tabelle findest du eine kleine Übersicht zu Maschinen und Bauteilen mit ihren Wirkungsgraden:

Maschine/Bauteile	Zugeführte Energie	Abgeführte Energie	Wirkungsgrad in %
Dampfmaschine aus dem 18. Jahrhundert	Chemisch	Kinetisch	3–5
Solarzelle	Thermisch	Elektrisch	[illegible]–27
Dieselmotor	Chemisch	Kine[illegible]	40
Dampfturbine	Mechanisch	Elektrisch	40

Aufgabe 1

Ein Backofen benötigt pro Backgang 0,9 kJ elektrische Energie. Berechne die thermische Energie, welche in [illegible] umgewandelt wird, wenn der Backofen einen Wirkungsgrad von $\eta = 0{,}92$ hat.

Aufgabe 2

Ein Windrad mit einem Wirkungsgrad von $\eta_{Windrad} = 0{,}85$ erzeugt elektrische Energie, welche in einem Pumpspeicherkraftwerk mit einem Wirkungsgrad $\eta_{PumpSKW} = 0{,}72$ vorerst gespeichert wird. In der Nacht wird mit der gespeicherten Energie ein Elektroauto geladen. Der Wir[illegible]grad der Ladestation beträgt $\eta_{LadeSt} = 0{,}94$. Rechne den gesamten Wirkungsgrad, beginnend mit der Energie des Windrads, bis hin zu der elektrischen Energie der Ladestation aus.

Energie in unserem Alltag

M 9

Energie begegnet uns von morgens bis abends im Alltag. Egal, ob wir das Licht anschalten, den Toast toasten, einen Kaffee kochen, zur Schule fahren oder die Mikrowelle betätigen. Bei all diesen Vorgängen wird für den Menschen Energie umgewandelt und bereitgestellt. Dabei dürfen wir nicht vergessen, dass wir als Mensch auch Energie benötigen und als Energiewandler fungieren. Nicht umsonst sagt man, dass man keine Energie mehr hat, wenn man abends müde ins Bett fällt.
Wir Menschen nehmen chemische Energie zu uns, indem wir Lebensmittel essen, die chemische Energie gebunden haben. Der Körper kann aus den Nährstoffen der Lebensmittel die chemische Energie herausziehen und beispielsweise den Muskeln bereitstellen. Sind die Muskeln ausreichend mit Energie und Sauerstoff versorgt, können wir uns viel bewegen. Bei der Bewegung wandeln wir die Energie in kinetische Energie um. Der Körper benötigt Energie darüber hinaus auch für die Aufrechterhaltung von Körperfunktionen, wie etwa das Atmen, für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur und für die Gehirnfunktion, also für das Denken.


© Peter Dazeley/iStock/Getty Images Plus

Geht es bei **Lebensmitteln** um die Energie, die in diesen gebunden ist, benutzen die meisten Menschen nicht die Einheit Joule, sondern Kalorien. Um die chemische Energie in Lebensmitteln mit zum Beispiel thermischer Energie zu vergleichen, empfiehlt es sich aber, auch die Energie in den Lebensmitteln in der Einheit Joule bzw. Kilojoule anzugeben (1000 Joule = 1 Kilojoule). Kalorien (cal) bzw. Kilokalorien (kcal) können ganz einfach in Joule (J) bzw. Kilojoule (kJ) umgerechnet werden. Zwischen den Einheiten gilt folgender Zusammenhang:

$$1\ \text{kcal} = 4{,}1868\ \text{kJ bzw. } 1\ \text{kJ} = 0{,}2388\ \text{kcal}$$

Wenn wir wissen, wie viel chemische Energie in einem Lebensmittel gebunden ist, können wir ausrechnen, wie viel Sport wir treiben müssten, um die aufgenommene chemische Energie komplett in kinetische und thermische Energie umzuwandeln. In der folgenden Tabelle sind einige Sportarten mit der benötigen Energie pro Stunde aufgelistet.

Sportart	Energie pro Stunde in kJ	Energie pro Stunde in kcal
Laufen	3517	840
Fahrrad fahren (ca. [illegible] km/h)	1884	450
Wandern	544	130

Die angegebenen Werte sind Durchschnittswerte. Der individuelle Energieverbrauch ist abhängig von der Intensität des Sports, dem Geschlecht, dem Alter und dem Gewicht des Sportlers.

Beispiel:
Paul möchte wissen, wie lange er Fahrrad fahren muss, um die zu sich genommene Energie von 100 g Baguette durch Sport wieder zu verbrauchen. Dafür verwendet er folgende Formel:

$$t = \frac{E_{Essen}}{E_{Sport\,pro\,Stunde}}$$

Energie und Leistung

M 10

In bestimmten Situationen kann die Energie mit der Arbeit gleichgesetzt werden. Denn mit einer bestimmten Energiemenge kann eine bestimmte Menge an Arbeit verrichtet werden. Die physikalische Größe Leistung P gibt dagegen eine Energiemenge ΔE pro Zeiteinheit Δt an. Man kann auch sagen, dass die Leistung P geleistete Arbeit W pro Zeit Δt ist. Das Formelzeichen für die Leistung ist P und die Einheit Watt (W). Die Formel lautet:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \text{bzw.} \quad P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Der Unterschied zwischen der Energie und der Leistung liegt in der Zeit. Laufen beispielsweise zwei Personen einen Berg hoch, können oben angekommen beide sagen, dass sie gleich viel Höhenenergie besitzen. Kommt eine Person aber viel früher oben an als die andere, kann man nicht sagen, dass beide gleich fit oder gleich stark sind. Eben genau dieser Zeitunterschied bei gleicher Energiemenge wird über die Leistung definiert.

Beispiel

Lucy und Robert laufen einen Berg hoch. Oben angekommen, haben beide eine Höhe von 45 m zurückgelegt. Lucy hat jedoch nur 3 min und Robert 4 min benötigt. Welche Leistung haben Robert und Lucy jeweils erbracht, wenn beide eine Masse von m = 62 kg besitzen?

…ty Images Plus

Zuerst muss die potenzielle Energie errechnet werden, die beide oben auf dem Berg besitzen:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h = 62\,\text{kg} \cdot 9{,}81\,\text{m/s}^2 \cdot 45\,\text{m} \approx 27\,\text{kJ}$$

Die potenzielle Energie ist bei beiden gleich groß. Es ergeben sich jedoch unterschiedliche Leistungen, also Energiemengen pro Zeit:

$$P_{Lucy} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{27\,\text{kJ}}{3\,\text{min}} = \frac{27000\,\text{J}}{180\,\text{s}} = 150\,\text{J/s} = 150\,\text{W}$$

$$P_{Robert} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{27\,\text{kJ}}{4\,\text{min}} = \frac{27000\,\text{J}}{240\,\text{s}} = 112{,}5\,\text{J/s} = 112{,}5\,\text{W}$$

Lucy und Robert müssen also gleich viel Energie aufwenden, um den Berg zu erklimmen. Da Lucy aber schneller oben war, hat sie eine höhere Leistung erbracht als Robert. Man kann das Ergebnis auch folgendermaßen ausdrücken: Lucys Körper konnte schneller Energie bereitstellen und diese schneller umwandeln als Roberts Körper.

Aufgabe 1

Mila baut eine kleine Hütte auf einem Berg. Dafür trägt sie auf den 18 m hohen Berg 23 kg Holz auf einmal hoch. Bis sie oben angekommen ist, hat sie 6 min gebraucht.

a) Berechne die potenzielle Energie von 23 kg Holz, nachdem Mila sie hochgetragen hat.

b) Nils will Mila beim Bau der Hütte helfen. Als er ankommt, sieht er, dass Mila ein Paket mit 6 kg Holz unten vor dem Berg vergessen hat. Er trägt das Paket in 2 min hoch. Berechne die potenzielle Energie des Holzpakets, nachdem Nils es hochgetragen hat.

c) Berechne die Leistung, die Mila und Nils durch das Hochtragen in Bezug auf das Holz geleistet haben.