



VCP | Verband Christlicher Pfadfinderinnen und Pfadfinder

»Wir zelten grün« – Solarenergie

Ein Modul für den Naturlehrpfad auf dem Bundeszeltplatz



Inhalt

Vorwort	3
1. Sonne und Energie	5
Die Sonne – Grundlage für unser Leben	5
Die Sonne als Energiequelle	6
2. Versuche, Experimente und Aktionen	9
Nutzung der Sonnenenergie durch Absorption	9
Nutzung der Sonnenenergie durch Reflexion	14
Nutzung der Sonnenenergie zur Stromgewinnung durch Fotovoltaik	16
3. Literatur	21
Kontakt/Bildnachweise/Impressum	23

Vorwort

Wir alle brauchen Energie: für die Dusche am Morgen, für den iPod, mit dem wir auf dem Weg zur Schule Musik hören, für das warme Mittagessen, den Fernsehabend und für die Fete am Wochenende.

Zurzeit gewinnen wir einen großen Teil der Energie aus den sogenannten fossilen Trägern Kohle, Erdöl und Gas. Diese Ressourcen stehen uns aber nur begrenzt zur Verfügung. Auf lange Sicht können wir unseren Energiebedarf so nicht decken.

Außerdem verursacht die Verbrennung der genannten Energieträger einen erheblichen Ausstoß an Abgasen, die uns belasten. Die hohe Luftverschmutzung durch Rauch, Gase, Staub, Dämpfe und Ruß ist Hauptursache für den sauren Regen. Dieser schädigt Natur und Umwelt und gilt als Hauptverursacher des Waldsterbens. Außerdem treiben die zu hohen Methan- und Kohlendioxidemissionen die globale Erwärmung voran. Energie gewinnen wir auch aus Atomkraft. Trotz hoher Sicherheitsstandards birgt die Nutzung der Atomkraft aber hohes Risiko – wie zuletzt die Erfahrungen im japanischen Atomkraftwerk Fukushima zeigten.

In Atomkraftwerken fällt verstrahlter Müll an, dessen Entsorgung uns erhebliche Schwierigkeiten bereitet, da er für lange Zeit an einem sicheren Ort eingelagert werden muss. Solche Orte zu finden ist nicht einfach. Deutschland hat wegen dieser Risiken und Probleme beschlossen, perspektivisch auf Energieversorgung durch Atomkraftwerke zu verzichten.

Der VCP war hier seiner Zeit voraus. Bereits im Jahr 2006 beschloss die Bundesversammlung, dass alle Häuser und Zeltplätze im VCP atomstromfreie Energie nutzen.

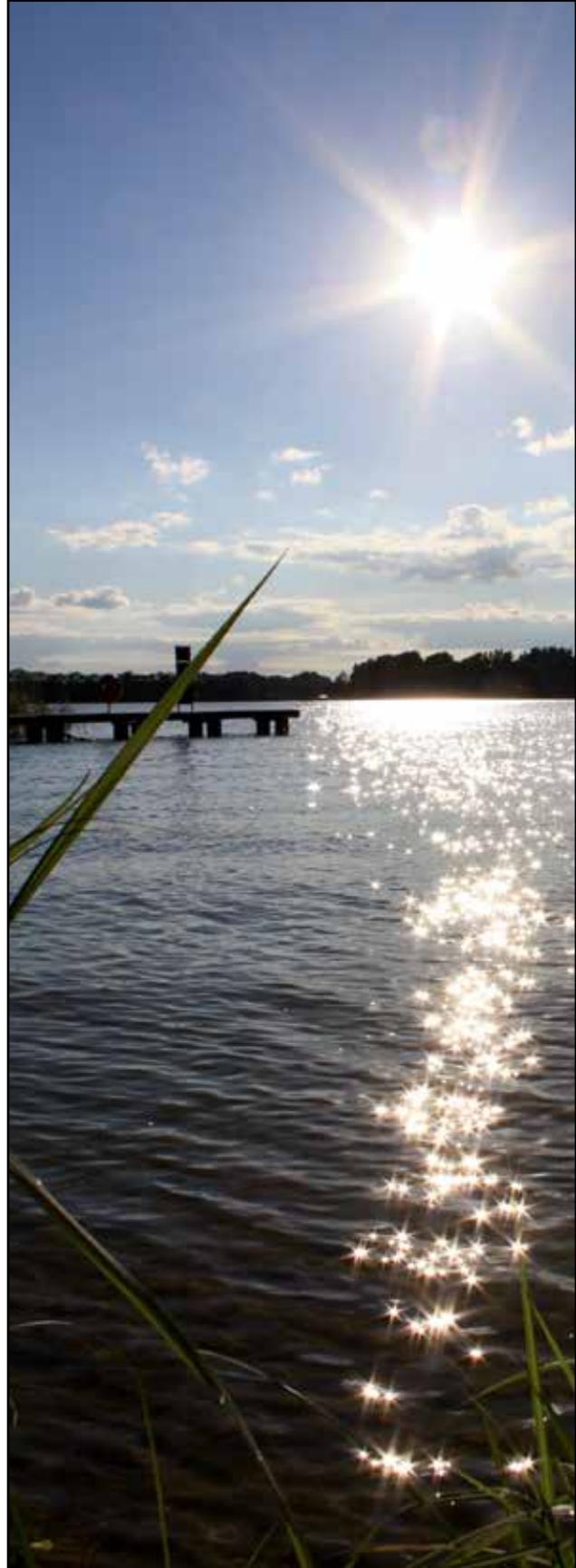
Wir brauchen alternative Energien, um unseren Energiebedarf zu decken und unsere Umwelt nachhaltig zu schützen.

Eine davon ist Sonnenenergie. Allein der Teil der Sonnenenergie, der täglich die Erde erreicht, ist fünftausendmal so groß wie der tägliche Gesamtenergieverbrauch der ganzen Menschheit!

Wie wir diese Energie für uns nutzbar machen können, könnt ihr anhand dieses Heftes und der Materialkiste mittels eigene Versuche und Experimente ausprobieren und erleben.

Wir wünschen euch viel Spaß dabei!

Esther Koch und Philipp Wagner



1 Sonne und Energie

Fast alle Energie auf der Erde kommt von der Sonne. Und wir sind von ihrer Energie abhängig. Ohne Sonne gäbe es kein Leben – so wie wir es kennen – auf der Erde.

Die Sonne – Grundlage für unser Leben

Ohne Sonne kein Licht

Ohne Sonne gäbe es kein Licht auf der Erde. Wie dunkel und trostlos wäre es da. Wir Menschen können zwar elektrisches Licht erzeugen, aber wir alle haben schon gemerkt, dass dies nicht das Gleiche ist. Bekommt ihr nicht auch gute Laune, wenn zum ersten Mal nach einem langen grauen Winter, die Sonne scheint?

Nicht nur für unsere Stimmung ist das Sonnenlicht gut. Auch unser Körper braucht Sonne. Nur wenn wir Sonnenlicht haben, bildet sich in unserem Körper Vitamin D. Dieses Vitamin ist notwendig für den Aufbau unserer Knochen.

Nahezu jede Pflanze benötigt Licht zum Leben und Wachsen. Pflanzen wandeln Licht und Kohlendioxid in Sauerstoff um, den Menschen und Tiere zum Leben brauchen (Abb. 1.1). Aber nicht nur wegen der Sauerstoffproduktion brauchen wir Pflanzen. Wir ernähren uns auch von ihnen und nutzen sie als Bau- und Brennmaterial.

Ohne Sonne keine Wärme

Wir brauchen die Wärme der Sonne zum Leben. Würde die Sonne verlöschen, so wäre schon nach wenigen Wochen kein Leben mehr möglich. Der Zwergplanet Pluto in unserem äußeren Sonnensystem liegt soweit von der Erde entfernt, dass das Sonnenlicht ihn fast gar nicht mehr erreicht. Seine durchschnittliche Temperatur liegt bei $-229\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zum Vergleich: Die kälteste Tempe-

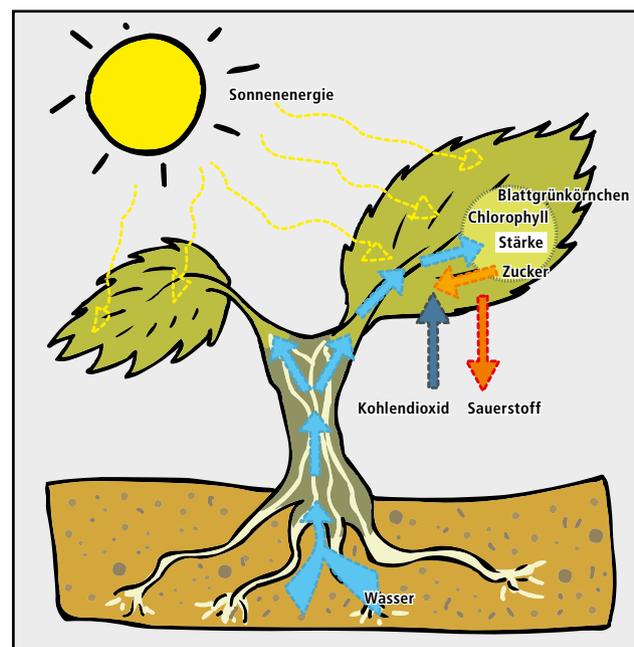


Abbildung 1.1: Fotosynthese.

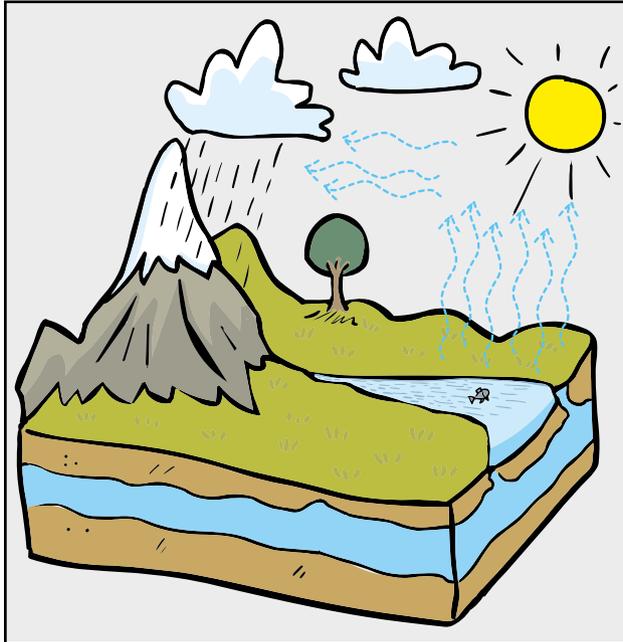


Abbildung 1.2: Entstehung von Regen.

ratur, die jemals auf der Erde gemessen wurde lag bei $-89,2^{\circ}\text{C}$ in der Antarktis.

Ohne Sonne kein Regen

Die Sonne sorgt auch dafür, dass sich das meiste Wasser der Welt in einem Kreislauf befindet. Durch die Wärme der Sonne verdunstet Wasser von der Erdoberfläche, also auch von den Meeren. Das verdunstete Wasser steigt dann nach oben, bis es auf kältere Luft trifft. Dort schlagen sich die feinen Tröpfchen an Staubteilchen nieder und bilden Wolken.

Wenn die Wolke schwer wird oder an einem Berg hängen bleibt, fällt das Wasser als Niederschlag auf die Erde. Dann beginnt der Wasserkreislauf wieder von vorne (Abb. 1.2).

Ohne Sonne kein Wind

Die Sonne ist auch für den Wind verantwortlich. Am Tag erwärmt die Sonne die Erde. Warme Luft ist leichter als kalte Luft. Die warme Luft steigt nach oben. Die warmen Luftschichten ziehen die kalte Luft an, dadurch entsteht ein Luftstrom, den wir Wind nennen (Abb. 1.3). Für viele Pflanzen und Bäume ist der Wind sehr wichtig. Denn durch ihn können sie ihre Samen verbreiten und sich fortpflanzen.

Mit Windkraftanlagen können wir auch aus Wind Strom erzeugen.

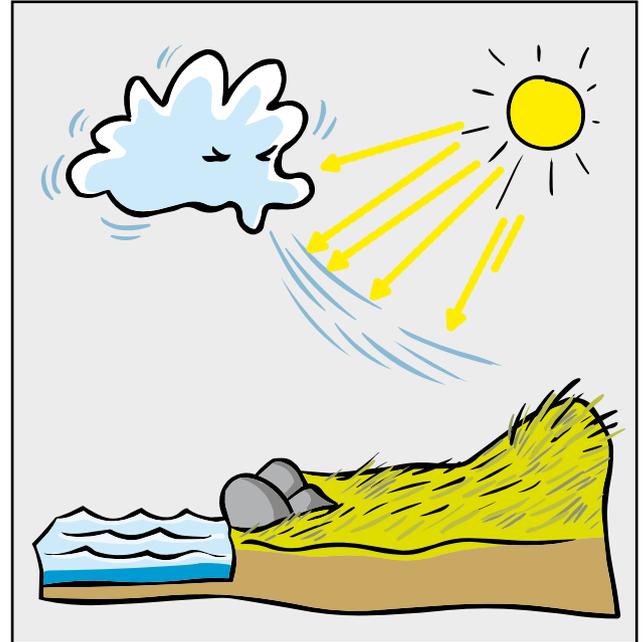


Abbildung 1.3: Entstehung von Wind.

Die Sonne als Energiequelle

Menge an Sonnenenergie

Wir nutzen jeden Tag die Energie der Sonne. Wir machen uns meistens gar keine Gedanken, wie viel kostenfreie Energie die Sonne eigentlich jeden Tag freisetzt und zu uns schickt:

»100 000 000 000 Tonnen Dynamit müssten jede Sekunde explodieren, um so viel Energie wie die Sonne zu erzeugen. Die Energieleistung der Sonne, die in weniger als einer Stunde auf die Erde eintrifft, würde bereits ausreichen, um den Energiebedarf aller Menschen für ein Jahr zu decken.

Pro Jahr strahlt die Sonne eine Energiemenge auf die Erde ab, die 15 000mal größer als der Energieverbrauch aller Menschen auf der Welt in einem Jahr.

Die Sonne schickt also viel mehr Energie auf die Erde, als die Menschheit je verbrauchen kann.«¹

Verteilung der Sonnenenergie

»Mehr als ein Drittel der Sonnenenergie, die auf die Erde trifft, wird von der Lufthülle wieder ins Weltall

¹ Quelle: www.solar-is-future.de/kids

zurückgeworfen. Der größte Teil wird von der Luft, den Meeren und den Kontinenten aufgenommen und als Wärme wieder abgestrahlt. Nur 0,2 Prozent stecken im Wind und in den Meeresströmungen. 0,1 Prozent reichen aus, um das ganze pflanzliche Leben auf der Erde aufzubauen.

Alles Obst und Gemüse, das wir jeden Tag essen, wäre ohne die Sonne nicht gewachsen. Es ist also genau genommen gespeicherte Sonnenenergie. Sogar Erdöl, Erdgas und Kohle sind aus Pflanzen entstanden, die nur mit Hilfe der Sonnenenergie wachsen konnten. Diese Brennstoffe enthalten also auch die Energie, die die Sonne vor Millionen von Jahren auf unsere Erde abgestrahlt hat.«²

Nutzung der Sonnenenergie

Wie können wir die Sonnenenergie nutzen? Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten.

Das sind die wichtigsten:

Absorption: Die Sonnenenergie wird von Gegenständen der Erde aufgenommen. So entsteht Wärme. Die Kraft der Sonne kann Wasser so erwärmen, dass es Duschen, Waschen und sogar Heizen ausreicht.

Reflexion: Ein weiterer Teil der Sonnenenergie trifft auf Flächen, die das Sonnenlicht spiegeln. Dieser Effekt wird genutzt, um die Kraft der Sonnenstrahlen auf einen Punkt zu konzentrieren. An diesem Punkt wird es so heiß, dass man damit kochen kann. In sogenannten Solarkraftwerken nutzt man den Effekt auch zur Gewinnung von Strom.

Fotovoltaik: Dies ist die Technik, die Sonnenstrahlen direkt in elektrische Energie umwandelt. Hierbei wird das Licht der Sonne durch Solarzellen in Strom umgewandelt. Manchmal sind mehrere Solarzellen aneinandergereiht und miteinander verkabelt. Diese Solarzellen zusammen heißen dann Fotovoltaik-Anlage.

Zurzeit wird nur ein kleiner Teil des Energiebedarfes der Menschheit mit Hilfe der Sonne gedeckt. Dies wird in den nächsten Jahren aber immer weiter zunehmen. Die Nutzung von Sonnenenergie schädigt nämlich nicht die Umwelt und viele andere Energieträger, wie Erdöl, Erdgas oder Kohle werden bald verbraucht sein.

Erklärung:

Die Nutzung der Sonnenenergie wird auch »Solarenergie« genannt. Das kommt aus dem Lateinischen. Dort heißt »solaris« »zur Sonne«.

² Quelle: ebenda

Wissenswertes: Solarmodule und ihre Eigenschaften

Dass Solarzellen aus Sonnenlicht elektrische Energie erzeugen können, ist einem besonderen Material, dem Silizium zu verdanken.

Silizium ist nach Sauerstoff das am häufigsten vorkommende Element der Erde und ist damit ein quasi unerschöpflicher und sehr günstiger Rohstoff. Silizium wird aus einfachem Quarzsand gewonnen.

Je nach Herstellungsverfahren und Kristallstruktur des Siliziums unterscheidet man:

- Monokristalline Solarzellen
- Polykristalline Solarzellen
- Dünnschichtige Solarzellen

Monokristalline Solarzellen erkennt man an ihrer schwarzen bis bläulichen Farbe. Sie bestehen aus einem einzigen Kristall und haben den höchsten Wirkungsgrad. D.h. diese Zellen können aus der Sonnenenergie besonders viel elektrischen Strom erzeugen. Monokristalline Solarzellen werden vor allem dann genutzt, wenn für die Fotovoltaik-Anlage nur wenig Platz zur Verfügung steht.

Polykristalline Solarzellen erkennt man an ihrer blauen Oberfläche. Der Kristall besteht hier aus vielen kleinen Einzelkristallen. Sie haben deshalb keinen so hohen Wirkungsgrad. Dafür sind polykristalline Solarzellen einfacher und günstiger in der Herstellung. Polykristalline Solarzellen finden am häufigsten Verwendung.

Dünnschichtige Solarzellen erkennt man an ihrer dunkelbraunen bis schwarzen Färbung. Für diese Zellen wird nur wenig Material benötigt und sind deshalb besonders preiswert. Im Sonnenlicht haben Dünnschicht Solarmodule einen geringen Wirkungsgrad. Sie sind aber lichtempfindlicher - ein großer Vorteil bei spärlichem oder diffusem Licht.

Deshalb liegt es an uns allen, unsere Umwelt und unser Klima zu schützen.

2 Versuche, Experimente und Aktionen

Im Folgenden stellen wir euch einige Projektideen vor, mit denen ihr der Funktionsweise von Sonnenenergie auf den Grund gehen könnt. Für alle Versuche ist es wichtig, dass ihr sie bei Sonnenschein durchführt.

Nutzung der Sonnenenergie durch Absorption

Schwarzer Sonnenfänger

Zielgruppe: Kinderstufe (7 bis 10 Jahre)
Ziel: Die Kinder lernen das Prinzip der Absorption kennen.
Material: 1 Thermometer, 1 Blatt weißes Papier, 1 Blatt schwarzes Papier, Klebefilm, Schere, 2 gleich große Blechdosen.
Zeitbedarf: 2 Stunden

Durchführung: Eine der Dosen wird mit dem weißen Blatt Papier umwickelt, die andere Dose mit dem schwarzen Blatt Papier. Zur Befestigung wird das Klebeband genutzt.

Die Dosen werden nun abgedeckt und nebeneinander in die pralle Sonne gestellt. Nach zwei Stunden wird die Temperatur in den beiden Dosen gemessen.

Für die Temperaturmessung verwendet ihr das Multimeter. Im Zubehör der Multimeter findet ihr einen Temperaturfühler. Das ist das weiß umwickelte Kabel mit dem dreieckigen Stecker am Ende. Den Adapter steckt ihr auf die drei Messbuchsen COM, V und mA bzw. °C. Ihr findet sowohl auf dem Stecker als auch auf dem Gerät die entsprechenden Symbole. Bitte achtet darauf, dass der Adapter richtig angeschlossen wird. Nun dreht den Drehschalter auf °C. Dann könnt ihr das Gerät einschal-

ten, indem ihr den roten »Power«-Knopf drückt. Zum Messen der Temperatur haltet ihr nun das Ende des Temperaturfühlers in das Wasser (siehe **Abbildung 2.1**).

Wie hoch ist die Temperatur in beiden Dosen?

Erklärung:

Die Sonnenstrahlen selbst sind nicht heiß. Sie können erst warm werden, wenn die Sonnenstrahlen auf etwas treffen, das die Wärme auch aufnehmen kann.

Wenn die Sonnenstrahlen auf eine Oberfläche treffen, wird ein Teil des Lichtes aufgenommen und verwandelt sich in Wärme. Dieser Vorgang wird »Absorption« genannt. Ein Teil des Lichtes wird aber auch wieder zurückgeworfen. Dies wird mit als »Reflexion« bezeichnet.

Bei einer weißen Oberfläche wird fast das ganze Licht wieder reflektiert. Ist die Oberfläche jedoch schwarz, wird ein großer Teil der Energie des Lichts aufgenommen und in Wärme umgewandelt. Schwarze Flächen heizen sich in der Sonne viel stärker auf als weiße. Die Temperatur in der schwarzen Dose ist deshalb höher als in der weißen Dose.

Dieses Prinzip wird an vielen Stellen im Bereich der Solarenergie genutzt.

Sonnenfänger aus Glas

Zielgruppe: Kinderstufe (7 bis 10 Jahre)
Ziel: Die Kinder lernen den Treibhauseffekt kennen.
Material: zwei Thermometer, zwei kleine Becher, eine Glasschüssel, Wasser

Durchführung: Die zwei Becher werden mit Wasser gefüllt und in die Sonne gestellt. Die Thermometer werden in die Gläser gesteckt. So könnt ihr den unterschiedlichen Temperaturverlauf verfolgen. Über den

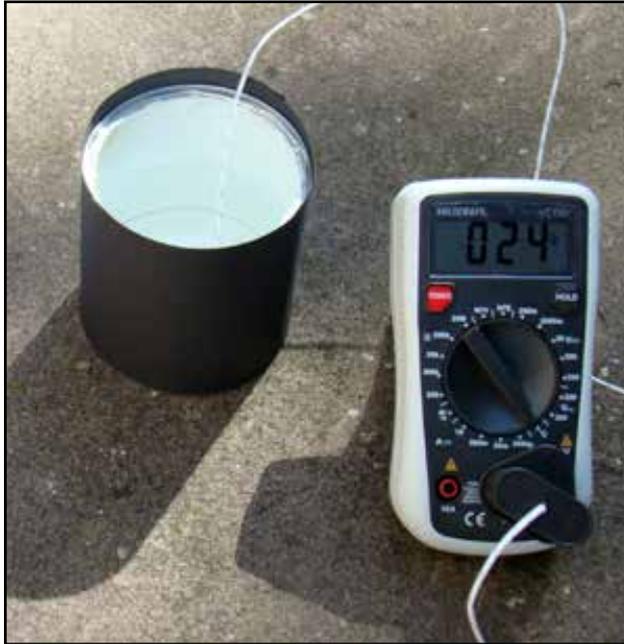


Abbildung 2.1: Wie hoch ist die Temperatur in den Dosen?



Abbildung 2.2: Was passiert wohl unter der Glasschüssel?

einen Becher wird die Glasschüssel gestülpt (siehe **Abbildung 2.2**).

Nach einer Stunde wird mit dem Thermometer die Endtemperatur in beiden Bechern gemessen.

Die Temperatur könnt ihr mit dem Multimeter messen. Eine Beschreibung, wie ihr den Multimeter richtig anwendet, findet ihr unter dem Experiment »Schwarzer Sonnenfänger« (siehe S.9).

Wie hoch ist die Temperatur in den beiden Gläsern?

Erklärung:

Das Sonnenlicht scheint durch das Glas der Schüssel und wandelt sich in Wärme um. Durch das »Glasdach« kann die Wärme aber nicht mehr entweichen. Das heißt, die Umgebung des Bechers unter der Schüssel erhitzt sich deutlich mehr, als die Umgebung des anderen Bechers.

Dadurch wird das Wasser unter der Schüssel wärmer.

Auch dieses Prinzip wird in der Solarenergie angewandt.

Anwendung im Alltag: Gewächshäuser

Nach dem gleichen Prinzip funktionieren Gewächshäuser oder Treibhäuser. Ein Gewächshaus besteht aus Glas, heute auch oft aus Folie. Durch die Sonneneinstrahlung erwärmt es sich im Innern und die Wärme wird im Haus gehalten. Die Abdeckung des Hauses schützt vor Niederschlägen. So können für Pflanzen optimale Wachstumsbedingungen geschaffen werden.

Luftballon¹

Zielgruppe: Kinderstufe (7 bis 10 Jahre)

Ziel: Die Kinder lernen das Prinzip der Lufterwärmung durch Sonnenenergie kennen.

Material: ein dünner, schwarzer Müllsack pro Kind, Schnur

Zeitbedarf: 30 Minuten

Durchführung: Der Müllsack wird mit Luft gefüllt und mit der Schnur so zusammengebunden, dass keine Luft entweichen kann. Danach wird er in die Sonne gelegt. Was passiert mit dem »Ballon«?

Erklärung:

Schwarze Flächen oder Gegenstände wie der schwarze Müllsack nehmen die Sonne besonders gut auf. Die Luft im Müllsack erwärmt sich. Die Luft dehnt sich aus, wird leichter und steigt nach oben. Da der Müllsack kaum Gewicht hat, nimmt die Luft den Müllsack mit nach oben. Euer Luftballon steigt nach oben.

Solarturbine.²

Zielgruppe: Kinder, Jungpfadfinderinnen, Jungpfadfinder (7 bis 10 Jahre sowie 10 bis 13 Jahre)

Ziel: Die Kinder erkennen die Umwandlung von Sonnenenergie in Bewegung und die Funktionsweise von Solarkraftanlagen.

¹ Aus: NAJU (Naturschutzjugend im NABU e.V.) (2011). Aktionsordner – Kinder entdecken die Natur. Berlin. <http://www.naju.de/>

² Aus: ebenda



Abbildung 2.3: Ein Flügelrad zu bauen, erfordert etwas Geschick.

Material: pro Kind eine große Plastikflasche, Pinsel, schwarze Farbe, Wasserglas, Klarsichtfolie, ein Korken, 5 Stecknadeln, 1 Teelichthalterung aus Aluminiumblech
Außerdem: Teppichmesser, Schere, Bleistift

Zeitbedarf: ca. 60 Minuten

Durchführung: Mit dem Teppichmesser wird die Flasche an einer Seite längs aufgeschnitten. Der Schlitz sollte die Breite von 1 cm haben. Dann wird die Flasche innen mit schwarzer Farbe bemalt. Die Klarsichtfolie kommt über den oberen Teil der aufgeschnitten und verschließt so die Seite wieder. Der untere Teil des Schlitzes bleibt offen, sodass Luft in die Flasche hineinströmen kann. Vom Korken wird eine ca. 5 mm dicke Scheibe abgeschnitten. In den Seitenrand dieser Scheibe werden gleichmäßig verteilt vier Stecknadeln gesteckt. Die fünfte Nadel wird komplett durch die Mitte der Korkscheibe gebohrt und steht senkrecht zur Scheibenoberfläche. Das Mundstück der Flasche wird gleichmäßig abgeschnitten, sodass eine größere kreisrunde Öffnung entsteht, auf die die »Nadel-Korkscheibe« passen sollte. In die Mitte dieser Öffnung wird nämlich anschließend die Korkscheibe gelegt. Die Nadelspitze der fünften Nadel zeigt dabei nach oben. Zwischen Korkscheibe und Flaschenöffnung muss noch genügend Raum bleiben, damit Luft hindurchströmen kann. Aus der Teelichthalterung wird das Turbinen-Flügelrad gefertigt. Mit Hilfe einer abgerundeten Bleistiftspitze wird der Mittelpunkt der Teelichthalterung zu einer Mulde verformt. Sie dient anschließend als Drehnabe. Dann werden mit der Schere sechs Einschnitte zur Kreismitte vorgenommen und die entstandenen Segmente propellerartig geformt (siehe **Abbildung 2.3**). Das fertige

»Wir zelten grün« – Solarenergie

Wissenswertes: Treibhauseffekt

Auch die Erde ähnelt einem Treibhaus. Eine schützende Hülle aus Gasen, Atmosphäre genannt, umgibt die Erde. Diese Hülle sorgt dafür, dass es auf der Erde ein Klima gibt, in dem wir heute lebenden Menschen, Tiere und Pflanzen existieren können. Denn die Atmosphäre sorgt wie das Glasdach des Treibhauses dafür, dass uns die Wärme erhalten bleibt und nicht direkt wieder ins All geschickt wird.

Klimaforscher sprechen deshalb auch vom natürlichen »Treibhauseffekt«, weil diese Hülle genau dasselbe bewirkt wie das Glasdach über einem Treibhaus. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt wäre es auf der Erde ungefähr $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ kalt. Ein Leben, wie wir es kennen, wäre so nicht möglich.

Die Erdatmosphäre besteht zu 78 Prozent aus Stickstoff, 21 Prozent aus Sauerstoff, 0,9 Prozent Argon und 0,04 Prozent Kohlendioxyd (CO_2). Dieses Gas verhindert unter anderem, dass die Wärme wieder ins All entweichen kann. CO_2 gab es schon immer in der Natur. Es wird zum Beispiel bei Vulkanausbrüchen freigesetzt. In der ausgeatmeten Atemluft befindet sich ebenfalls CO_2 . Dieses Phänomen wird als natürlicher Treibhauseffekt benannt.

CO_2 entsteht bei der Verbrennung von Holz, Kohle oder Öl. Da der Energiebedarf in den letzten 150 Jahren rasant anstieg, stieg der Ausstoß von CO_2 in den letzten 150 Jahren um ein Drittel. Auch deshalb wird es auf der Erde derzeit wärmer. Hier sprechen wir von Klimaerwärmung oder künstlichem Treibhauseffekt.

Viele Forscher sind sich sicher, dass eine Erderwärmung für uns schlimme Folgen hat: Gletscher und die Eismassen an Nord- und Südpol schmelzen ab. Außerdem dehnt sich das Wasser in den Meeren aus. Dadurch steigt der Meeresspiegel an und viele Menschen, die an der Küste wohnen, verlieren ihr Zuhause.

Viele Pflanzen und Tiere könnten aussterben, weil sich ihre Lebensräume zu schnell verändern. Da Menschen ihre Lebensräume immer weiter zerstören, können Tiere nicht in andere Regionen abwandern. Immer mehr Wasser wird verdunsten. Deshalb wird es an manchen Orten zu sintflutartigen Regenfällen und Überschwemmungen kommen; an anderen Orten verdunstet so viel Wasser, dass die Menschen dort kein Trinkwasser mehr haben und ihre Felder nicht bewässern können.

Deshalb liegt es an uns allen, unsere Umwelt und unser Klima zu schützen.



Abbildung 2.4: Ob es sich wohl dreht?

Turbinenrad wird auf die Nadelspitze gelegt. Sobald die Sonne eine Weile auf die Flaschenseite mit der seitlichen Öffnung scheint, beginnt sich das Flügelrad zu drehen.

Erklärung:

Das Sonnenlicht trifft auf das schwarze Papier in der Flasche und erwärmt es und damit auch die Luft in der Flasche. Die warme Luft dehnt sich aus, wird leichter und steigt durch die Öffnung nach oben ins Freie. Durch den Seitenschlitz unten strömt frische Luft nach und das Spiel wiederholt sich. In dieser Luftströmung befindet sich das Turbinenrad, das sich daraufhin zu drehen beginnt.

Anwendung im Alltag: Aufwindkraftwerk

Nach dem gleichen Prinzip wie die Solarturbine funktioniert das Aufwindkraftwerk. Aufwind ist die warme Luft, die nach oben steigt.

Das Aufwindkraftwerk besteht aus einem riesigen Glashauss. Auf der Mitte des Daches steht ein gigantischer Turm. Die Sonne erhitzt die Luft unter dem Glasdach, durch den Turm steigt die Luft nach oben und setzt die im Turm befindlichen Turbinen in Gang. Die Turbinen sind an einen Generator angeschlossen und erzeugen so elektrischen Strom.

An den Seiten ist das Glashauss offen und so kann frische Luft nachströmen. Die Turbinen im Turm sind also ständig in Bewegung.

Ein Aufwindkraftwerk benötigt vergleichsweise wenig Platz, verbraucht kaum Ressourcen und produziert keine umweltschädlichen CO₂-Abgase.

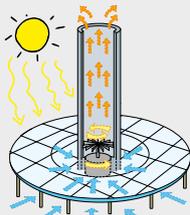


Abbildung 2.5: Mmh, lecker! Bratapfel!

Sonnenofen³

Zielgruppe: Kinderstufe (7 bis 10 Jahre)

Ziel: Die Kinder lernen die Wirkungsweise der Sonnenenergie kennen und bauen einen einfachen Sonnenofen.

Material: pro Kind zwei Plastiktrinkbecher, ein größeren Plastikbecher, ein Blatt schwarzes Papier, großer Bogen Karton
Außerdem: Zeitungspapier, Frischhaltefolie, Alufolie, Lebensmittel (z. B. Apfelscheiben), Klebestreifen

Zeitbedarf: 60 Minuten

Wer im nächsten Lager einen großen Solarofen bauen will, um umweltfreundlich zu kochen, findet hier eine Bauanleitung:

www.wuerttemberg.vcp.de/uploads/media/Solarofenbauanleitung.pdf
Gäste unseres Platzes können eine gedruckte Anleitung beim Platzwart ausleihen.

Durchführung: Zuerst wird einer der kleineren Becher mit schwarzem Papier ausgeschlagen. Das geht gut, wenn ihr das Papier sternförmig zur Mitte hin einschneidet. In diesen Becher werden nun in die Scheiben geschnittenen Äpfel, Mohrrüben oder Kartoffeln gelegt. Über den Becher wird die Klarsichtfolie gespannt, so dass die erwärmte Luft nicht entweichen kann.

Der große Karton wird auf der späteren Innenseite mit Alufolie beklebt und trichterförmig so um den Becher

³ Aus: NAJU (Naturschutzjugend im NABU e.V.) (2011). Aktionsordner – Die Kinder entdecken Natur. Berlin. <http://www.naju.de/>



Abbildung 2.6: Ein Kollektor ist...



Abbildung 2.7: ...schnell und einfach gebaut.

gewickelt, dass die große offene Seite nach oben steht. Dieses Konstrukt wird nun in einen weiteren Becher gestellt und beides zusammen in den dritten größten Becher. In den Zwischenraum füllt man als Isolierung das Zeitungspapier. Jetzt wird der Sonnenofen in die Sonne gestellt und bei gutem Wetter sind Karotten- oder Apfelscheiben schon nach einer halben Stunde gar.

heißt die Früchte verlieren in der Hitze ihre Flüssigkeit. Das Obst oder Gemüse trocknet. Durch dieses Verfahren verändern sich die Lebensmittel, sie werden kleiner, schrumpelig und verändern die Farbe. Aber sie verlieren dabei kaum Nährstoffe und bleiben über Monate haltbar!

Erklärung:

Das Sonnenlicht scheint in den mit Alufolie ausgekleideten Trichter. Die Folie spiegelt das Sonnenlicht und die Trichterform sorgt dafür, dass die Sonnenstrahlen nach unten gelenkt werden. Die Sonnenstrahlen treffen also konzentriert auf einen Punkt. In diesem Fall ist es der Becher mit den Obst und Gemüsestückchen. Unser »Ofen« erhitzt sich und die Lebensmittel werden gar.

Sonnenkollektor⁴

- Zielgruppe: Kinderstufe (7 bis 10 Jahre)
- Ziel: Die Kinder lernen das Funktionsprinzip von Solarthermieanlagen kennen und bauen einen einfachen Sonnenkollektor.
- Material: flacher Karton (z. B. Obstkiste), schwarze Farbe, Pinsel, Plastikfolie, Plastik- oder Gummischlauch, Draht, Seitenschneider, Handbohrer, Klebeband, Wasser
- Zeitbedarf: 60 Minuten

**Anwendung im Alltag:
Solartrockner**

Getrocknete Bananen, Mangos oder Tomaten, die meisten Lebensmittel werden in Fabriken getrocknet. Dafür ist viel Energie erforderlich. Da Energie immer teurer wird, werden heute wieder mehr Solartrockner gebaut und benutzt.



Die Früchte werden dazu klein gehackt (kleinere Früchte wie Chili oder Paprika werden auch im Ganzen getrocknet) und auf großen Sieben ausgebreitet. Diese Siebe werden in den sogenannten Tunneltrocknern gelegt. Ein Tunneltrockner sieht aus wie ein sehr, sehr langer Tisch (sie können bis zu 18 m lang sein), über den ein Tunnel aus Glas oder Folie gebaut ist. An den Seiten ist der Tunnel offen. In dem Tunneltrockner strömt ca. 40 °C bis 50 °C warme Luft durch und bringt die Früchte zum Schwitzen; das

Durchführung: Der Karton wird innen mit schwarzer Farbe bestrichen. Danach wird der Schlauch im Zickzack und möglichst eng anliegend auf dem Boden des Kastens ausgelegt und befestigt (Abbildung 2.6).

Für die Befestigung werden mit dem Seitenschneider Drahtstückchen von der Drahtrolle geschnitten. Mit dem Handbohrer werden jeweils zwei Löcher, je eines links und rechts vom Schlauch; gebohrt. Der Draht wird nun über den Schlauch durch die beiden Löcher gesteckt und auf der Rückseite miteinander verdreht.

⁴ Aus: NAJU (Naturschutzjugend im NABU e.V) (2011). Aktionsordner – Die Kinder entdecken Natur. Berlin. <http://www.naju.de/>

Der Schlauch muss noch so viel überstehen, dass er problemlos mit Wasser gefüllt und entleert werden kann. Über den Kasten wird dann die Plastikfolie gelegt und mit dem Klebeband an den Seiten des Kartons befestigt.

Wird der Kasten nun in die Sonne gestellt, ist das Wasser je nach Größe des Schlauchs schon in einer halben Stunde warm und kann zum Beispiel zum Duschen verwendet werden.

Erklärung:

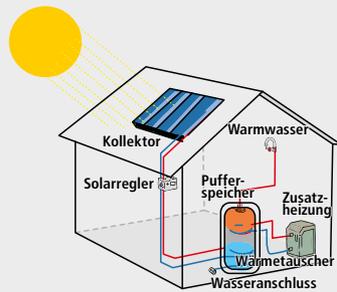
Die schwarze Farbe nimmt das Sonnenlicht gut auf und der Kollektor erwärmt sich. Die Plastikfolie sorgt dafür, dass die Wärme nicht entweicht. Das Wasser im Schlauch nimmt diese Wärme auf und dessen Temperatur steigt ebenfalls.

Anwendung im Alltag:

Solarthermie

Genauso funktionieren die Sonnenkollektoren, die ihr als schwarze Kästen auf Hausdächern kennt (nicht zu verwechseln mit den flacheren dunkelblauen Kästen, die sich ebenfalls auf vielen Hausdächern findet: die Photovoltaikanlage). Auch hier heizt sich der Kollektor durch seine schwarze Oberfläche in der Sonne schnell auf. In dem Kollektor winden sich Kupferrohre, durch die eine Wärmeträgerflüssigkeit (dies ist eine Flüssigkeit, die Wärme sehr gut aufnimmt, aber im Winter nicht zufriert) fließt. Eine Pumpe drückt die heiße Flüssigkeit dann durch die Leitungen bis in einen großen Wasserspeicher. Hier sorgt der Wärmetauscher dafür, dass die Wärme an das Brauchwasser abgegeben wird. Dieses kann nun zum z. B. zum Duschen verwendet werden. Die abgekühlte Wärmeträgerflüssigkeit wird zurück in den Kollektor gepumpt, wo es sich wieder in der Sonne aufwärmt.

Die Gewinnung von Wärme durch Sonnenenergie wird Solarthermie genannt.



Nutzung der Sonnenenergie durch Reflexion

Fingerwärmer

Ziel: Kinder lernen das Prinzip der Reflexion kennen.

Zielgruppe: Kinder (7 bis 10 Jahre)

Material: Papier, Alufolie, Schere, Klebeband, Kleber, Schablone,

Zeitbedarf: 30 Minuten

Durchführung: Nehmt euch ein DIN A 4-Papier und malt mit Hilfe der Schablone die Umriss des Fingerwärmers

auf. Schneidet den Umriss auf und klebt ihn auf Alufolie. Dann schneidet die Alufolie genau am Papier entlang ab. Anschließend rollt das Papier zu einem Trichter zusammen. Am schmalen Ende sollte ein Loch bleiben, das so groß ist, dass dein Zeigefinger gerade noch durch passt. Achtet beim Zusammenrollen darauf, dass sich die Alufolie an der Innenseite befindet.

Steckt den Trichter nun auf einen eurer Finger. Haltet den Finger in die Sonne. Ihr werdet merken, eurem Finger wird es schnell warm (**Abbildung 2.8**).

Erklärung:

Die Sonnenstrahlen werden von der silbernen Fläche der Alufolie reflektiert und auf den Finger »geworfen«. In der Fachsprache wird dies Bündelung genannt. Der Finger wird warm.

Mit der Sonne schreiben

Ziel: Kinder lernen das Prinzip der Reflexionsbündelung kennen.

Zielgruppe: Pfadfinderinnen und Pfadfinder (13 bis 16 Jahre), Ranger und Rover (16 bis 20 Jahre)

Material: Fresnel-Linsen oder eine gute große Lupe, ein Holzbrettchen, ein gute Sonnenbrille oder eine Schweißbrille, einen Eimer mit Wasser

Hinweis: Bei diesem Experiment ist besondere Vorsicht geboten. Führt es nicht durch, wenn Waldbrandgefahr besteht und das Feuermachen deshalb generell auf dem Platz untersagt ist. Der Untergrund darf nicht brennbar sein. Stellt unbedingt einen Eimer Wasser in die Nähe.

Durchführung: Legt das Holzbrettchen auf einen nicht brennbaren Untergrund in die Sonne. Setzt die Schweißbrille auf.

Nun sucht den Brennpunkt. Der Brennpunkt ist der kleinste und hellste Punkt auf dem Holz, den ihr seht, wenn ihr die Lupe über das Holz haltet.

Nach einiger Zeit, wird das Holzbrett zu kokeln anfangen. Ihr könnt zuerst versuchen, einen Punkt in das Holz zu brennen. Mit etwas Übung könnt ihr mit Sonnenkraft auf das Holz schreiben oder malen.

Nach Beendigung des Experimentes unbedingt die Lupen wieder wegräumen!

Erklärung:

Brennpunkt wird der Punkt genannt, indem sich Sonnenstrahlen treffen. Sonnenstrahlen verlaufen in der Regel parallel. Durch eine Linse, ein Glas oder einem Spiegel können die Strahlen abgelenkt werden, so dass sie nicht mehr nebeneinander verlaufen, sondern zueinander und sich dann einem Punkt treffen – dem Brennpunkt. Ein solcher Brennpunkt

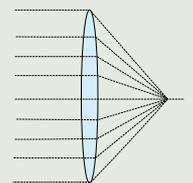




Abbildung 2.8: Gut gegen kalten Hände: der Fingerwärmer!

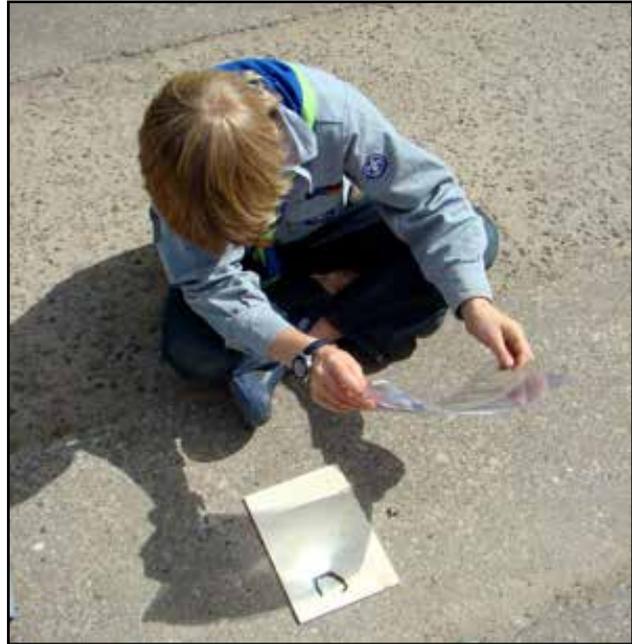


Abbildung 2.9: Soviel Kraft steckt in der Sonne!

ist gut zu sehen, wenn ihr ein mit Wasser gefülltes Glas in die Sonne stellt und dahinter ein Blatt Papier haltet. Wenn ihr den Abstand des Blattes ändert, erkennt ihr irgendwann einen kräftigen, hell leuchtenden Fleck.

Das Licht wird an dieser Stelle stark gebündelt, jedoch nicht auf einen Punkt hin konzentriert. Das Papier fängt auch nach längerer Zeit kein Feuer.

Wenn ihr dagegen eine Lupe benutzt, wird das gesamte Sonnenlicht, das durch sie hindurch fällt, auf einen sehr kleinen Punkt konzentriert. Die Lupe hat nämlich eine besondere Form, die dieses »Sammeln« der Sonnenstrahlen und deren Konzentration in einem Punkt ermöglicht. Diese Konzentration bewirkt, dass die Temperatur im Brennpunkt viel höher ist. Sie reicht zum Entzünden von Papier oder Streichholz aus. Das Papier fängt bereit nach wenigen Sekunden an zu verkohlen oder beginnt gar zu brennen. Holz brennt nicht so schnell wie Papier, deshalb könnt ihr die Hitze nutzen, um eure Namen in das Holz zu malen, ohne dass das Brettchen verbrennt. Dennoch ist Vorsicht geboten.

Anwendung im Alltag: Sonnenkraftwerke

Auch in der Technik wird die Sonnenenergie besser nutzbar gemacht, indem sie konzentriert wird. Da Sammellinsen sehr teuer sind, werden dafür meist Spiegel eingesetzt.

So machen sich Sonnenkraftwerke dieses Prinzip zu Nutze: in riesigen gebogenen Spiegel werden die Sonnenstrahlen eingefangen und in der Mitte gebündelt. Dort verläuft eine lange Röhre, die mit einem Öl gefüllt ist. Die Sonnenstrahlen erhitzen das Öl so, dass mit dieser Hitze Dampf erzeugt werden kann. Dieser Dampf treibt wiederum eine Turbine an, die Strom produziert. In Spanien und den USA stehen solche Sonnenkraftwerke.

Sonnentee⁵

Ziel: Kinder lernen Prinzip der Reflexionsbündelung kennen.

Zielgruppe: Kinder (7 bis 10 Jahre)

Material: Schüssel, Alufolie, 1 Glas Wasser, Teebeutel

Zeitbedarf: je nach Sonneneinstrahlung.

Durchführung: Besorgt euch eine möglichst große Schüssel und kleidet sie innen mit Alufolie aus. Platziert sie draußen so, dass die Öffnung zur Sonne zeigt. Stellt nun ein Glas mit kaltem Wasser in die Mitte eurer Schüssel, so, dass es im Zentrum der Sonnenstrahlen steht. Jetzt heißt es warten. Nach einiger Zeit ist das Wasser richtig heiß und ihr könnt einen Teebeutel hineinhängen. **Vorsicht mit dem heißen Glas!**

Erklärung:

Der »Sonnenteekocher« funktioniert ähnlich unserem oben beschriebenen »Fingerwärmer«. Die Alufolie reflektiert die Sonnenstrahlen, wirft sie zurück und bündelt sie in der Mitte, wo das Glas mit Wasser steht. Die Hitze reicht aus, um Teewasser zu kochen.

Anwendung im Alltag:

Solarkocher

Solarkocher bieten die Möglichkeit unabhängig von Gas, Strom oder Brennholz zu kochen. Ein viel genutzter Solarkocher ist

⁵ Aus: Alke Kessel (2010). Mit Joulett die Energie entdecken. Aus der Reihe KON TE XIS Arbeitshefte 2010. Herausgeber: Technische Jugendfreizeit- und Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH. Berlin.



Abbildung 2.10: Ob ein Tee, mit Sonnenenergie gekocht, genauso gut schmeckt?

der sogenannte Parabolspiegelkocher. Die »Schüssel« in diesem Fall ist ein Hohlspiegel. Die Sonnenstrahlen werden von den gut reflektierenden Aluminium-Blechen im Hohlspiegel zurückgeworfen und im Brennpunkt gebündelt. Damit werden Temperaturen von über 200 °C erreicht, das ist heiß genug um kochen, frittieren und auch backen zu können. Der Brennpunkt hat etwa die Größe einer normalen Herdplatte. Solarkocher können überall genutzt werden, wo die Sonne scheint; besonders gut also in südlichen Ländern wie Afrika oder Südamerika. Dort haben die Menschen oft keinen Strom oder Gas für einen Herd. Sie kochen auf offenem Feuer.



In diesen Regionen kann ein Solarkocher sehr nützlich sein, u. a. weil Feuerholz in manchen Gegenden kaum noch zu finden ist. Allerdings stehen auch kulturelle Gegebenheiten der Nutzung von Solarkochern entgegen. So wird in einigen Ländern nur nach Einbruch der Dunkelheit gekocht oder dem Feuer wird eine besondere Symbolkraft zugeschrieben und so ist auf dem Kochen über dem Feuer weiterhin fester Bestandteil des Alltags.

Aber es gibt auch Solar-Großküchen. In Abu Road, Rajasthan in Indien versorgt beispielsweise eine Solar-Großküche, ausgerüstet mit 84 Parabolspiegeln, täglich 18 000 Personen mit warmem Essen.

Nutzung der Sonnenenergie zur Stromgewinnung durch Fotovoltaik

Bau eines Solarbootes

- Ziel:** Kinder beobachten, dass sich aus Sonnenlicht Strom gewinnen lässt
- Zielgruppe:** Kinder, Jungpfadfinderinnen und Jungpfadfinder (7 bis 10 Jahre, 10 bis 13 Jahre und 13 bis 16 Jahre)
- Material:** SUSE-Solarboot (Plexiglasträger mit Solarmodul, Buchsen, Solarmotor mit Propeller), leere 0,5-Liter-Getränkeflaschen, Styrodur, Holzreste
- Klebeband, Styrodurchschneider, Stöckchen, Eisstiele, Heißkleber, Säge**
- Zeitbedarf:** 45 Minuten

Durchführung: Sowohl Solarzellen als auch Motoren sind schwer selbst zu basteln. Deshalb findet ihr das Solarboot – bis auf den Rumpf – schon fast fertig vor. Ihr seht, sobald ihr das Boot in die Sonne haltet, dass sich der Propeller bewegt. Die Solarzelle wandelt die Sonnenstrahlen sofort in Energie um, was ihr an dem sich drehenden Propeller erkennen könnt. Mit der Energie, die die Solarzelle produziert, könnt ihr das Boot auf dem See schwimmen lassen. Dazu braucht das Boot allerdings noch einen Rumpf.

Zum Bootsrumfbbau sind deiner Kreativität kaum Grenzen gesetzt; hier dennoch zwei Vorschläge:

- Ihr könnt den Rumpf aus zwei leeren dickwandigen 0,5-Liter-Getränkeflaschen herstellen. Dazu werden zunächst die beiden Flaschen mit Klebeband zusammengeklebt. Anschließend wird der Plexiglasträger mit Klebeband auf den Flaschen befestigt. Zur Stabilität auf dem Wasser sollten die Flaschen mit etwas Wasser gefüllt werden, so dass sie etwas ins Wasser eintauchen.
- Ihr könnt den Rumpf aus Styrodur schneiden. Styrodur ist ähnlich wie Styropor, nur fester und krümelt nicht so leicht. Zeichnet mit einem Bleistift die Umrisse des Rumpfes auf das Styrodur und schneidet diesen dann mit dem Styroporschneider aus. Der Rumpf sollte breiter sein, als der »Aufsatz« des Bootes. Vorsicht: Der Draht des Styroporschneiders, mit dem ihr die Umrisse ausschneidet, wird sehr heiß. Habt ihr den Rumpf ausgeschnitten, befestigt ihr auch hier wieder den Plexiglasträger mit Klebeband an dem Rumpf. **Bitte achtet darauf, dass die Reste des Styrodurs nicht wegfliegen. Styrodur verrottet nicht. Entsorgt die Reste über den Gelben Sack.**



Abbildung 2.11: Sie schwimmen!

Ihr könnt aber den Rumpf auch aus anderen Materialien herstellen. Es eignen sich auch Holz, Kork oder Borke. Vielleicht baut ihr in eurer Gruppe unterschiedliche Boote und probiert aus welches Boot am besten schwimmt?

Ganz gleich, welchen Rumpf ihr baut: Damit sich euer Boot nicht im Kreis dreht, ist ein Ruder hilfreich. Dieses könnt ihr ganz einfach aus einem Stöckchen und einem Eisstiel herstellen. Dazu zerteilt ihr den Eisstiel in drei Teile und klebt die Teile untereinander an das Stöckchen. Das Stöckchen befestigt ihr dann mit den Eisstielen nach unten, mittig unten am Bootsrumpf.

Hinweis: Wenn ihr die Boote im See schwimmen lassen wollt, sprecht das bitte vorher mit dem Platzwart ab. Er wird euch helfen ins Wasser im Wasser eine Absperrung zu legen, damit die Boote nicht auf dem Pälitzsee verschwinden.

Erklärung:

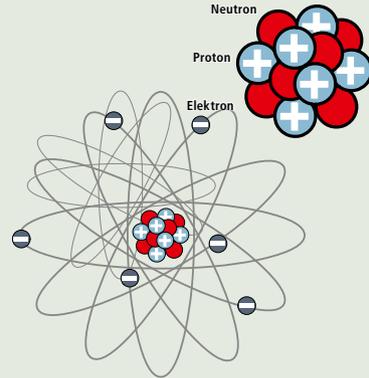
Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom

»Strom« werden Dinge genannt, die fließen. Große Flüsse sind Ströme. Hier fließen die Wasserteilchen, auch Wassermoleküle genannt. Auch beim elektrischen Strom fließt etwas, nämlich Elektronen. Elektronen sind Teile eines Atoms. Atome sind sehr, sehr kleine Teile, die nur mit speziellen Hilfsmitteln zu erkennen sind.

Alle Gegenstände um uns herum, sei es Glas, Holz, Metall oder wir Menschen, bestehen aus Atomen. Ein Atom hat in der Mitte einen Kern, den Atomkern. Dieser besteht aus Protonen, das sind kleine, positiv geladene Teilchen und den neutralen Neutronen. Um den Atomkern schwirren die negativ geladenen Elektronen.

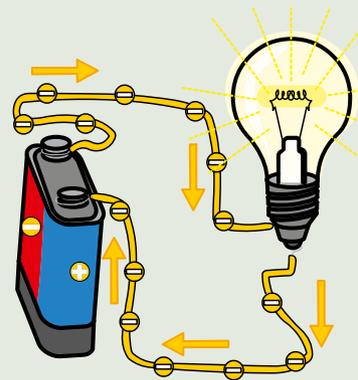
In einigen Materialien können sich Elektronen frei bewegen. Strömen viele Elektronen gemeinsam in eine Richtung, so ist das nicht anderes als elektrischer Strom. Materialien, in denen das besonders gut funktioniert, heißen »Leiter«.

Dazu gehören Metalle wie Silber oder Kupfer. Materialien, in denen sich keine Elektronen bewegen, werden »Isolatoren« genannt. Zu ihnen zählen zum Beispiel Kunststoffe, Gummi und Papier.



Natürlich fließt in einem gewöhnlichen Stück Metall noch kein Strom. Damit sich die Elektronen sich bewegen, müssen sie »angeschubst« werden. Dies geschieht durch eine Spannungsquelle, z. B. eine Batterie. In der Batterie befinden sich Elektronen. Sie sind dort allerdings ungleichmäßig verteilt: An einen Ende, dem Plus-Pol, befinden sich nur einige wenige Elektronen, am anderen Ende, dem Minus-Pol, befinden sich viele Elektronen. Es herrscht also ein Ungleichgewicht. Dieses Ungleichgewicht heißt »elektrische Spannung«.

Die Spannung kann mit einem Messgerät gemessen werden. Die Einheit der Spannung ist Volt, abgekürzt »V«.



Werden die beiden Pole nun durch einen Leiter miteinander verbunden, so rasen die Elektronen vom Minus-Pol durch den Leiter zum Plus-Pol. Es fließt der Strom. Diesen Strom können wir sichtbar machen, wenn wir auf dem Weg der Elektronen einen Verbraucher zwischen-schalten. Das kann eine Lampe oder ein kleiner Motor sein. Die Elektronen bringen auf ihrem Weg die Lampe zu leuchten oder den Motor zu laufen.

Es lässt sich auch messen, wie viel Strom fließt. Die Maßeinheit des Stromes ist »Ampere«, abgekürzt »A«. Wenn es am Minus-Pol keine Elektronen mehr gibt, fließt auch kein Strom mehr; die Batterie ist leer und die Lampe hört auf zu leuchten.

Auch in der Solarenergie entsteht der Strom durch die Bewegung der Elektronen. Hier ist es die Sonne, die die Elektronen in Bewegung setzt. Die Elektronen, die in Bewegung versetzt werden, sitzen in der Solarzelle. Das Herzstück der Solarzelle besteht aus zwei Siliziumschichten.

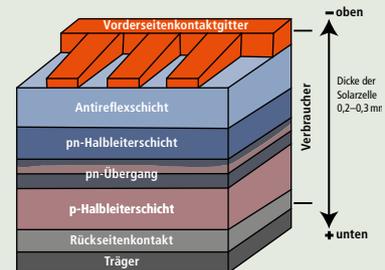




Abbildung 2.12: Für eine richtige Messung...



Abbildung 2.13: ... müssen die Laborkabel richtig angeschlossen sein.

In der einen Schicht wurden die Atome so angeordnet, dass einige Elektronen zu viel sind. Das ist die Negativschicht oder »n-Schicht«.

In der anderen Schicht sind die Atome so angeordnet, dass einige Elektronen zu wenig sind. In der Anordnung sind also einige »Löcher«. Das ist die Positivschicht oder »p-Schicht«.

In so ein Loch kann ein Elektron aus der Nachbarschaft rutschen. Die Löcher sind somit beweglich.

Werden beide Schichten zusammen gebracht, so wandern in der Grenzschicht freie Elektronen der n-Schicht in die Löcher der p-Schicht. Durch die Ladungsverschiebung wird eine elektrische Spannung erzeugt.

Fällt Sonnenlicht in die Grenzschicht, wird die Energie dazu verwendet ein Elektron wieder von seinem Atom zu trennen. Es entsteht ein zusätzliches freies Elektron und ein dazugehöriges Loch. Beide wandern entlang der elektronischen Spannung durch die Grenzschicht zum jeweiligen Pol.

Die Pole sind mit einem Leiter verbunden. Die Elektronen wandern über den Leiter von der n-Schicht in die p-Schicht, um dort wieder ein Loch zu besetzen. Dabei wird elektrischer Strom erzeugt.

Der große Vorteil der Solarzelle gegenüber der Batterie ist, dass die Solarzelle niemals »leer« sein kann. Ist für die Solarzelle eine Lichtquelle vorhanden wird kontinuierlich Strom erzeugt.

An der unteren Fläche befindet sich eine durchgehende Metallschicht. Die Oberfläche ist mit einer »Antireflexschicht« versehen, die dafür sorgt, dass möglichst viel Licht in die Zelle eindringt. Er verleiht der Solarzelle das typisch dunkel- bis schwarzblaue Aussehen. Bei einer Größe von durchschnittlich 10×10 cm produzieren sie etwa 0,5 V und je nach Sonneneinstrahlung bis 2 A. Um höhere Leistungen zu erzielen, schließt man mehrere Solarzellen zu Solarmodulen zusammen.

Messung der elektrischen Spannung

Ziel: Die Kinder wissen, wie Spannung gemessen wird

Zielgruppe: Kinder (7 bis 10 Jahre), Jungpfadfinderinnen und Jungpfadfinder (10 bis 13 Jahren); Pfadfinderinnen und Pfadfinder (13 bis 16 Jahre)

Material: Solarboot SUSE, Laborkabel (rot und schwarz), Multimeter

Zeitbedarf: 30 Minuten

Durchführung: Schließt ein Multimeter polrichtig mit zwei Laborkabeln an die Messbuchsen an. Das schwarze Kabel muss in die Buchse, die mit COM beschriftet ist, das rote Kabel steckt ihr in die Buchse, die mit VΩmA beschriftet ist. Stellt den Drehschalter auf 20 V. Nun müsst ihr die schwarze Prüfspitze in die schwarze Buchse des Bootes und in die rote Prüfspitze in die rote Buchse halten. Im Display könnt ihr nun die elektrische Spannung des Solarmoduls (mit angeschlossenem Motor) ablesen. Wie hoch ist sie?

Haltet nun ein Blatt Papier so über das Solarboot, dass das Solarmodul im Schatten liegt. Verändert sich die Höhe der Spannung?

Das Solarmodul der Boote besteht aus drei einzelnen Solarzellen. Wenn ihr eine der Zellen mit schwarzen Tonpapier abdeckt, was passiert dann?

Dreht sich der Propeller des Bootes in gleicher Geschwindigkeit? Wie hoch ist die Spannung?

Beantwortet die gleichen Fragen nochmal, nachdem ihr zwei der Solarzellen abgedeckt habt.

Welche Schlussfolgerungen könnt ihr aus euren Beobachtungen ziehen?



Abbildung 2.14: Wie hoch ist die...



Abbildung 2.15: ...Bestrahlungsstärke heute?

Erklärung:

Im strahlenden Sonnenschein – senkrecht auf das Solarmodul – wäre die Spannung mit Leerlauf (ohne Motor) 1,8 V, mit angeschlossenen Motor ca. 1,6 V. Bei schwächerer Strahlung, z. B. Bewölkung oder am Abend wird die Spannung geringer. Das Solarmodul produziert dennoch Strom! Die Stromproduktion ist nicht abhängig von direkter Sonneneinstrahlung. Die Solarzellen produzieren Strom auch bei nur diffusem Licht.

Eine Solarzelle hat eine Spannung von 0,6 V und liefert Strom in der Höhe von 600 mA.

Im Solarboot sind drei Zellen in einer Reihenschaltung verschaltet. In einer Reihenschaltung werden jeweils der Minuspol des einen mit dem Pluspol des nächsten Solarmoduls verbunden. An den Messergebnissen lässt sich erkennen, dass sich die Gesamtspannung die Summe der Spannung der einzelnen Elemente ist. Das heißt bei strahlendem Sonnenschein ist die Spannung einer Zelle 0,6 V, zweier Zellen 1,2 V und aller drei Zellen 1,8 V. Die Stromstärke bleibt jedoch gleich.

Messung des Kurzschlussstroms des Solarmoduls

Ziel: Die Teilnehmenden können den Kurzschlussstrom messen

Zielgruppe: Jungpfadfinderinnen- und Jungpfadfinder, Pfadfinderinnen und Pfadfinder (13 bis 16 Jahre)

Material: Solarboot SUSE, Multimeter, Laborkabel
Zeitbedarf: 15 Minuten

Durchführung: Im Gegensatz zu anderen Stromquellen darf eine Solarzelle oder ein Solarmodul problemlos

kurzgeschlossen werden. Dabei kann der fließenden Kurzschlussstrom gemessen werden. Der Kurzschlussstrom ist ein direktes Maß und proportional zu Lichtintensität = Bestrahlungsstärke der Solarstrahlung. Wenn ihr den Kurzschlussstrom messt, wisst ihr, wie viel Sonnenenergie gerade auf einen Quadratmeter der Erde auftrifft. Die Sonnenenergie wird in W/m^2 gemessen. W steht für Watt und misst die Leistung. Mit Leistung ist die Menge an Energie gemeint, die von einem Gerät oder hier von der Sonne, umgesetzt wird. Um die Bestrahlungsstärke zu messen, schließt das Multimeter polrichtig mit Laborkabeln im Messbereich 10A an die Messbuchsen: Das schwarze Laborkabel steckt ihr wieder in die Buchse COM, das rote Kabel steckt ihr nun in die Buchse mit 10A. Den Drehschalter dreht ihr auf 10A. Im strahlenden Sommersonnenschein sollte der Wert $0,627 A = 627 mA$ sein. Die Strahlung der Sonne wäre hier $1000 W/m^2$. Auf einem Quadratmeter bringt die Sonne so viel Leistung, dass man 10 Glühlampen mit 100W brennen lassen oder eine Föhn benutzen könnte. Bei bedecktem oder bewölktem Himmel ist die Stromstärke und damit die Strahlung geringer, in Dunkelheit wäre sie $0 W/m^2$. Die Stromstärke ist also ein direktes Maß für die Stärke der Solarstrahlung.

Bestimmung der Bestrahlungsstärke S der Solarstrahlung in W/m^2

Ziel: Die Pfadfinderinnen und Pfadfinder können die Bestrahlungsstärke errechnen

Zielgruppe: Jungpfadfinderinnen und- pfadfinder (10 bis 13 Jahre), Pfadfinderinnen und Pfadfinder (13 bis 16 Jahre)

Material: Solarboot SUSE, Multimeter, Laborkabel, Taschenrechner
Zeit: 20 Minuten

Durchführung: Misst den Kurzschlussstrom, wie im vorherigen Experiment beschrieben. Bei 100 W/m^2 ist er genau 627 mA . Nun bilde die Verhältnisgleichung:

$$\frac{1000 \text{ W/m}^2}{627 \text{ mA}} = \frac{\text{Bestrahlungsstärke}}{\text{Messwert des Kurzschlussstroms}}$$

Umgestellt nach der gesuchten Bestrahlungsstärke gilt:

$$\text{Bestrahlungsstärke} = \frac{1000 \cdot \text{Messwert des Kurzschlussstroms in mA}}{627 \text{ mA}}$$

Beispiel: Ihr messt an einem leicht bewölktem Tag einen Kurzschlussstrom von 320 mA . Dann beträgt die Bestrahlungsstärke des Sonnenlichts in diesem Moment:

$$\frac{1000 \cdot 320}{627} = 510,4 \text{ W/m}^2$$

Das heißt in diesem Beispiel bringt die Sonne so viel Leistung, dass man eine Glühbirne mit 100 W $5,1$ Stunden brennen lassen könnte.

Reihenschaltung von zwei oder mehreren Solarbooten

Ziel: Die Pfadfinderinnen und Pfadfinder wissen, was eine Reihenschaltung ist und können sie aufbauen.
Zielgruppe: Jungpfadfinderinnen und -pfadfinder (10 bis 13 Jahre), Pfadfinderinnen und Pfadfinder (13 bis 16 Jahre)
Material: 2 oder mehrere Solarboote SUSE, Laborkabel

Durchführung: Verbindet mehrere Boote miteinander, indem ihr jeweils mit einem Laborkabel den Pluspol des einen Bootes an den Minuspol des anderen Bootes verbindet. So habt ihr die Boote in Reihe geschaltet. Bei einer Reihenschaltung multipliziert sich die Spannung mit der Anzahl der Solarmodule. Ein Solarboot SUSE hat

eine Spannung von $1,6 \text{ V}$. Bei zwei Booten beträgt die Spannung dann $3,2 \text{ V}$. Hier könnte z. B. ein kleines 3 Volt Radio betrieben werden. Dabei bilden der Minuspol des ersten Bootes und der Pluspol des zweiten Bootes die Pole der Reihenschaltung. Hier kann das Radio angeschlossen werden.

Anwendung im Alltag:

Fotovoltaikanlagen im Kleinen und im Großen

Ihr habt schon erfahren, dass mehrere Solarzellen zu einem Solarmodul zusammengeschlossen werden können. Schließt ihr wiederum mehrere Solarmodule zusammen, entsteht eine Fotovoltaikanlage. Ihr habt sie sicher schon auf Dächern, in der Stadt oder auf Feldern gesehen.

Es gibt sogenannte Inselanlagen und Anlagen für den Netzbetrieb.

Inselanlagen finden sich auf Alm- und Schutzhütten, sie betreiben Parkuhren und sie sind häufig mobil, so dass sie z. B. auf Lager mitgenommen werden können. Bei den meisten Inselanlagen werden meist noch Batterien verwendet, die den Strom speichern, damit man den Strom auch nutzen kann, wenn gerade nicht die Sonne scheint. Solarmodule produzieren nur Gleichspannung. Für viele Geräte wie Kühlschränke oder Fernseher benötigt man Wechselspannung. Mit einem Wechselrichter kann die Spannung der Solarzellen in Wechselspannung umgewandelt werden. Inselanlagen können so viel Strom produzieren, dass z. B. Almhütten unabhängig vom öffentlichen Netz sein können, ohne sich im Stromverbrauch zu sehr einschränken zu müssen.

Große Fotovoltaik-Anlagen finden wir auf Hausdächern oder auch als große »Fotovoltaikfelder« auf dem Land. Diese Anlagen sind ans Netz angebunden und speisen den produzierten Strom ins öffentliche Netz ein. Der große Vorteil des durch Solarenergie produzierten Stroms: Er produziert keine CO_2 Abgase und ist damit in Zeiten der globalen Erwärmung eine echte Alternative. Zudem ist Solarenergie unabhängig von den knapper werdenden Rohstoffen wie Öl, Gas oder Kohle. Haben sich die Kosten für die Herstellung der Anlage amortisiert, ist der Strom auch völlig kostenfrei! Dies ist nach ca. 15 Jahren der Fall. Die Lebensdauer eines Solarmoduls beträgt heute ca. 25 Jahre.

Mit dem sogenannten Netzparallelbetrieb kann der eigene Haushalt mit dem produzierten Strom versorgt werden. Produziert die Anlage »Überschüsse« werden sie ins öffentliche Netz eingespeist. Produziert die Anlage bei schlechtem Wetter zu wenig Strom, wird der Strom aus dem Netz herangezogen.

3 Literatur

TECHNISCHE JUGENDFREIZEIT- UND BILDUNGSGESELLSCHAFT (TJBG) gGmbH (2010). Joulett experimentiert mit Energie. Berlin.

http://www.zukunft-der-energie.de/energie_und_schulen/kon_te_xis_arbeitshefte.html

TECHNISCHE JUGENDFREIZEIT- UND BILDUNGSGESELLSCHAFT (TJBG) gGmbH (2010). Joulett als Solarforscherin. Berlin.

http://www.zukunft-der-energie.de/energie_und_schulen/kon_te_xis_arbeitshefte.html

TECHNISCHE JUGENDFREIZEIT- UND BILDUNGSGESELLSCHAFT (TJBG) gGmbH (2010). Mit Joulett die Energie entdecken.

http://www.zukunft-der-energie.de/energie_und_schulen/kon_te_xis_arbeitshefte.html

CHRISTOPHORUS VERLAG GMBH & Co. KG (2011). Basteln und Experimentieren mit Solarenergie. Freiburg i. Br.

SMA SOLAR TECHNOLOGY AG. Solar is Future for Kids. Unsere Umwelt. <http://www.solar-is-future.de/kids/>

SMA SOLAR TECHNOLOGY AG. Solar is Future for Kids. Die Sonne. <http://www.solar-is-future.de/kids/>

SMA SOLAR TECHNOLOGY AG. Solar is Future for Kids. Solarstrom. <http://www.solar-is-future.de/kids/>

MINISTERIUM FÜR UMWELT DES SAARLANDES. REFERAT »GRUNDSATZFRAGEN UMWELT- UND NATURSCHUTZES, UMWELTERZIEHUNG, RIO-NACHFOLGEPROZESS« (2001). Unterrichtshilfen für die Grundschule zum Thema Umwelt. Saarbrücken. http://www.saarland.de/dokumente/ressort_umwelt/Baustein1_Haus.pdf

INSTITUT FÜR SOLARENERGIEFORSCHUNG (2011). NILS - ISFH Photovoltaik Handbuch. Hameln

Kontakt

VCP Bundeszentrale
 Wichernweg 3
 3 121 Kassel
 Tel.: 0561 7 437-0
 E-Mail: info@vcp.de
 www.vcp.de

Bildnachweise

Bei den folgenden Personen liegen die Rechte für die in dieser Publikation verwendeten Fotos. Ihnen sei für die freundliche Überlassung herzlich gedankt.

Impressum

Herausgegeben von der Bundesleitung des Verbandes Christlicher Pfadfinderinnen und Pfadfinder – Fachgruppe Bundeszeltplatz Großzerlang

Verantwortlicher Referent der Bundesleitung:
 Thomas Kramer

Autorin und Autor: Esther Koch, Dr. Philipp Wagner

Wir danken der NAJU (Naturschutzjugend in der NABU e.V) – www.naju.de – und der Lernwerkstatt NILS im Institut für Solarenergieforschung ISFH – www.isfh.de – für die Überlassung von Projektideen und die fachliche Beratung.

Redaktion: Diane Tempel-Bornett, Henning Bögershausen, Hans-Jürgen Poppek, Wolfgang-Rüdeger Schanz (Lernwerkstatt NILS)

Fotos: Esther Koch, Jule Lumma

Wir danken dem Förderverein für angepasste Solarenergie globosol für die Abdruckgenehmigung des Bildes »Solarkocher« auf S. 16

Illustrationen: rautie, Hospitalstr. 2, 63450 Hanau;
 rautie@rautie.de;

Layout: FOLIANT-Editionen, Ralf Tempel, Unterstraße 12, 2 977 Langballig, E-Mail: info@foliant-editionen.de

Stand: November 2012

Copyright © 2012 VCP, Kassel.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung vorbehalten. Kopien für den individuellen Gebrauch in der pädagogischen Arbeit sind erwünscht. Die Nutzung ist nur unter Angabe folgender Quelle gestattet:

*Verband Christlicher Pfadfinderinnen und Pfadfinder (2012).
 »Wir zelten grün« – Solarenergie – Ein Modul für den Naturlehrpfad auf dem Bundeszeltplatz. Kassel.*

Der VCP ist Mitglied im Weltbund der Pfadfinderinnen (WAGGGS) und in der Weltorganisation der Pfadfinderbewegung (WOSM), im Ring Deutscher Pfadfinderinnenverbände (RDP) und im Ring deutscher Pfadfinderverbände (RdP) sowie im Deutschen Bundesjugendring (DBJR) und in der Arbeitsgemeinschaft der Evangelischen Jugend in Deutschland e.V. (aej).



Der VCP Bundeszeltplatz Großzerlang ist von der Weltorganisation der Pfadfinderbewegung (WOSM) als Scout Centre of Excellence for Nature and Environment (SCENES CENTRE) zertifiziert. Mit diesem Label zeichnet WOSM besonders nachhaltige Pfadfinderzentren aus.



Wir danken herzlich für die Unterstützung der Evangelischen Kreditgenossenschaft (EKK). Die Evangelische Kreditgenossenschaft setzt sich aktiv für Nachhaltigkeit ein.



Die Herausgabe dieser Publikation wurde unterstützt vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend.

VCP | Verband Christlicher Pfadfinderinnen und Pfadfinder



11 | 2012

