

Energie kommt in verschiedenen Formen vor



1 Einsatz von elektrischer Energie

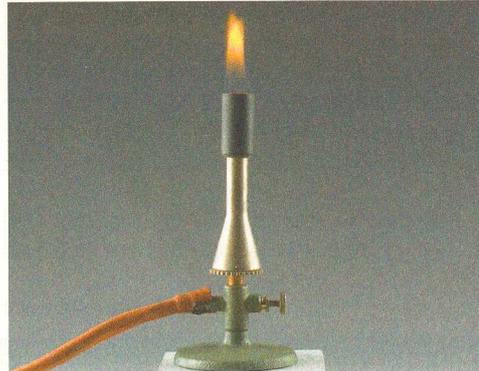
Elektrische Energie

Eine Lampe, die an eine Batterie angeschlossen ist, gibt Licht und Wärme ab. Ein elektrisch betriebener Motor zieht eine Last nach oben (▷ B 1). Es wird Hubarbeit verrichtet. In beiden Fällen kommt die benötigte Energie von der Spannungsquelle. Der elektrische Strom transportiert die Energie von der Quelle zur Lampe bzw. zum Motor.

In der Lampe und im Motor, den Energieempfängern, gibt der elektrische Strom die elektrische Energie ab. Dort wird sie zum Arbeiten, Leuchten oder Heizen verwendet.

Chemische Energie

Verbrennt man Öl, Benzin, Gas (▷ B 2), Kohle, Holz usw., dann finden chemische Reaktionen statt. Dabei entstehen neue Stoffe. Bei diesen chemischen Reaktionen wird aber auch Wärme und Licht abgegeben, weshalb die neuen Stoffe weniger



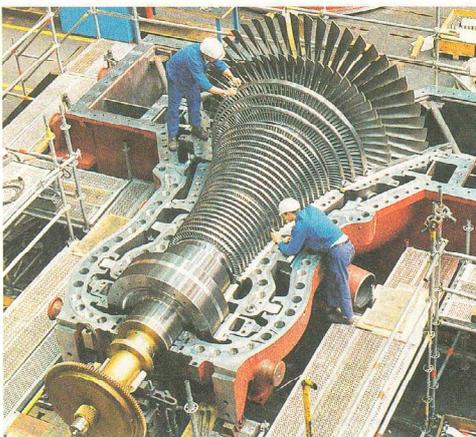
2 Chemische Energie wird in Licht und Wärme umgewandelt.

Energie haben als die Ausgangsstoffe. Die Energie, die bei der Verbrennung umgewandelt wird, nennt man chemische Energie. Sie ist in den Ausgangsstoffen gespeichert.

Wärme

Bei den Beschreibungen zu elektrischer und chemischer Energie kam häufig das Wort **Wärme** vor. Wärme ist eine weitere Energieform. Man nennt sie auch thermische Energie (griech. *thermos*: warm). Bei einer Dampfturbine (▷ B 3) z. B. wird Wärme dazu benutzt, elektrische Energie bereitzustellen. Dazu wird Wasser erhitzt. Der entstehende Wasserdampf steht unter hohem Druck. Er strömt gegen die Schaufeln der Dampfturbine und setzt sie in Bewegung. Die Turbine treibt einen Generator an, der vergleichbar einem Fahrraddynamo arbeitet und einen elektrischen Strom erzeugt.

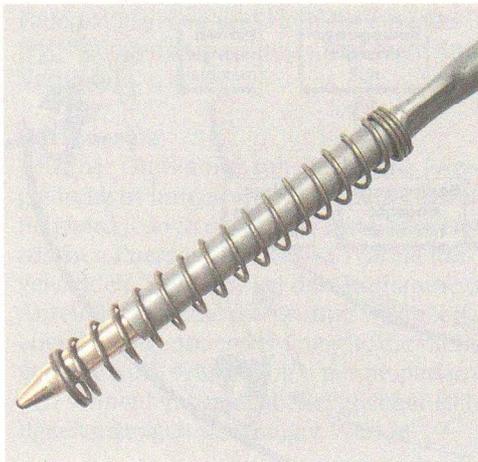
Es gibt verschiedene Energieformen: z. B. elektrische Energie, chemische Energie und thermische Energie.



3 Wärme treibt eine Dampfturbine an.



4 Ein Laufwasserkraftwerk



5 Kugelschreiber mit Feder



6 Kuckucksuhr



7 Bei der Ramme kommt Höhenenergie zum Einsatz.

Höhenenergie

Früher konnte man keine Uhren, die mit Batterien angetrieben wurden. Bei Stand- oder Kuckucksuhren (▷ B 6) hat man Gewichte über eine Kette nach oben gezogen. Die Zahnräder der Uhr wurden dann durch die Gewichte angetrieben, die dabei langsam zu Boden sanken.

Durch das Anheben hat das Gewicht Energie gewonnen. Man nennt diese Energie Lage- oder Höhenenergie.

Sollen Bauwerke auf lockerem Untergrund gebaut werden, ist ein tief im Boden verankertes Fundament notwendig. Dazu werden Spundbohlen in den Boden gerammt. Dies geschieht mit Rammen (▷ B 7). Eine große Masse, der so genannte Freifallbär, wird an einem Gerüst nach oben gezogen und fällt dann auf die Spundbohle. Diese wird durch die Energie des Massestücks Stück für Stück in den Untergrund gerammt.

Um die Schlagkraft zu vergrößern, nutzte man früher unter hohem Druck stehenden Dampf. Wurde gleichzeitig die Schlagzahl erhöht, konnte ein schnellerer Arbeitsfortschritt erreicht werden.

Die Energie eines hochgehobenen Körpers heißt Höhenenergie.

Versuch

- 1 Hebe die Massestücke (▷ B 8) um ca. 30 cm an. Achte darauf, dass der Faden gespannt bleibt. Lasse die Massestücke los. Formuliere deine Beobachtung.

Bewegungsenergie

In Bild 4 kannst du erkennen, dass dem Wasser kaum Fallhöhe zur Verfügung steht. Die Turbinen werden durch die Strömung des Wassers angetrieben. Das Wasser ist in Bewegung und hat Energie.

Die Energie eines bewegten Körpers heißt Bewegungsenergie.

Spannenergie

Die Energie einer gespannten Feder, z. B. bei einem Kugelschreiber (▷ B 5), nennt man Spannenergie. Sie ist eine weitere mechanische Energieform, die z. B. bei der Feder eines Kugelschreibers zur Anwendung kommt.

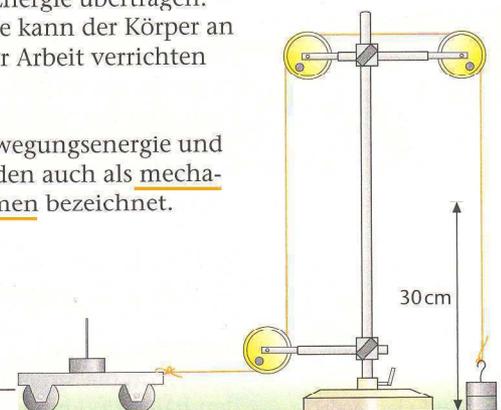
Die Energie einer gespannten Feder heißt Spannenergie.

Arbeit – Energie

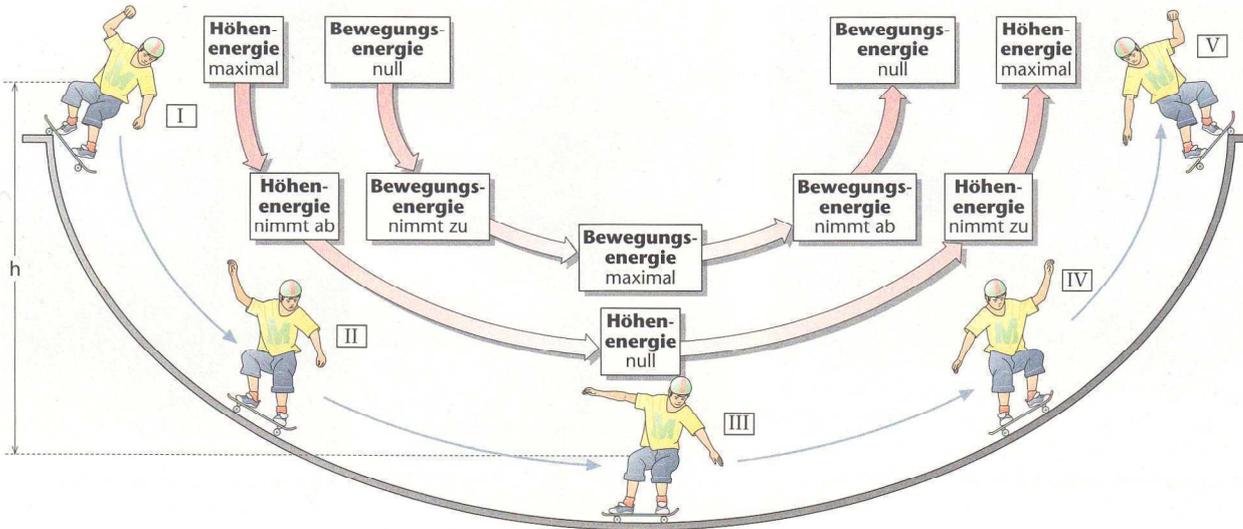
Wird an einem Körper Arbeit verrichtet, so wird auf den Körper Energie übertragen. Mithilfe dieser Energie kann der Körper an einem anderen Körper Arbeit verrichten (▷ V 1).

Höhenenergie, Bewegungsenergie und Spannenergie werden auch als mechanische Energieformen bezeichnet.

8 Zu Versuch 1



Energieumwandlung – Energieerhaltung



1 Energieumwandlung beim Skaten

Mit Schwung nach oben

Inlineskaten und Skateboardfahren auf der Halfpipe ist sehr beliebt (▷ B 1). Immer wieder skaten die Jugendlichen auf der Bahn hin und her und probieren die unterschiedlichsten Figuren aus.

Was hat das mit Energie zu tun?

Betrachte einen Skater auf seiner Bahn von links nach rechts. Er kommt beim ersten Lauf fast auf dieselbe Höhe.

An dem Vorgang sind zwei Energieformen beteiligt: Höhenenergie und Bewegungsenergie.

In Punkt I hat der Skater Höhenenergie. Rollt er in Richtung Punkt II, bewegt er sich nach unten. Somit nimmt auch seine Höhenenergie ab. Dafür nimmt aber seine Bewegungsenergie zu. Am tiefsten Punkt der Halfpipe (III) hat der Skater keine Höhenenergie mehr. Sie hat sich (fast) vollständig in Bewegungsenergie umgewandelt. Die Bewegungsenergie ist daher an diesem Punkt am größten. Rollt er weiter nach rechts, wandelt sich seine Bewegungsenergie wieder in Höhenenergie um. Insgesamt hat sich also Höhenenergie in Bewegungsenergie (von I nach III) und Bewegungsenergie wieder in Höhenenergie (von III nach V) umgewandelt.

|| Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden. ||

Im Regen stehen

Kennst du die Situation? In beiden Händen hältst du Einkaufstaschen und plötz-

Versuch

- 1 Lasse an deinem Finger mithilfe eines Fadens ein Massestück pendeln (▷ B 2).
 - a) Lenke das Fadenpendel aus und beschreibe die Energieumwandlungen.
 - b) Nach wie vielen Schwingungen kommt das Pendel zur Ruhe?
 - c) Was ist aus der ursprünglichen Energie geworden, wenn das Massestück zur Ruhe gekommen ist?

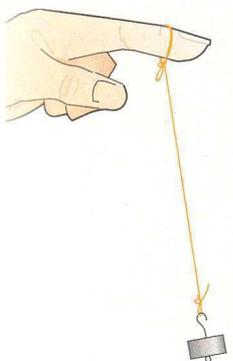
lich fängt es an zu regnen. Jetzt noch einen Schirm aufzuspannen wird schwierig. Ein Automatikschirm kann dir helfen. Ein Knopfdruck und er öffnet sich von selbst. Woher kommt die Energie zur Entfaltung des Schirmes?

Beim Zusammenklappen des Schirms musst du Spannarbeit an der Feder (▷ B 3) verrichten. Sie wird zusammengedrückt und speichert die Spannenergie.

Auf Knopfdruck gibt die Feder ihre Energie ab. Es werden Beschleunigungsarbeit, Reibungsarbeit am Schirmgestänge und Spannarbeit am Schirmstoff verrichtet.

Reibung, der reinste Spielverderber

Weil beim Fadenpendel (▷ V 1) die Reibung der Luft und vor allem die Reibung des Fadens am Finger mit im Spiel ist, wird die Auslenkung des Fadenpendels mit der Zeit immer kleiner. Bei der Umwandlung der Höhenenergie in Bewegungsenergie und umgekehrt wird ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird an die Luft, den Finger und den



2 Das Fadenpendel

Faden abgegeben und steht für eine weitere Energieumwandlung nicht mehr zur Verfügung.

Nutzenergie

Bei einer Glühlampe soll elektrische Energie in Licht umgewandelt werden. Tatsächlich wird jedoch der größte Anteil der elektrischen Energie (ca. 95 %) in Wärme umgewandelt. Daher ist bei der Glühlampe der Anteil der Energie, der genutzt wird (Nutzenergie), gegenüber der Energie, die nicht genutzt wird, sehr gering. Energiesparlampen schneiden besser ab. Bei gleicher Helligkeit erzeugen sie weniger Wärme.

Energieerhaltung

Weitere Untersuchungen zeigen, dass auch bei anderen Energieumwandlungen ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt wird.

Bei Energieumwandlungen wird immer ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt.

Außerdem hat man festgestellt, dass keine Energie verbraucht wird. Obwohl nur ein Teil der Energie genutzt werden kann, ist doch stets die gesamte Energie noch vorhanden. Die restliche ungenutzte Energie wurde lediglich in Formen umgewandelt, die wir nicht nutzen wollen oder können.

Bei Energieumwandlungsprozessen werden Energieformen ineinander umgewandelt. Dabei geht keine Energie verloren (Energieerhaltungssatz), und es entsteht keine Energie aus dem Nichts.

Eine Energieumwandlungskette

Die chemische Energie des Benzins wird dazu genutzt, den Wagen zu beschleunigen. Es wird Beschleunigungsarbeit und Reibungsarbeit verrichtet. Das Auto hat Bewegungsenergie. Bremsst das Auto ab, wird Reibungsarbeit an den Bremsscheiben verrichtet. Sie werden heiß. Die gespeicherte Wärme wird an die Umgebung abgeführt. Dieser Vorgang kann in einer Umwandlungskette dargestellt werden (▷ B 4).

Energieumwandlung ist immer mit Verrichtung von Arbeit verbunden.

Energieentwertung

Beim Abbremsen eines Autos braucht man die Reibung. Die Bewegungsenergie des Fahrzeuges muss abgebaut werden. Die

Bremsscheiben werden heiß und die Bewegungsenergie wird in Wärme umgewandelt. Sie wird an die Umgebung abgeführt. Ebenso wird bei der Verbrennung des Benzins der Motor heiß. Diese Wärme kann im Winter zum Heizen des Wageninneren benutzt werden. Anderenfalls wird sie über den Kühler an die Umgebung abgegeben.

Insgesamt wird so ein Teil der chemischen Energie des Benzins in Wärme umgewandelt, die für die Beschleunigung des Autos nicht mehr zur Verfügung steht. Man spricht deshalb von Energieentwertung. Ein Teil der ursprünglichen Energie geht in eine andere Form über und ist dadurch für die weitere Nutzung wertlos geworden.

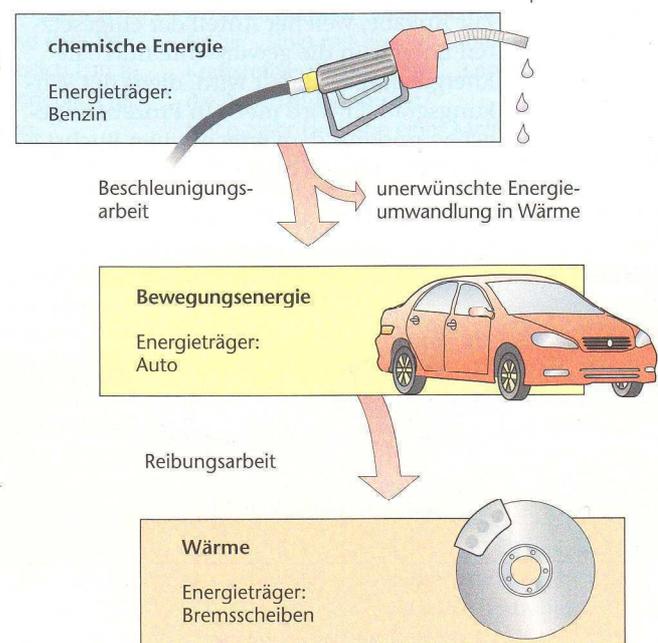
Einsatz von Energie – Energieeinsparung

Heizungsanlagen von Häusern werden teilweise mit Öl betrieben. In einem ungedämmten Haus werden z.B. 5000 Liter Heizöl pro Jahr verbraucht. Im Brenner wird chemische Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme soll die Temperatur in den Zimmern erhöhen. Bei schlecht isolierten Häusern geht ein Teil der Wärme über die unzureichende Mauerwerkisolation, die Fenster und das Dach „verloren“. Bei einem Passivhaus kann der Ölverbrauch auf ca. 2000 Liter Heizöl und weniger sinken. Hier wird nur sehr wenig Wärme an die Umwelt abgegeben. Gegenüber dem ungedämmten Haus ergibt sich eine Einsparung von 3000 Litern Heizöl.

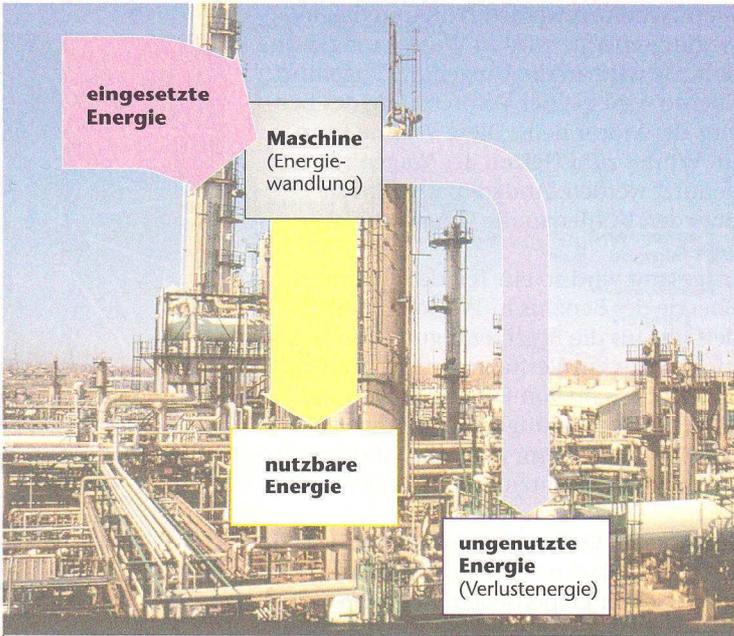


3 Schirmfeder

4 Energieumwandlung



Der Wirkungsgrad



1 Die eingesetzte Energie kann nur teilweise in nutzbare Energie umgewandelt werden.

Der Wirkungsgrad

Ob beim Auto, in einem Kraftwerk, beim Betrieb einer elektrischen Glühlampe, beim Kochen mit Strom oder Gas – immer wird Energie genutzt. Der Umfang der Energienutzung ist aber in jedem Fall begrenzt, denn nur ein Teil der eingesetzten Energie E wird in Nutzenergie E_n umgewandelt. Ein erheblicher Teil wird z. B. als Wärme an die Umgebung abgegeben (\triangleright B 1). Häufig wird die ungenutzte Energie als Verlustenergie bezeichnet.

Zur Angabe, welcher Anteil der eingesetzten Energie in die gewünschte nutzbare Energie umgewandelt wird, dient der Wirkungsgrad. Er wird meist in Prozent angegeben und mit dem griechischen Buchstaben η (Eta) bezeichnet.

Aufgaben

- 1 Was bedeutet die Aussage: „Der Wirkungsgrad einer Leuchtstoffröhre beträgt 15 %.“
- 2 Erläutere, warum der Wirkungsgrad des Autos insgesamt bei 16 % liegt, der des Automotors aber bei 25 bis 35 %.
- 3 Einem Kraftwerk werden täglich 128 000 MJ chemische Energie in Form von Kohle zugeführt. Davon werden 46 500 MJ in elektrische Energie umgewandelt. Berechne den Wirkungsgrad.

Den Quotient aus nutzbarer Energie und eingesetzter Energie nennt man Wirkungsgrad η .

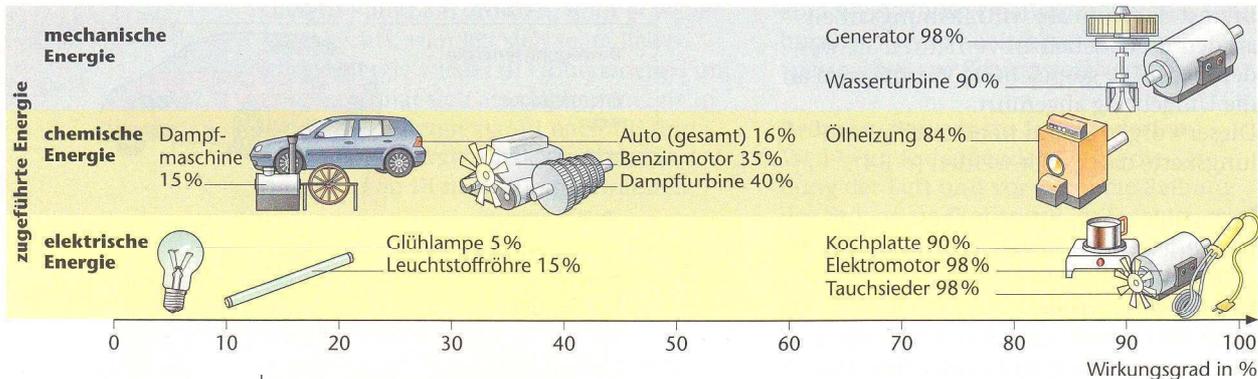
$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{nutzbare Energie}}{\text{eingesetzte Energie}}$$

$$\eta = \frac{E_n}{E}$$

Ein Wirkungsgrad von 25 % bedeutet, dass nur ein Viertel der zugeführten Energie in die gewünschte Form der Nutzenergie umgewandelt wird.

Der Automotor als Energiewandler

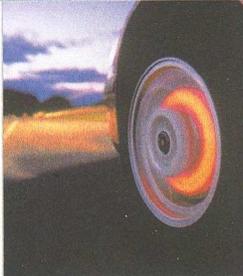
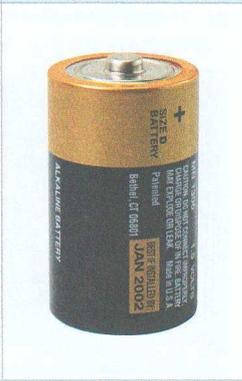
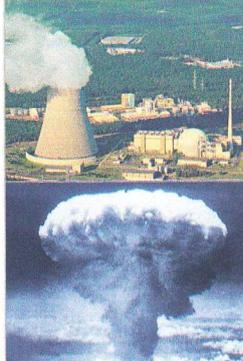
Beim Automotor ist die Energiebilanz sehr ungünstig. Ein großer Teil der Energie, die im Treibstoff (Benzin oder Dieselöl) enthalten ist, kann nicht zum Fahren genutzt werden. Mehr als zwei Drittel der Energie werden in Form von Wärme und Abgasen abgegeben. Der Wirkungsgrad beträgt bei Benzinmotoren etwa 25 bis 35 % (\triangleright B 2). Alte Autos hatten sogar nur Wirkungsgrade von 5 bis 10 %.



2 Verschiedene Wirkungsgrade

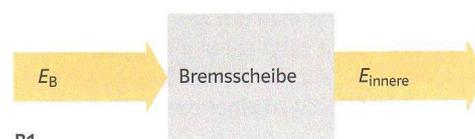
Nun die Zusammenfassungen und Übersichten

Energieformen

<p>Höhenenergie E_H</p> <p>besitzt ein Gegenstand, wenn er sich auf einer gehobenen Position gegenüber einer Ausgangslage befindet.</p>		<p>Bewegungsenergie E_B</p> <p>besitzt ein Gegenstand, wenn er sich mit einer Geschwindigkeit v bewegt.</p>	
<p>Spannenergie E_S</p> <p>steckt in einem gespannten Bogen, einem gedehnten Gummiband, einer gedehnten oder gestauchten Feder.</p>		<p>Innere Energie E_{innere}</p> <p>zeigt sich z. B. in der höheren Temperatur der Bremscheiben, wenn beim Bremsen Bewegungsenergie in innere Energie umgewandelt wird. In der Dampfmaschine wird innere Energie des Dampfes in Bewegungsenergie umgewandelt.</p>	
<p>Elektrische Energie E_{el}</p> <p>steht an den Anschlüssen elektrischer Quellen zur Verfügung. Mit dem elektrischen Strom wird sie von dort zum Gerät transportiert.</p>		<p>Lichtenergie E_{Licht}</p> <p>geht von jeder Lichtquelle aus. Wir brauchen sie zum Sehen, Pflanzen benötigen sie für ihr Wachstum, mit der Solarzelle kann sie in elektrische Energie umgewandelt werden.</p>	
<p>Chemische Energie E_{ch}</p> <p>wird bei manchen chemischen Reaktionen, z. B. der Verbrennung, freigesetzt. Der Motor eines Autos wandelt sie um in Bewegungsenergie, der Raketenantrieb in Höhenenergie. Sie ist in Lebensmitteln enthalten.</p>		<p>Kernenergie E_{Kern}</p> <p>wird bei der Spaltung von Atomkernen freigesetzt. In Kernkraftwerken wird sie in elektrische Energie umgewandelt. Bei der Atombombe zeigt sich die mögliche Gefahr, die mit der Umwandlung von Energie verbunden sein kann.</p>	

Bemerkung: Höhenenergie, Bewegungsenergie und Spannenergie werden oft unter dem Begriff mechanische Energie zusammengefasst.

■ **A1** Das Energieflussdiagramm in **B1** stellt die Umwandlung von Bewegungsenergie in innere Energie dar. Versuche eine entsprechende Darstellung zu den anderen Bildern oben.



B1

Schlusspunkt

Kräfte, Arbeit, Leistung und Energie



1 Kraftmesser

Die Kraft

Die Kraft gibt an, wie stark zwei Körper aufeinander einwirken.
Formelzeichen: F
Einheit: Newton (N)
Messgerät: Kraftmesser (▷ B 1)

Die Wirkung einer Kraft

Kräfte erkennt man an ihren Wirkungen. Kräfte können Körper beschleunigen, verzögern, deren Bewegungsrichtung ändern und sie können Körper plastisch oder elastisch verformen.

Der Kraftpfeil

Eine Kraft stellt man mit einem Kraftpfeil dar (▷ B 2). Die Pfeillänge gibt die Größe der Kraft an. Der Pfeilanfang kennzeichnet den Angriffspunkt der Kraft. Die Pfeilspitze zeigt die Richtung an, in die die Kraft wirkt.

Die Gewichtskraft

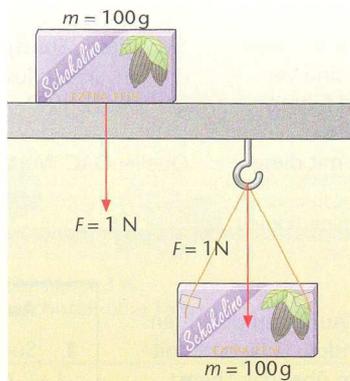
Die Gewichtskraft gibt an, wie stark ein Körper an einer Aufhängung in Richtung Erdmittelpunkt zieht oder auf eine Unterlage drückt. Sie ist ortsabhängig. Auf der Erde hat ein Körper mit einer Masse von 100 Gramm eine Gewichtskraft von etwa 1 Newton (▷ B 3).

Die Reibung

Wir unterscheiden drei Reibungsarten: die Haftreibung, die Gleitreibung und die Rollreibung. Die Haftreibungskraft ist die größte, die Rollreibungskraft die kleinste dieser drei Reibungskräfte.



2 Kraftpfeil



3 Die Gewichtskraft einer Tafel Schokolade

Das Wechselwirkungsprinzip

Der Physiker Sir ISAAC NEWTON entdeckte das Wechselwirkungsprinzip: Wirken zwei Körper aufeinander, so treten immer zwei Kräfte auf, Kraft und Gegenkraft. Diese Kräfte sind einander entgegengerichtet, greifen an verschiedenen Körpern an und sind gleich groß.

Einfache Maschinen

Mit einfachen Maschinen kann man Kräfte übertragen, den Angriffspunkt der Kraft verändern, manchmal die Richtung der Kraft und meistens auch die Größe der Kraft verändern.

Feste Rolle

Bei Verwendung einer festen Rolle sind Zug- und Gewichtskraft gleich groß. Auch Zugweg und Hubweg sind gleich groß. Mit der festen Rolle kann die Richtung der Kraft verändert werden (▷ B 4).

Lose Rolle

Bei Verwendung einer losen Rolle ist die Zugkraft nur halb so groß wie die Gewichtskraft und der Zugweg ist doppelt so lang wie der Hubweg (▷ B 4).

Flaschenzug

Bei einem Flaschenzug ermittelt man die Anzahl der tragenden Seilstücke (n). Die Zugkraft ist so groß wie der Quotient aus der Hubkraft und der Anzahl der tragenden Seilstücke. Der Zugweg ist das Produkt aus dem Hubweg und der Anzahl der tragenden Seilstücke (▷ B 4).

Hebel

Jeder Hebel besteht aus einem Drehpunkt und zwei Hebelarmen. Entsprechend der Lage des Drehpunktes und der Hebelarme unterscheiden wir einseitige und zweiseitige Hebel.

Die Dichte

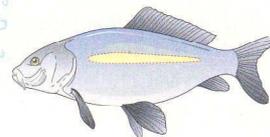
Die Dichte ρ gibt an, welche Masse m (in g) 1 cm^3 eines Stoffes hat.

Formelzeichen: ρ

Einheit: 1 g/cm^3

Berechnung: Dichte = Masse : Volumen

$\rho = m : V$



Der Druck
 Der Druck kennzeichnet den Zustand einer Flüssigkeit oder eines Gases, der durch das Zusammenpressen entsteht.
 Formelzeichen: p
 Einheit: 1 Pascal (1 Pa = 1 N/m²)
 Berechnung: Druck = Kraft : Fläche
 $p = F : A$

Der Auftrieb
 Auf jeden Körper im Wasser wirkt eine Auftriebskraft. Sie ist immer nach oben gerichtet. Die Auftriebskraft ist genauso groß wie die Gewichtskraft der vom Körper verdrängten Flüssigkeit.

Die physikalische Arbeit
 In der Physik spricht man von Arbeit, wenn ein Körper unter Kraftaufwand entlang eines Weges bewegt wird.
 Formelzeichen: W
 Einheit: 1 Joule (1 J)
 Berechnung: Arbeit = Kraft · Weg
 $W = F \cdot s$

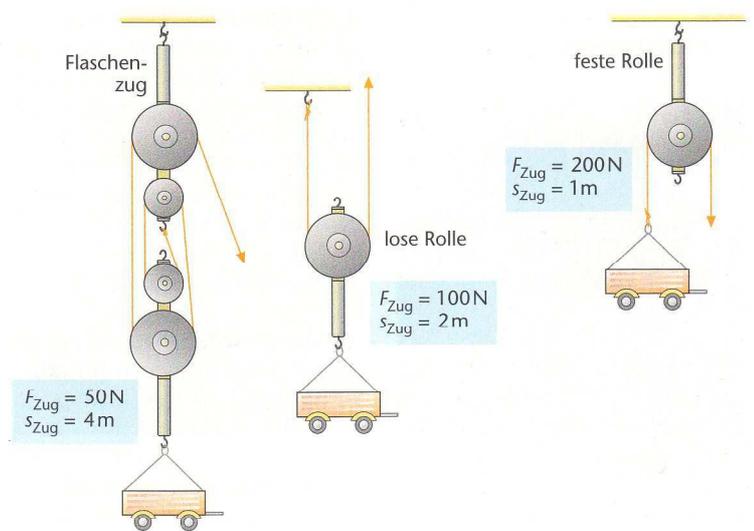
Arbeitsformen
 Hubarbeit ist die Arbeit, die verrichtet wird, um einen Körper anzuheben (▷ B 5). Reibungsarbeit, Spannarbeit, Beschleunigungsarbeit und Verformungsarbeit sind weitere Arbeitsformen.

Die Goldene Regel der Mechanik
 Will man weniger Kraft aufwenden, muss man einen längeren Weg zurücklegen. Das Produkt aus Kraft und Weg bleibt konstant. Deshalb kann keine Arbeit gespart werden (▷ B 6, B 7).

Die mechanische Leistung
 Die Leistung gibt an, wie viel Arbeit in einer Sekunde verrichtet wird.
 Formelzeichen: P
 Einheit: 1 Watt (1 W)
 Berechnung: Leistung = Arbeit : Zeit
 $P = W : t$

Die Energie
 Energie ist die Fähigkeit eines Körpers, physikalische Arbeit zu verrichten und Wärme abzugeben.
 Formelzeichen: E
 Einheit: 1 J

Energieträger – Energieempfänger
 Ein Energieträger kann Energie auf einen anderen Körper, den Energieempfänger, übertragen.

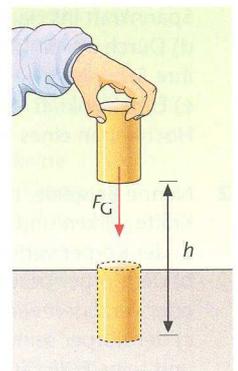


4 Vergleich der Wirkungsweisen verschiedener einfacher Maschinen

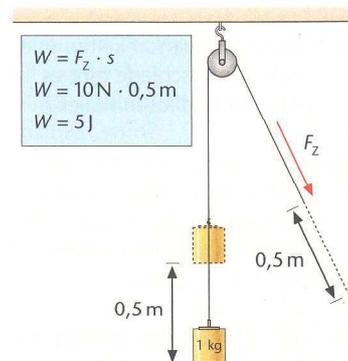
Energieformen
 Es gibt verschiedene Energieformen: Höhenenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie, Wärme, chemische Energie und elektrische Energie.

Energieerhaltungssatz
 Bei Energieumwandlungsprozessen werden Energieformen ineinander umgewandelt. Dabei geht keine Energie verloren.

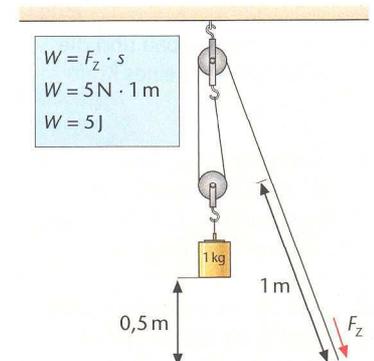
Der Wirkungsgrad
 Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der eingesetzten Energie in die gewünschte nutzbare Energie umgewandelt wird.
 Formelzeichen: η (Eta)
 Angabe meist in Prozent
 Berechnung: Wirkungsgrad = nutzbare Energie : eingesetzte Energie
 $\eta = E_n : E$



5 Hubarbeit $F_G \cdot h$



6 Feste Rolle



7 Flaschenzug mit zwei tragenden Seilen