



Sonnenenergie 1. Ziel:

Photovoltaik, Gewerbliche Schule Lahr

Technische Daten

Inbetriebnahme:

März 1996
10 Photovoltaikmodule

Größe:

je 1,3 m x 0,65 m

Gewicht:

je 11 kg
Zellen aus monokristallinem Silizium,
entspiegelt

Leistung:

je 106 W_p
gesamt ca. 1.100 W_p

Kurzschlussstrom:

je 6,54 A

Leerlaufspannung:

21,6 V
digitaler Wechselrichter

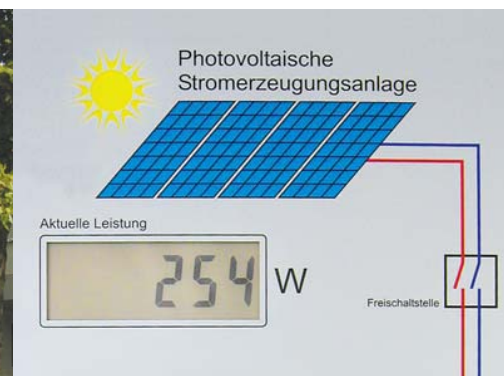
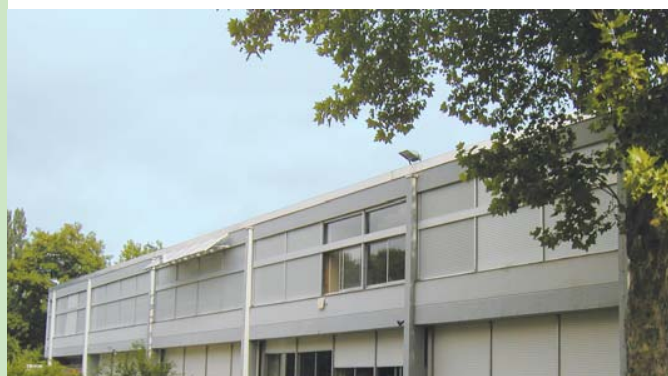
Beschreibung des Ziels

Die Photovoltaikanlage der Gewerblichen Schule in Lahr erzeugt nicht nur über 800 Kilowattstunden Strom pro Jahr. Sie ist auch so angebracht, dass man sie als best zugängliche Photovoltaikanlage Lahrs bezeichnen kann. An der Schulfassade montiert ist sie nicht nur von weitem sichtbar, sondern dient auch zur Verschattung des Gebäudes im Sommer. Auf einer Anzeigetafel können die Schüler sehen, wie viel Strom aktuell erzeugt wird. Eine weitere Tafel zeigt parallel dazu den Stromverbrauch der Schule an.

Auch wenn durch die Photovoltaikanlage nur ein kleiner Teil des Stromverbrauchs der Schule gedeckt wird, bietet sie wertvolles

Anschauungsmaterial insbesondere für den technischen Unterricht. Die baldigen Bau-, Metall- und Elektrotechniker können auch bei der Wartung der Anlage aktiv mithelfen. Schon bei der Installation im Jahr 1996 haben die Schüler mit angepackt, und der Freundeskreis der Gewerblichen Schule hat über die Hälfte der Kosten selbst getragen.

Die Photovoltaikanlage gehört aufgrund ihres Alters nicht mehr zu den ertragreichsten im Lahrer Raum. Moderne Anlagen mit gleicher Nennleistung erzeugen bei guter Ausrichtung schon 1.150 kWh jährlich. Das entspricht etwa einem Drittel des Stromverbrauchs eines Durchschnittshaushaltes.



Kontakt

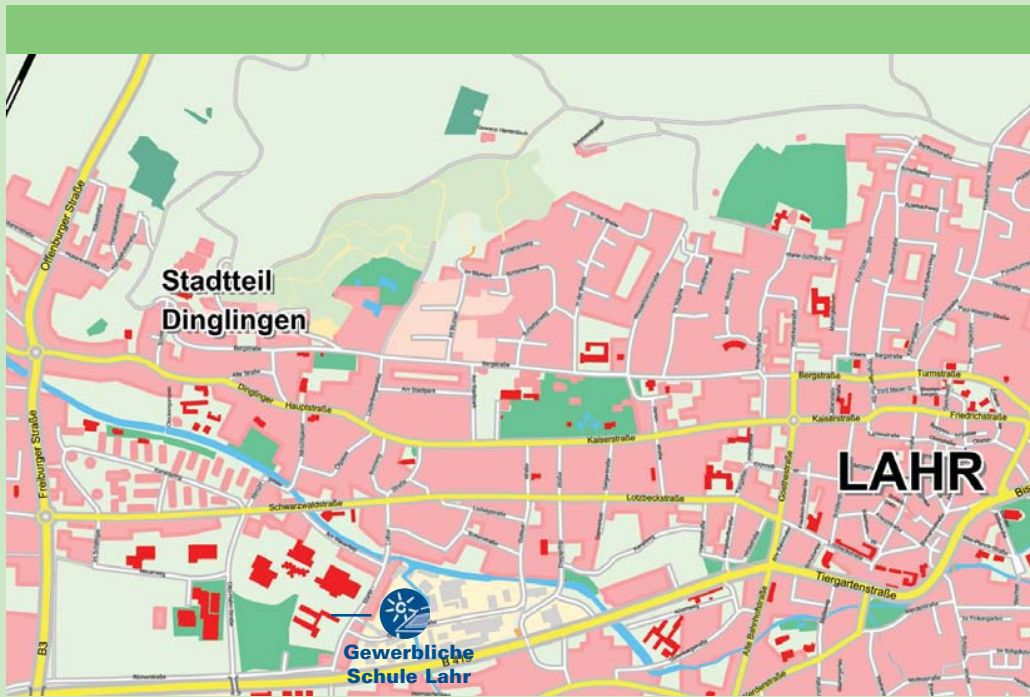
Gewerbliche Schule Lahr (Außenstelle)

Ansprechpartner: Herr Wirth
Martin-Luther-Straße 24
77933 Lahr

Telefon: 0 78 21 / 9 16 92 10

Die Photovoltaikanlage besitzt eine separate Leistungsanzeige. Die Solarzellen selbst können auch betrachtet werden. Führungen sind auf Anfrage möglich.

Beachten Sie, dass die Gewerbliche Schule auch als Ziel 3 „Effizienz Schule“ des Bereichs Energieeffizienz ausgewählt wurden.



Wegbeschreibung

Von der Innenstadt aus fahren die **Buslinien 102 und 113** die Außenstelle der Gewerblichen Schule an. Sie liegt zwischen den **Haltestellen Max-Reger-Straße und Mietersheim-Ost**. Aber auch zu Fuß ist das Ziel gut zu erreichen, es liegt nur etwa 2 km vom Rathaus entfernt.

Photovoltaik in Deutschland

In den letzten Jahren ist die in Deutschland installierte Photovoltaikleistung stark angewachsen. Im Jahr 2005 konnte erstmals die Grenze von einer Milliarde kWh erzeugten Stroms erreicht werden. Mehr als zwei Drittel des Solarstroms in Europa wird in Deutschland produziert. Trotzdem betrug hier der Anteil der Photovoltaik an der gesamten Stromerzeugung 2007 nur 0,6 Prozent.

Die Sonne liefert zwar 10.000 mal mehr Energie als die Welt derzeit verbraucht, leider ist Solarenergie aber nicht konstant verfügbar. Die tatsächlich ankommende Strahlung ist regional sehr unterschiedlich und verändert sich je nach Wetter und Jahreszeit stark. Um sie jederzeit verfügbar zu haben, müsste Solarenergie gespeichert werden. Zwar sind Speichermedien bekannt (zum Beispiel Bio-

masse), es fehlt aber eine effektive und schnelle Speicherungsmethode. Große Hoffnungen setzt man in die Gewinnung von Wasserstoff mit Solarenergie, mit dem Brennstoffzellen angetrieben werden könnten.

Deutschland ist führend in der Forschung zu Photovoltaik. Durch Verbesserung des Wirkungsgrades (für Solarzellen aus Silizium derzeit ca. 15 Prozent) sowie durch Einsatz neuer Materialien versucht man die Herstellungskosten für Solarzellen zu senken. Übrigens, das weit verbreitete Vorurteil, die Herstellung von Solarzellen würde mehr Energie verbrauchen als diese schließlich liefern, ist falsch: Schon nach 3 bis 5 Jahren wird diese Menge an Energie durch die Anlage wieder erzeugt – ein Wert, der weit unter der Lebensdauer einer Solaranlage liegt.

Interessante Links

- www.solarserver.de
- www.solarwirtschaft.de
- www.solarrechner.de





Standortvorteil für Lahr

Dass die Region Baden von der Sonne verwöhnt ist, ist bekannt. Die Grafik rechts zeigt die mittlere Sonnenscheindauer in Lahr im Vergleich zum deutschen Durchschnitt.

Analysiere die Grafik zur mittleren Sonnenscheindauer. Eignet sich Lahr im Vergleich zu anderen Standorten in Deutschland für die Photovoltaik? Begründe Deine Antwort.

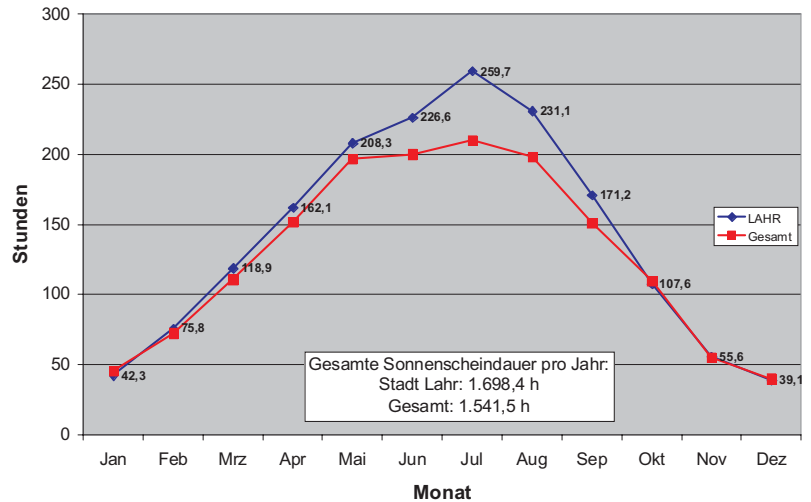


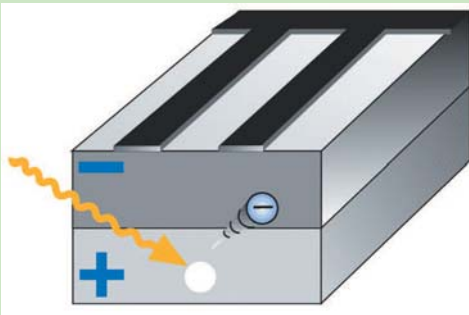
Abbildung: IFEU 2008

Quelle: DWD

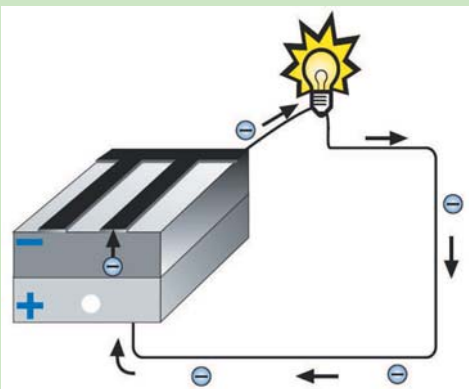
Mittlerer Sonnenscheindauer in Lahr und an 426 weiteren Standorten in Deutschland (Gesamt), Zeitraum 1961 bis 1990

Wie funktioniert eine Solarzelle?

Sonne enthält Energie, die wir Menschen vor allem in Form von Wärme erfahren. Pflanzen brauchen diese Energie zum Wachsen und können das Sonnenlicht mittels Photosynthese in chemische Energie umwandeln. Wenn wir Holz verbrennen, so liegt damit eine Form gespeicherter Sonnenenergie durch Pflanzen vor. Die Technik der Photovoltaik macht es möglich, Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umzuwandeln.



Sonnenlicht aktiviert in Solarzellen Elektronen



Durch die Bewegung der Elektronen wird Ladung transportiert und es fließt Strom

Solarzellen bestehen aus Silizium, einem so genannten Halbleiter. Silizium-Atome haben einen positiv geladenen Atomkern, der von vier negativ geladenen Elektronen umschlossen wird. Diese sehr kleinen Teilchen werden durch die elektrische Anziehungskraft vom Atomkern festgehalten. Wird Silizium aber von der Sonne beschienen, so ist es möglich, dass ein Teil des energiereichen Sonnenlichts an Elektronen weitergegeben wird. So erhalten einzelne Elektronen genug Energie, um sich vom Atomkern zu lösen und sich frei zu bewegen.

Das Silizium, das für Solarzellen verwendet wird, ist ein Kristall, dessen Atome und Elektronen in einer gleichmäßigen Gitterstruktur angeordnet sind. Alles hat seinen festen Platz. Bei einer Batterie gibt es einen Minus- und einen Pluspol. Ähnlich ist es bei der Solarzelle, die dafür dotiert wird. Das heißt, die schöne gleichmäßige Struktur wird dadurch unterbrochen, dass gezielt fremde Atome eingebaut werden. Auf der einen Seite der Zelle werden Atome mit einem Elektron zuviel, auf der anderen Seite Atome mit einem Elektron zu wenig eingebracht. Wenn nun ein Elektron durch das Sonnenlicht frei wird, bewegt es sich weg von der Seite mit mehr Elektronen hin zur Seite mit weniger Elektronen. Das Elektron transportiert elektrische Ladung und somit fließt elektrischer Strom. Strom, der in eine feste Richtung fließt, heißt Gleichstrom.

Am Ende ihres Weges, an der Oberfläche der Zelle, treffen die Elektronen auf metallische, gut leitende Kontakte. Von hier aus fließt der Strom in die Leitung und kann zum Beispiel elektrisches Licht erzeugen.



Zur Herstellung eines Solarmoduls sind viele einzelne Schritte notwendig. Lese Dir den Text aufmerksam durch und nummeriere dann die Bilder in der richtigen Reihenfolge. Zuvor solltest Du aber die Funktionsweise einer Solarzelle verstanden haben.

Herstellung eines Solarmoduls

Die meisten der heutigen Solarzellen bestehen aus Silizium, welches zu den am häufigsten in der Erdkruste vorkommenden Feststoffen gehört. Allerdings liegt es nicht in Reinform vor, sondern ist in Quarzsand gebunden (zum Beispiel am Strand).

Dieser Sand wird nun in mehreren Schritten erhitzt und gereinigt. Aus dem bei etwa 1.400° Celsius flüssigen Silizium kann ein so genannter Einkristall gezogen werden, ein bis zu 2 m langer Zylinder mit etwa 20 cm Durchmesser und völlig gleichmäßiger Struktur. Dieses monokristalline Silizium erzielt wegen seiner hohen Reinheit die beste Wirkung bei der Stromerzeugung, ist aber auch am teuersten in der Herstellung.

Nun entfernt man von dem Kristall die Seiten, und schneidet ihn in etwa 0,3 mm dünne quadratische Scheiben, welche gut industriell weiterverarbeitet werden können. Diese Scheiben nennt man Wafer.

In einem weiteren Schritt werden die Wafer dotiert, das heißt in das Silizium werden gezielt andere Atome eingebaut. Das ist wichtig, damit sich die freien Elektronen in einer festen Richtung durch die Zelle bewegen und somit Strom entsteht. Dazu erhitzt man die Wafer auf über 1.200° Celsius und leitet dann den fremden Stoff als Gas darüber hinweg.

In einem letzten Schritt werden noch die elektrischen Kontakte aus Metall per Siebdruckverfahren, also mit einer Art Schablone, aufgebracht.

Eine einzelne Zelle ist nun fertig. Für große Flächen werden mehrere Zellen miteinander verkettet, zum Schutz von einem lichtdurchlässigen Material abgedeckt und gerahmt.

Das fertige Modul kann nun zur Stromerzeugung genutzt werden.



A



B



C



D



E



F



G



Eine Solaranlage besteht aus einer Vielzahl von Farben, Formen und Strukturen. Das Kunstprojekt versucht, diese aufzunehmen und wiederzugeben. Benötigt werden Bilder von Solaranlagen, Solarmodulen und einzelnen Zellen, den so genannten Wafern. Am besten eignen sich polykristalline Wafer.

1. Studieren einer Solaranlage

a) Woraus besteht eine Solaranlage?

Module
Zellen
Kristallgitter

b) Welche Formen / Farben kommen vor?

Rechteckige Module bestehen aus einer Vielzahl meist quadratischer Zellen. Dazwischen liegen Kontaktstreifen. Die Zellen wiederum bestehen aus einem Kristallgitter, auf dem in dünnen Quer- und dickeren Längsstreifen Kontaktbahnen verlaufen. Bei polykristallinen Solarzellen besteht das Kristallgitter aus einer Fülle von Formen und vielen Farbabstufungen.

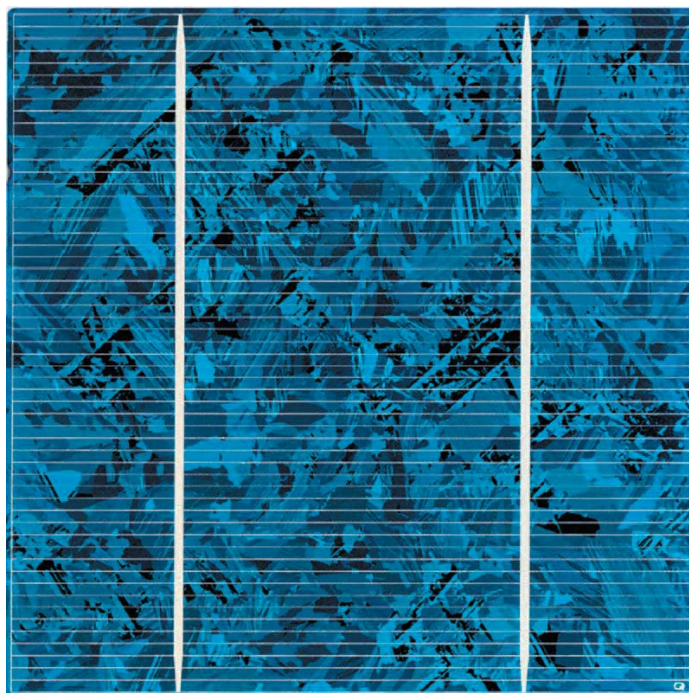
2. Schüler malen Wafer

Schüler entwerfen auf Papier eigene Kristallstrukturen in Anlehnung an die Wafer-Bilder. Diese Strukturen malen sie farbig aus. Es sollten für jede Solarzelle Farbabstufungen einer Farbe gewählt werden. Die Bilder von Solarzellen sollten quadratisch und nicht zu groß sein (z.B. 10 x 10 cm).

3. Aus den Wafern entstehen Module

Auf einer großen Leinwand, einem Rahmen o.ä. werden die kleinen Zellbilder zu Solarmodulen zusammengebaut. Dazu müssen neben den Zellbildern auch die Verbindungsstrukturen dargestellt werden.

Kunstprojekt: Schüler basteln eine Solaranlage



Ausblick

Die großen Probleme der Photovoltaik heute sind zum einen die hohen Produktionskosten und zum anderen der geringe Wirkungsgrad der Anlagen. Beides resultiert in einem hohen Preis pro erzeugter Kilowattstunde. Der Photovoltaik-Boom der letzten Jahre basiert auf den gesetzlich vorgeschriebenen Einspeisevergütungen, die es erlauben, trotz hoher Kosten wirtschaftlich zu arbeiten. Mittelfristig werden die Vergütungen jedoch spürbar sinken.

Die Wettbewerbsfähigkeit der Photovoltaik hängt davon ab, inwieweit die heutigen Probleme gelöst werden können. Aktuell wird verstärkt auf Dünnschicht-Solarzellen gesetzt, die vergleichsweise geringe Produktionskosten haben und sich durch ihre Flexibilität besser in Bauten integrieren lassen. Auch an einer Verbesserung des Wirkungsgrades wird intensiv geforscht.