

Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (RS) Reutlingen
Fach: Physik (Herr Ayerle)

NWA – Tag 2007:
„Stoffwechsel und Energieumwandlungsprozesse“

Thema:

Sonnenenergie



Erarbeitet von:

Barei, Martina; Lohner, Andreas

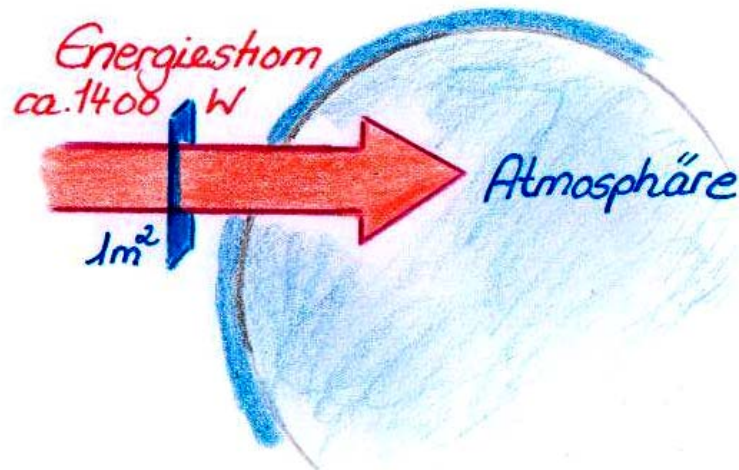
Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	2
2	Didaktische Gesichtspunkte	4
3	Bezug zum Bildungsplan.....	4
4	Licht als Energieform – qualitative Nachweise	5
5	Lernstation - Wärmestrahlung	5
6	Lernstationen - Sonnenenergie fürs Haus	8
7	Lernstation - Wir bauen einen Sonnenofen	14
8	Literaturverzeichnis	15

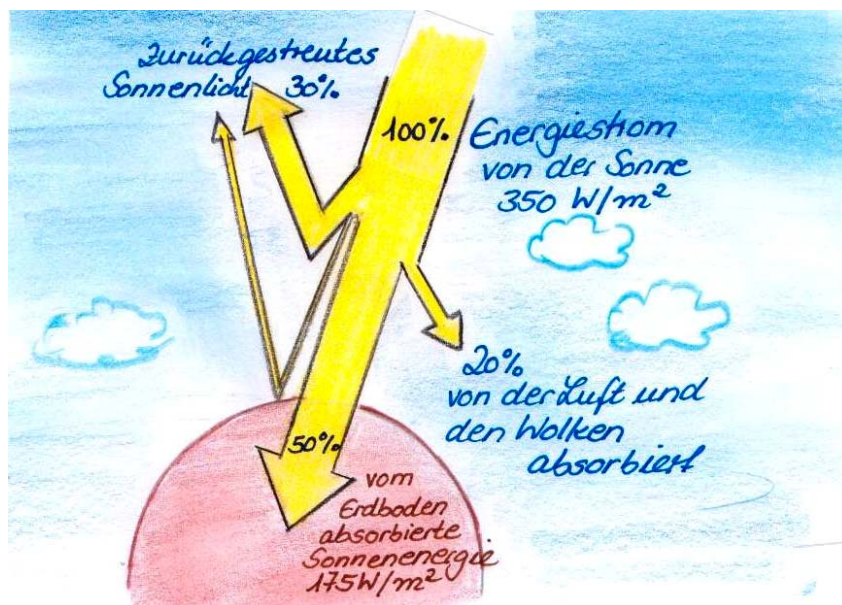
1 Grundlagen

Sonnenenergie¹

Die von der Sonne durch Kernfusion erzeugte Energie wird als Sonnenenergie bzw. Solarenergie bezeichnet. In Teilen gelangt diese Energie als elektromagnetische Strahlung (Strahlungsenergie) zur Erde. Die Intensität der Sonneneinstrahlung (Solarkonstante) beträgt an der Oberseite der Erdatmosphäre 1367 W/m^2 .



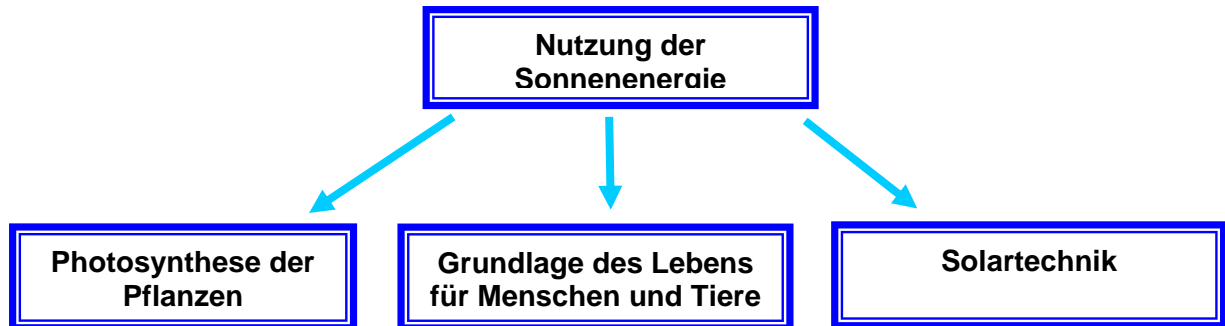
Nur ein Teil der gesamten Strahlungsenergie erreicht den Erdboden (ca. 350 W/m^2). Der Erdboden absorbiert ungefähr 175 W/m^2 und erwärmt sich dadurch.



¹ e-on Energie CD-Rom, 2005

Unsere Sonne - Unerschöpfliche und natürliche Energiequelle

- Masse: ca. $2 \cdot 10^{33}$ t
- Durchmesser: ca. 1390000 km
- Entfernung zur Erde: ca. 150 Mio. km
- Alter: ca. 5 Mrd. Jahre



Solartechnik

Die Sonnenenergie wird mit Hilfe der Fotovoltaik in elektrische Energie (Solarstrom) umgewandelt. Die Infrarotstrahlung wird auch als thermische Energie über Solarthermieranlagen eingefangen und genutzt.

Der Sonnenkollektor ist die am weitesten verbreitete Nutzung der Sonnenenergie. Er wandelt die Sonnenenergie in thermische Energie um. Auch Solaröfen und Solarkocher bedienen sich der direkten Wandlung der Strahlung in Wärme. Die so gewonnene Wärme kann in Sonnenwärmekraftwerken zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt werden.

Die Sonnenenergie zählt zu den regenerativen Energien und wird in vielen Ländern gesetzlich gefördert.

Fotovoltaik

Der Effekt, dass sich aus der Strahlungsenergie der Sonne elektrische Energie gewinnen lässt, beobachtete erstmals Heinrich Hertz (1857-1894) im Jahre 1887.

Als Energiewandler dienen Solarmodule (Halbleiterbauteile), die beispielsweise auf Hausdächern montiert werden können. Der erzeugte elektrische Strom lässt sich in das Stromnetz einspeisen und wird entsprechend vergütet.

Solarthermie

Herzstück einer thermischen Solaranlage ist der Sonnenkollektor. Bei Sonnenkollektoren wird der Effekt genutzt, dass schwarze Körper das Sonnenlicht absorbieren und die Energie in Wärme umwandeln. Im Absorber, einem schwarz beschichteten Gehäuse, geschieht die Wärmeaufnahme. Der Absorber wird von Wasser in dünnen Rohren durchflossen, das die Wärme aufnimmt und sie im Brauchwasserspeicher wieder abgibt. Wenn das Wasser im Sonnenkollektor warm genug ist, schaltet sich eine Pumpe ein, die den Wasserkreislauf in Gang hält. Damit die Sonnenkollektoren einen besseren Wirkungsgrad erreichen, sind sie mit einer Glasscheibe abgedeckt und auf der Rückseite isoliert. Der Sonnenkollektor muss möglichst nach Süden ausgerichtet sein.

2 Didaktische Gesichtspunkte²

Licht ist eine der verbreiteten Formen, in denen Energie übertragen wird. Vom Betrag her spielt dabei die Sonnenenergie die entscheidende Rolle.

Die Nutzung der Sonnenenergie ist auf Grund der wachsenden Bedeutung des Umweltschutzes und der Notwendigkeit einer konsequenten Umwelterziehung ein bedeutendes Unterrichtsthema. Es kann in einfacher Weise qualitativ und ohne großen formalen und mathematischen Aufwand behandelt werden.

Nach diesem Unterricht kann ein wichtiger Teil der Diskussion zum Umweltschutz von den Schülern auf eine sichere und unbestreitbar sachliche Grundlage gestellt werden. Um dies zu erreichen, müssen die wichtigsten Phänomene vorgestellt und die wichtigsten Anordnungen zur Nutzung der Sonnenenergie in ihrer Funktionsweise und Anwendung verstanden werden.

Die Sonnenenergie genießt seit einigen Jahren größtes öffentliches Interesse. Um ihre Bedeutung als Physikthema zu unterstreichen, widmen wir der Sonnenenergie eine eigene Unterrichtseinheit.

Die Unterrichtseinheit Sonnenenergie zeigt Bezüge zur Optik (Licht als Energieform), zur Wärmelehre (thermische Nutzung der Sonnenenergie) und zur Elektrizitätslehre bzw. Halbleiterelektronik (Fotovoltaik).

3 Bezug zum Bildungsplan

In der Unterrichtseinheit Sonnenenergie eignen sich die Schülerinnen und Schüler eine Vielzahl von sachlichen, personalen, sozialen, kulturellen und methodischen Kompetenzen an. Dies ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, „an der Kommunikation über technische und gesellschaftliche Innovationen teilzunehmen“ und „Argumente auf ihren sachlichen und ideologischen Anteil zu prüfen“³. Zudem kann diese Unterrichtseinheit motivierend „für den Eintritt in naturwissenschaftlich-technisch orientierte Bildungsgänge oder Berufe“⁴ wirken.

Die Unterrichtseinheit Sonnenenergie lässt sich zum Kompetenzerwerb im Themenorientierten Unterricht der Klassen 5-7 unter dem Thema „Mikrokosmos und Makrokosmos mit Hilfsmitteln erschließen“⁵ einsetzen. Im Projektorientierten Unterricht der Klasse 10 findet sich die Sonnenenergie unter dem Teilthema „Regenerative Energien“⁶ wieder.

Der Bildungsplan fordert den Kompetenzerwerb durch das Erschließen von Phänomenen, Begriffen und Strukturen. Die Sonnenenergie lässt sich der Kompetenz „den Energiebegriff verstehen und anwenden“ zuordnen:

Die Schülerinnen und Schüler „können Vorgänge, bei denen Energie von einem Träger zum andern übergeht, beschreiben, [...] und die Übertragungseffektivität quantifizieren“ und „mit Sonnenenergie umgehen“⁷.

² Dahncke, H., Götz, R. & Langensiepen, F. (Hrsg.), 1997, S. 2, S. 63-64

³ Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004, S. 96

⁴ Ebd., S. 96

⁵ Ebd., S. 101

⁶ Ebd., S. 102

⁷ Ebd., S. 100

4 Licht als Energieform – qualitative Nachweise⁸

Thermischer Nachweis:

Versuch 1: Erwärmung der Haut durch Strahlung

Benutze als Strahlungsquelle eine normale Glühlampe (60 W oder mehr). Halte Deine Hand etwa 10 cm unter die Lampe.

Versuch 2: Entzünden von Papier durch Lichtbündelung mit Linsen

Benutze eine Sammellinse als Brennglas.

Versuch 3: Entzünden von Papier im Brennpunkt eines Hohlspiegels (Prinzip des Sonnenkochers)

Verwende hierzu einen Parabolspiegel oder den Reflektor eines Autoscheinwerfers. Stelle den Parabolspiegel im Abstand von 0,5 m bis 1 m vor eine Fotoleuchte (1000 W). Suche mit einem beliebigen Papierstreifen den Brennpunkt.

Weitere Versuche: Siehe Station 1

Mechanischer Nachweis:

Versuch:

Benutze eine sogenannte Radiometerröhre oder Lichtmühle. Die Flügel beginnen sich bei hinreichend intensiver Beleuchtung zu drehen.

Elektrischer Nachweis:

Versuch:

Verwende ein Fotoelement bzw. eine Solarzelle mit einem Strommesser und einem geeigneten Elektromotor.

Fotochemische Wirkung des Lichts:

Versuch:

Lege auf ein unbelichtetes Fotopapier einen Gegenstand (z. B.: einen Schlüssel) und setze es dem Tageslicht aus oder halte es dicht unter eine Glühlampe (60 W - 100 W).

5 Lernstation - Wärmestrahlung

⁸ Dahncke, H., Götz, R. & Langensiepen, F. (Hrsg.), 1997, S. 66 - 68

Wärmestrahlung

Versuch 1

Schalte die Infrarotlichtlampe ein und führe eine Hand rings um die Lampe (auch in verschiedenen Abständen).

Beobachtung:



Versuch 2

Stelle nun einen Gegenstand (z. B. weißer Karton) zwischen Hand und Lampe.

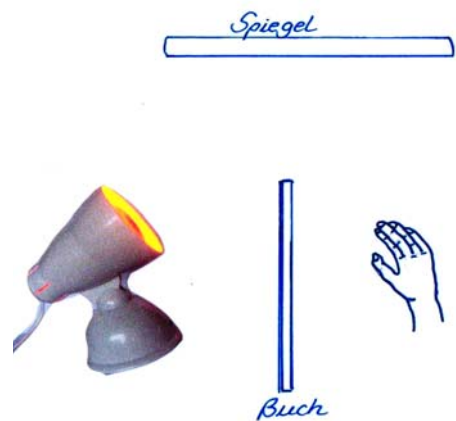
Beobachtung:



Versuch 3

Baue den Versuch wie im Bild dargestellt auf.

Beobachtung:



Versuch 4

Führe den vorherigen Versuch einmal mit einem weißen und einmal mit einem schwarzen Karton anstelle des Spiegels durch.

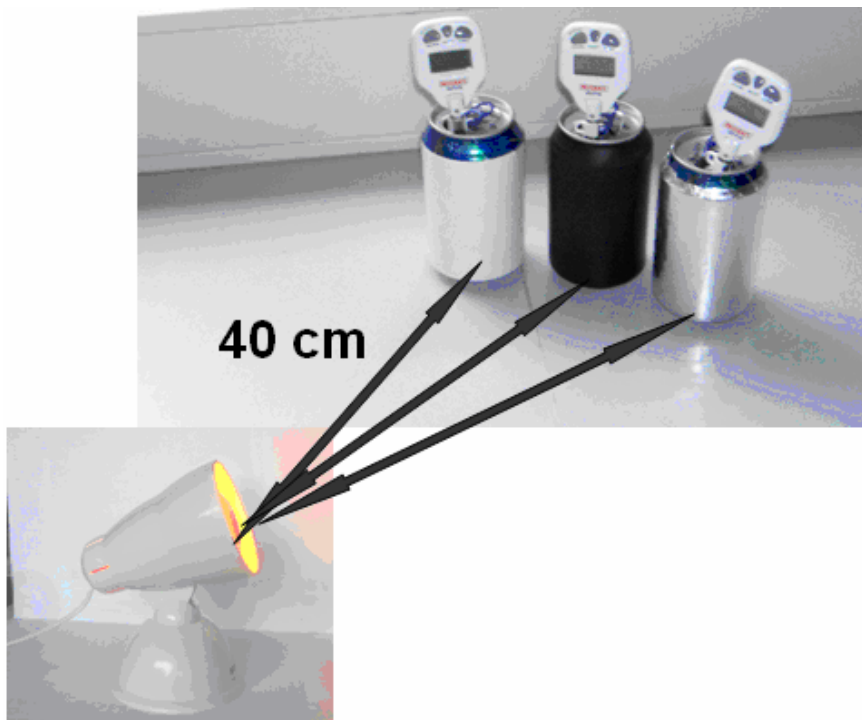
Beobachtung:

Weißer Karton:

Schwarzer Karton:

Versuch 5

Mit diesem Versuch kannst Du herausfinden, was passiert, wenn Wärmestrahlung auf Stoffe mit unterschiedlicher Farbe trifft. Baue den Versuch wie in der Zeichnung auf.



- Miss die Temperaturen in den Dosen und trage sie in die Tabelle ein.
- Lass die Lampe 3 Minuten strahlen. Miss die Temperaturen erneut und trage Deine Beobachtungen in die Tabelle ein.
- Schalte die Lampe aus und lasse die Anordnung noch 3 Minuten stehen. Miss dann die Temperatur noch einmal.

	Schwarzes Papier	weißes Papier	Alufolie
<u>Temperatur</u> vor dem Versuch			
<u>Temperatur</u> nach 3min.			
<u>Temperatur- differenz</u>			
<u>Temperatur</u> nach 3min. Abkühlung			

6 Lernstationen - Sonnenenergie fürs Haus

Für das Heizen unserer Häuser und Wohnungen sowie für das Erwärmen von Wasser entsteht fast die Hälfte unseres Energiebedarfs. Bis heute wird zum Heizen vor allem Öl, Kohle, Holz und Erdgas verwendet, obwohl die Sonnenenergie fürs Haus genutzt werden könnte:

Der **Wintergarten** wird von der Sonne beheizt, mit **Sonnenkollektoren** wird Wasser erwärmt, **Solarzellen** wandeln die Strahlungsenergie der Sonne in elektrische Energie um.

Der Wintergarten - INFO

Die Sonnenstrahlung erwärmt den Erdboden. Durch Absorption der Sonnenstrahlung nimmt der Boden Energie auf. Dies gilt für den Wintergarten wie auch für ein Gartenbeet. Die Sonnenstrahlen durchdringen das Glasdach fast ungehindert.

Der nun erwärmte Erdboden gibt Energie ab: Aufgrund seiner Temperatur sendet er unsichtbare Strahlung (Infrarotstrahlung) aus. Zudem geht thermische Energie vom Boden auf die Umgebungsluft über. Wiederum gibt es hier keinen Unterschied zwischen Wintergarten und Gartenbeet.

Verringerung der Abstrahlung

Die vom Erboden ausgehende Strahlung durchdringt das Glasdach nur teilweise. Der andere Teil der unsichtbaren Strahlung wird vom Glasdach reflektiert. Dies bewirkt im Wintergarten eine etwas stärkere Boden- und Lufterwärmung.

Verhinderung von Konvektion

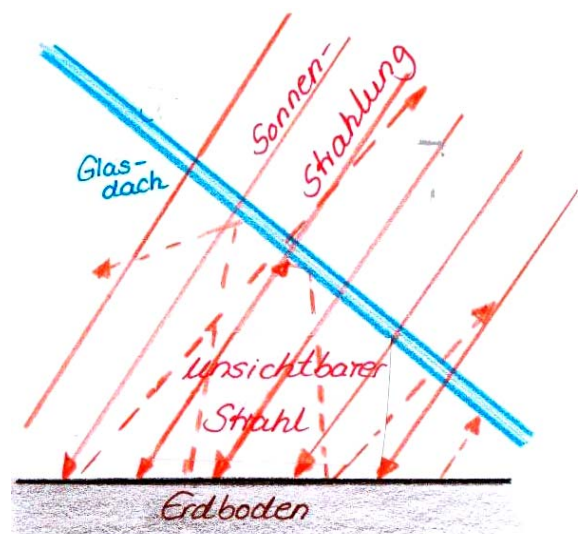
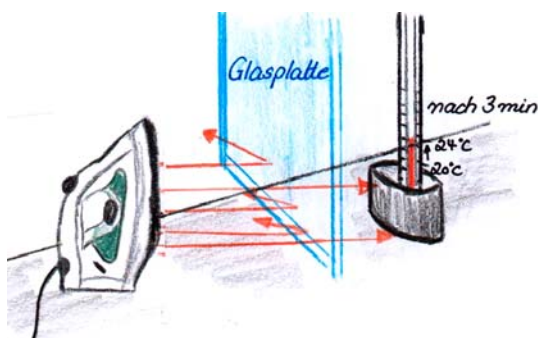
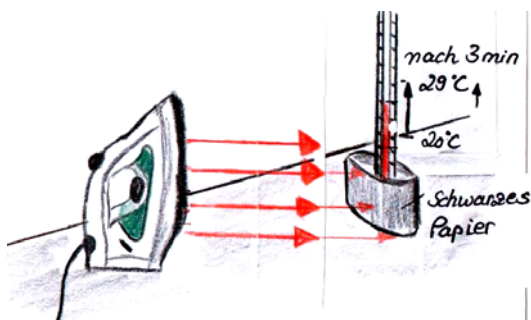
Ohne die Glasabdeckung findet Konvektion statt: Da die am Erdboden erwärmte Luft leichter als die kühlere Umgebungsluft ist, sinkt die schwere kalte Luft nach unten und drückt die erwärmte Luft nach oben, die nun entweicht.

Die Glasabdeckung beschränkt die Konvektion auf den Wintergarten. Somit wird die Abgabe von Energie an die Umgebung stark verringert.

Treibhäuser in Gärtnereien verringern auch die Energieabgabe und verhindern die Konvektion. Die stärkere Erwärmung durch die Sonnenstrahlung unter einem Glasdach wird aus diesem Grund *Treibhauseffekt* genannt.

Der Wintergarten – ein kleines Treibhaus

- Umwickle einen Thermometer mit schwarzem Papier. Stelle in 30 cm Entfernung ein eingeschaltetes Bügeleisen auf. Bestimme die Temperaturerhöhung nach 3 min.
- Zwischen Bügeleisen und einem mit schwarzem Papier umwickelten Thermometer wird eine Glasplatte gestellt. Bestimme wieder die Temperaturerhöhung nach 3 min.

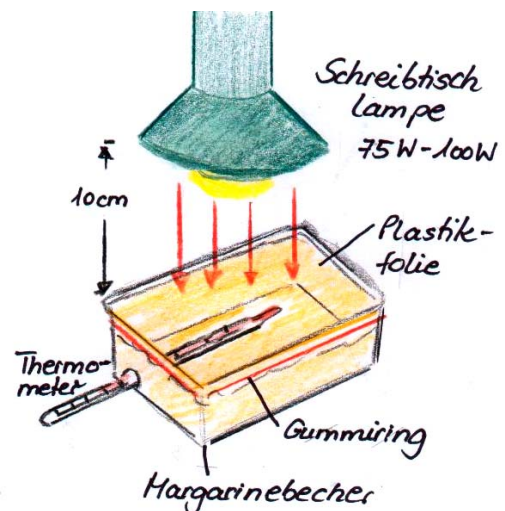
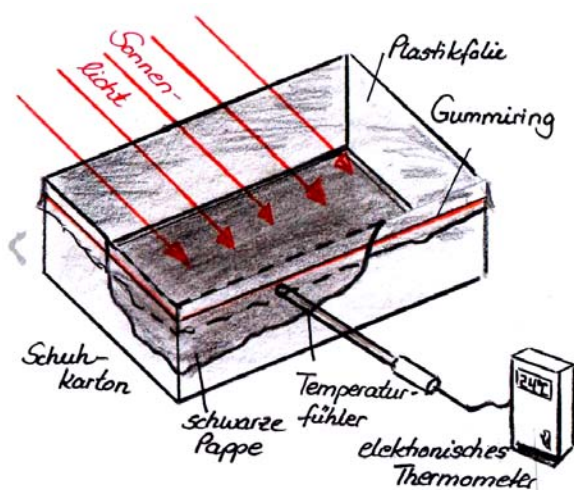


Wintergärten nutzen die Sonnenenergie

Material:

- Schuhkarton bzw. Margarinebecher
- Plastikfolie (klar)
- Gummiring
- schwarze Pappe bzw. ganz trockene Blumenerde
- Thermometer

Bauanleitung:



- Stelle den Schuhkarton als „Wintergarten“ in die Sonne bzw. den Margarinebecher unter eine Lampe. Bestimme die Temperatur nach 2½, 5, 10, 20 Minuten.
- In richtigen Wintergärten stehen die Pflanzen gewöhnlich in dunkler Blumenerde. Untersuche nun, ob sich eine dunkle Bodenfläche auf die Temperatur auswirkt. Verwende dazu die schwarze Pappe bzw. eine dünne Schicht ganz trockene Blumenerde. Messe die Temperaturänderung im Laufe der Zeit. Trage Deine Ergebnisse in die Tabelle ein.
- Entferne die Plastikfolie (Dach des Wintergartens) und wiederhole die Messung der Temperatur. Trage auch diese Messergebnisse in die Tabelle ein. Was fällt Dir auf, wenn Du die Messergebnisse mit denen des voran gegangenen Versuchs vergleichst?

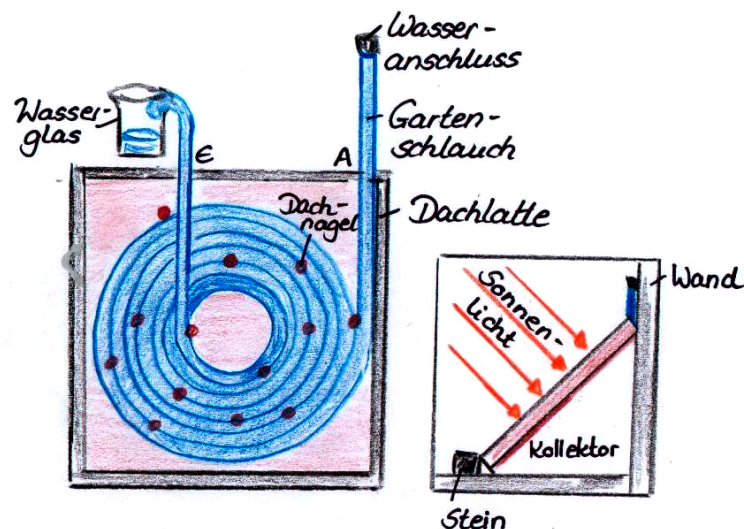
Versuch	Temperatur nach ...			
	2½ min	5 min	10 min	20 min
Karton mit Folie im Sonnenlicht.				
Karton mit Folie und schwarzem Boden im Sonnenlicht.				
Karton ohne Folie mit schwarzem Boden im Sonnenlicht.				

Bau eines Sonnenkollektors

Material:

- Spanplatte (ca. 50 cm * 50 cm)
- Dachlatte (2 m lang)
- Glas- oder Plexiglasplatte (ca. 50 cm * 50 cm) oder Klarsichtfolie
- 5 m Gartenschlauch
- Nägel, Dachnägel,
- Holzleim
- Alufolie
- Schwarzen Karton, schwarze Wandfarbe

Bauanleitung:



Vor und nach jedem Versuch musst Du die Temperatur des Wassers messen. Öffne dazu kurz den Wasserhahn und lasse aus dem Schlauch etwas Wasser in ein Glas laufen. Notiere Deine Messwerte in einer Tabelle.

- V1: Stelle den Sonnenkollektor ohne Glasabdeckung in der Weise in die Sonne, dass er senkrecht bestrahlt wird. Messe nach 30 Minuten die Wassertemperatur.
- V2: Du kannst Deinen Sonnenkollektor verbessern, indem Du den Schlauch und die Grundfläche mit schwarzer Pappe bedeckst oder den Schlauch und die Platte mit schwarzer Farbe streichst. Probiere die so veränderten Modelle aus.
- V3: Decke nun den Kollektor dicht mit der Glasplatte oder Folie ab.
- V4: Klemme den Schlauch ab und lege den Sonnenkollektor auf den Boden, so dass das Sonnenlicht schräg einfällt.

Versuch	T_A Anfangstemperatur	T_E Endtemperatur	$T_E - T_A$
①			
②			
③			
④			

Weitere Versuche zum Thema Sonnenkollektor

Versuch 1:

Lege einen mit Wasser gefüllten Gartenschlauch in die Sonne und bestimme die Wassertemperatur vor dem Einfüllen und nach zwei Stunden. Vergleiche!

Versuch 2:

Decke zwei gleich große Bechergläser mit je einem Stück Styropor ab und stelle ein passend zugeschnittenes schwarzes Kartonstück in eines der Bechergläser. Stelle die Bechergläser in die Sonne und bestimme die Temperatur in beiden Gläsern mit einem Messfühler. Notiere die Temperatur vor dem Versuch und dann nach 5, 10 und 15 Minuten. Den Messfühler musst Du nach jeder Messung entfernen. Notiere und vergleiche Deine Ergebnisse und suche eine Erklärung für die Unterschiede.

Versuch 3:

Lege folgende Gegenstände in die Sonne. Miss mit Hilfe eines Messfühlers jeweils nach 15 Minuten ihre Oberflächentemperatur:

- weiße Platte
- schwarze Platte
- schwarze Platte mit dahinter liegender Isolation
- schwarze Platte mit dahinter liegender Isolation und zusätzlicher Glasabdeckung

Vergleiche die Oberflächentemperaturen!

Schaltung von Solarzellen

Eine Solarzelle bringt es auf maximal 0,5 V Gleichspannung. Mit einer Reihenschaltung von Solarzellen lässt sich der Wert der Gleichspannung erhöhen. Die Parallelschaltung von Solarzellen ermöglicht bei gleich bleibender Spannung eine höhere Gesamtstromstärke. Die Gesetzmäßigkeiten der Reihen- bzw. Parallelschaltung werden beim Bau von Solarmodulen genutzt. Soll Energie in das Stromnetz eingespeist werden, muss die in einer Fotovoltaikanlage erzeugte Spannung in 230 V Wechselspannung umgewandelt werden.

Versuch 1:

- a) Lege eine Solarzelle in die Sonne oder unter eine 100 W-Reflektorlampe und schließe einen Gleichstrom-Kleinstmotor an. Was beobachtest Du?
- b) Erweitere den Stromkreis mit einem Strom- und Spannungsmesser. Bestimme die Stromstärke und die Spannung.

Versuch 2:

Wiederhole Versuch 1 b):

- Decke die Solarzelle teilweise ab.
- Benutze verschieden helle Lampen.
- Experimentiere in der Sonne und im Schatten.
- Beleuchte die Solarzelle aus verschiedenen Winkeln.

Vergleiche die Werte für Spannung und Stromstärke mit denen aus Versuch 1 b).
Formuliere Je-desto-Sätze.

Versuch 3:

Schalte zwei Solarzellen in Reihe und schließe den Gleichstrom-Kleinstmotor an. Miss jeweils Spannung und Stromstärke. Vergleiche Deine Ergebnisse mit Versuch 1 b).
Führe den Versuch mit drei Solarzellen durch.

Versuch 4:

Schalte zwei Solarzellen parallel und schließe den Gleichstrom-Kleinstmotor an. Miss jeweils Spannung und Stromstärke. Vergleiche Deine Ergebnisse mit Versuch 3.
Führe den Versuch mit drei Solarzellen durch.

7 Lernstation - Wir bauen einen Sonnenofen

Mit Hilfe von Sonnenöfen kann die Sonnenenergie zum Kochen genutzt werden.

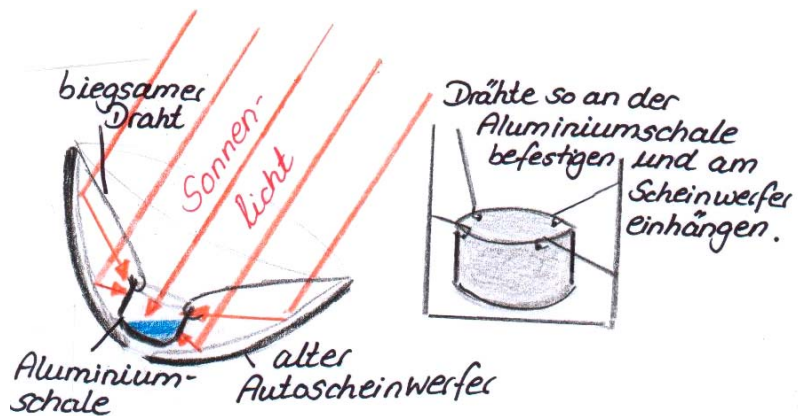
Material:

- Reflektor eines Autoscheinwerfers
- Biegsamer Draht
- Aluminiumschale vom Teelicht

Bauanleitung:

Befestige die Aluminiumschale mit Draht im Reflektor.

Der Reflektor sammelt das Sonnenlicht in einem Fleck. Dieser soll auf die Aluminiumschale fallen. Messe die Temperatur zu Beginn, nach 3, 6 und 9 Minuten.



8 Literaturverzeichnis

Barmeier, M. u. a. (2006): Prisma NWA Physik 4/5. Stuttgart: Klett

Bratzel, H.-M. u. a. (2006): Erlebnis Naturwissenschaft. Materialien für den projektorientierten Unterricht. Braunschweig: Schroedel

Cieplik, D. (Hrsg.) (2005): Erlebnis Naturwissenschaft 3 Physik. Braunschweig: Schroedel

Dahncke, H., Götz, R. & Langensiepen, F. (Hrsg.) (1997): Handbuch des Physikunterrichts. Sekundarbereich I. Köln: Aulis Verlag Deubner

e-on Energie CD-Rom (2005): Solarenergie faszinierend und unerschöpflich. München

Heepmann, B. u. a. (2002): Natur und Technik. Physik für Realschulen Klasse 5/6 Nordrhein-Westfalen. Berlin: Cornelsen

Heepmann, B. u. a. (2003): Natur und Technik. Physik für Realschulen Klasse 9/10 Nordrhein-Westfalen. Berlin: Cornelsen

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (3/2004): Bildungsplan für die Realschule. Lehrplanhefte Reihe F Nr. 13. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag

Elektronische Publikationen:

Sonnenenergie [On-line].

Available: <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenenergie>, 31.05.2007