

Bioenergie

Hintergrundinformation

Bioenergie ist von der Natur **gespeicherte Sonnenenergie** und wird aus dem Rohstoff **Biomasse** gewonnen. Biomasse sind Pflanzen und Lebewesen, also alles was wächst, sowie deren Abfall- und Restprodukte. Bioenergie steckt also zum Beispiel in Sonnenblumen, Raps, Weizen, Laub, Stroh und Holz oder aber auch in einem Kuhfladen und in der Gülle von Schweinen. Die **Bioenergie von Pflanzen und Tieren** kann man nutzen, um daraus Wärme, Strom und Kraftstoffe zu erzeugen.

Biokraftstoffe

Aus Biomasse kann man **Biokraftstoffe** herstellen. Biokraftstoffe werden aus sogenannten Energiepflanzen hergestellt. Das sind Pflanzen, die viel Öl enthalten, also z.B. Raps, Mais, Zuckerrüben, Zuckerrohr, Soja, Getreide oder Ölpalmen. Pflanzenöl z.B. Raps- oder Maisöl kann man verbrennen. Aus Pflanzenöl kann man Biodieselmotoren herstellen und Fahrzeuge, Blockheizkraftwerke oder Stirlingmotoren zur Wärme und Stromgewinnung antreiben.

Auch aus fester Biomasse, z.B. Holz, kann man Biokraftstoffe herstellen. Durch Erhitzen und unter Luftabschluss lässt sich aus Holz das sogenannte Holzgas gewinnen. Vor einiger Zeit gab es sogar Autos, die mit Holzgas betrieben wurden, das aus Holzscheiten oder Holzkohle direkt im Auto hergestellt wurde. Das war vor allem in Zeiten knapper Versorgung mit Diesel und Benzin praktisch.

Hier findet ihr ein paar Video-Clips zum Thema Umwandlung von Bioenergie:

- [Herstellung von Biodiesel \(2:02\) www.youtube.com/watch?v=D0jGqbcKfhk](http://www.youtube.com/watch?v=D0jGqbcKfhk)
- [Holzvergaser und BHKW \(6:59\) www.youtube.com/watch?v=7jEEBsX7ITl](http://www.youtube.com/watch?v=7jEEBsX7ITl)

Weitere Infos zum Thema Bioenergie findet ihr im eLearning Modul oder z.B. unter:

- [Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe – Bioenergie
http://mediathek.fnr.de/broschuren/bioenergie.html](http://mediathek.fnr.de/broschuren/bioenergie.html)

Wärme aus Bioenergie

Bioenergie kann direkt genutzt werden. Schon vor tausenden von Jahren haben die Menschen das Feuer genutzt. Es war wichtig für die Zubereitung der Nahrung und für die Herstellung von einfachen Werkzeugen (Messer, Axt, Pfeilspitzen) und Kochgeschirr (Krüge, Schalen und Trinkgefäße). In den letzten Jahrzehnten wurde Erdöl und Erdgas immer teurer. Deshalb wurden neue Heizanlagen entwickelt, die Holzstücke sehr effizient verbrennen. Ein Beispiel ist die Holzpelletheizung.

Links unten im Bild ist ein Sack Holzpellets abgebildet. Diese werden in modernen Heizkesseln (rechtes Bild) verbrannt.





Quelle: CARMEN e.V., www.carmen-ev.de

Die kleinen Holzstückchen ermöglichen, dass die Heizungen vollautomatisch betrieben werden können, indem die Holzpellets über eine Förderschnecke vom Lagerraum in den Heizkessel transportiert werden. Im Heizkessel werden sie dann verbrannt. Es muss also niemand Holz nachlegen, wie das in alten Öfen der Fall ist. Außerdem brennen die kleinen Holzpellets leichter, als ein großes Stück Holz.

Hier findet ihr einen Video-Clip über die Herstellung von Holzpellets:

- [Holzpellets-Herstellung \(3:27\)](http://www.youtube.com/watch?v=RP-ToORxKRs) <http://www.youtube.com/watch?v=RP-ToORxKRs>

Biogas

Die Bioenergie in Reststoffen und Abfallprodukten der Landwirtschaft kann genutzt werden, indem daraus **Biogas** erzeugt wird. Reststoffe und Abfallprodukte sind Laub, Stroh aber auch Kuhfladen, Schweinegülle und der Inhalt der Biotonne.

Diese Biomasse wird zur Herstellung von Biogas in einen großen Tank gekippt. Dann wird sie mit Wasser vermischt und der Tank luftdicht verschlossen. Der Tank muss warm gehalten werden. Nach kurzer Zeit beginnen die Bakterien, die sich in dem Gemisch von Natur aus befinden, die Biomasse zu fressen. Die Bakterien erzeugen im Tank ein Gas, das Biogas. Dieser Vorgang heißt **Fermentation** oder auch einfach **Verfaulung**. Das entstandene Biogas ist reich an Energie, die genutzt werden kann, um daraus **Wärme** oder auch **elektrischen Strom** zu erzeugen.

Hier findet ihr einige Video-Clips zum Thema Biogasanlage:

- [Bau einer Biogasanlage \(10:56\)](http://www.youtube.com/watch?v=KPiSbMuM_ek):
http://www.youtube.com/watch?v=KPiSbMuM_ek
- [Funktionsweise einer Biogasanlage \(2:47\)](http://www.youtube.com/watch?v=po5sDVbV8_M):
http://www.youtube.com/watch?v=po5sDVbV8_M

Hier findet ihr weiterführende Infos zum Thema Biogas:

- [Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe – Biogas](http://mediathek.fnr.de/broschuren/bioenergie/biogas.html)
<http://mediathek.fnr.de/broschuren/bioenergie/biogas.html>

Pro & Kontra

Viele Kritiker beklagen, dass zu der Herstellung von Biotreibstoffen Nahrungsmittel genutzt werden, denn wichtige Energiepflanzen sind Getreide, Mais und Soja. Stattdessen werden sie in den Motoren unserer Fahrzeuge verbrannt. In den Medien wird dieses Dilemma unter der Überschrift „**Tank oder Teller**“ diskutiert.

In Deutschland wird nur aus einem sehr kleinen Teil (3,5%) des angebauten Getreides Biotreibstoff hergestellt. Während 60% des angebauten Getreides als Futter für Tiere angebaut wird! Es ist also sehr unwahrscheinlich, dass Nahrungsmittel durch die Herstellung von Biotreibstoff in Deutschland knapp werden.

Nachteilig ist jedoch, dass Deutschland Biotreibstoff aus anderen Ländern importiert. Und bedrohlich ist auch, dass immer mehr Länder auf der Welt Biotreibstoffe nutzen wollen. In vielen anderen Ländern ist die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln nicht so gut, wie hier bei uns.

Biotreibstoffe dürfen nicht zur Konkurrenz für Nahrungsmittel werden!

In vielen Ländern wird - wie hier auf dem Foto - Wald gerodet, um Platz für den Anbau von Ölpalmen zu schaffen. Warum ist das problematisch?



Die Regenwälder sind wichtig für das Gleichgewicht unseres Klimas. In ihnen sind große Mengen Kohlendioxid (CO₂) gespeichert. Durch Brandrodung gelangt CO₂ in die Luft und verstärkt so den Treibhauseffekt und den Klimawandel. Der Regenwald bildet die Lebensgrundlage für Ureinwohner und viele Tier- und Pflanzenarten.



Arten von Bioenergie

Energieverbrauch

Experiment 1

Level 1

Lest die Hintergrundinformation „Bioenergie“ aufmerksam durch. Beantwortet dann folgende Fragen:

a) Woraus kann Bioenergie gewonnen werden?

b) Welche Arten der Energiegewinnung aus Bioenergie gibt es?

c) Worin bestehen die Gefahren bei der Nutzung von Bioenergie?





Arten von Bioenergie

Energieverbrauch

Experiment 1

Level 2

**Lest die Hintergrundinformation „Bioenergie“ aufmerksam durch.
Beantwortet dann folgende Fragen:**

a) Woraus kann Bioenergie gewonnen werden?

b) Welche Arten der Energiegewinnung aus Bioenergie gibt es?

c) Worin bestehen die Gefahren bei der Nutzung von Biotreibstoff?





Cornelia Menichelli / pixelio.de

Tank oder Teller?

Flächenkonkurrenzen von Bioenergie

Experiment 2

Level 1

Lest euch die folgenden Aussagen durch und betrachtet die Grafik.

„Für eine Tankfüllung Bio-Ethanol wird so viel Getreide benötigt (240 kg Mais ist gleich 100l Ethanol), dass ein Mensch ein ganzes Jahr davon leben könnte.“

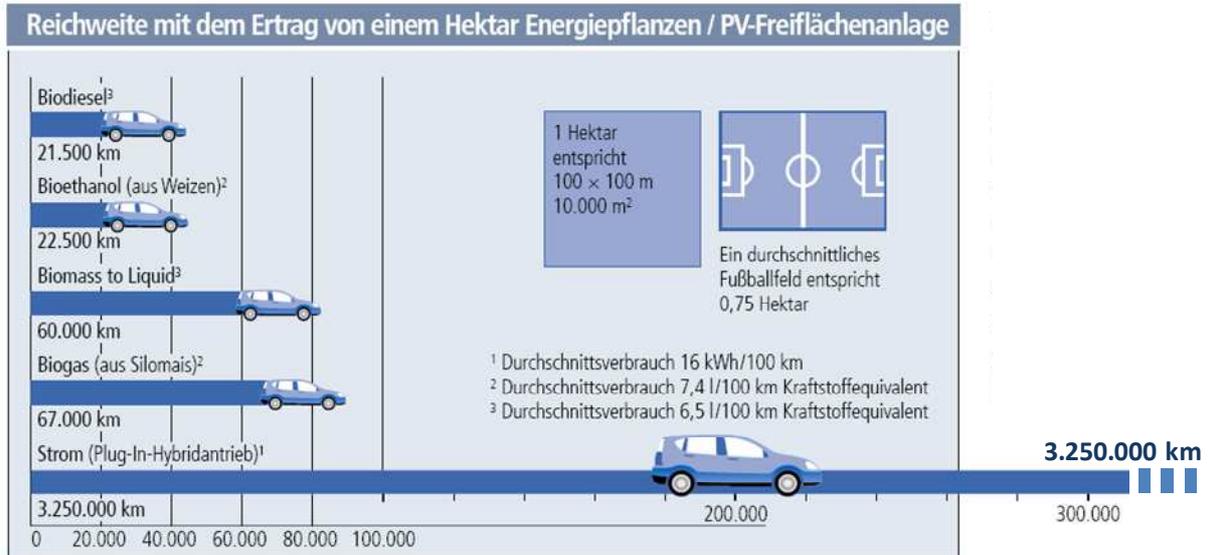
Quelle: www.agrarkoordination.de/fileadmin/dateiupload/PDF-Dateien/Agrarkraftstoffe.pdf, Seite 14

„In den USA wird Bioethanol überwiegend aus Mais hergestellt. Mexiko importiert einen Großteil seines benötigten Mais aus den USA. In Mexiko löste ein sprunghafter Anstieg der Bioethanol-Produktion Anfang 2007 die sogenannte „Tortilla-Krise“ aus, da der Mais knapp und damit immer teurer wurde. Tortillas (Fladenbrot) sind ein Grundnahrungsmittel in Mexiko und werden aus Maismehl hergestellt.“

„Wenn ein Bauer einen Hektar Raps anbaut, kann er pro Jahr etwa 16.000 Kilowattstunden (kWh) Energie ernten. Wenn er auf derselben Fläche eine Photovoltaik-Anlage errichtet, kann er 400.000 kWh Solarstrom produzieren. Wenn er aber auf seinem Acker ein Windrad installiert, erntet er sechs Millionen kWh Windstrom.“

Quelle: <http://www.sonnenseite.com/Erneuerbare+Energien,Lernen+aus+dem+Biosprit-Desaster,5,a9808.html>





Quelle: PHOTON Holding GmbH

Beantwortet nun folgende Fragen:

a) Welche Konkurrenzen in der Flächennutzung könnt ihr aus den ersten drei Aussagen ableiten?

b) Welche alternativen Antriebsmöglichkeiten für Autos gibt es neben Biokraftstoffen?

c) Wie weit kann man mit Biodiesel fahren, der aus einem Hektar Rapsanbau hergestellt wird, und wie weit mit dem Strom aus einer Photovoltaik-Freiflächenanlage, die auf einem Hektar Fläche gebaut wurde?





Cornelia Menichelli / pixelio.de

Tank oder Teller

Flächenkonkurrenzen von Bioenergie

Experiment 2

Level 2

Lest euch die folgenden Aussagen durch und betrachtet die Grafik.

„Für eine Tankfüllung Bio-Ethanol wird so viel Getreide benötigt (240 kg Mais ist gleich 100l Ethanol), dass ein Mensch ein ganzes Jahr davon leben könnte.“

Quelle: www.agrarkoordination.de/fileadmin/dateiupload/PDF-Dateien/Agrarkraftstoffe.pdf, Seite 14

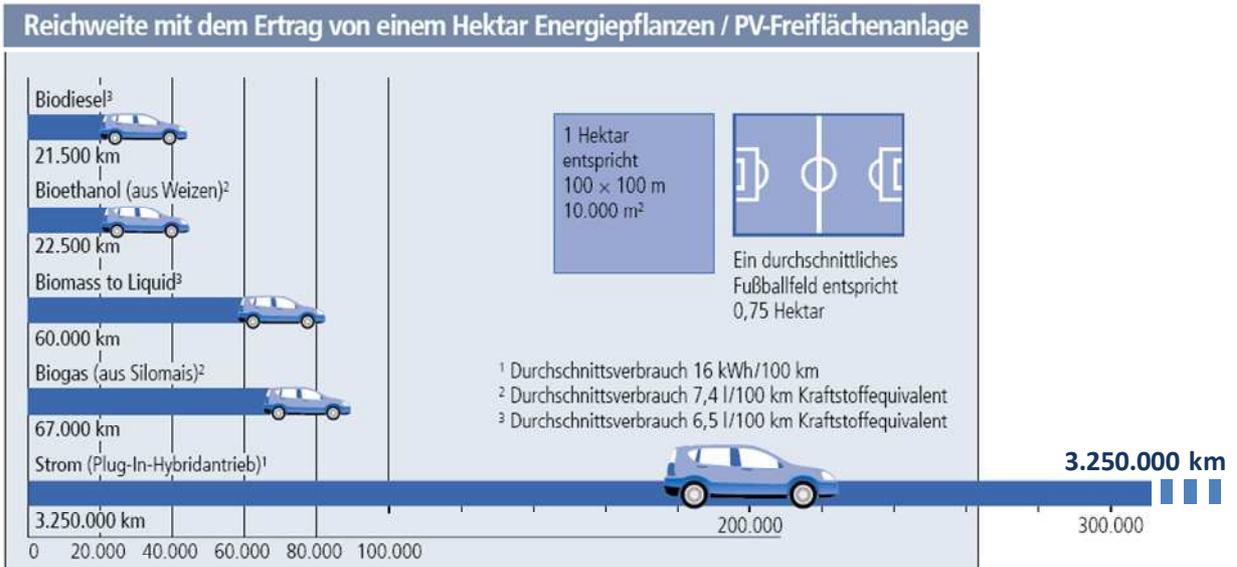
„In den USA wird Bioethanol überwiegend aus Mais hergestellt. Mexiko importiert einen Großteil seines benötigten Mais aus den USA. In Mexiko löste ein sprunghafter Anstieg der Bioethanol-Produktion Anfang 2007 die sogenannte „Tortilla-Krise“ aus, da der Mais knapp und damit immer teurer wurde. Tortillas (Fladenbrot) sind ein Grundnahrungsmittel in Mexiko und werden aus Maismehl hergestellt.“

„Wenn ein Bauer einen Hektar Raps anbaut, kann er pro Jahr etwa 16.000 Kilowattstunden Energie ernten. Wenn er auf derselben Fläche eine Photovoltaik-Anlage errichtet, kann er 400.000 KWh Solarstrom produzieren. Wenn er aber auf seinem Acker ein Windrad installiert, erntet er sechs Millionen KWh Windstrom.“

Quelle: <http://www.sonnenseite.com/Erneuerbare+Energien,Lernen+aus+dem+Biosprit-Desaster.5.a9808.html>



Experimente zu Bioenergie



Quelle: PHOTON Holding GmbH

Beantwortet nun folgende Fragen:

a) Welche Konkurrenzen in der Flächennutzung könnt ihr aus den ersten drei Aussagen ableiten?

b) Welche alternativen Antriebsmöglichkeiten für PKWs gibt es neben Biokraftstoffen?

c) Um wieviel größer ist die Energieausbeute, wenn man den Anbau von Raps mit der Installation einer Photovoltaikanlage/einem Windrad auf derselben Fläche vergleicht?



d) Um wieviel größer ist die Reichweite eines PKW, wenn man die Antriebsmöglichkeit Biodiesel, hergestellt aus einem Hektar Energiepflanzen, mit der Antriebsmöglichkeit Solarstrom von einer Photovoltaikanlage vergleicht, die auf einem Hektar Fläche installiert ist?

e) Wie könnten sich die Unterschiede der Vergleichsrechnungen aus den Aufgaben c) und d) erklären lassen?



Stirlingmotor

Hintergrundinformation

Der Stirlingmotor wird auch Heißluftmotor genannt, weil ausschließlich Wärme benötigt, damit er funktioniert. Deshalb können Stirlingmotoren auch durch in einem Parabolspiegel gebündeltes Sonnenlicht angetrieben werden (siehe Abbildung unten).

Ein weiterer Vorteil des Stirlingmotors im Vergleich zu Verbrennungsmotoren ist die freie Wahl des Brennstoffs: es können sowohl feste, flüssige als auch gasförmige Brennstoffe verwendet werden, um den Stirling anzutreiben.

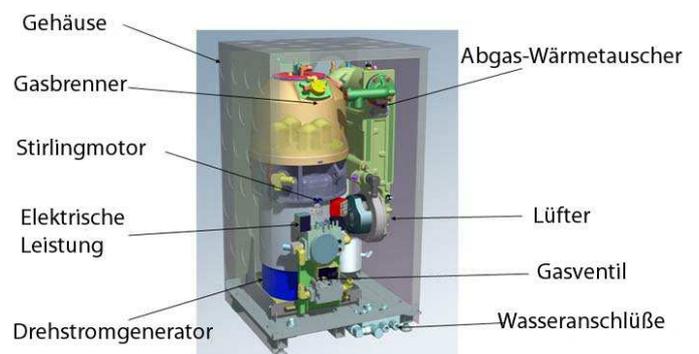
Der Stirlingmotor ist eine Wärmekraftmaschine in Form eines geschlossenen Systems, in dem ein Arbeitsmedium (z.B. ein Gas oder Luft, wie in dem Modell aus der MINT-EnergieBox) an einer Stelle durch eine externe Wärmequelle erhitzt wird, an einer anderen Stelle wieder abkühlt, und dabei mechanische Arbeit verrichtet, die über einen Generator in elektrische Energie umgewandelt werden kann.

Beispiel für ein Solar-Stirlingmotor:



Quelle: Global Energy Network Institute

Schema eines Stirlingmotor



Quelle: <http://www.bhkw-prinz.de>

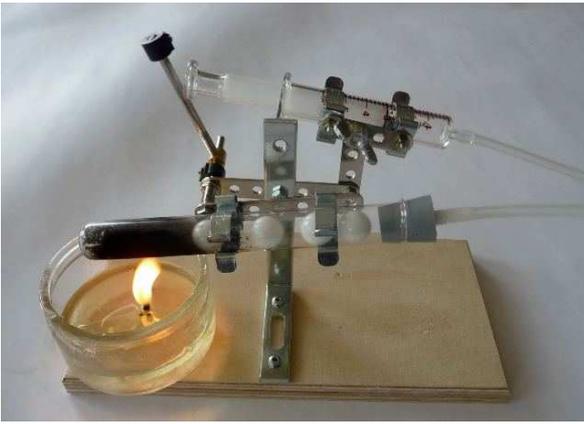
Das derzeit größte mit Holz befeuerte Biomasse-Heizkraftwerk in Deutschland, in dem Stirlingmotoren zum Einsatz kommen, steht in Thüringen. Dort erzeugen vier Stirling-Motoren mit einer elektrischen Leistung von 140 kW(e) pro Jahr 4000 MWh Wärme und 1000 MWh Strom. Damit könnte man 1140 Haushalte mit Strom und 1000 Passivhäuser mit Wärme versorgen*. Die Wärme wird vor Ort in einem Kur- und Wellness-Resort genutzt.

* Annahmen:

Stromverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts: 3.500 kWh/Jahr

Wärmebedarf eines Passivhauses mit 150 m²: 4.000 kWh/Jahr





Pflanzenöl treibt Stirlingmotor an

Experiment 3

Level 1

In diesem Experiment wird Pflanzenöl mit einer Öllampe verbrannt und mit der Wärme der Flamme ein Stirlingmotor angetrieben.

Wichtig: Das Experiment sollte vor der eigentlichen Durchführung getestet werden, um sicherzustellen, dass der Stirlingmotor richtig eingestellt ist. Nach dem Experiment bitte das Glas von Ruß reinigen!

Material:

Stirlingmotor, Teelichtglas, Zauberlicht, Hintergrundinformation „Stirlingmotor“, Pflanzenöl*, Feuerzeug*, Feuerfeste Unterlage*, Küchenrolle (zum Aufwischen)*, Handtuch*

Vorsicht hier wird es heiß! Kein Öl verschütten! Brandgefahr! Legt ein Handtuch bereit, um ggf. eine entstehende Flamme zu ersticken.

Versuch:

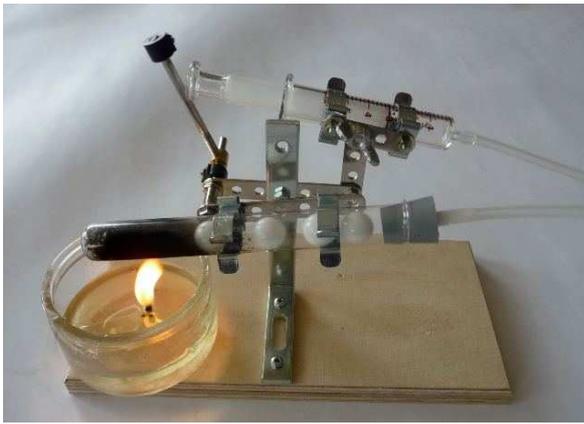
Stellt den Stirlingmotor auf die feuerfeste Unterlage. Füllt das Glas zu 2/3 mit Wasser und gießt dann eine Schicht von 1 bis 2 cm Pflanzenöl obenauf. Schneidet ein ca. 5 cm langes Stück Docht ab und steckt ihn in das Zauberhütchen. Legt das Zauberhütchen auf die Ölschicht. Entzündet das Zauberhütchen und positioniert es wie auf dem Foto.

Fragen:

a) Wo kommen Stirlingmotoren zum Einsatz?

b) Was ist der Vorteil von Stirlingmotoren gegenüber Verbrennungsmotoren?





Pflanzenöl treibt Stirlingmotor an

Experiment 3

Level 2

In diesem Experiment wird Pflanzenöl mit einer Öllampe verbrannt und mit der Wärme der Flamme ein Stirlingmotor angetrieben.

Wichtig: Das Experiment sollte vor der eigentlichen Durchführung getestet werden, um sicherzustellen, dass der Stirlingmotor richtig eingestellt ist. Nach dem Experiment bitte das Glas von Ruß reinigen!

Material:

Stirlingmotor, Teelichtglas, Zauberlicht, Hintergrundinformation „Stirlingmotor“, Pflanzenöl*, Feuerzeug*, Feuerfeste Unterlage*, Küchenrolle (zum Aufwischen)*, Handtuch*

Vorsicht hier wird es heiß! Kein Öl verschütten! Brandgefahr! Legt ein Handtuch bereit, um ggf. eine entstehende Flamme zu ersticken.

Versuch:

Stellt den Stirlingmotor auf die feuerfeste Unterlage. Füllt das Glas zu 2/3 mit Wasser und gießt dann eine Schicht von 1 bis 2 cm Pflanzenöl obenauf. Schneidet ein ca. 5 cm langes Stück Docht ab und steckt ihn in das Zauberhütchen. Legt das Zauberhütchen auf die Ölschicht. Entzündet das Zauberhütchen und positionieret es wie auf dem Foto.

Fragen:

a) Wo kommen Stirlingmotoren zum Einsatz?

b) Was ist der Vorteil von Stirlingmotoren gegenüber Verbrennungsmotoren?

c) Erzeugt Deutschlands größtes Holz-Heizkraftwerk mit Stirlingmotor mehr Strom oder mehr Wärme? Was geschieht mit der Wärme?



Lösungen zu den Arbeitsblättern

Lösungen

Experiment 2: Tank oder Teller (Level 2)

- c) 25 mal größer
- d) 151 mal größer
- e) Die Energieausbeute einer Photovoltaikanlage ist wesentlich höher als die Energieausbeute aus Biomasse. Weiterhin haben Elektromotoren (bis zu 90%) einen viel höheren Wirkungsgrad als Verbrennungsmotoren (ca. 30%).

Experiment 3: Pflanzenöl treibt Stirlingmotor an

- a) Stirlingmotoren liefern Wärme z.B. für einzelne Wohngebäude oder mehrere Wohngebäude, die über ein Nahwärmenetz verbunden sind. Die Abwärme kann auch für größere Wärmeabnehmer, z.B. für Schwimmbäder, Seniorenwohnheime, Krankenhäuser genutzt werden. Der Strom wird üblicherweise in das öffentliche Stromnetz eingespeist.
- b) Stirlingmotoren benötigen ausschließlich Wärme, damit sie funktionieren. Deshalb können Stirlingmotoren auch durch in einem Parabolspiegel gebündeltes Sonnenlicht oder durch Verbrennung von festen, flüssigen oder gasförmigen biologischen Brennstoffen angetrieben werden.
- c) Deutschlands größtes Holz-Heizkraftwerk mit Stirlingmotor erzeugt mehr Wärme als Strom. Die Wärme wird vor Ort in einem Kur- und Wellness-Resort genutzt.

