Ich tu's
für unsere
Zukunft

10. EINHEIT

Erneuerbare Energie II - Sonnenenergie

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Wie funktioniert eine thermische Solaranlage?
- Was ist Photovoltaik und wie funktioniert sie?
- Solarzellen erobern die Welt!
- Die unterschiedlichen Solarzellen-Arten
- Aufbau und Ergiebigkeit einer Photovoltaikanlage

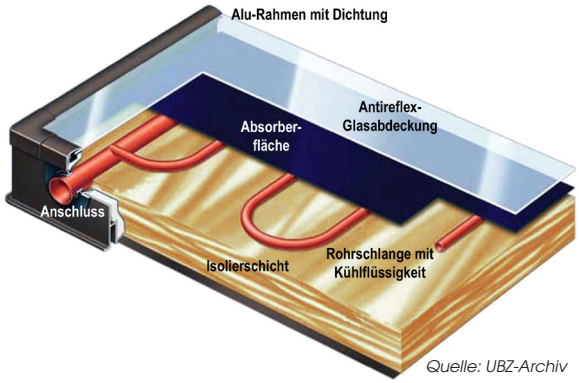
Erneuerbare Energie II
Sonnenenergie

Dass die Sonne nicht nur Grundlage allen Lebens auf dem Planeten Erde ist, sondern auch eine wertvolle Energiequelle, wurde bereits besprochen. Weil sich die Kraft der Sonne bei ihrer Nutzung nicht erschöpft, sondern weiterhin uneingeschränkt zur Verfügung steht, zählt die Sonnenenergie zu den erneuerbaren Energiequellen. Dazu kommt der große Vorteil, dass bei der Nutzung der Sonnenenergie – im Gegensatz etwa zu Erdöl oder Kohle – keine schädlichen Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen. Mit einem Wort: Sonnenenergie ist eine ideale Energiequelle, in unseren Breiten allerdings mit zwei entscheidenden Schönheitsfehlern: Scheint die Sonne nicht, reduziert sich naturgemäß auch die „Ausbeute" aus dieser Energiequelle; und gerade dann, wenn man fürs Heizen am meisten Energie benötigt, also im Winter, liefert die Sonne am wenigsten Energie.
Das Stichwort Heizen erinnert uns an die ebenfalls bereits erwähnten zwei grundsätzlichen Möglichkeiten, Sonnenenergie zu nutzen: die thermische Solarenergienutzung, also das Heizen bzw. Erwärmen von Brauchwasser mit der Kraft der Sonne, und die Erzeugung von elektrischer Energie durch die Sonne.

Wie funktioniert eine thermische Solaranlage (ein Solarkollektor)?

Eine Solaranlage nutzt den Effekt, dass sich dunkle Flächen in der Sonne schneller und stärker erwärmen als helle. Man kann dieses Phänomen leicht daheim im Garten nachvollziehen: In einem ausgerollten Gartenschlauch wird im Sommer das Wasser sehr bald warm (das nutzen manche Leute bei ihren Gartenduschen). Würde man einen schwarzen Schlauch nehmen, so würde das Wasser noch wärmer und die Erwärmung ginge schneller vor sich. Die einfachste Solaranlage ist also ein schwarz angemalter Wasserspeicher, wie er ebenfalls oft als Gartendusche verwendet wird!

Quelle: Zgonc



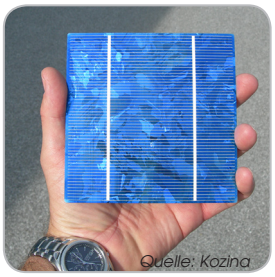
Quelle: UBZ-Archiv

Wenn man die Kraft der Sonne effizienter nutzen und eine professionelle Solaranlage errichten will, benötigt man einen Solarkollektor. Dieser Begriff setzt sich aus zwei Worten zusammen, beide aus dem Lateinischen: sol = Sonne; colligere = sammeln. Ein Solarkollektor ist also nichts anderes als ein „Sammler von Sonnenstrahlen". Er besteht aus einem schwarz lackierten Kupferblech (Absorberfläche), auf dem mäanderförmig Kupferleitungen aufgelötet sind, durch die Kühlflüssigkeit fließt. Wenn die Sonne auf die Kollektoroberfläche scheint, erwärmt sich das Kühlmittel und gibt die Wärme an einen Speicher weiter.

Von dort kann man das warme Wasser dann je nach Bedarf entnehmen und damit indirekt die Kraft der Sonne nutzen, die das Wasser ja erwärmt hat. Je mehr warmes Wasser man benötigt, desto größer muss die Anlage sein. Das hat aus Kostensicht und Platzgründen natürlich seine Grenzen.
Am wirtschaftlichsten und häufigsten in Verwendung sind kleinere Solaranlagen für die Brauchwasseraufbereitung. Bei Solaranlagen zum Heizen benötigt man viel Kollektorfläche und vor allem größere Wasserspeicher, was die Anlagen deutlich teurer macht. Außerdem heizt man vor allem im Winter, wo die Sonneneinstrahlung relativ schwach ist. Deshalb werden Solaranlagen, wenn überhaupt, in Österreich meistens nur zur Heizungsunterstützung eingesetzt. Eine Ausnahme können Passivhäuser darstellen, bei denen der zusätzliche Wärmebedarf zur Raumheizung äußerst gering ist.

Was ist Photovoltaik?

Das Wort setzt sich aus dem altgriechischen Wort „phaos" bzw. „phos" (Licht) und der Einheit für die elektrische Spannung („Volt") zusammen. Mit Photovoltaik bezeichnet man die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie mittels Solarzellen. Mehrere solcher Solarzellen, die zur Stromerzeugung genutzt werden, nennt man in der Fachsprache Photovoltaik-Modul (abgekürzt: PV-Modul).


Quelle: Kozina

Der photoelektrische Effekt

Obwohl die intensivere Nutzung der Sonnenenergie zur Stromerzeugung relativ jung ist, kennt man den photoelektrischen Effekt schon lange: Im Jahr 1839 wurde er vom französischen Physiker Alexandre Edmond Becquerel entdeckt, übrigens der Vater von Antoine Henri Becquerel (Letzterer erhielt gemeinsam mit Marie Curie und ihrem Ehemann im Jahr 1903 für die „Entdeckung der spontanen Radioaktivität" den Nobelpreis). Auch Albert Einstein machte sich um den photoelektrischen Effekt verdient, indem es ihm gelang, diesen zu erklären. Dafür erhielt Einstein im Jahr 1921 den Nobelpreis für Physik.
Welche Erklärung hat Einstein nun für Becquerels Entdeckung geliefert? Der photoelektrische Effekt besagt nichts anderes, als dass Lichtteilchen beim Auftreffen auf eine metallische Oberfläche in elektrische Energie umgewandelt werden. Bemerkt wurde dies dadurch, dass der Stromfluss zwischen einem Plus- und Minuspol bei Licht größer war als im Dunkeln. Und erklärt wird es so: Bei Licht gibt die Metalloberfläche Elektronen ab, weil diese Elektronen von der Energie der auftreffenden Lichtteilchen aus der Oberfläche herausgelöst werden (= äußerer Photoeffekt).

Solarzellen erobern die Welt!

Wer nun glaubt, Solarzellen seien ausschließlich eine „große Sache", der irrt. Die Sonne lässt sich zur Energieerzeugung auch auf kleinstem Raum nutzen. So findet man Solarzellen auf Taschenrechnern, Armbanduhren und Taschenlampen. Mit dem daraus gewonnenen Strom werden laufend die Akkus der Geräte aufgeladen, sodass diese – im Gegensatz zu den früheren, nicht aufladbaren Batterien – nicht mehr getauscht werden müssen, sondern während der gesamten Lebensdauer des Geräts zur Verfügung stehen. Da für die Funktion von Batterien zum Teil hochgiftige Chemikalien nötig sind, kann durch die Verwendung von Solarzellen in Kleingeräten eine große Umweltbelastung durch die vielen leeren Batterien vermieden werden. Der Einsatzbereich von Solarzellen ist beinahe grenzenlos, so kommen sie in Städten beispielsweise auch für den Betrieb von Parkscheinautomaten oder Parkplatzbeleuchtungen zum Einsatz und überall dort, wo vor Ort eine geringe Menge Strom benötigt wird, um E-Geräte zu versorgen. Sogar Weltraumfahrzeuge und Satelliten werden mittels Solarzellen mit Strom versorgt. Erreichen die PV-Module eine gewisse Größe mit der entsprechenden Stromausbeute – beispielsweise auf Hallendächern – spricht man auch von Photovoltaikanlagen (sogenannten „Sonnenkraftwerken").

Ein besonderes Beispiel einer Photovoltaikanlage findet man in der steirischen Stadt Gleisdorf. Der sogenannte Solarbaum auf dem Hauptplatz wurde im Jahr 1998 errichtet und ist mehr als 17 Meter hoch. Seine „Blätter" bestehen aus 140 Photovoltaikmodulen, die so viel Strom erzeugen, dass damit 70 Straßenlaternen beleuchtet werden können. Der Solarbaum ist aber nicht nur ein Kraftwerk, sondern auch ein Kunstwerk: Der mittlerweile verstorbene Künstler Hartmut Skerbisch zeichnet dafür verantwortlich.

Quelle: Stadtgemeinde Gleisdorf Archiv

Forschungsfeld Solarzellen

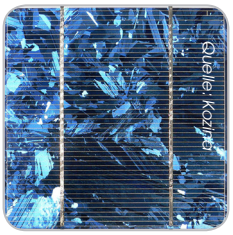
Aufgrund der noch jungen Geschichte und des in Zeiten von Klimawandel und dem absehbaren Zur-Neige-Gehen fossiler Energieträger notwendig gewordenen Umdenkens in Sachen Energieversorgung wird laufend an der Verbesserung und Effizienzsteigerung von Solarzellen geforscht.

Folgende Arten von Solarzellen gibt es:

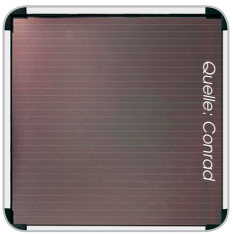
Solarzellen bestehen aus Silizium, einem chemischen Element, das als Halbleiter bezeichnet wird, weil es sowohl Eigenschaften von Metallen wie auch von Nichtmetallen hat. Ein Viertel der Erdkruste besteht aus Silizium, damit ist es nach dem Sauerstoff das zweithäufigste chemische Element auf der Erde.

- **Monokristalline Solarzellen:** Ihre Herstellung ist aufwendig, wegen des relativ großen Wirkungsgrades von 15 bis 18 % (beim großtechnischen Einsatz über 20 %) werden sie am häufigsten verwendet. Hochwertig!

- **Polykristalline Solarzellen:** Sie sind kostengünstiger in der Herstellung, verfügen dafür aber über einen geringeren Wirkungsgrad von 12 bis 14 % (beim großtechnischen Einsatz bis zu 16 %).



- **Amorphe Solarzellen:** Diese Dünnschichtzellen sind in der Herstellung am günstigsten, haben allerdings einen Wirkungsgrad von nur 5 bis 8 %. Sie sind nicht besonders langlebig und kommen vor allem in den bereits genannten Kleingeräten, wie Taschenrechnern, Uhren etc., zum Einsatz. Ihrer Entwicklung ist es zu verdanken, dass neben den hochwertigen und teuren Solarzellen, die in Sonnenkraftwerken verwendet werden, auch billige Zellen für die breite Masse an E-Geräten zur Verfügung stehen.



- Prototypen von Solarzellen sollen bereits einen Wirkungsgrad von bis zu 30 % erzielen. Diese befinden sich aber noch im Forschungs- und Versuchsstadium.

Übrigens, keine Sonnenseite ohne Schattenseite: Bei der Herstellung von 1 kg Reinst-Silizium für Solarzellen entstehen 19 kg Neben- und Abfallprodukte, außerdem benötigt man sehr viel Energie dafür.

Aufbau einer Photovoltaikanlage

So kann man sich den photoelektrischen Effekt nun für die Stromerzeugung zunutze machen: Zu PV-Modulen verbundene Solarzellen erzeugen in der Photovoltaikanlage eine Gleichspannung. Diese Gleichspannung wird mit einem Wechselrichter in die bei uns übliche Netzwechselspannung mit 230 V und 50 Hz umgewandelt; diese wird in der Folge in das Stromnetz eingespeist (= Netzeinspeisung).
Natürlich muss die erzeugte Energie nicht in ein Netz eingespeist, sondern kann auch unmittelbar vor Ort direkt genutzt werden (= Inselanlage). Überschüssiger Strom, der im Moment nicht benötigt wird, wird dabei in Akkus gespeichert. Solche Anlagen sind wesentlich teurer als Anlagen zur Netzeinspeisung und ergeben nur dort einen Sinn, wo kein Stromnetz zur Verfügung steht, beispielsweise in entlegenen Alm- oder Schutzhütten.

Bei einer typischen Anlage, wie sie nicht zuletzt aufgrund von Förderungen durch die öffentliche Hand auch für Häuslbauer immer beliebter werden, verläuft die Nutzung des „Sonnenstroms" normalerweise so, dass der erzeugte Strom, wenn er nicht gerade selbst gebraucht wird, ins Netz eingespeist und vice versa Strom aus dem Netz bezogen wird, um die eigenen Elektrogeräte im Haus zu betreiben, auch wenn keine Sonne scheint. Die Stromrechnung für einen derartigen Haushalt ergibt sich aus der Differenz zwischen den Kosten für den Stromverbrauch und dem Ertrag aus der Stromeinspeisung.

Quelle: Wilson

Wirkungsgrad, Stromausbeute

Je nach Art der Solarzelle beträgt der Wirkungsgrad wie bereits erwähnt zwischen fünf und 20 Prozent. Über den tatsächlichen Solarertrag sagt der Wirkungsgrad aber noch nicht sehr viel aus. Der wirkliche Ertrag ist abhängig von der Ausrichtung der Anlage (südseitig ist optimal), dem Neigungswinkel der PV-Module und den Klima- und Wetterverhältnissen.

Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Beginn der Stunde mit dem Fingerspiel zur Sonne. „Groß ist die Sonne, hell und warm ihr Schein. Keiner könnte ohne die Sonne sein. Eine dicke Wolke hat sie zugedeckt. Doch schon ruft sie: „Da bin ich. Ich hab mich nur versteckt"
(Sonne mit den Armen Kreis zeichnen - Wolke - Hände vors Gesicht halten - Hände wieder weg)

- Einführung in das Thema unter Verwendung des Arbeitsblatts „Wer bin ich?"

- Erarbeitung des Themas Solarthermie unter Verwendung des Arbeitsblatts „Wie funktioniert eine Solaranlage"

- Kreative und praktische Auseinandersetzung mit dem Solarkollektor mit der Bastelanleitung „Solarkocher"

- Erarbeitung des Themas Photovoltaik unter Verwendung des Lückentexts „Photovoltaikanlage"

- Überleitung zur nächsten Einheit mit dem Hinweis, dass die Sonne den Wasserkreislauf und damit die Wasserkraft ermöglicht

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „Wie funktioniert eine Solaranlage?"

3 An der Unterseite dieses Blechs ist ein gebogenes Rohr befestigt.
1 Die Sonnenstrahlen dringen durch das Glas in das Innere des Solarkollektors.
5 Die heiße Kühlflüssigkeit wird anschließend mit einer Pumpe in einen Boiler transportiert.
2 Dort treffen die Sonnenstrahlen auf ein schwarz lackiertes Blech (Absorber) und erwärmen es.
7 Die abgekühlte Kühlflüssigkeit wird in den Kollektor zurückgepumpt.
4 In diesem Rohr befindet sich Kühlflüssigkeit, welche über das Blech erhitzt wird.
6 Im Boiler wird das kalte Wasser erwärmt. Das warme Wasser kannst du dann zum Duschen oder Abwaschen verwenden.

LÖSUNG für Lückentext „Photovoltaikanlage"

Eine Solarzelle ist eine kleine, meist blaue Platte und besteht aus **Silizium**. Treffen Sonnenstrahlen auf das Silizium, so entsteht elektrische Spannung und dadurch **Strom**. Viele einzelne Solarzellen werden zu einer großen **Photovoltaikanlage** zusammengeschaltet. Diese wird meistens auf dem **Hausdach** montiert, um möglichst viel **Sonnenenergie** einzufangen. Der erzeugte Strom kann direkt im Haus verwendet werden oder er wird in das **Stromnetz** eingespeist.

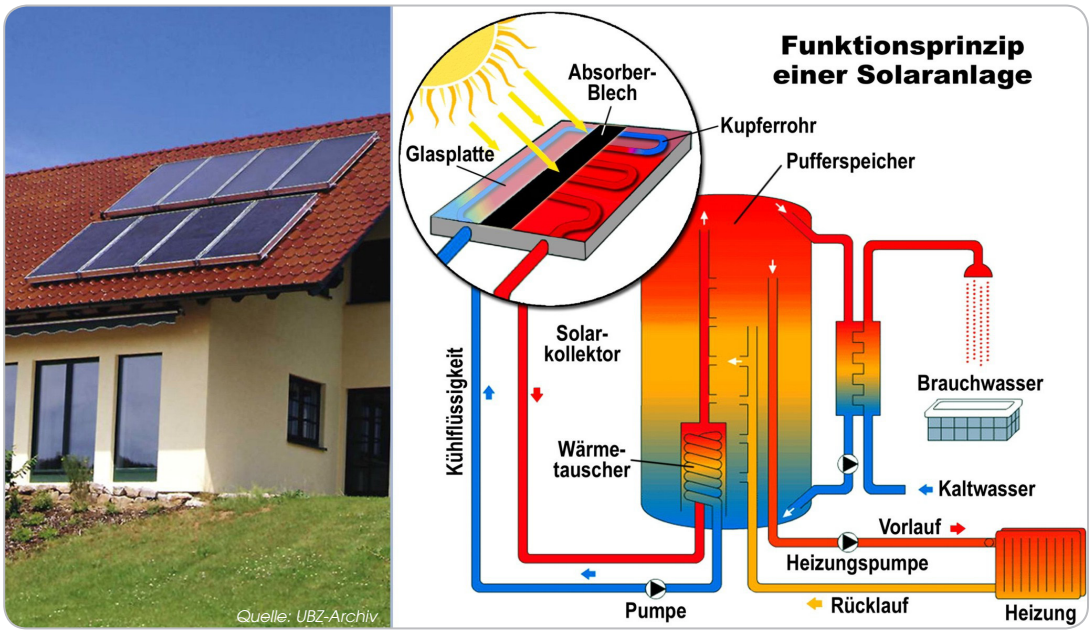
Arbeitsblatt „Wer bin ich?"

Wie alt ich genau bin, weiß man nicht. Die Wissenschaftler vermuten, dass ich fast 5 Milliarden Jahre alt bin. Ich bestehe aus sehr heißem Gas. Ich bin riesengroß und leuchte strahlend hell. Ohne mich würde es auf der Erde kein Leben geben.
Ich bin .....

Male ein Bild von mir!

Arbeitsblatt „Wie funktioniert eine Solaranlage?"

Schau dir die Zeichnung genau an und nummeriere die Sätze in der richtigen Reihenfolge!



☐ An der Unterseite des Absorberblechs ist ein gebogenes Rohr befestigt.

☐ Die Sonnenstrahlen dringen durch das Glas in das Innere des Solarkollektors.

☐ Die heiße Kühlflüssigkeit wird anschließend mit einer Pumpe in einen Boiler transportiert.

☐ Dort treffen die Sonnenstrahlen auf ein schwarz lackiertes Blech (Absorber) und erwärmen es.

☐ Die abgekühlte Kühlflüssigkeit wird in den Kollektor zurückgepumpt.

☐ In diesem Rohr befindet sich Kühlflüssigkeit, welche über das Blech erhitzt wird.

☐ Im Boiler wird das kalte Wasser erwärmt. Das warme Wasser kannst du dann zum Duschen oder Abwaschen verwenden.

Anleitung „Solarkocher" - Versuch 1

Um Wasser zu erwärmen - z.B. auf der Herdplatte - benötigt man besonders viel Energie. Je mehr Energie verbraucht wird, desto mehr klimaschädigendes CO_2 wird bei der Stromproduktion frei. Man kann aber auch mit Sonnenenergie Wasser erwärmen. Dazu kann man selbst ganz einfach in der Klasse einen kleinen „Solarkocher" bauen.

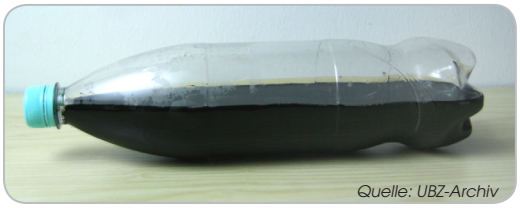
Material

zwei oder drei leere 0,5 Liter PET-Flaschen, schwarzer matter Wasserlack, Dämmstoff (Verpackungsschnipsel, Wollreste, Styroporplatten, Steinwolle ...), Kühlbox oder ein mit Dämmmaterial isolierter Karton, Plastikfolie (Frischhaltefolie), Thermometer (nicht unbedingt erforderlich), Alufolie, Klebeband, schwarzes Papierblatt

Quelle: UBZ-Archiv

Durchführung Versuch 1

1. Man nimmt zwei leere PET-Flaschen und streicht eine davon außen zur Hälfte schwarz an, sodass es eine transparente Vorderseite gibt, durch die man noch in die Flasche sehen kann, und eine schwarze Rückseite.



Quelle: UBZ-Archiv

2. Dann befüllt man beide Flaschen zur Hälfte mit Wasser und legt sie - die eine mit der schwarzen Seite nach unten - in die Sonne.

3. Nach einer halben Stunde wird das Wasser in der geschwärzten Flaschen bereits deutlich wärmer sein als das in der anderen.

Anleitung „Solarkocher" - Versuch 2

Mit dieser einfachen Methode können aber noch keine hohen Temperaturen erreicht werden. Besser geht es, wenn die Wärme nicht wieder verloren geht. Dafür eignet sich eine Kühlbox. Die ungeschwärzte Flasche wird nicht mehr gebraucht.

Durchführung Versuch 2

1. Man befüllt die Kühlbox so weit mit Dämmstoff, dass zwischen der Oberkante der anschließend hineingelegten Flasche und dem Deckel der Box nur noch 5 bis 10 cm Platz bleiben.

2. In den Dämmstoff drückt man eine Mulde, damit die Flasche nicht an den Rand rollt.

3. Auf den Dämmstoff kommt noch ein schwarzes Blatt Papier.

4. Man legt dann die Flasche so hinein, dass sich die geschwärzten Seiten unten befinden, wenn die Box zur Sonne geneigt wird.

5. Zuletzt wird ein Stück Frischhaltefolie über die Box gezogen und mit Klebeband befestigt.

6. Dann wird die Box in die Sonne gestellt und so weit auf die Seite gekippt, dass sie voll hineinscheint.

Quelle: UBZ-Archiv

Mit dieser Konstruktion können bereits deutlich höhere Temperaturen als im ersten Versuch erzielt werden. Um dies zu erkennen, ohne allzu lange warten zu müssen, kann bereits 45° C warmes Wasser in die Flaschen eingefüllt werden. Die Temperatur des Wassers wird sich in dem einfachen "Sonnen-Kollektor" tatsächlich noch weiter erhöhen.

Anleitung „Solarkocher" - Versuch 3

Durchführung Versuch 3

Noch effizienter wird der Kollektor, wenn durch Spiegel zusätzliche Sonnenstrahlen auf die Flasche gelenkt werden.
Dazu legt man ein Stück Alufolie (anstatt des schwarzen Kartons) unter die Flasche.

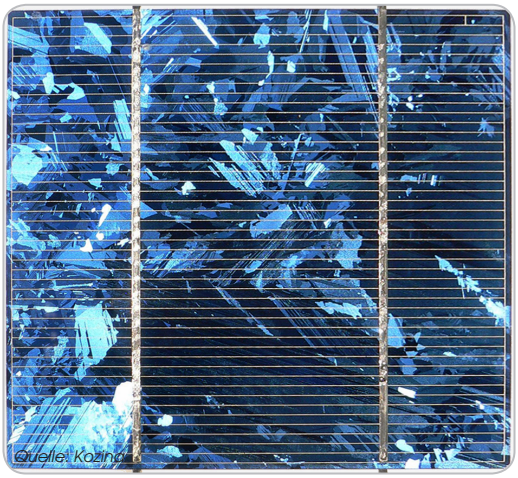
HINWEIS:
Man schaut von oben in die Box (die Sonne hat man im Rücken!) Die Konstruktion ist gelungen, wenn die Alufolie schwarz erscheint, weil sich in ihr die schwarze Flasche spiegelt.

Quelle: UBZ-Archiv

Die Apparatur wird wieder mit der Klarsichtfolie abgedeckt und auf die Sonne ausgerichtet. Die Temperatur wird schneller steigen und einen höheren Wert erreichen als in Teil 2.
Wenn der Versuch länger dauert, muss der Kollektor immer wieder genau auf die Sonne ausgerichtet werden. In diesem Kocher könnte das Wasser sogar bis zum Siedepunkt erhitzt werden! Spätestens wenn sich der Boden der Plastikflaschen ausbeult, ist der Versuch beendet. Das Wasser wird dann etwa 80° C heiß sein.

ACHTUNG:
Auf keinen Fall fest verschlossene Glasflaschen verwenden, da diese platzen könnten! Wenn sich die Kunststoffflaschen ausbeulen, sofort den Versuch beenden! Die heißen Flaschen nicht von Kindern öffnen lassen!

Lückentext „Photovoltaikanlage"


Quelle: kozinc

Quelle: Lanz

Eine Solarzelle ist eine kleine, meist blaue Platte und besteht aus ..... . Treffen Sonnenstrahlen auf das Silizium, so entsteht elektrische Spannung und dadurch ..... .
Viele einzelne Solarzellen werden zu einer großen ..... zusammengeschaltet. Diese wird meistens auf dem ..... montiert, um möglichst viel ..... einzufangen. Der erzeugte Strom kann direkt im Haus verwendet werden oder er wird in das ..... eingespeist.

Wörter zum Einsetzen:

Stromnetz, Photovoltaikanlage, Hausdach,
Sonnenenergie, Strom, Silizium