

Verbrennung liefert Energie

Hast du schon mal erlebt, wie heiß und hell es um ein Lagerfeuer herum ist? Da steckt ganz schön viel Energie drin! Aber wo steckt die eigentlich genau und wo geht sie hin?



„Lagerfeuer“ von Lukas Riebling (eigenes Werk) [[CC BY-SA3.0](#)] via [Wikimedia commons](#)

Darum geht's bei diesem LernJob:

Job 1	Hier kannst du lernen, wie bei einem Lagerfeuer Energie übertragen wird. Dazu untersuchst du ein „Laborlagerfeuer“.	
	Energieübertragung und Temperatur	erledigt? <input type="checkbox"/>
	Energieübertragung auf die Umgebung	erledigt? <input type="checkbox"/>
	Verbrennungsprodukte	erledigt? <input type="checkbox"/>
	Optimale Verbrennung	erledigt? <input type="checkbox"/>
Job 2	Hier kannst du lernen, wie die Energie in Brennstoffen in Wärmekraftwerken genutzt wird.	erledigt? <input type="checkbox"/>

Job 1: Untersuchungen am „Laborlagerfeuer“

Das „Drumherum“ nennen Physiker die „Umgebung“

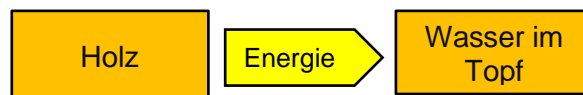
Brennstoffe sind „Energieträger“.



Kennst du noch das Branddreieck?

Wenn es brennt, wird **Energie übertragen**. Wer um ein Lagerfeuer herum sitzt, hat es daher warm und hell. Stellt man einen Topf mit Wasser ins Feuer, so wird auch darauf Energie übertragen. Die Wassertemperatur steigt, bis irgendwann das Wasser siedet und verdampft.

Vor der Verbrennung steckt die Energie in dem Stoff, der verbrannt wird. Solche Stoffe heißen **Brennstoffe**. Holz ist so ein Brennstoff, ebenso Kohle oder Benzin. Für das Wasserkochen am Lagerfeuer mit dem Brennstoff Holz lässt sich die Energieübertragung mit einem **Energieflussdiagramm** darstellen.



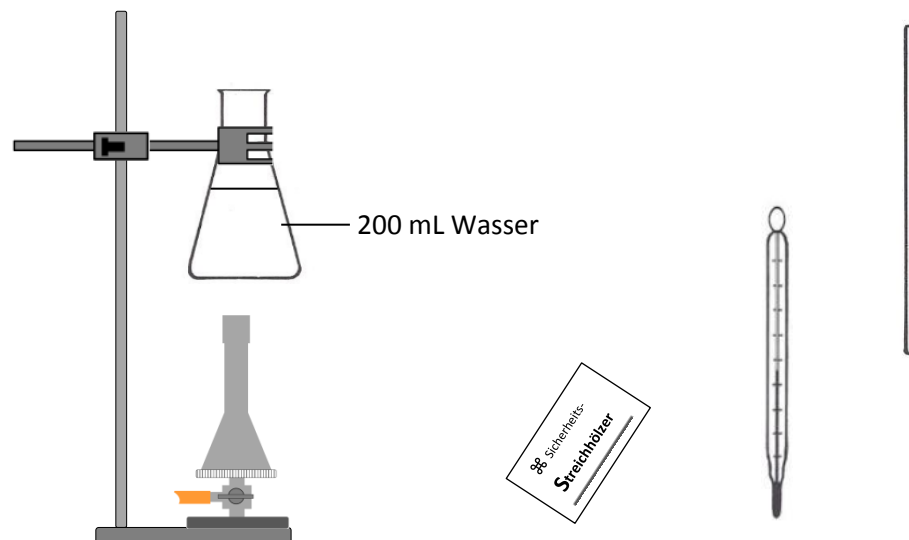
Damit ein Brennstoff verbrennen und Energie übertragen kann, **ist immer auch Sauerstoff erforderlich**. Der Sauerstoff selbst brennt aber nicht – er ermöglicht nur die Verbrennung! Außerdem muss eine bestimmte **Mindesttemperatur** erreicht werden, damit der Stoff überhaupt brennen kann.

Wenn ein Stoff verbrennt, entstehen **Verbrennungsprodukte**. Das sind häufig Gase, die auch **Verbrennungsgase** oder **Abgase** genannt werden. Bei einem Lagerfeuer bleibt auch ein festes Verbrennungsprodukt zurück: Asche.

a) Das alles sollst du jetzt genauer untersuchen! Da wir im BNT-Raum aber kein echtes Lagerfeuer entfachen können, mit einem echten Wassertopf drin, schauen wir uns die Sache in Klein an, sozusagen ein „Laborlagerfeuer“.

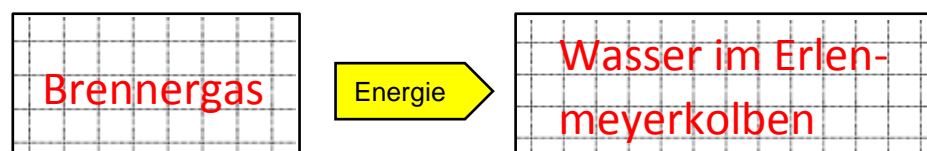
Weißt du, wie die Laborgeräte heißen, die hier zum Einsatz kommen?

Baue dazu die folgende Apparatur auf. Lege auch das Thermometer, den Glasstab und Streichhölzer bereit.



Wo steckt die Energie vor dem Erhitzen, wo nach dem Erhitzen?

Ergänze das zugehörige Energieflussdiagramm.



b) Wird jetzt der Brenner in Betrieb genommen, so nimmt die **Temperatur** des Wassers immer mehr zu, bis das Wasser irgendwann siedet. Je größer die Temperaturzunahme, desto mehr Energie wurde auf das Wasser übertragen.

Weißt du noch, bei welcher Temperatur Wasser siedet?

V1 Miss die Wassertemperatur, nimm dann den Brenner in Betrieb und erhitze das Wasser (200 mL) mit der nichtleuchtenden Flamme. Rühre dabei immer wieder mit dem Glasstab. Entferne nach 20 Sekunden den Brenner und stelle die Temperaturzunahme fest.



Grünes Licht?

Stelle eine Vermutung darüber auf, welche Temperaturzunahme ungefähr zu erwarten ist, wenn 40 Sekunden lang erhitzt wird.

Zuerst die Vermutung...

Überprüfe dann die Vermutung mit einem Experiment. Kannst du die Vermutung bestätigen?

...dann das Experiment!

Ergebnisse:

20 Sekunden erhitzen: Die Temperaturzunahme beträgt z.B. 4,3°C.

40 Sekunden erhitzen: Die Temperaturzunahme beträgt z.B. 8,1°C.

Wie zu vermuten, bewirkt die doppelte übertragene Energiemenge auch die doppelte Temperaturzunahme.

Beispielrechnung:

Wenn die Wassertemperatur von 21,5°C auf 27,3°C zunimmt, dann beträgt die Zunahme der Temperatur 5,8°C.



Die Temperaturzunahme ist ein Maß für die bei einer Verbrennung übertragene Energiemenge.

Jana (Klasse 8) sagt:

Wenn das Wasser siedet, wird keine Energie mehr übertragen, da dann ja die Temperatur nicht mehr weiter zunimmt, sondern bei 100°C bleibt.

...ganz schön schwierig!

Diskutiert, ob Jana damit Recht hat.

Bei Verbrennungen landet oft ein großer Teil der Energie dort, wo er gar nicht hin sollte. Das ist ein Problem, mit dem sich Energietechniker beschäftigen.

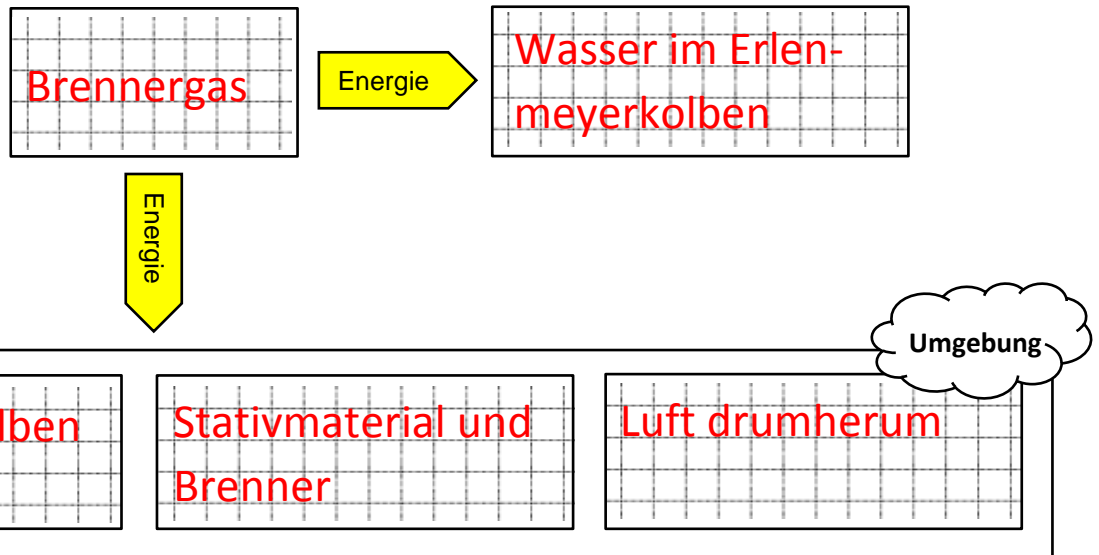
c) Herr Klever (BNT-Lehrer) sagt:

Beim dem Experiment ist nicht nur Energie auf das Wasser übertragen worden, sondern auch auf die Umgebung.

Vervollständige das zugehörige Energieflussdiagramm.

Überlege, wo in der Umgebung die Temperatur zugenommen hat.

Wie könnte man das verhindern?



Bei einer Verbrennung wird immer auch ein erheblicher Teil der Energie in die Umgebung übertragen.

d) Bei der Verbrennung von Brennergas und den meisten anderen Brennstoffen entstehen zwei Abgase, die du gut kennst: **Kohlenstoffdioxid** und **Wasserdampf**.

Brennergas und Sauerstoff

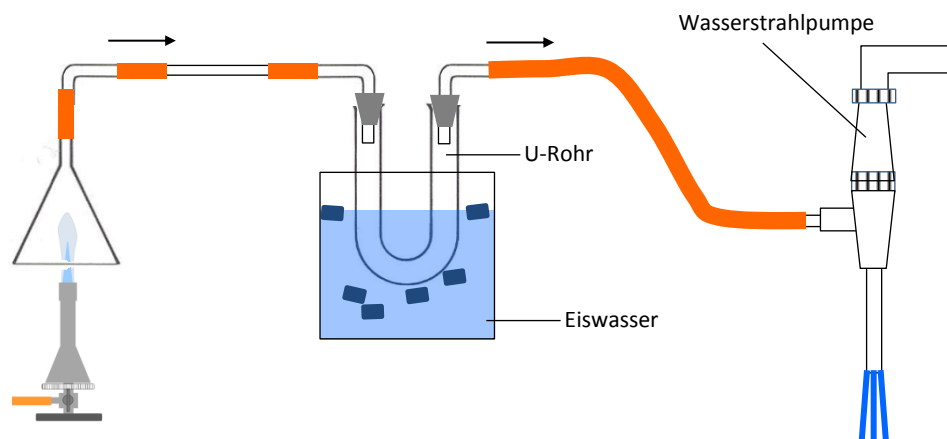
Verbrennung

Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf

Auch in dir „brennt“ gewissermaßen ein „Feuer“, das du mit Nahrungsmitteln am Brennen hältst. So bekommt dein Körper die notwendige Energie. Und auch du produzierst dabei die beiden Abgase Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf – genau wie ein Gasbrenner! Du atmest die beiden Stoffe ständig aus. Hauche einfach mal kräftig gegen eine Fensterscheibe, schon siehst du, wie sich eine Flüssigkeit sammelt: Wasser!

Dass auch beim Verbrennen von Brennergas Wasser entsteht, ist schon schwieriger zu beweisen. Mit der folgenden Apparatur geht das! Vielleicht hat sie dein Lehrer/deine Lehrerin ja sogar für dich aufgebaut:

Bei der Verbrennung entsteht Wasser? Da hab ich ja nicht mehr viel zu tun...



Beschreibe, was in dieser Apparatur passiert.

Die Abgase werden in das gekühlte U-Rohr gesaugt.
Dort kann der Wasserdampf kondensieren. Im U-Rohr sammelt sich daher flüssiges Wasser.

Weißt du noch, wie der Übergang von gasförmig nach flüssig heißt?

Bei den meisten Verbrennungen entsteht Kohlenstoffdioxid und Wasser.

e) Steht genug Sauerstoff zur Verfügung, verläuft eine Verbrennung besser als bei Sauerstoffmangel. Bei einer **optimalen Verbrennung** entstehen außer Kohlenstoffdioxid und Wasser praktisch keine weiteren Abfallprodukte.

Findet in deinem Körper eine optimale Verbrennung statt?

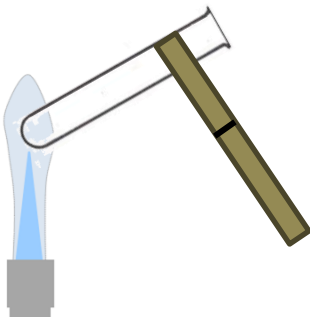
V2 Was passiert, wenn eine Verbrennung mit zu wenig Sauerstoff abläuft? Das kannst du mit dem Gasbrenner gut untersuchen!

Findet bei einem Lagerfeuer eine optimale Verbrennung statt?

1. Stelle mit dem Gasbrenner die nichtleuchtende Flamme ein. Halte mit einer Reagenzglasklammer 10 Sekunden lang ein Reagenzglas in die Flamme.

Finden bei V2 optimale Verbrennungen statt?

2. Schließe den Luftregler, so dass die leuchtende Flamme entsteht. Halte wieder das Reagenzglas in die Flamme.



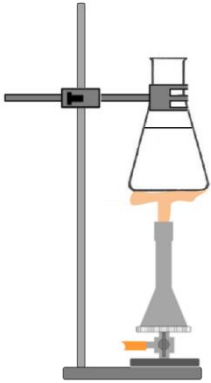
-Gasbrenner
-Streichhölzer
-Reagenzglasklammer
-Reagenzglas

Ergebnisse: In der nichtleuchtenden Flamme setzt sich Ruß auf dem Reagenzglas ab. In der leuchtenden Flamme ist dies nicht der Fall.
Bei Sauerstoffmangel entsteht also auch Ruß als weiteres Abfallprodukt.

In vielen Städten gibt es regelmäßig **Feinstaubalarm**.

Was hat das mit diesem Experiment zu tun?

Wenn eine Verbrennung optimal verläuft, hat das auch Konsequenzen im Hinblick auf die Energie, die übertragen werden kann. Das sollst du in dem nächsten Experiment untersuchen.



V3 Dazu arbeitest du wieder mit der Apparatur von Seite 2.

1. Fülle zunächst 200 mL Wasser in den Erlenmeyerkolben. Miss die Wassertemperatur, nimm dann den Brenner in Betrieb und erhitze das Wasser mit der nichtleuchtenden Flamme. Rühre dabei immer wieder mit dem Glasstab. Entferne nach 30 Sekunden den Brenner und stelle die Temperaturzunahme fest.
2. Wiederhole das Experiment. Erhitze diesmal das Wasser 30 Sekunden lang mit der leuchtenden Flamme.

Auch das ist eine Aufgabe von Energietechnikern: für möglichst optimale Verbrennungen zu sorgen.

Ergebnisse: Durch die nichtleuchtende Flamme nimmt die Temperatur des Wassers in den 30 Sekunden stärker zu als durch die leuchtende Flamme. Durch die leuchtende Flamme wird also in den 30 Sekunden mehr Energie übertragen als durch die nichtleuchtende.

Bei einer optimalen Verbrennung von Brennstoffen wie Holz, Kohle, Erdgas oder Benzin wird ein Maximum an Energie übertragen. Außer Kohlenstoffdioxid und Wasser entstehen praktisch keine anderen Abfallprodukte.

Job 2: Verbrennung in Wärmekraftwerken

Manche sagen, dass in Kraftwerken Energie produziert wird. Was meinst du dazu?

Fast zwei Drittel der in Deutschland benötigten Elektrizität wird **durch Verbrennung** erzeugt.



Und der Rest?

In Wärmekraftwerken werden Brennstoffe wie Kohle, Erdöl oder Erdgas verbrannt aber auch Biomasse oder Müll. Die bei der Verbrennung übertragene Energie wird letztlich genutzt um Elektrizität zu erzeugen.

Die wichtigsten Teile eines Wärmekraftwerkes sind der **Dampfkessel**, die **Dampfturbine** und der **Generator**.

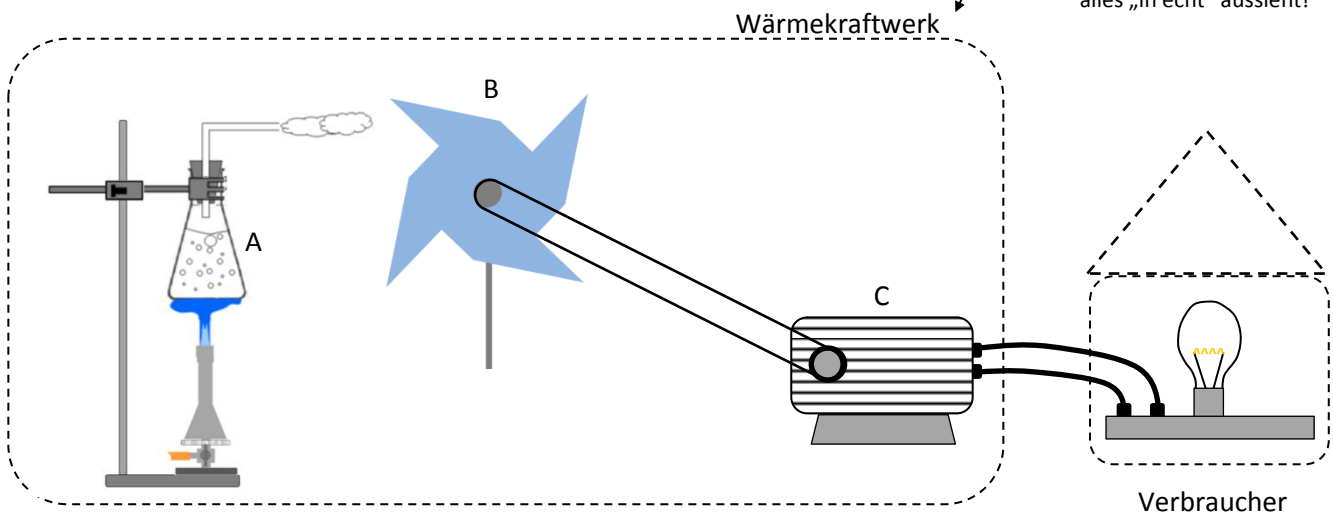
A: Im Dampfkessel wird Wasser erwärmt, so dass sich Wasserdampf bildet. Der Wasserdampf tritt aus dem Kessel aus.

B: Eine Dampfturbine fängt den bewegten Dampf auf, wie ein Windrad die bewegte Luft. Durch die Drehbewegung kann ein Generator angetrieben werden.

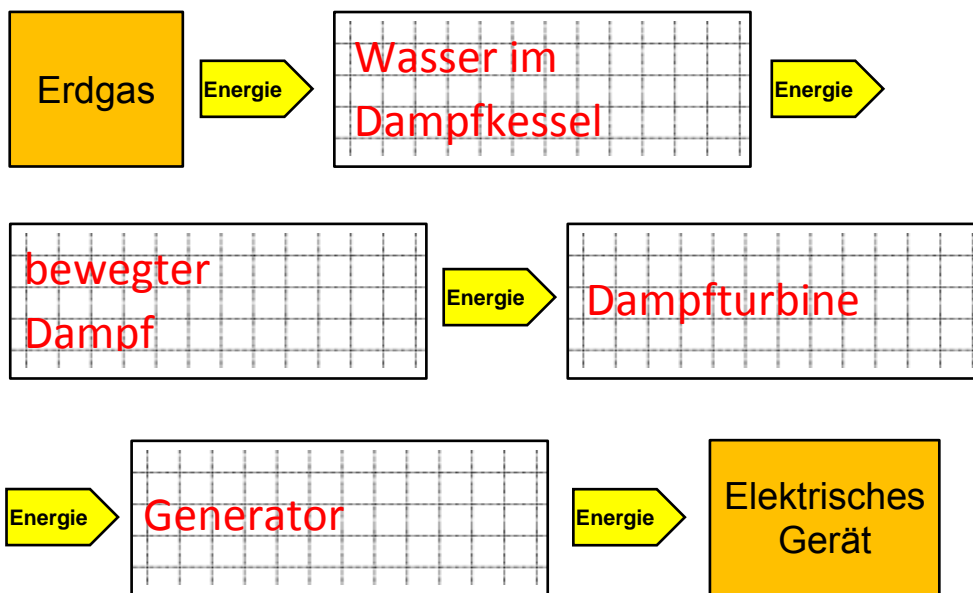
C: Der Generator, der durch die Turbine angetrieben wird, erzeugt Elektrizität. So kann am Ende bei dir zu Hause ein elektrisches Gerät betrieben werden.

Modellhaft dargestellt, sieht das dann so aus:

Recherchiere im Internet, wie das alles „in echt“ aussieht!



Vervollständige das Energieflussdiagramm für ein Gaskraftwerk.



Natürlich wird auch hier bei jedem Schritt ein Teil der Energie in die Umgebung übertragen.

Der **Wirkungsgrad** gibt an, wie viel Prozent von der Energie, die ganz am Anfang der Kette steht, ganz am Ende der Kette wirklich rauskommt.

Was schätzt du?

Bei der Verbrennung von Kohle, Gas oder Öl entsteht Kohlenstoffdioxid als Abgas. Bei der Erzeugung von Elektrizität entstehen allein in Deutschland jährlich über 300 Millionen Tonnen des Gases. Obwohl Kohlenstoffdioxid zum Glück nicht giftig ist, macht es in diesen gewaltigen Mengen trotzdem große Probleme!

Was weißt du darüber?

In Wärmekraftwerken wird durch Verbrennung Elektrizität erzeugt. Ein Großteil der ursprünglich eingesetzten Energie landet dabei in der Umgebung. Außerdem entsteht in großen Mengen Kohlenstoffdioxid.

Lies mal hier!



<http://www.nachhaltigleben.ch/themen/erneuerbare-energie/treibhauseffekt-einfach-erklart-so-verstehen-kinder-das->

Ziel erreicht? Teste Dich selbst!

Bearbeite den folgenden Test ohne nochmals im LernJob nachzuschauen. Korrigiere danach deine Angaben mithilfe der Musterlösung.

1. Die Energie, die in einem Brennstoff steckt, kann nur übertragen werden, wenn
 - ☐ Sauerstoff anwesend ist.
 - ☐ eine bestimmte Mindesttemperatur erreicht wird.
 - ☒ Sauerstoff anwesend ist und eine bestimmte Mindesttemperatur erreicht wird.
2. Typische Brennstoffe sind
 - ☒ Holz, Kohle und Benzin
 - ☐ Papier, Pappe und Kunststoff
 - ☐ Zucker, Fett und Eiweiß
3. Eine Portion Wasser wird 20 Sekunden lang mit der Brennerflamme erwärmt. Die Temperatur nimmt dabei um 5°C zu. Wird unter gleichen Bedingungen 40 Sekunden lang erwärmt, so...
 - ☐ nimmt die Temperatur wieder um etwa 5°C zu.
 - ☒ nimmt die Temperatur um etwa 10°C zu.
 - ☒ wurde etwa doppelt so viel Energie aufs Wasser übertragen.
4. Ein Problem bei der Energieübertragung durch Verbrennung ist, dass
 - ☒ die Energie nicht ausschließlich da landet, wo sie hin soll.
 - ☒ immer auch Energie in die Umgebung übertragen wird.
 - ☐ man mit der übertragenen Energie nichts anfangen kann.
5. Bei einer optimalen Verbrennung...
 - ☒ bilden sich nur Kohlenstoffdioxid und Wasser als Abfallprodukte.
 - ☐ bildet sich viel Ruß, der eine besonders heiße Flamme verursacht.
 - ☒ wird ein Maximum an Energie übertragen.
6. Eine Portion Wasser wird jeweils 30 Sekunden lang mit der Brennerflamme erhitzt, einmal mit der leuchtenden, einmal mit der nichtleuchtenden. Im zweiten Fall nimmt die Temperatur des Wassers
 - ☐ etwa gleich stark zu. In beiden Fällen wird gleich viel Energie übertragen.
 - ☐ weniger stark zu. Durch die nichtleuchtende Flamme wird weniger Energie übertragen.
 - ☒ stärker zu. Durch die nichtleuchtende Flamme wird mehr Energie übertragen.
7. Die Dampfturbine in einem Wärmekraftwerk hat die Aufgabe...
 - ☐ Dampf zu erzeugen.
 - ☒ den bewegten Dampf wie ein Windrad aufzufangen.
 - ☐ Elektrizität zu erzeugen.

Bildquellen

Thermometer (S. 2+3) , Glasstab, Erlenmeyerkolben (S. 2), Trichter, U-Rohr, Winkelrohr (S. 4), Reagenzglas (S. 5)

© Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH

Alle anderen Abbildungen: T. Kreß