

Welche Experimente gehören dazu?

- Fresnel Lupenversuch
- Absorptionsversuch
- Parabolspiegel als Solarkocher
- Sonnenkollektor
- Planung und Amortisation von Solarkollektoren (theoretisch)

Was soll gelernt werden?

Allgemein

Mit den Versuchen soll die Nutzbarkeit der solaren Wärmestrahlung demonstriert werden. Mit den eindrücklichen Experimenten wird deutlich, dass diese Sonnenenergie bereits mit einfachsten Mitteln genutzt werden kann.

Sonnenkollektor-Modell

Das Sonnenkollektor-Modell ist ein vereinfachtes Modell von Solarkollektor-Anlagen (auch Solarthermischen Anlagen) wie sie auf Hausdächern verwendet werden. Der schwarz gefärbte Untergrund und die schwarz gefärbten Rohre absorbieren das Licht und wärmen die Materialien somit innerhalb kurzer Zeit auf. Das Wasser wird im Kollektor erwärmt und transportiert die Wärme in den Warmwasserspeicher. Bei Hausanlagen in unseren Breiten wird ein Warmwasserspeicher über einen Wärmetauscher erwärmt, d.h. die Wärme aus dem Kollektor wird über einen eigenen Kreislauf vom Dach in den Keller gepumpt. Von dort aus kann das warme Wasser zum Duschen, Waschen und zum Heizen genutzt werden.

Absorptionsversuch

Beim Absorptionsversuch wird der Unterschied zwischen hellen Oberflächen, die das Licht **reflektieren** und dunklen Oberflächen, die das Licht verschlucken (= **absorbierende**) deutlich. Die Licht absorbierende Fläche wird innerhalb eines kurzen Zeitraums sehr warm, während sich bei der hellen Oberfläche nicht viel ändert. Die „lichtsammelnde“ Wirkung kann durch zusätzliche Reflektion verstärkt werden.

Ein schwarzer Körper wird in der folgenden Abbildung als theoretischer Idealkörper bezeichnet, der die gesamte auftreffende Einstrahlung absorbiert und in Wärme umwandelt, wohingegen ein weißer Körper als theoretischer Idealkörper die gesamte auftreffende Einstrahlung reflektiert (siehe folgende Abbildung).





Quelle: mit freundlicher Genehmigung durch dwu-Unterrichtsmaterialien

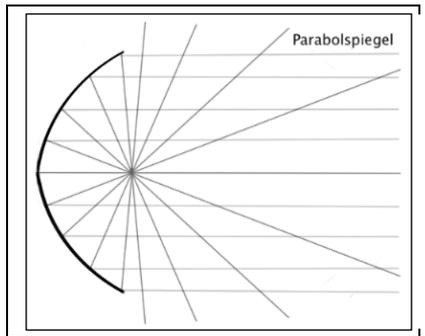
Als Ergänzung zu dem Absorptionsversuch (Experiment 3) ist auch die Solardusche dem Themenbereich „Wasserenergie“ (Teil des Modells Wasserturbine) geeignet.

Parabolspiegel als Solarkocher

Es gibt zwei verschiedene Solarkochertypen. Die Solaröfen sind gut wärmegeklämt und absorbieren die Sonnenstrahlen im Inneren. Die Sonnenstrahlen gelangen durch eine oder zwei Glasscheiben auf die schwarze Oberfläche im Inneren und werden in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird im Innenraum „gefangen“, so dass Temperaturen von bis zu 180°C erreicht werden können. Dadurch eignet sich der Solarofen zum kochen und backen.



Der Parabolspiegel erreicht seine Temperatur durch die Bündelung der Sonnenstrahlen. So entsteht ein Brennpunkt in dem ein schwarzer Topf oder eine Pfanne zum Kochen und Frittieren genutzt werden kann. Hier sind Temperaturen über 300°C möglich.



Quelle: www.STAGEinUSE.de



Schefflerspiegel einer Dampfküche für 30 000 Mahlzeiten

Solarkocher sind keine Spielzeuge, sondern werden zum Zubereiten von Mahlzeiten genutzt. Das funktioniert in unserer Gegend genauso wie in südlicheren Ländern, in denen Solarkocher mit Parabolspiegeln weiter verbreitet sind und auch in Großküchen zum Zubereiten von Hunderten Mahlzeiten eingesetzt werden.

Fresnel Lupenversuch

Lupen haben die Eigenschaft, Lichtstrahlen zu bündeln (siehe Abbildung weiter unten). Durch diese Eigenschaft eignen sich Lupen nicht nur dazu, kleine Gegenstände schärfer und größer erscheinen zu lassen, sondern auch um Punkte mit großer Hitze (Brennpunkt) entstehen zu lassen. Dies kann dazu dienen ein Feuer zu entfachen oder Zeichen in eine Holzoberfläche zu brennen.

Fresnel Lupen werden heute auch genutzt, um Licht auf hocheffiziente Photovoltaikzellen gebündelt zu konzentrieren. Diese Technologie nennt man konzentrierende Photovoltaik (**c**oncentrating **p**hoto**v**oltaics CPV). Diese Photovoltaikmodule können einen viel höheren Anteil des auftreffenden Sonnenlichtes in elektrische Energie umwandeln als übliche Photovoltaikmodule, sie sind also viel effizienter. Gleichzeitig wird die Fläche der Photovoltaikzelle viel kleiner, man spart also Material.

Die linke Abbildung zeigt das Prinzip der gebündelten Strahlung auf eine kleine Photovoltaikzelle. In der Mitte ist ein CPV Modul zu sehen. Wie viele Fresnel Linsen zählt ihr? Die rechte Abbildung zeigt ein Kraftwerk mit konzentrierenden Photovoltaikmodulen. Wichtig für den Einsatz von CPV Modulen ist ein möglichst hoher Anteil an direkter Sonneneinstrahlung, denn diffuse Sonneneinstrahlung (z.B. bei Bewölkung) können die Fresnel Linsen nicht konzentrieren. Deshalb müssen diese Solarmodule exakt der Sonne nachgeführt werden.



Quelle: Soitec



Hinweise für Lehrkräfte

Worin besteht die Verbindungen zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler? Schülerinnen und Schüler werden die Erfahrung gemacht haben, dass dunkle Flächen sich bei Sonneneinstrahlung schneller erhitzen als hellere Flächen. Dies wird ihnen beispielsweise durch dunkle Kleidung oder dunkle Autos im Sommer bekannt sein. Schülerinnen und Schüler mögen aber durch die enorme Wirkung auf schwarzen Flächen oder im Brennpunkt verwundert sein.

Lupen und Spiegel werden Schülerinnen und Schüler zunächst einmal nur zur Verbesserung der Sehfähigkeit kennen. Älteren Schülerinnen und Schülern kann die Funktionsweise eines Lasers bekannt sein, bei dem mit Hilfe von Spiegeln oder Diamanten Licht gebündelt und damit in seiner Energie verstärkt wird.



Lupenversuch

Hinweise

Mit der Lupe wird Licht gebündelt und in seiner Stärke und Helligkeit intensiviert. Bitte seid daher vorsichtig und blickt nicht durch die Lupe in die Sonne oder die Lampe, da sonst Gefahr für eure Augen bestehen kann.

**Bei Verwendung mit Sonnenlicht besteht erhöhte Gefahr für die Augen!
Unbedingt eine Sonnenbrille benutzen!**

Hinweise zum Aufstellen und Transport:

Zum Lupenversuch gehören die Fresnel-Lupe, Schutzbrillen, Mini-Solarautos, Holzstückchen, schwarzer Filzstift und gegebenenfalls ein starker Halogen-Strahler.

Hinweise zum Betrieb:

Unbedingt Schutzbrillen benutzen!

Bei Verwendung des Halogen-Strahlers darauf achten, dass das Kabel sicher verlegt ist und keine Person darüber stolpern kann.

Vorsicht! Ein Halogen-Strahler kann bereits nach kurzer Nutzungsdauer sehr heiß werden und nach Benutzung noch eine ganze Weile heiß bleiben.





Lupenversuch

Gebündeltes Sonnenlicht

Experiment 1

Level 1

Material:

Fresnel-Lupe, Schutzbrille, Stück Holz*, Filzstift*

Achtung! Gefahr für die Augen. Immer Sonnenbrille benutzen! Nie in die Sonne blicken!

Versuch:

- a) Brennt mit der Lupe euren Namen in ein Stück Holz. Schreibt euren Namen mit einem schwarzen Filzstift vor. Findet heraus, wie es am besten funktioniert.
- b) In welchem Abstand zum Holz müsst ihr die Lupe halten? Wie nennt man diesen Abstand?

- c) In welchem Winkel zur Sonne müsst ihr die Lupe halten?

- d) Was passiert mit den Sonnenstrahlen wenn sie durch die Lupe fallen? Macht eine Skizze! (Benutzt dafür die Rückseite.)





Lupenversuch

Gebündeltes Sonnenlicht

Experiment 1

Level 2

Material:

Fresnel-Lupe, Schutzbrille, Stück Holz*, Filzstift*

Achtung! Gefahr für die Augen. Immer Sonnenbrille benutzen! Nie in die Sonne blicken!

Versuch:

- Brennt mit der Lupe euren Namen in ein Stück Holz. Schreibt euren Namen mit einem schwarzen Filzstift vor.

- In welchem Abstand zum Holz müsst ihr die Lupe halten? Wie nennt man diesen Abstand?

- In welchem Winkel zur Sonne müsst ihr die Lupe halten?

- Wo kommen solche Lupen zum Einsatz?

- Wie verlaufen die Sonnenstrahlen wenn sie durch die Lupe fallen? Macht eine Skizze! (Benutzt dafür die Rückseite.)

- Warum müssen CPV Module (siehe Hintergrundinformation „Solarwärme“) immer exakt dem Lauf der Sonne nachgeführt werden?





Lupenversuch

Bei Bewölkung

Experiment 2

Level 1

Material:

Fresnel-Lupe, Schutzbrille, Solarauto, künstliche Lichtquelle (500 W-Strahler in 80 cm Höhe)*, Stoppuhr *

Versuch:

- Versucht mit der Lupe das kleine Solarauto unter der Lampe im Kreis fahren zu lassen.
- In welchem Abstand zum Auto müsst ihr die Lupe halten?

- In welchem Winkel zur Lampe müsst ihr die Lupe halten?

- Wie viele Kreise könnt ihr mit dem Auto in 30 Sekunden fahren?

- Wie verlaufen die Lichtstrahlen wenn sie durch die Lupe fallen? Macht eine Skizze! (Benutzt dafür die Rückseite.)





Lupenversuch

Bei Bewölkung

Experiment 2

Level 2

Material:

Fresnel-Lupe, Schutzbrille, Solarauto, künstliche Lichtquelle (500 W-Strahler in 80 cm Höhe)*, Stoppuhr *

Versuch:

- Versucht mit den Lupen das kleine Solarauto unter der Lampe im Kreis fahren zu lassen.
- In welchem Abstand zum Auto müsst ihr die Lupe halten?

- In welchem Winkel zur Lampe müsst ihr die Lupe halten?

- Wie viel Kreise könnt ihr mit dem Auto in 30 Sekunden fahren?

- Wie verlaufen die Lichtstrahlen wenn sie durch die Lupe fallen?
Macht eine Skizze! (Benutzt dafür die Rückseite.)

- Wie verändert sich die Stromerzeugung durch CPV Module (siehe Hintergrundinformation Solarwärme) bei Bewölkung? Warum?





Solarwärme

Absorption

Experiment 3

Level 1

Material:

Absorptionsflächen (schwarzes und weißes Blech), Thermometer mit Messfühler, Holzwäscheklammer

Versuch:

- a) Im Schatten: Nehmt das schwarze und das helle Blech. Fühlt mit der Hand die Temperatur. Benutzt dafür am besten immer die gleiche Hand. Schätzt zuerst die Temperatur und misst danach die Temperatur.

geschätzt:

gemessen:

- b) In der Sonne: Nehmt das Thermometer und misst die Temperatur der Bleche nach ca. ein bis zwei Minuten indem ihr den Fühler mit der Wäscheklammer auf die Oberseite des Blechs klemmt.

Schätzt zuerst die Temperatur und misst danach die Temperatur.

geschätzt:

gemessen:

- c) Wie erklärt ihr euch den Temperaturunterschied?





Solarwärme

Absorption

Experiment 3

Level 2

Material:

Absorptionsflächen (schwarzes und weißes Blech), Thermometer mit Messfühler, Holzwäscheklammer

Versuch:

- a) Im Schatten: Nehmt das schwarze und das helle Blech. Fühlt mit der Hand die Temperatur. Benutzt dafür am besten immer die gleiche Hand. Schätzt zuerst die Temperatur und misst danach die Temperatur.

geschätzt:

gemessen:

- b) Legt die Bleche zur gleichen Zeit in die Sonne. Nehmt das Thermometer und misst die Temperatur der Bleche im Abstand von einer Minute. Befestigt den Messfühler mit der Wäscheklammer auf der Oberfläche des Bleches. Zwischendurch könnt ihr die Temperatur auch fühlen. Notiert die Messwerte in die folgende Tabelle. Die Starttemperatur sollte bei beiden Blechen möglichst gleich sein.

Minuten	0	1	2	3
Temperatur schwarzes Blech				
Temperatur blankes Blech				

Wie erklärt ihr euch den Temperaturunterschied?





Parabolspiegel als Solarkocher

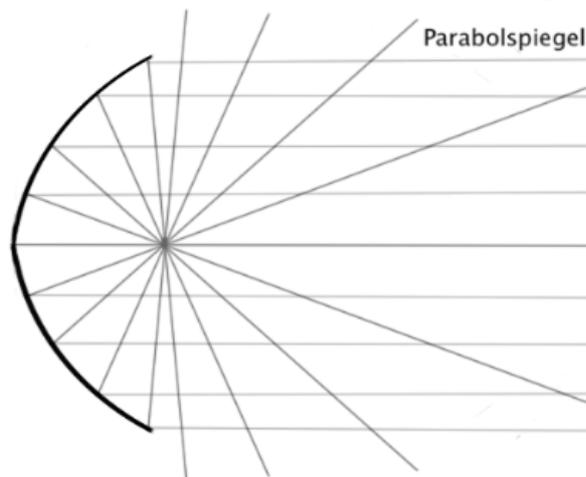
Experiment 4

Level 1

Bitte lest zuerst die Hintergrundinformation „Parabolspiegel als Solarkocher“ durch und beantwortet dann folgende Fragen:

Fragen:

- a) An welcher Stelle sollte im Parabolspiegel der Topf aufgestellt werden? Warum? Zeichnet den Topf in das folgende Bild ein.



- b) Welche der drei folgenden Situationen ist am besten geeignet, um mit dem Parabolspiegel zu kochen?
1. Der Himmel ist bedeckt, es regnet.
 2. Der Himmel ist sonnenklar, kleine Wolken ziehen vorbei, es ist windstill.
 3. Der Himmel ist sonnenklar, es windet stark.
- c) Nennt einen wirtschaftlichen, einen ökologischen und einen sozialen Vorteil, den der Bau und Einsatz von Solarkochern bringt.



Parabolspiegel als Solarkocher

Experiment 4

Level 2

Bitte lest zuerst die Hintergrundinformationen „Parabolspiegel als Solarkocher“ durch und beantwortet dann folgende Fragen:

Fragen:

- a) Wie kann man einen Parabolspiegel umbauen, damit sich die Position des Brennpunkts verändert?

- b) Welche der drei folgenden Situationen ist am besten geeignet, um mit dem Parabolspiegel zu kochen?
- a. Der Himmel ist bedeckt, es regnet.
 - b. Der Himmel ist sonnenklar, kleine Wolken ziehen vorbei, es ist windstill.
 - c. Der Himmel ist sonnenklar, es windet stark.

- d) Welche Sicherheitsvorkehrungen müssen beim Kochen mit dem Parabolspiegel getroffen werden?



Solarkollektor

Anleitungstext

Zur Durchführung der Versuche braucht ihr das Solarkollektor-Modell (Kollektor, Schläuche, Behälter), zwei Thermometer, eine Gießkanne und Wasser.

Das Modell benötigt starke Lichteinstrahlung. Am besten ist natürlich Sonnenlicht. Der Versuchsaufbau sollte im Schatten stattfinden.

Stellt den Kollektor auf und richtet ihn so nach der Lichtquelle aus, dass die Lichtstrahlen senkrecht auf den Kollektor fallen.

Der **Thermosiphon-Effekt** wird zur Umwälzung des Wassers in einem Solarkollektor genutzt, ohne dass eine zusätzliche Pumpe benötigt wird. Allein durch Erwärmung steigt das Wasser im Solarkollektor auf, und durch nachströmendes kaltes Wasser entsteht ein Kreislauf, der ohne zusätzlichen Antrieb in Bewegung bleibt.

Verbindet nun den Kollektor und den Behälter mit den Schläuchen. Verbindet den oberen Behälterauslauf mit dem oberen Kollektoranschluss und den unteren Behälterauslauf mit dem unteren Kollektoranschluss (siehe Foto).



Füllt mit der Gießkanne den Behälter bis zur Markierung mit Wasser. Der Füllstand muss höher sein als der obere Auslauf.

Das Thermometer hat einen Messfühler. Achtet darauf, dass der Messfühler genau an der zu messenden Stelle positioniert ist, damit ihr realistische Werte erhält.

Auf die Kupferstäbe und das Wasser darf während des Experiments kein Schatten fallen; auch nicht durch Personen.



Solarkollektor

Experiment 5

Level 1

Material:

Solarkollektor-Modell, Thermometer mit Messfühler, Anleitungstext „Solarkollektor“, Gießkanne mit Wasser*

Nachdem ihr alles wie im Anleitungstext „Solarkollektor“ beschrieben vorbereitet habt, startet mit der ersten Messung. Dazu wird der Messfühler des Thermometers in den oberen Einlauf bzw. unteren Auslauf am Behälter gehalten (siehe Foto).

Versuch:

- Messet die Temperatur am oberen Einlauf und direkt danach am unteren Auslauf. Benutzt dafür das Thermometer mit dem Messfühler.
- Tragt die Ergebnisse entsprechend der Zeitvorgabe in die Tabelle ein.
- Ihr könnt die Unterschiede auch mit der Hand fühlen. Benutzt für das Fühlen an den Schläuchen immer die gleiche Hand.

Messung (immer nach einer Minute)

Zeit	0 Min	1 Min	2 Min	3 Min	10 Min
Temperatur oben					
Temperatur unten					



d) Warum sind das Blech und die Rohre hinter dem Glas schwarz?

e) Vergleiche die gemessenen Temperaturen an der Wasseroberfläche des Wasserbehälters und im unteren Bereich des Behälters. Gibt es Unterschiede?





Solarkollektor

Experiment 5

Level 2

Material:

Solarkollektor-Modell, Thermometer mit Messfühler, Anleitungstext „Solarkollektor“, Gießkanne mit Wasser*

Nachdem ihr alles wie im Anleitungstext „Solarkollektor“ beschrieben vorbereitet habt, startet die erste Messung. Dazu wird der Messfühler des Thermometers in den oberen Einlauf bzw. unteren Auslauf am Behälter gehalten (siehe Foto).

Versuch:

- Misst die Temperatur am oberen Einlauf und direkt danach am unteren Auslauf. Benutzt dafür das Thermometer mit dem Messfühler.
- Tragt die Ergebnisse entsprechend der Zeitvorgabe in die Tabelle ein.
- Ihr könnt die Unterschiede auch mit der Hand fühlen. Benutzt für das Fühlen an den Schläuchen immer die gleiche Hand.

Messung (immer nach einer Minute)

Zeit	0 Min	1 Min	2 Min	3 Min	10 Min
Temperatur oben					
Temperatur unten					



Experimente mit Solarwärme

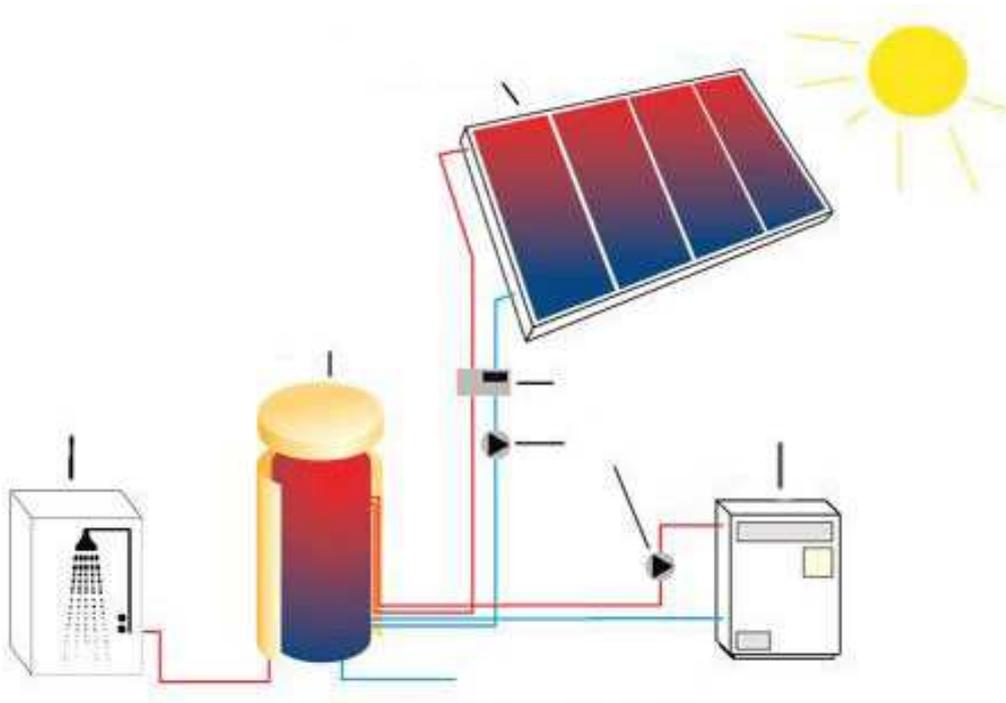
d) Warum sind das Blech und die Rohre hinter dem Glas schwarz?

e) Fertigt eine Skizze des Solarkollektormodells an und zeichnet die Fließrichtung des Wassers ein. (Benutzt die Rückseite oder ein Extrablatt.)

f) Warum zirkuliert das Wasser?

g) Vergleicht die gemessenen Temperaturen an der Wasseroberfläche des Wasserbehälters und im unteren Bereich des Behälters. Gibt es Unterschiede?

h) Benennt in dem folgenden Schema die Komponenten einer Solarkollektoranlage auf einem Hausdach.



Quelle: AWA Solar- und Gebäudetechnik GmbH

Solarthermische Anlagen

Hintergrundinformation

Die Solarkollektor-Anlagen auf Hausdächern zur Warmwasserbereitung heißen auch solarthermische Anlagen oder werden oft auch einfach nur Solaranlage genannt. (Dabei ist zu unterscheiden, dass es Solaranlagen zur Warmwasserbereitung gibt – wovon hier die Rede ist- und Solaranlagen zur Stromerzeugung, die sogenannten Photovoltaikanlagen.)

Solarthermische Anlagen finden sich vielerorts, z.B. auf Hausdächern zur Warmwasser- und Heizungswasserbereitung in Form von Solarkollektoren. Sie helfen die Kosten für Heizung und Warmwasser zu senken, da die Öl- oder Gasheizung oder der Warmwasserboiler durch das zusätzliche Warmwasser aus dem Solarkollektor weniger oft in Betrieb sind. Da die Sonnenenergie umsonst ist und der Brennstoff für die Heizung (z.B. Gas) oder der Strom für den Warmwasserboiler bezahlt werden müssen, ist es nur eine Frage der Zeit, bis sich der solarthermische Kollektor amortisiert hat. Die **Amortisationszeit** beschreibt den Zeitraum, in dem die Anschaffungskosten für die Solarkollektor-Anlage durch die dadurch eingesparten Heizkosten gedeckt sind. Qualitativ hochwertige solarthermische Anlagen haben eine technische Lebensdauer von mindestens 30 Jahren. Investitionen in solarthermische Anlagen werden vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) finanziell gefördert.

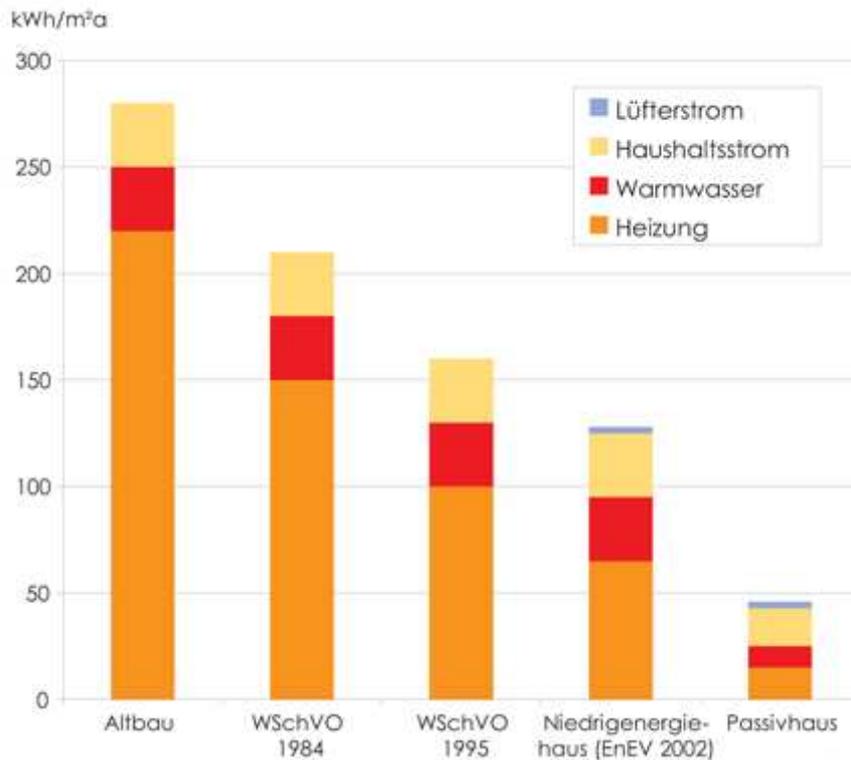
Es gibt solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung. Damit wird ausschließlich das Brauchwasser erwärmt, das wir zum Duschen, Waschen usw. benutzen. Dann gibt es noch solarthermische Anlagen zur Heizungsunterstützung. Diese erwärmen auch noch das Wasser, das durch die Heizungen fließt. Daher sind sie größer dimensioniert.

In Altbauten werden üblicherweise eher kleine solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung eingebaut. Das liegt daran, dass in diesen alten Gebäuden aufgrund schlechterer Wärmedämmung und anderer Gründe der Heizwärmebedarf sehr hoch ist und nicht durch eine solarthermische Anlage gedeckt werden kann.

In Neubauten werden oft auch größere solarthermische Anlagen eingebaut, die neben der Warmwasserbereitung zum Duschen, Baden etc. auch heißes Wasser zum Heizen liefern. Das liegt daran, dass der Heizwärmebedarf in Neubauten viel geringer ist. In der folgenden Grafik sieht ihr einen Vergleich des Energieverbrauchs in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr in Alt- und Neubauten:



Experimente mit Solarwärme



Quelle: Büro für energieeffizientes Bauen - Dipl.-Ing. Architektin Birgit Wordtmann

Neben den „kleinen“ solarthermischen Anlagen gibt es auch sehr große Anlagen, sogenannte **solarthermische Kraftwerke**. Diese werden zur Stromerzeugung genutzt. Zunächst wird, wie bei den kleinen Anlagen, eine Flüssigkeit stark erwärmt. Die Flüssigkeit besteht bei diesen Kraftwerken aus einem speziellen Öl, das sehr heiß werden kann. Mit der Wärme wird Dampf erzeugt, der dann eine Dampfturbine mit einem Generator antreibt. Der Generator erzeugt dann Strom, der in das Stromnetz eingespeist wird. Ein Beispiel für eine solche Anlage ist das Solarkraftwerk Andasol in Südspanien. (siehe Abbildungen)



Quelle: Solar Millennium

Das Solarkraftwerk Andasol in Südspanien besteht aus Parabolspiegelrinnen, in deren Brennlinie ein Absorberrohr befestigt ist. Darin wird ein Spezialöl auf 400°C erhitzt, das wiederum über einen Wärmetauscher Wasser zu Dampf erhitzt. Der Wasserdampf treibt über eine Turbine einen Generator an, der den erzeugten Strom in das Stromnetz einspeist. Das Kraftwerk hat eine Leistung von 150 Megawatt und bedeckt eine Fläche von 70 Fußballfeldern.



Andere solarthermische Kraftwerke (auch Solarturmkraftwerke genannt) haben halbkreisförmig angeordnete Spiegel, die das Sonnenlicht an einen Absorber an der Spitze eines Turms spiegeln. Dort wird wiederum Wasser verdampft, das eine Turbine antreibt, die mit einem Generator verbunden ist.

Einen Videoclip zum Solarkraftwerk Andasol findet ihr unter:

- <http://www.youtube.com/watch?v=Gyrj8GqrRZs> (6:40)

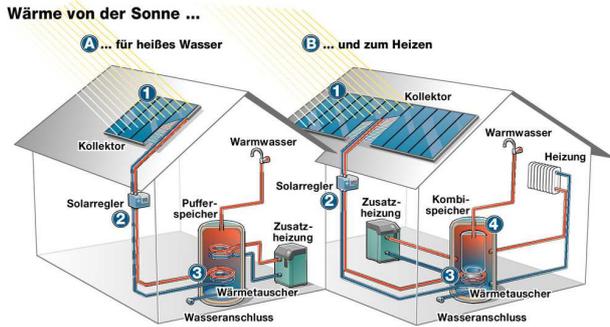
Einen Videoclip zu einem solaren Turmkraftwerk findet ihr unter:

- <http://www.youtube.com/watch?v=GhV2LT8KVgA> (2:37)

Links zum Thema Solarthermische Anlagen, Preise und Förderung findet ihr unter:

- http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/solarthermie/index.html
- http://www.bva-solar.de/sww/pdf/solarwaerme/0451-SWW_0311_066-083_Solarthermie_Marktuebersicht%20Solarthermie-Pakete.pdf





Planung und Amortisation von Solarkollektoren

Experiment 6

Level 1

Bitte lest zuerst die Hintergrundinformation „Solarthermische Anlagen“ aufmerksam durch und beantwortet dann folgende Aufgaben:

Aufgabe1:

Angenommen ihr installiert auf dem Dach eines Altbaus eine kleine solarthermische Anlage mit einer Fläche von 5 m² für einen 4-Personen-Haushalt. Die Installationskosten betragen insgesamt 3000 Euro. Mit der Anlage könnt ihr 60% des Warmwasserbedarfs abdecken. Mit der Ölheizung verbraucht ihr jährlich ca. 4000 Liter Heizöl, davon 10% für Warmwasser. Der Heizölpreis lag im Jahr 2011 bei ca. 0,85 Euro/Liter.

a) Wie hoch sind die jährlichen Heizkosten (mit der Ölheizung)?

b) Wie hoch sind die Heizkosten, die ihr pro Jahr durch die solarthermische Anlage einsparen können?

c) Wie hoch sind die Heizkosten, die ihr nach 15 Jahren eingespart habt?

d) Vergleicht die Ersparnis nach 15 Jahren mit den Installationskosten für die Anlage. Was fällt euch auf?



Aufgabe 2:

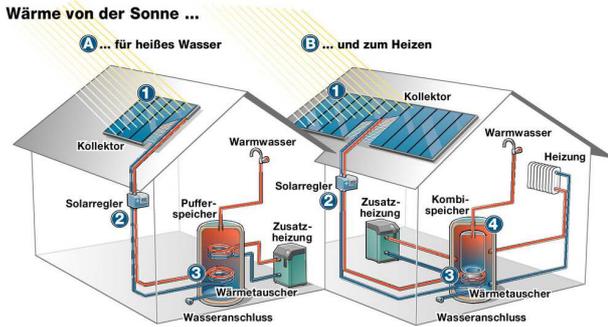
Angenommen ihr installiert auf dem Dach eines Passivhauses eine solarthermische Anlage mit einer Fläche von 5 m² für einen 4-Personen-Haushalt. Die Installationskosten betragen insgesamt 3000 Euro. Mit dem Solarkollektor könnt ihr 50% des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser abdecken. Mit der Ölheizung verbraucht ihr jährlich ca. 400 Liter Heizöl. Der Heizölpreis lag im Jahr 2011 bei ca. 0,85 Euro/Liter.

a) Was sind die jährlichen Heizkosten (mit der Ölheizung)?

b) Wie hoch sind die Heizkosten, die ihr pro Jahr durch die solarthermische Anlage einsparen könnt?

c) Welches ist der wesentliche Unterschied zu der vorigen Aufgabe, in der ihr die solarthermische Anlage bei einem Altbau gerechnet habt?





Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien

Planung und Amortisation von Solarkollektoren

Experiment 6

Level 2

Bitte lest zuerst die Hintergrundinformation „Solarthermische Anlagen“ aufmerksam durch und beantwortet dann folgende Aufgaben:

Aufgabe 1:

Berechnet mit Hilfe der Grafik aus der Hintergrundinformation „Solarthermische Anlagen“ den jährlichen Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser für

- einen Altbau mit 150 m² Wohnfläche
- ein Passivhaus mit 150 m² Wohnfläche
- Heizöl hat einen Heizwert von 10 kWh/Liter. Wie viele Liter Heizöl verbraucht man pro Jahr in dem Altbau, und wie viele in dem Passivhaus?

Aufgabe 2:

Angenommen ihr installiert auf dem Dach eines Altbaus eine kleine solarthermische Anlage mit einer Fläche von 5 m² für einen 4-Personen-Haushalt. Die Installationskosten betragen insgesamt 3000 Euro. Mit der Anlage könnt ihr 60% des Warmwasserbedarfs abdecken. Mit der Ölheizung verbraucht ihr jährlich ca. 4000 Liter Heizöl, davon 10% für Warmwasser. Der Heizölpreis lag im Jahr 2011 bei ca. 0,85 Euro/Liter.

- Wie hoch sind die jährlichen Heizkosten (mit der Ölheizung)?

- Wie hoch sind die Heizkosten, die ihr pro Jahr durch die solarthermische Anlage einsparen könnt?



- c) Nach wie vielen Jahren hat sich die solarthermische Anlage amortisiert?
-

- d) Nach wie vielen Jahren hat sich die solarthermische Anlage amortisiert, wenn man eine Steigerung des Heizölpreises von 10 Cent pro Liter im Jahr auf Basis des Heizölpreises aus dem Jahr 2011 annimmt?
-

Aufgabe 3:

Angenommen ihr installiert auf dem Dach eines Passivhauses eine solarthermische Anlage mit einer Fläche von 5 m² für einen 4-Personen-Haushalt. Die Installationskosten betragen insgesamt 3000 Euro. Mit dem Solarkollektor könnt ihr 50% des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser abdecken. Mit der Ölheizung verbraucht ihr jährlich ca. 400 Liter Heizöl. Der Heizölpreis lag im Jahr 2011 bei ca. 0,85 Euro/Liter.

- a) Wie hoch sind eure jährlichen Heizkosten (mit der Ölheizung)?
-

- b) Wie hoch sind die Heizkosten, die ihr pro Jahr durch die solarthermische Anlage einsparen könnt?
-

- c) Nach wie vielen Jahren hat sich die solarthermische Anlage amortisiert?
-

- d) Nach wie vielen Jahren hat sich die solarthermische Anlage amortisiert, wenn man eine Steigerung des Heizölpreises von 10 Cent/Jahr auf Basis des Heizölpreises aus dem Jahr 2011 annimmt?
-

- e) Welches ist der wesentliche Unterschied zu der vorigen Aufgabe 2), in der ihr die solarthermische Anlage bei einem Altbau gerechnet habt?
-
-



Experimente 1: Lupenversuch

- b) optimaler Abstand ist 30 cm, der Abstand nennt sich Brennweite
- c) optimaler Winkel: orthogonal (rechtwinklig) zu den Lichtstrahlen der Sonne
- d) Level 2 In der CPV-Technologie (siehe Hintergrundinformation)
- f) Level 2 Andernfalls konzentrieren die Fresnel-Lupen das einfallende Sonnenlicht nicht mehr exakt auf die aktive Modulfläche, und die Stromerzeugung verringert sich erheblich

Experiment 2: Lupenversuch – Bei Bewölkung

- b) Abstand s.o.
- c) Winkel s.o.

Experiment 3: Solarwärme - Absorption

- b) Schwarz absorbiert das Sonnenlicht, d.h. es wandelt die auftreffenden Sonnenstrahlen in Wärme um

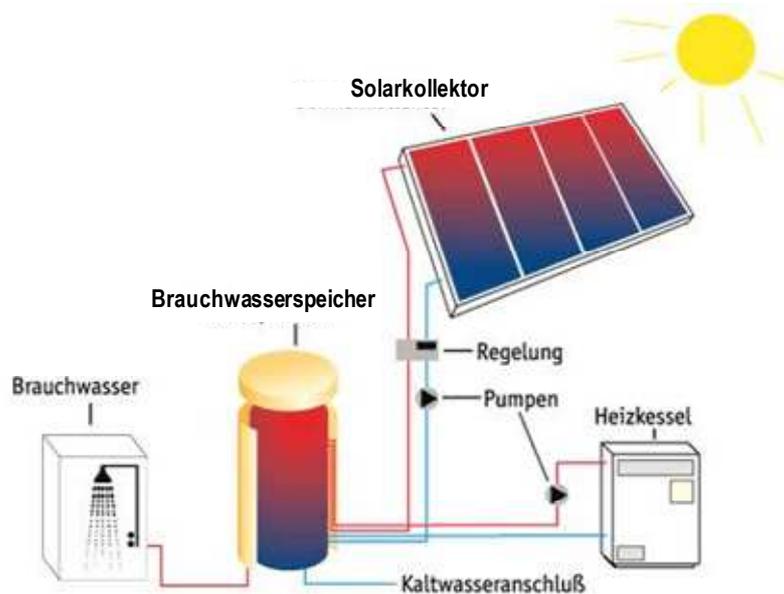
Experiment 4: Parabolspiegel mit Solarkocher

- a) Level 1: Im Brennpunkt, da der Kocher an dieser Stelle am wärmsten wird.
Level 2: Durch eine andere Krümmung des Parabolspiegels.
- b) Antwort 2
- c) wirtschaftlich: z.B. Einsparung von Brennstoffen zum Kochen (Holz, Gas etc.), Unabhängigkeit von Brennstoffimporten, vor Ort hergestellte Kocher werden für Einheimische bezahlbar
- ökologisch: z.B. CO₂ wird eingespart, Dünger muss nicht mehr verbrannt werden und dient wieder der Landwirtschaft, Baumbestände werden geschont
- sozial: z.B. Bau von Solarkochern schafft Arbeits- und Ausbildungsplätze, weniger gesundheitsschädliches Kochen am offenen Feuer mit Rauch, Entlastung von Frauen und Kindern beim beschwerlichen Holzsammeln
- d) Augenschutz gegen Blendung durch reflektiertes Sonnenlicht tragen; vor Verbrennungen schützen, da Topf und Deckel im Brennpunkt sehr heiß werden



Experiment 5: Solarkollektor

- d) Die Farbe Schwarz absorbiert („schluckt“) Wärme am besten
- e) (Aufgabe g bei Level II) Das Wasser oben im Behälter ist wärmer als unten.
- f) Durch den Thermosiphon-Effekt (warmes Wasser hat eine geringere Dichte als kaltes Wasser und steigt auf, kaltes Wasser sinkt ab).
- h)



Experiment 6: Planung und Amortisation von Solarkollektoren

Level 1:

- 1) a) 3400 Euro/Jahr
- b) 204 Euro/Jahr
- c) 3060 Euro
- d) Die eingesparten Heizkosten liegen nach 15 Jahren höher als die ursprünglichen Installationskosten, die solarthermische Anlage hat sich also nach 15 Jahren amortisiert.
- 2) a) 340 Euro/Jahr
- b) 170 Euro/Jahr
- c) Die Heizkosten sind insgesamt viel niedriger, da man im Passivhaus nur einen Bruchteil des Wärmebedarfs von dem Altbau (10%) hat.

Level 2:

- 1) a) Altbau = $250 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 150 \text{ m}^2 = 37.500 \text{ kWh pro Jahr (kWh/a)}$
- b) Passivhaus = $25 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 150 \text{ m}^2 = 3750 \text{ kWh pro Jahr (kWh/a)}$
- c) Altbau: 3750 l Heizöl, Passivhaus: 375 l Heizöl
- 2) a) 3400 Euro/Jahr
- b) 204 Euro/Jahr
- c) 15 Jahre
- d) 11 Jahre
- 3) a) 340 Euro/Jahr
- b) 170 Euro/Jahr
- c) 10 Jahre
- d) 8 Jahre
- e) Die Heizkosten sind insgesamt viel niedriger, da man im Passivhaus nur einen Bruchteil des Wärmebedarfs von dem Altbau (10%) hat.

