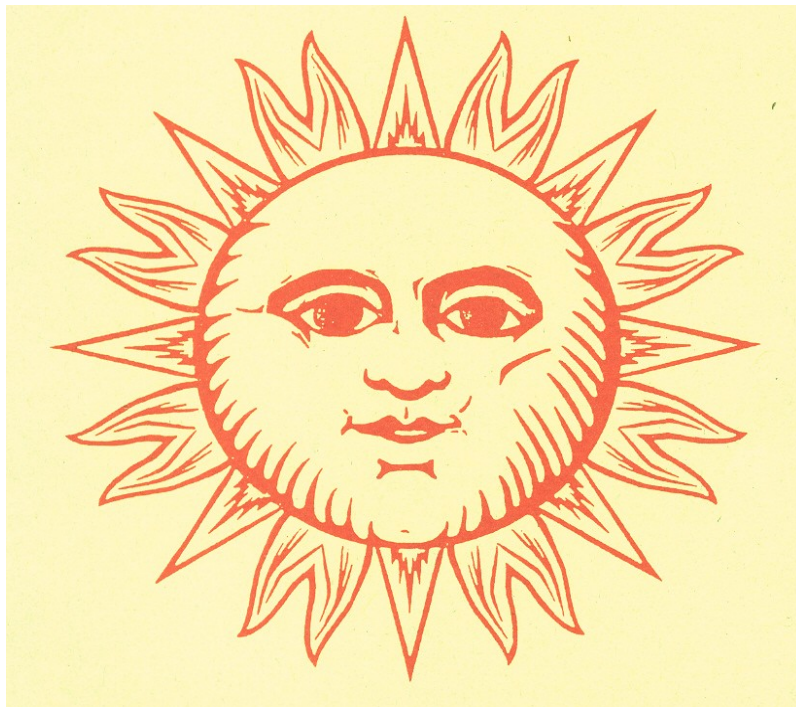


Der Solargarten im Hamburger Umweltzentrum



Inhaltsverzeichnis:

	Seite
Einleitung	3
Geländeplan	4
Feste Installationen:	
Solar-Föhn	5
Sonnenbank	6
Luftmess-Station	7
Schattenbilder	8
Wasserfall	9
Sonnen-Uhr	10
Lichthöhle	11
Wasserfontaine	12
Sonnengang-Uhr	13
Globus	14
Treibhaus	15
Planetenweg	16
Mobile Materialien:	
Survival-Set	17
Solarkochkiste	17
Solarkocher	18
Solarzeppelin,	18
Solarfinger	19
Literatur, Adressen, Impressum	20

Der Solargarten im Hamburger Umweltzentrum

Im Sommer 2000 öffnete der Solargarten Karlshöhe im Hamburger Umweltzentrum seine Pforten. Auf einer Fläche von ca. 850 m² können die Themen Sonne, Energie und Zeit auf unterschiedliche Weise erlebt werden.

Die Idee zum Solargarten wurde gemeinsam von der damaligen Umweltbehörde Hamburg und der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung / ANU Hamburg entwickelt. Bei der Realisierung haben mitgewirkt:

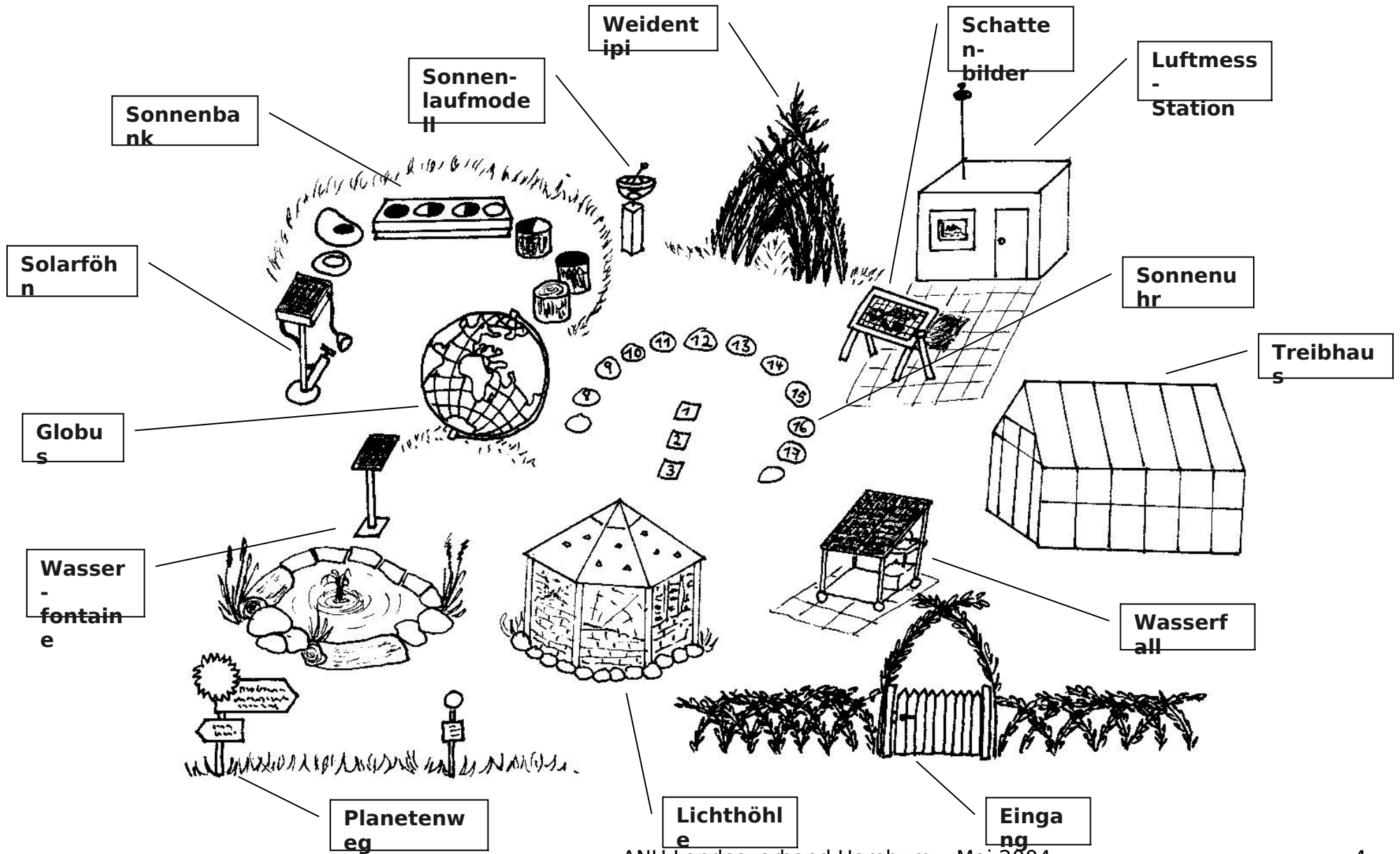
Die AG Naturwissenschaften der Peter-Petersen-Schule, SchülerInnen der Gesamtschule Walddörfer, viele FÖJ-Kräfte, Zivildienstleistende und Nachbarn. Dr. Martin Zarth hat die einzigartige Sonnengang-Uhr entwickelt. Der Verein Ökologische Technik erstellte die technischen Elemente nach Anleitung. Spenden kamen u.a. von den Hamburger Gaswerken, dem Biologischen Baustoffhandel Mordhorst und der Peter-Petersen-Schule.

Heute steht der Solargarten allen Gästen des Hamburger Umweltzentrums offen. Viele Menschen besichtigen den Solargarten auf eigene Faust, was leicht möglich ist, da kleine Hinweistafeln jedes Objekt erläutern. Mit Schulklassen wird meist eine Rallye durchgeführt, z.B. um den Unterschied zwischen Solarthermie und Fotovoltaik zu verdeutlichen. Bei besonderen Anlässen werden zusätzliche Experimente oder Basteleien zum Thema Sonnenenergie angeboten (z.B. Kochen mit dem Solarkocher, Bau einer kleinen Lehmhöhle u.a.)

In direkter Nachbarschaft zum Umweltzentrum kann die Solarsiedlung Karlshöhe mit Solarkollektoren auf 120 Reihenhäusern besichtigt werden. Etwa 40 Häuser davon sind in der Ökosiedlung Braamwisch zusammengefasst, die zusätzlich Fotovoltaikmodule und weitere ökologische Komponenten aufweisen (Niedrigenergiehäuser, Grauwasser-Pflanzenkläranlagen, Komposttoiletten, autofreier Innenbereich usw.).

So lässt sich ein unmittelbarer Zusammenhang herstellen zwischen dem spielerischen Experimentierfeld des Solargartens und der praktischen Anwendung der Solartechnik im Alltag.





Solar-Föhn

Funktionsprinzip:

- 1) Solarthermie mit Luft als Medium: Luft erwärmt sich in der Sonne zwar schneller als Wasser, kann die Wärme allerdings auch nicht so lange speichern.
- 2) Ausnutzung des Treibhauseffektes und des Absorberprinzips.

Hinweise zum Bau:

Ein Luftkollektor funktioniert wie ein Solarkollektor, durch den anstelle von Wasser Luft geleitet wird. Er besteht aus einem gedämmten Glaskasten, der nach der Sonne ausgerichtet werden kann. Mit einer Pumpe wird die Luft durchgepumpt und tritt aus einem Trichter aus, wo die Temperatur direkt gefühlt werden kann.

Die Installation ist eine Einzelanfertigung. Mit etwas Geschick lässt sich das Gerät aus Einzelbauteilen selbst anfertigen.

Kosten:

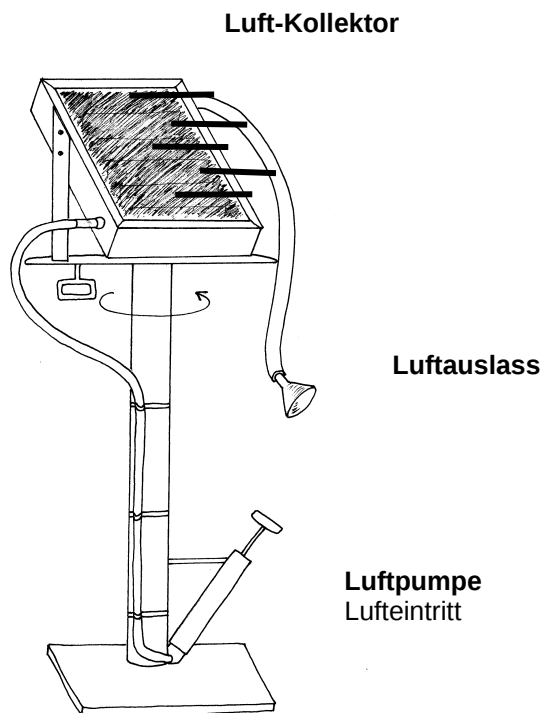
Hoch. Luftkollektoren mit PV-getriebenen Ventilatoren sind ab ca. 500 Euro erhältlich.

Pädagogische Nutzung:

- 1) Richte den Solarföhn auf die Sonne aus und miss die Temperatur nach 1, 3, 5 Minuten. Vergleiche mit dem Wasserfall.
- 2) Könnte man einen Solarföhn zum Heizen eines Hauses verwenden?



Foto: Martin Zarth



Zeichnung: Silvia Schubert

Sonnenbank

Funktionsprinzip:

- 1) Wärmeaufnahme- und Wärmespeichervermögen verschiedener Materialien
- 2) Absorberprinzip: dunkle Flächen „schlucken“ Sonnenstrahlen, weiße Flächen dagegen reflektieren das Sonnenlicht

Hinweise zum Bau:

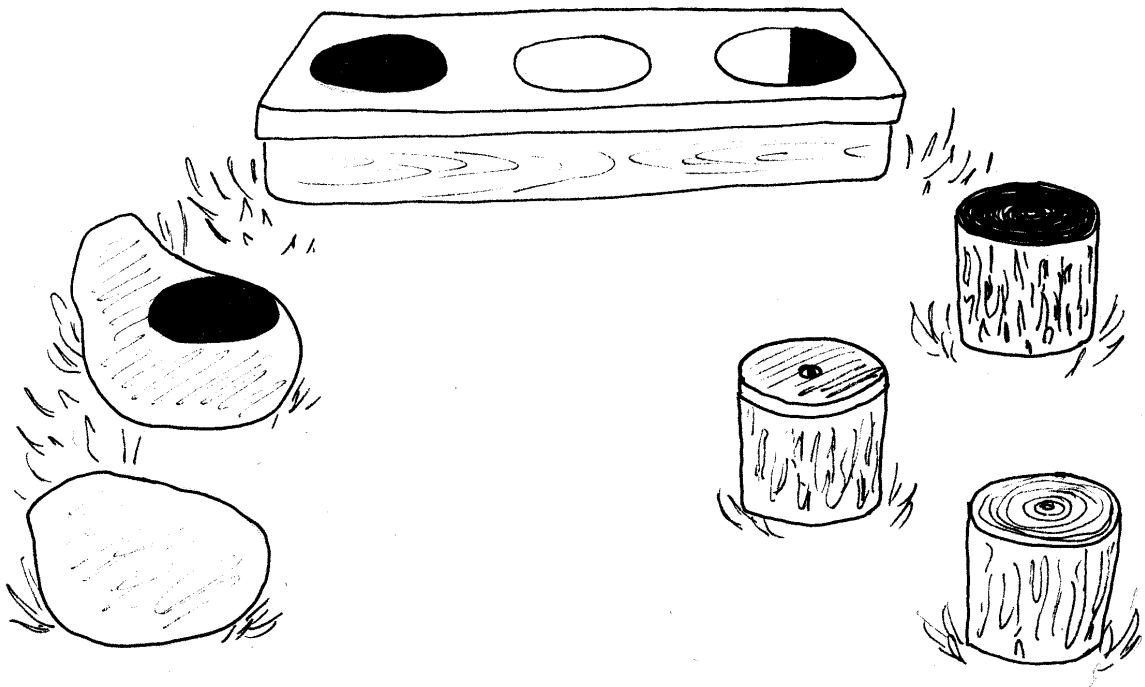
Einfach zu erstellen. Man braucht einige große Steine, eine Metallplatte, Baumstubben oder andere Materialien zum Draufsetzen. Nebeneinander werden mit Farbe weiße oder schwarze Sitzflächen angestrichen.

Kosten:

Bei Eigenleistung gering

Pädagogische Nutzung:

- 1) Wer findet den wärmsten Platz heraus?
- 2) Erstelle eine Temperatur-Rangfolge der Materialien
- 3) Welcher Platz ist sogar abends noch warm, wenn am Tage die Sonne toll schien?
- 4) Warum malt man Häuserfassaden nicht schwarz an, um Wärme zu speichern?
- 5) Wo gibt es z.B. auf Dächern hier in der Umgebung schwarze Elemente (Solarkollektoren!)?

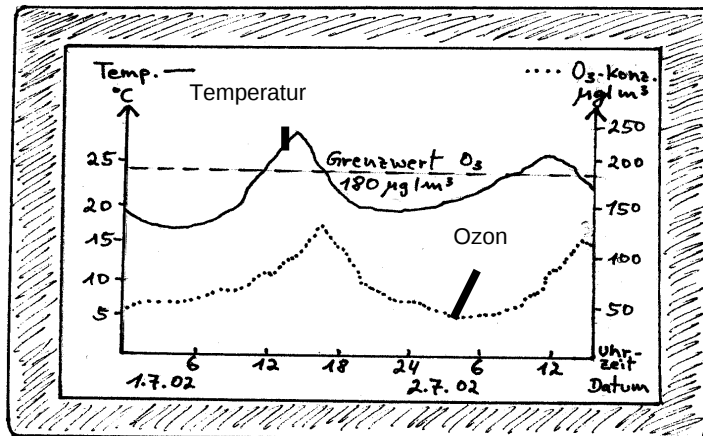


Zeichnung: Silvia Schubert

Luftmess-Station

Funktionsprinzip:

Das Luftmessnetz Hamburg führt an 5 Standorten in Hamburg kontinuierlich Messungen wichtiger Schadstoffkonzentrationen der Luft durch, unter anderem wird das bodennahe Ozon gemessen). Auf einem Monitor können die stündlich ermittelten Messdaten abgelesen und mit der Tagestemperatur verglichen werden. Unter www.hamburger-luft.de finden sich alle Daten sowie ein Rundum-Blick im Solargarten:



Pädagogische Nutzung:

- 1) Wodurch entsteht bodennahes Ozon?
- 2) Wieso haben die beiden Kurven einen ähnlichen Verlauf?
- 3) Wie können hohe Ozonkonzentrationen vermieden werden, z.B. durch eigenes Verhalten?
- 4) Wodurch wird die Ozonschicht in höheren Luftschichten (5-10 km Höhe) geschädigt? Hat das „Ozonloch“ etwas mit dem bodennahen Ozon zu tun?

Altes mechanisches Wetterhäuschen



Moderne elektronische und vollautomatische Luftmess-Station

Schattenbilder

Funktionsprinzip:

- 1) In einem großen drehbar gelagerten Holzrahmen mit Drahtgitter werden verschiedene Holzelemente so eingehängt, dass ihr Schatten ein Bild ergibt.
- 2) Objekte werfen einen Schatten. Je nach Einfallswinkel des Sonnenlichts können ganz unterschiedliche Schattenbilder erzeugt werden.

Hinweise zum Bau:

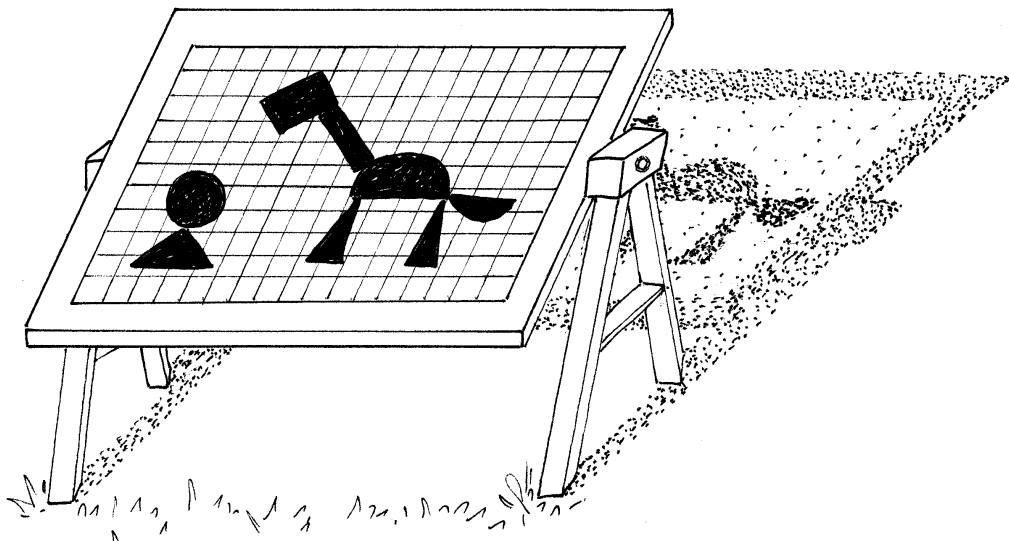
Kostengünstig aus einfachen Materialien in Eigenarbeit möglich

Kosten:

Gering

Pädagogische Nutzung:

Experimente mit Licht und Schatten, Schattentheater spielen.



Zeichnung: Silvia Schubert

Wasserfall

Funktionsprinzip:

- 1) Solarthermie: In einem Solarkollektor wird Wasser erwärmt. Das Wasser wird durch eine Pumpe in einem (offenen) Kreislauf bewegt, so dass die Temperatur an einem kleinen Wasserrad unmittelbar gefühlt werden kann.
- 2) Fotovoltaik: Das Wasser wird durch eine solarbetriebene Pumpe gefördert. Hierzu muss das ganze Gerät optimal zur Sonne ausgerichtet werden.

Hinweise zum Bau:

Eine Pumpe transportiert Wasser durch schwarze Metallrohre, die sich in der Sonne erwärmen. Das Wasser bewegt im freien Fall ein kleines Wasserrad und fließt in einen Tank zurück, von wo aus es mit Hilfe einer solarbetriebenen Pumpe wieder zum Kollektor zurücktransportiert wird. Der Kreislauf kann von Neuem beginnen.

Kosten:

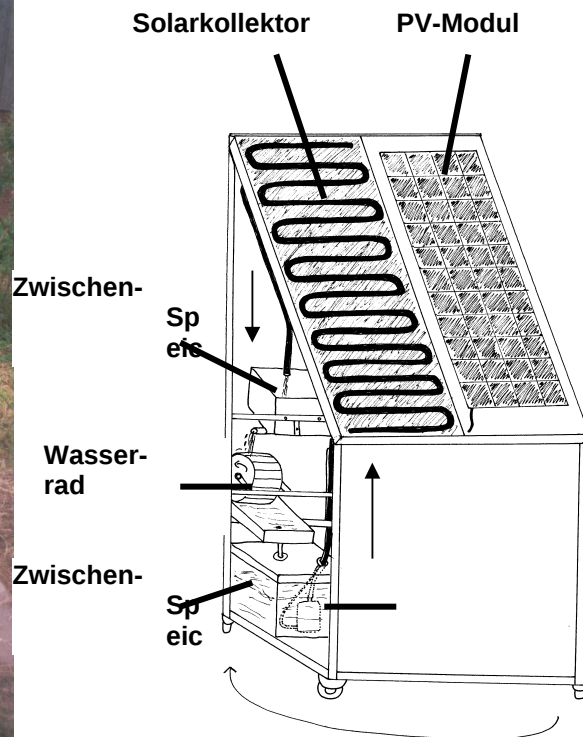
Einzelanfertigung, relativ hohe Kosten. Bau aus Einzelelementen aufwändig.

Pädagogische Nutzung:

- 1) Welches Element ist für die Erwärmung des Wasser zuständig: Sonnenkollektor oder Solarzelle?
- 2) Vergleiche Wasserkollektor und Luftkollektor: Welches Medium erwärmt sich schneller?
- 3) Auf vielen Hausdächern der Umgebung finden sich Solarkollektoren für Heizung und warmes Wasser. Was geschieht bei schlechtem Wetter oder im Winter?



Foto: Martin Zarth



Zeichnung: Silvia Schubert

Sonnen-Uhr

Funktionsprinzip:

- 1) Am Stand der Sonne lässt sich die Zeit ablesen. Sonnenuhren sind das älteste Zeiterfassungssystem der Welt.
- 2) Als Zeiger kann eine Person fungieren.

Hinweise zum Bau:

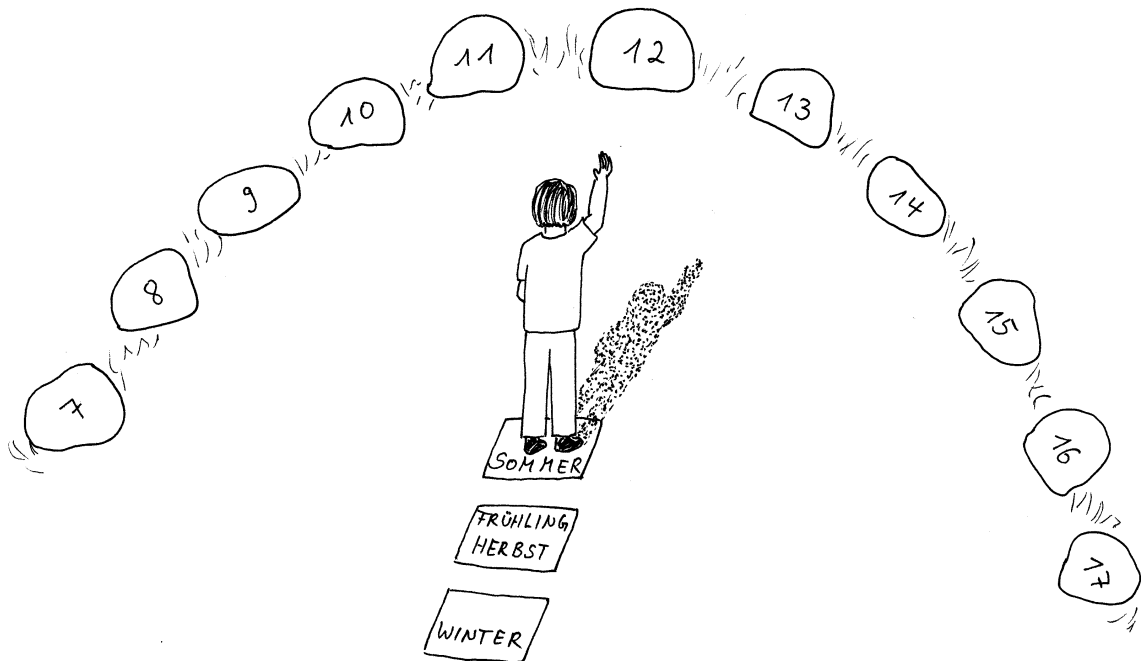
Mit einfachen Materialien kostengünstig möglich. Es gibt sehr viele verschiedene Formen. Am Einfachsten ist es, wenn man einen Stab als Uhrzeiger in den Boden steckt und dann am Endpunkt des Schattens zur vollen Stunde eine Markierung anbringt, z.B. durch einen Stein. Die Steine ergeben in etwa einen Halbkreis. Aufgrund des jahreszeitlich unterschiedlichen Einfallswinkel der Sonnenstrahlen können Korrekturen durch Verlagerung des Standortes durchgeführt werden.

Kosten:

Sehr gering

Pädagogische Nutzung:

- 1) Baut eine kleine Sonnenuhr mit einem Ast, Grashalm o.ä. auf einem Brett.
- 2) Baut eine Sonnenuhr in einer Schüssel oder an einer senkrechten Wand.
- 3) Wo habt ihr schon einmal eine Sonnenuhr gesehen, z.B. an einer Hausfassade?



Zeichnung: Silvia Schubert

Lichthöhle

Funktionsprinzip:

- 1) Rundum geschlossene Lehmhütte. Die temperatur- und feuchtigkeitsausgleichende Wirkung des Lehms wird im Haus spürbar.
- 2) Durch kleine Öffnungen mit bunten Glasscherben fallen Lichtstrahlen, die mit Spiegeln umgelenkt werden können.
- 3) In anderen Öffnungen sind Glasprismen eingebaut, die die Spektralfarben des Sonnenlichts zeigen.

Hinweise zum Bau:

Einzelanfertigung, die jedoch mit einfachen Mitteln und in fantasievoller Form in Eigenarbeit gebaut werden kann. Die Wänden zeigen verschiedene Lehmbautechniken (z.B. Stampflehmtechnik, Lehmziegel, Lehmbröte, Lehm auf Weidenflechtwerk).

Kosten:

Je nach Aufwand sehr unterschiedlich

Pädagogische Nutzung:

- 1) Experimentiere mit Hilfe eines Taschenspiegels in der Lehmhöhle mit dem einfallenden Licht.
- 2) Baue auf einen Brett eine kleine Lehmhöhle mit bunten Glasscherben und stelle ein Teelicht hinein.
- 3) Warum ist Lehm ein häufiger Baustoff in den warmen Ländern des Südens?



Foto: Martin Zarth

Wasserfontaine

Funktionsprinzip:

Stromerzeugung für eine Teichpumpe durch Sonnenenergie.

Hinweise zum Bau:

Auf einem Halter ist ein drehbares PV-Modul montiert. Nur bei Ausrichtung zur Sonne sprudelt hörbar und sichtbar ein kleiner Springbrunnen in einem Teich.

Kosten:

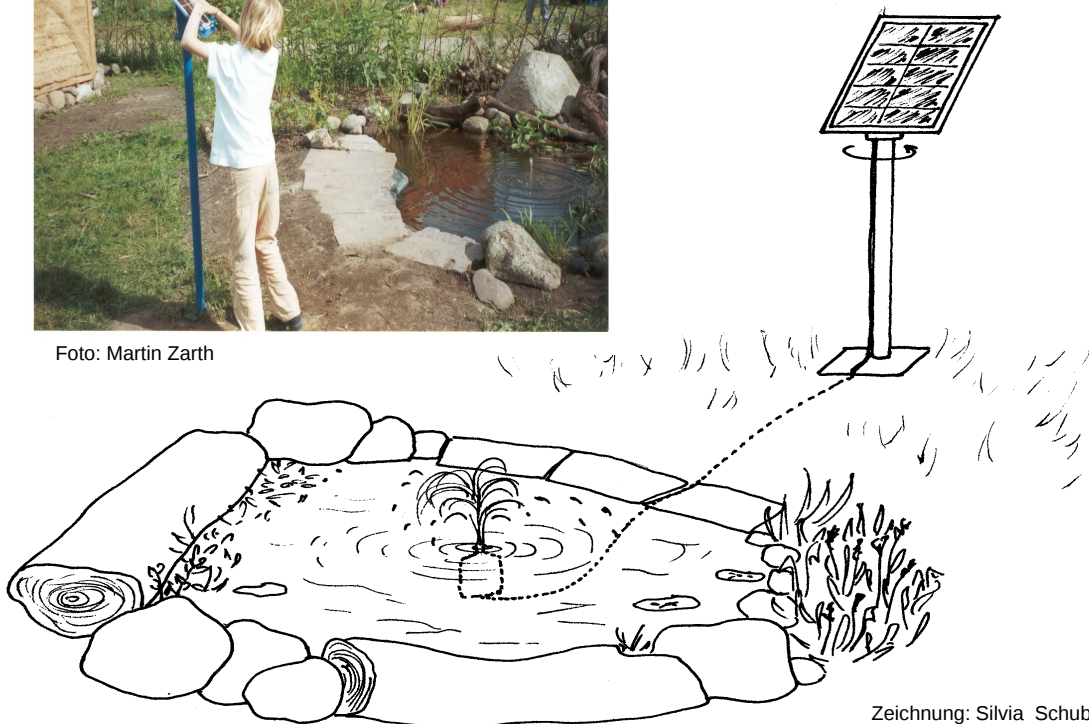
PV-Modul und Pumpe können in vielen Baumärkten erworben werden. Materialkosten ab ca. 200,- EURO ohne Metallpfosten.

Pädagogische Nutzung:

- 1) Wie genau muss das Modul zur Sonne ausgerichtet sein, damit der Springbrunnen sprudelt?
- 2) Was geschieht bei leichter Bewölkung oder wenn man mit der Hand einen Teil des Solarmoduls abdeckt?
- 3) Wo in der Umgebung kannst Du Solarzellen entdecken? Wozu werden sie noch verwendet (Taschenrechner, Uhren, Solar-Alsterschiff, Solarspielzeug)?



Foto: Martin Zarth



Zeichnung: Silvia Schubert

Sonnengang-Uhr

Funktionsprinzip:

Anhand der Sonnengang-Uhr kann man ablesen, wann und in welcher Himmelsrichtung die Sonne über dem Horizont aufgeht und wann und wo sie wieder untergeht. Durch Drehen des Sonnenzeigers wird der Lauf der Sonne am Himmel angezeigt. Das Modell ermöglicht eine genaue Darstellung des Sonnengangs für jeden Tag des Jahres.

Hinweise zum Bau:

Einzelanfertigungen auf Bestellung bei Herrn Dr. Martin Zarth, Adresse siehe Anhang.

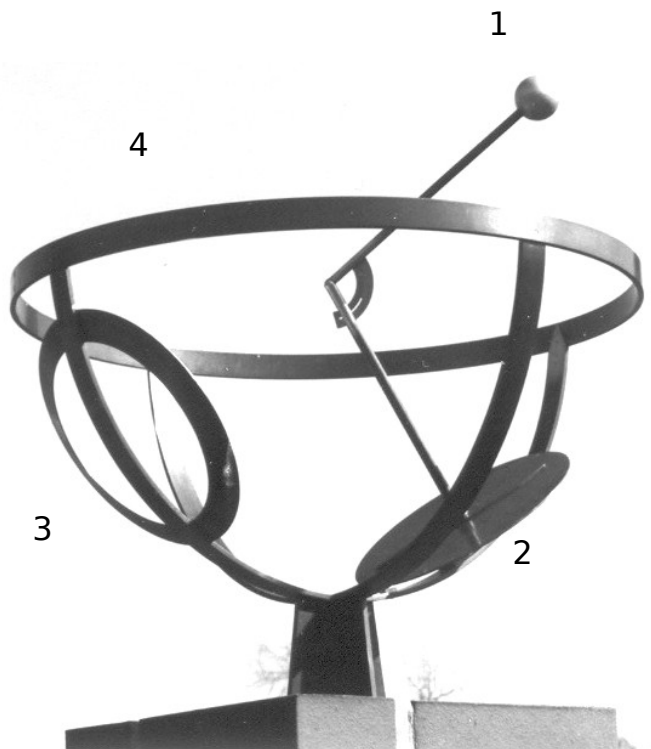
Kosten:

Aufgrund der aufwändigen Einzelanfertigung hoch.

Pädagogische Nutzung:

- 1) Richte die Sonnenkugel vorsichtig auf das heutige Datum auf dem Jahresring aus. Jetzt siehst du die Stellung der Sonne bei Nacht.
- 2) Drehe langsam und vorsichtig an der Stundenscheibe und beobachte, um wie viel Uhr und wo die Sonne aufgeht. Welche Bahn zieht sie über den Horizont? Zu welcher Uhrzeit und wo geht sie unter. Wie wandert sie nachts unter dem Horizont weiter?
- 3) Stelle einen anderen Tag auf dem Jahresring ein, zum Beispiel deinen Geburtstag, und beobachte erneut.

Eine ausführliche Beschreibung der Sonnengang-Uhr mit weiteren Details zu ihrer Nutzung sind auf Anfrage erhältlich bei der ANU im Umweltzentrum.



- 1 = Sonnenzeiger mit Sonnenkugel
- 2 = Stundenscheibe
- 3 = Jahresring
- 4 = Horizont mit Himmelsrichtungen

Foto: Dr. Martin Zarth

Globus

Auf dem Globus ist die Fläche gekennzeichnet, die als Photovoltaikfläche ausreichen würde, um den weltweiten Energiebedarf zu decken (ca. 800 x 800 km). Außerdem ist zu sehen, wie stark sich der Pro-Kopf-Verbrauch an Energie in einzelnen Ländern unterscheidet.

Hinweise zum Bau:

Aufwändige Einzelanfertigung.

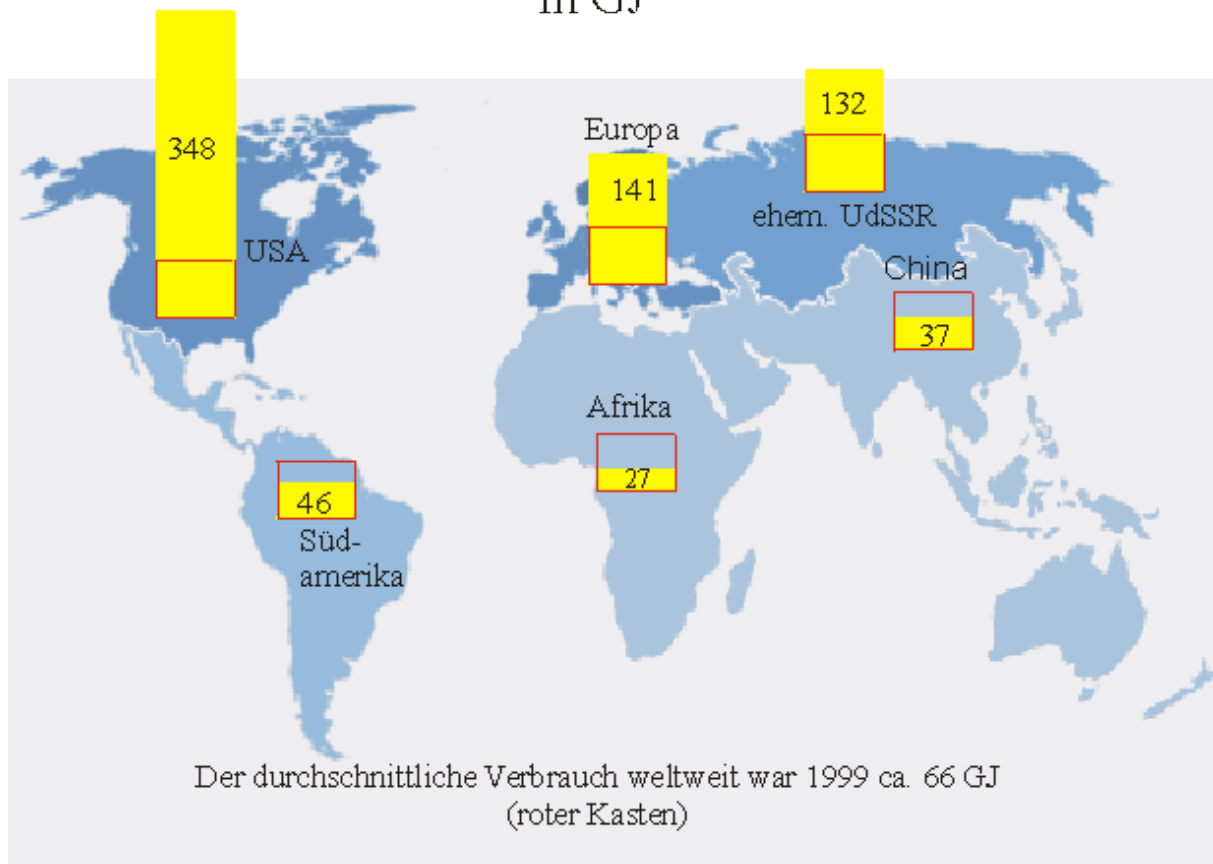
Kosten:

Hoch.

Pädagogische Nutzung:

Auf dem Globus lassen sich weltweite Unterschiede z.B. des Energieverbrauchs, der CO₂-Emissionen, der Bevölkerungsdichte oder des Pro-Kopf-Einkommens optisch sehr anschaulich darstellen.

Primärenergieverbrauch pro Kopf 1999 in GJ



Quelle: www.physik.uni-muenchen.de

Treibhaus

Funktionsprinzip:

Das Glashaus ist eine Wärmefalle: Gelangt das kurzwellige Sonnenlicht ins Innere, wird es dort überwiegend in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt und kann das Glas nicht wieder nach außen durchdringen. Die Folge: Es wird sehr warm im Glashaus.

Eine vergleichbare Wirkung wie das Glas haben die sogenannten Treibhausgase in der Lufthülle der Erde; dazu gehören vor allem Kohlendioxid (CO₂), Methan und Wasserdampf. Erhöht sich ihre Konzentration, z.B. durch Verbrennung von Erdöl oder Kohle, dann steigt dadurch die Temperatur in der Atmosphäre. Man nennt dies den Treibhauseffekt.

Hinweise zum Bau:

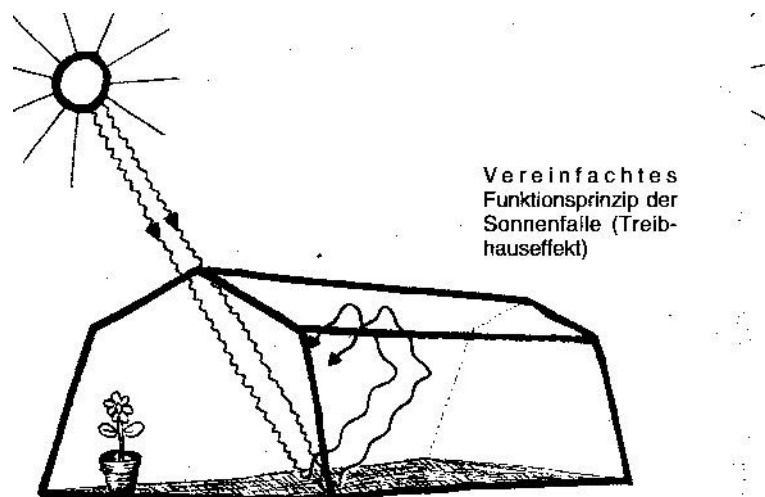
Gewächshäuser sind in vielfältigen Formen und Größen erhältlich und lassen sich auch in Eigenarbeit aufbauen.

Kosten:

Je nach Größe und Qualität sehr unterschiedlich.

Pädagogische Nutzung:

- 1) Vergleiche die Außen- und Innentemperatur.
- 2) Wie fühlst du dich im Treibhausklima?
- 3) Welche Folgen hätte eine Erwärmung der Erdatmosphäre für uns Menschen?



Zeichnung: Umweltbehörde

Planetenweg

Funktionsprinzip:

Darstellung der Planeten unseres Sonnensystems und ihre relative Entfernung von der Sonne

Hinweise zum Bau:

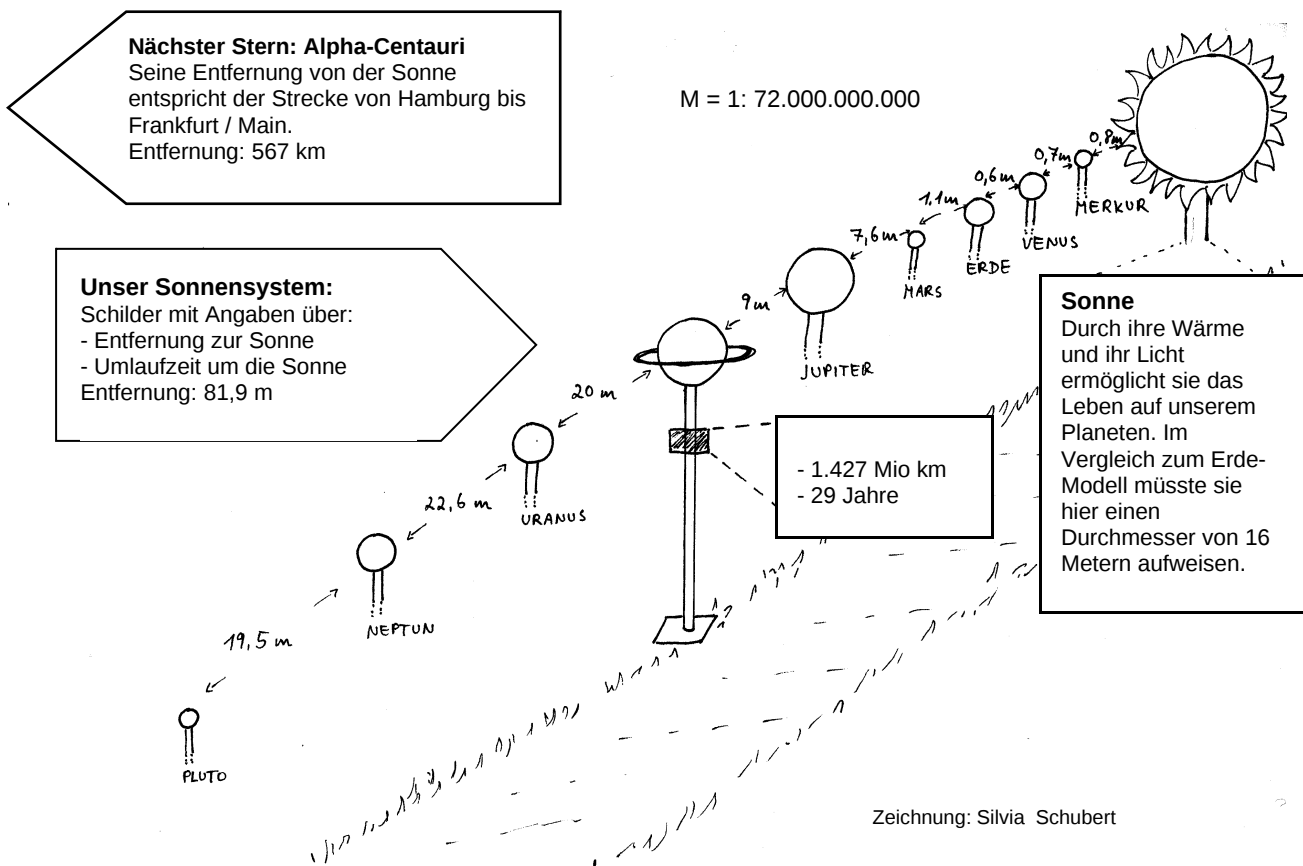
Einzelanfertigung. Maßstab: 1 Meter entspricht ungefähr 72 Millionen km
Metallpfosten mit Planeten aus Metallscheiben und Textschildern mit Angaben über die Entfernung zur Sonne und Dauer der Umlaufzeit.

Kosten:

Aufwändig und relativ hoch. In Holz billiger.

Pädagogische Nutzung:

- 1) Wie lang ist bei den einzelnen Planeten ein Jahr? Wo hättest Du nie Geburtstag?
- 2) Stellt Euch im Schulhof im Planetenabstand auf und geht auf Kommando gleichmäßig um die Sonne. Stoppt dabei die Zeit für den Umlauf jedes Planeten.



Mobile Materialien

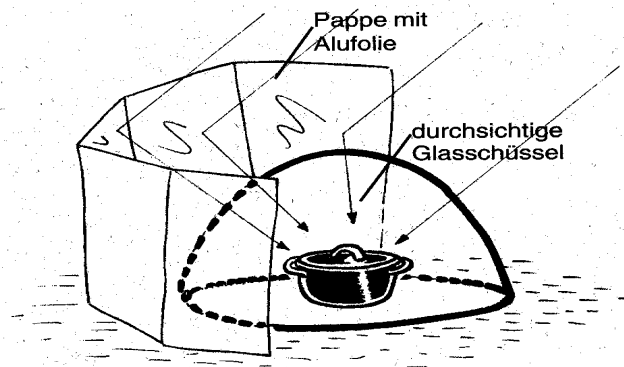
❖ Survival-Set

Beschreibung:

Durchsichtige Glasschüssel über eine Schwarze Pappe stülpen. Zur Erhöhung der Effektivität kann ein Reflektor mit Alufolie beklebt hinter die Schüssel gestellt werden.

Pädagogische Nutzung:

Stellt einen schwarzen Topf mit Wasser (oder ein Glasschälchen) unter die Schüssel in die Sonne und misst die Temperatur. Wie heiß wird das Wasser? Vergleicht mit einem daneben stehenden Topf (Glasschälchen).



Zeichnung: Umweltbehörde

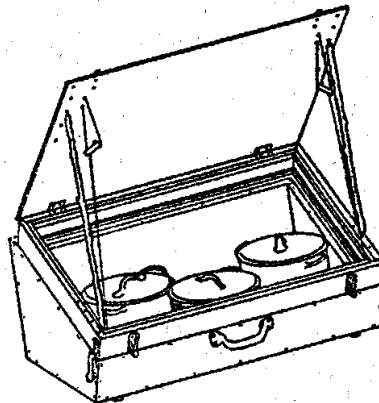
❖ Solarkochkiste

Beschreibung:

Eine Holzkiste wird mit Holzwolle (Styropor o.ä.) gedämmt und gut gedichtet. Der Innenraum besteht aus schwarz gestrichenem Blech. Unter einer Glasscheibe, die geöffnet werden kann, befindet sich ein schwarzer Topf mit Wasser. Die Unterseite des Deckels ist zur Reflektion zusätzlich mit Alufolie beklebt.

Pädagogische Nutzung:

Stelle die Solarkochkiste so in die Sonne, dass die Sonne direkt ins Innere scheint. Wie heiß wird es in der Kiste? Was könnte man darin kochen?



Zeichnung: Umweltbehörde

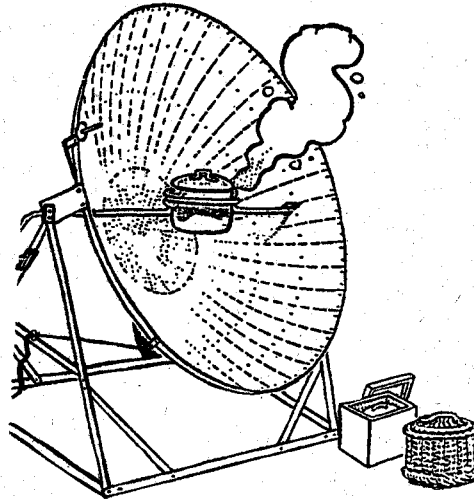
❖ Solarkocher

Beschreibung:

Solarkocher bestehen meist aus schüsselförmigen und hochreflektierenden Spiegeln, in deren Brennpunkt ein Kochtopf angebracht wird. Meist sind die Reflektoren aus poliertem Weißblech, doch gibt es viele unterschiedliche Formen und Materialien.

Pädagogische Nutzung:

Stelle den Kocher in die Sonne und richte ihn genau auf die Sonne hin aus. Wie macht man das? Was kann man damit kochen? Wie heiß wird Öl im Topf?



Zeichnung: Umweltbehörde

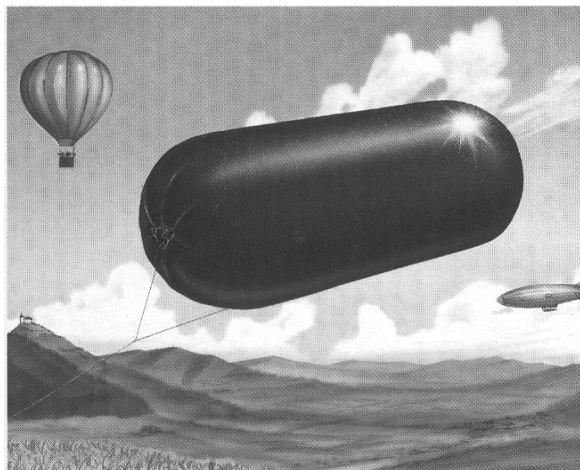
❖ Solarzeppelin

Beschreibung:

Eine sehr dünne schwarze Plastiktüte wird mit Luft prall gefüllt und mit einem dünnen aber festen Bindfaden fest verschlossen. In die Sonne gelegt, dehnt er sich aus und steigt in die Luft. (Nicht in der Nähe von elektrischen Leitungen steigen lassen)

Pädagogische Nutzung:

Lege die Plastiktüte in die Sonne, aber halte den Faden fest. Wie in einem Heißluftballon dehnt sich warme Luft aus und lässt den Ballon (bei Windstille) steigen.



Werbefoto

❖ Solarfinger

Beschreibung:

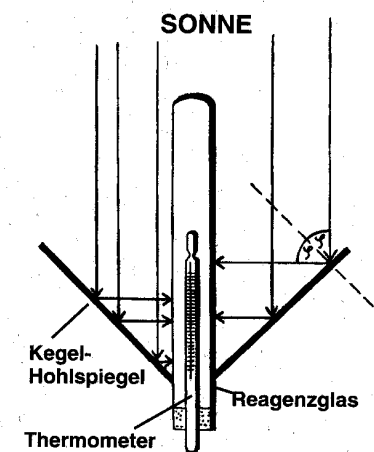
Schneide aus Pappe einen Ring aus und entferne ein Segment, das einen Winkel von 90° besitzt. Klebe die Enden zusammen und beklebe das Innere des abgestutzten Kegels mit Alufolie.

Pädagogische Nutzung:

Stecke durch das Loch ein Thermometer und richte es genau auf die Sonne. Nun stecke Deinen Finger durch das Loch und versuche mit verbundenen Augen und ausgestrecktem Arm mit dem Finger genau auf die Sonne zu zielen. Was kannst Du spüren?



Beide Zeichnungen: Umweltbehörde



Strahlengang im Kegelhohlspiegel

Literaturtipps

- **„Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in Umweltzentren, Thema: Energie“**, Schriftenreihe der ANU Deutschland e.V., Band 9
Download unter www.umwelt.org/anu/anu2000/index.htm
- **„Solarkocher – Mit Sonne kochen und kühlen“**, Hamburger Umweltzentrum, Schriftenreihe, Band 3
Bezug: Hamburger Umweltzentrum, s.u.
- **„Erneuerbare Energien in der Entwicklungszusammenarbeit“**
Studie von Andrea Karsten, Eine Welt Netzwerk Hamburg, 2000
Viele Adressen und Bezugsmöglichkeiten von Solartechnischen Geräten
www.zukunftsrat.de/berta/index.html#

Adressen

- **ANU Landesverband Hamburg e.V.**
c/o Hamburger Umweltzentrum, Karlshöhe 60 d, 22175 Hamburg
Fon ++49/(0)40/600386.0
E-Mail: geschaeftsstelle@anu-hamburg.de
www.umweltbildung.de oder www.anu-hamburg.de
- **Ökologische Siedlung Braamwisch**
Kontakt: Silvia Schubert
E-Mail: silvia.schubert@anu-hamburg.de
www.oekologische-siedlung-braamwisch.de
- **Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt**
Referat Umweltbildung / NE 2
Billstr. 84, 2053 Hamburg
Fon ++49/(0)40/42845.3906
E-Mail: Juergen.Forkel-Schubert@bsu.hamburg.de
- **Dr. Martin Zarth**
Bergstedter Markt 8, 22395 Hamburg
Fon ++49/(0)40/42845.3540 (d) oder 604 5534 (p)
E-Mail: Martin.Zarth@bsu.hamburg.de

Impressum:

Herausgeber:	ANU Landesverband Hamburg e.V.
Text und Layout:	Jürgen Forkel-Schubert, Silvia Schubert
Zeichnungen:	Silvia Schubert
Fotos:	Dr. Martin Zarth
Druck:	Eigenverlag, Mai 2004
Bezug:	Herausgeber oder www.anu-hamburg.de/angebote/sonnengarten.htm