

## F 6 Strom aus Licht

### F 6.1 Lehrerinformation: Fotovoltaik

Aus Sonnenlicht kann man Strom erzeugen  
Demonstrationsobjekt: z.B. Karussell, Hubschrauber,  
Klangspiel der Firma Winkler oder Opitac

Kennen lernen des Stromkreislaufes an Hand einer  
Solarzelle, Kabel, Solarmotor, Korkenscheibe, Kreiselscheibe  
(bemalte Papierscheibe) und Pinnnadel zum feststecken der  
Scheibe.

Arbeitsblatt siehe Broschüre von invent: Wir ernten  
Sonnenenergie S. 11

Falls keine Sonne scheint, kann das Licht des OHP diese  
ersetzen

Die Schüler bauen in Partnerarbeit an Hand des  
Arbeitsblattes das Experiment auf.

Informationsblatt siehe Broschüre: Erneuerbare Energien –  
Energieforschung C5/16

Jetzt können die üblichen Versuche zum Stromkreis  
durchgeführt werden:

- a) Es funktioniert der Motor nur, wenn der Kreis geschlossen ist
- b) Was passiert, wenn ich andere Materialien als Leiter nehme  
(Gummi, Büroklammer, Holz)
- c) Einbau eines Schalters
- d) Ausprobieren der Reihenschaltung – so funktioniert auch eine  
Fotovoltaikanlage – man hat mehr Spannung (Volt)
- e) Ausprobieren der Parallelschaltung – man hat mehr Stromstärke  
(Ampere)

Erklärung der Begriffe Volt/Ampere,  
Watt, Kilowatt  
Vergleich zur Batterie

Besichtigung einer Fotovoltaikanlage  
Einladen eines Energieberaters

Erklären der Funktionsweise einer Fotovoltaikanlage  
Suchen nach möglichen Dächern (Schuldach), die dafür  
geeignet wären...

F. 6 Fotovoltaik

F. 6. 2 Rätselsack mit Solarrechner

Rätselsack: Solarrechner – Wieso kann er rechnen?

Vergleich: Taschenrechner mit Batterie

## F.6 Fotovoltaik

### F 6.3.1 Versuch: Stromkreislauf mit einer Solarzelle (KV, Bilder)

#### Einfacher Stromkreis

AB

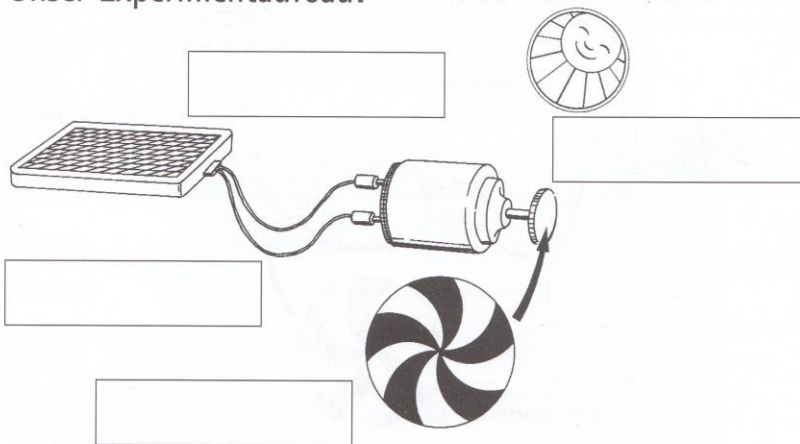
Name

Klasse

Datum

Wir ernten Sonnenenergie

#### Unser Experimentaufbau:



Wir beobachten:

Die \_\_\_\_\_ scheint auf die \_\_\_\_\_.

Der Motor \_\_\_\_\_.

Der \_\_\_\_\_ läuft.

Auf den Einfall der Sonne kommt es an!

Wenn ich die Solarzelle senkrecht zur Sonne halte, dreht sich der Ventilator \_\_\_\_\_.

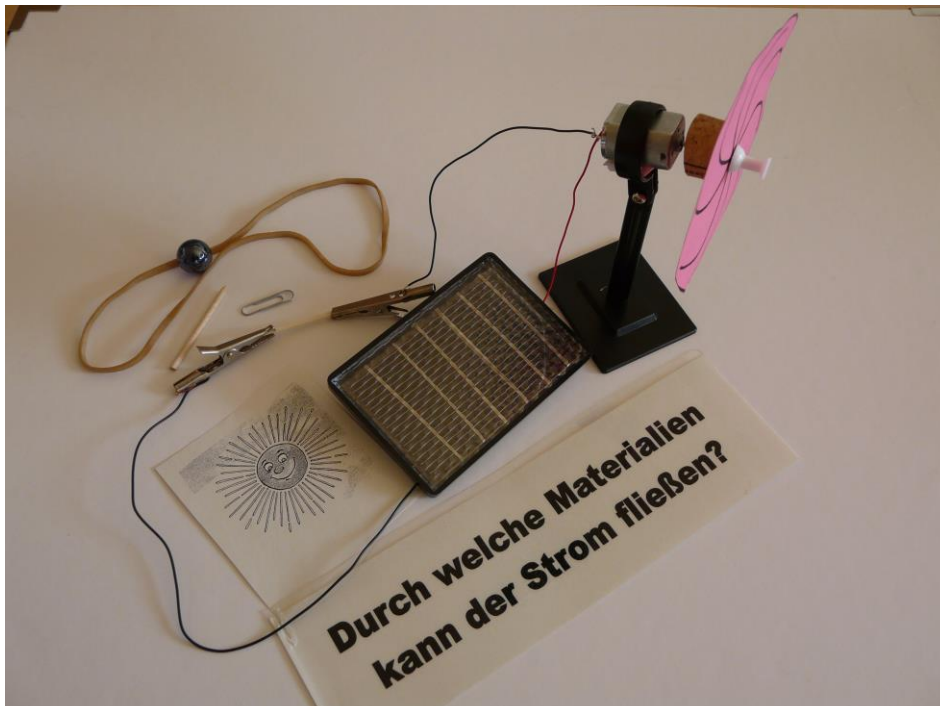
Wenn ich die Solarzelle schräg zur Sonne halte, dreht sich der Ventilator \_\_\_\_\_.

Wenn ich die Solarzelle von der Sonne wegdrehe, dreht sich der Ventilator \_\_\_\_\_.

Merke: Die Solarzelle kann aus Sonnenlicht \_\_\_\_\_ erzeugen.

## F. 6. Fotovoltaik

### F. 6. 3. 2 Versuch: Unterbrochener Stromkreis – Was leitet Strom?



## F. 6 Fotovoltaik

### F 6. 3. 3 Versuch: Stromkreis mit Schalter



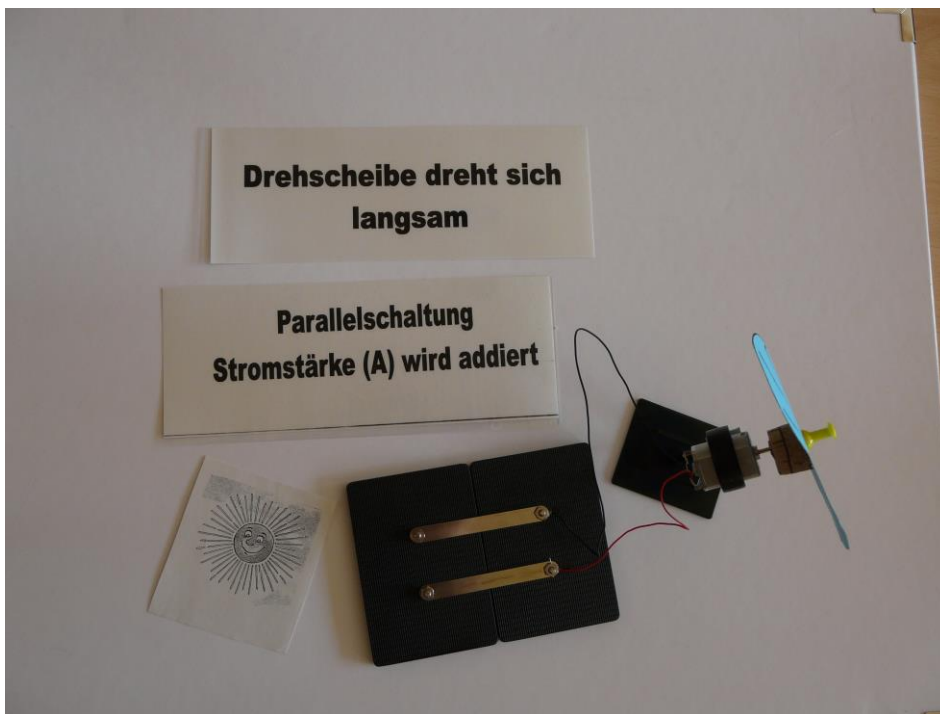
# F. 6 Fotovoltaik

## F. 6. 3. 4 Versuch: Reihenschaltung



## F. 6 Fotovoltaik

### F. 6. 3. 5 Versuch: Parallelschaltung



## F. 6. 4 Information: Wie wird Strom erzeugt?

Sie wollen alle durch das Stromkabel durch und drücken am vorderen Teilchen an. Wenn du nun eine Lampe anschließt und einschaltest, setzt sich die ganze Teilchenschlange in Bewegung und bringt die Glühbirne zum Leuchten. Die Elektronen selber sind gar nicht so schnell unterwegs, aber der Strom ist so schnell wie das Licht, weil sich alle Elektronen ein Stückchen weiterbewegen können.

### Wie wird Strom erzeugt?

Weißt du, wie ein Dynamo funktioniert?

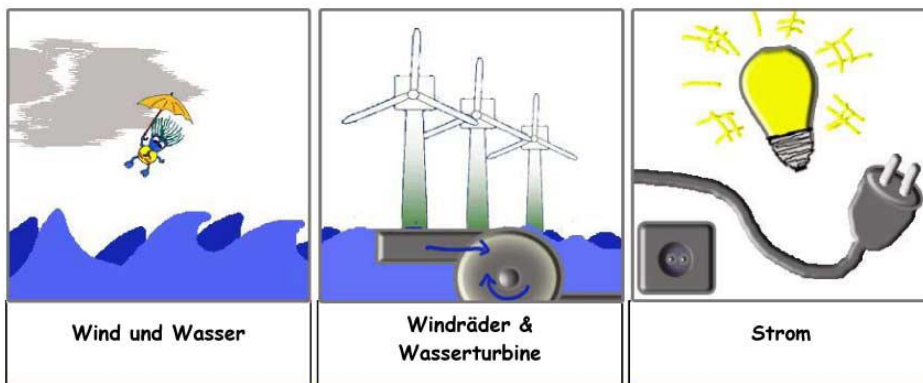


Ein Dynamo besteht nur aus Kabeln und Magneten. So einfach ist Stromerzeugung.

Zur Stromerzeugung wird heute hauptsächlich das dynamoelektrische Prinzip eingesetzt. Was ist das nun wieder?

Dieses Prinzip sagt nichts anderes, als dass ein Magnet, der an Kabeln vorbei bewegt wird, in diesen einen Stromfluss erzeugt. Deshalb leuchtet auch deine Fahrradlampe, wenn sich dein Fahrraddynamo dreht.

Bei Windrädern und Wasserkraftwerken kannst du dir das sicher leicht vorstellen. Der Wind oder das Wasser treiben eine Turbine an. Die dreht sich dann wie ein überdimensionaler Fahrraddynamo und erzeugt Strom.



Strom aus Wind und Wasser

Bei den anderen Energieträgern ist es nicht ganz so einfach. Die fossilen Energieträger und die Biomasse müssen angezündet werden. Mit der Energie, die in diesem Feuer steckt, wird Wasserdampf erzeugt. Der Wasserdampf treibt nun wieder eine Turbine an. Die drehende Turbine erzeugt den Strom.





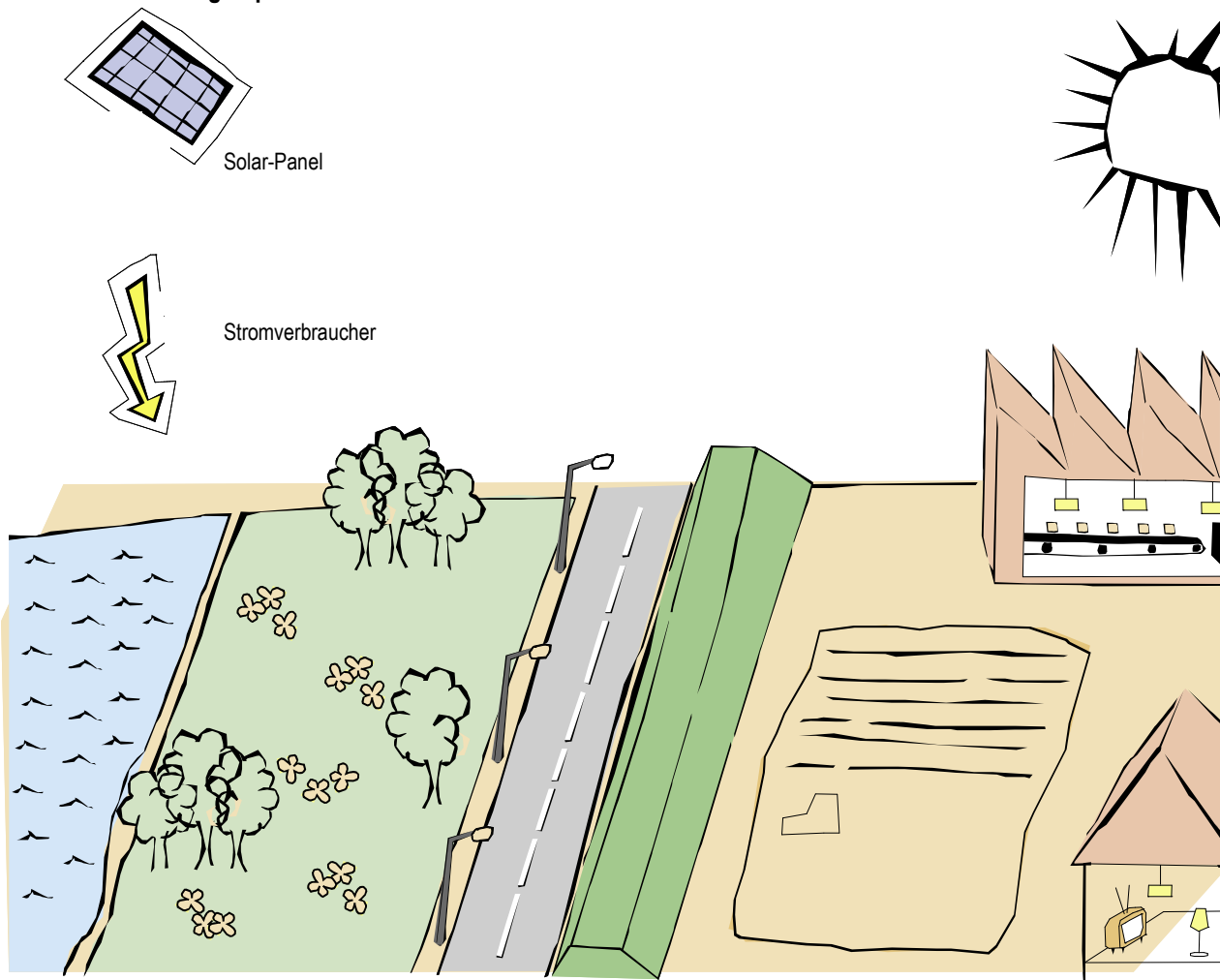
## F. 6. 5 Information: STROM AUS DER SONNE

Energie aus der Zukunft

Dass Sonnenstrahlen Wärme erzeugen, weiß jedes Kind. Aber sie können noch viel mehr. Sie können zum Beispiel Strom erzeugen. Das funktioniert zum Beispiel mit einer Fozelle, auch Solarzelle genannt: Ein Lichtstrahl trifft auf die Fozelle, und es entsteht Strom. Jeder hat schon solche Fozellen an Taschenrechnern, Armbanduhren und Parkautomaten gesehen. Kennt ihr noch mehr Beispiele?

Die Solarzelle hat einen großen Vorteil: Sie braucht kein direktes Sonnenlicht wie etwa Kraftwerke, die das Sonnenlicht mit Spiegeln konzentrieren. Das wäre ja auch unpraktisch, wenn man den Taschenrechner nur im Freien benutzen könnte! Die Solarzelle produziert auch dann Strom, wenn es bewölkt ist. Für uns in Deutschland ist das sehr günstig, denn hier scheint die Sonne nicht so häufig und intensiv wie zum Beispiel in Nordafrika. Deshalb werden Solarzellen in Deutschland inzwischen genutzt, um Strom für sehr viele Anwendungsmöglichkeiten zu erzeugen.

### Das Sonnenfängerspiel



### Aufgaben

1. Sucht auf der Zeichnung, wo Strom verbraucht wird, und zeichnet dort einen gelben Blitz ein. Wo viel Strom verbraucht wird, könnt ihr auch mehrere Blitze einzeichnen.
2. Versucht für jeden Blitz ein Solar-Panel zu platzieren und zeichnet auch die Stromkabel ein.
3. Könnt ihr für alle Blitze Solar-Panels platzieren?

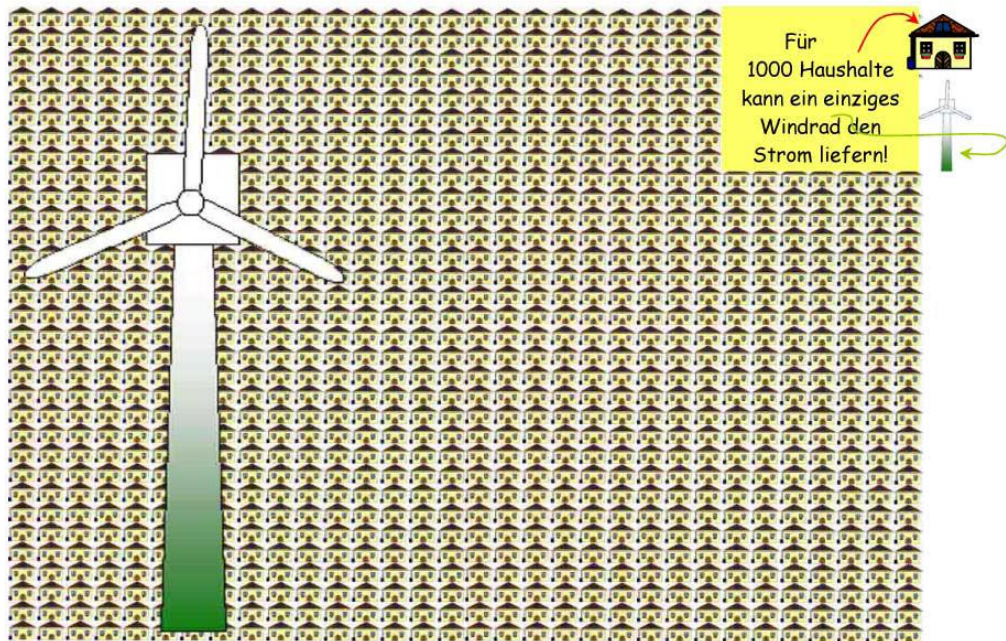
## F. 6 Fotovoltaik

### F. 6. 6 Information: Kannst du Energie messen?

#### Kannst du Energie messen?

Die PhysikerInnen messen die Energie in „Joule“ (J) oder „Kalorien“ (cal). Die Abkürzungen hast du sicher schon einmal auf einer Lebensmittelpackung gesehen.

Die TechnikernInnen messen die Energie hingegen in Kilo-Watt-Stunden (kWh). 1 kWh entspricht 3600 kJ.



Ein durchschnittliches Windkraftwerk produziert 3.500.000 kWh Strom pro Jahr.

In Österreich erzeugt ein Windrad im Schnitt Strom für 1000 Haushalte.



## F. 6 Fotovoltaik

### F. 6. 7 Information: Begriff „Kilowattstunde“



## Die Kilo - Watt - Stunde (kWh) eine riesige Energieeinheit



### 1 kWh Energie entspricht z. B.

- der körperlichen Anstrengung von ca. 5 Std. Fahrradsprint
- 25 km weit eine 20%ige Steigung hinaufgehen / -radeln  
(das entspricht einem Berg von 5000 m Höhe)
- 1 Tonne 360 m hoch heben
- 72000 Liter Wasser aus einem 5 m hohen Staubecken durch eine Wasserkraftturbine laufen lassen

### Die Herstellung von 1 kWh Strom im Kraftwerk

emittiert (im Schnitt)	680 g	CO <sub>2</sub>	(dt. Energiemix 2001)
und	0,65 g	SO <sub>2</sub>	
und	0,54 g	NO <sub>x</sub>	
und	0,05 g	Staub	
und	128 Bq	radioaktive Edelgase	
außerdem erzeugt sie	8.400.000 Bq	langlebigen Atommüll	
Die Abwässer einer kWh machen	350	Liter Flusswasser um 5 °C wärmer	
oder verdampfen	3,5	Liter Wasser im Kühlturbetrieb	

### 1 kWh Strom reicht aus für jeweils

- 300 Std. Trockenrasieren
- 100 Kuchenteige rühren
- 80 Std. Licht (Sparlampe; bei Glühbirne nur 16 Std.)
- 80 Std. Fernseher ausgeschaltet, aber in Bereitschaft
- 15 Std. Fernsehen
- 4 Tage Kühlschrank (technisches Spitzengerät)
- 1 Tag Kühlschrank (Durchschnittsgerät)
- 3 Ladungen 60°-Wäsche (bei Anschluß der Waschmaschine an Warmwasser!)
- 3 Ladungen Geschirrspüler (bei Anschluß an Warmwasser!)
- 3 Std. Bügeln
- 2 Std. Haare föhnen
- 1,5 Std. Staubsaugen

### 1 kWh Strom reicht nicht aus für

1 Ladung 60°-Wäsche	(1,3 kWh, bei Kaltwasseranschluß)
1 Ladung Geschirrspüler	(1,6 kWh, bei Kaltwasseranschluß)
1 Stunde Heizlüfter	(2 kWh)
1 Ladung Wäschetrockner	(3,5 kWh)
1 Vollbad	(5 kWh)

#### zum Vergleich:

Heizung Durchschnittswohnung 3.500 Liter Öl	35.000 kWh
Stromverbrauch im Schnitt jährlich	3.500 kWh
Durchschnittsverbrauch PKW im Jahr (15000 km)	12.000 kWh
2 Personen Flugreise Neuseeland u. zurück	32.000 kWh

# F. 6 Fotovoltaik

## F. 6. 8 Information: Solarstromanlage

### So funktioniert eine Solarstromanlage

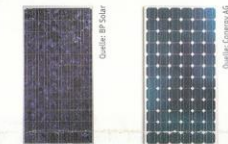
**1** Das Herzstück einer Solarstromanlage sind die Solarzellen. Sie erzeugen Strom, sobald Licht auf sie fällt. Über 95 Prozent aller Solarzellen bestehen aus dünnen Siliziumkristallscheiben, es gibt monokristalline und multikristalline Zellen. Langsam wächst auch der Anteil an Dünnschichtmodulen, bei denen eine hauchdünne Schicht, z. B. aus Galliumarsenid, Cadmiumtellurid oder Kupfer-Indium-Diselenid oder -Disulfid, Strom erzeugt.

Quelle: Energiebau Solarstromsysteme GmbH



**2** Die Solarzellen werden in den Solarmodulen verschaltet und wetterfest eingepackt. Die Solarmodule haben unterschiedliche Größen, Formate und Leistungen. Sie werden je nach Anlagentyp in Serie oder pa-

rallel verschaltet. Dementsprechend ergeben sich unterschiedliche Spannungen und Ströme.



Solarmodul

**3** Der Gleichstrom der Solarmodule wird über spezielle Solarkabel zum Wechselrichter transportiert, der den Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umwandelt. Er sorgt dafür, dass die Solarmodule im optimalen Arbeitspunkt arbeiten und den höchstmöglichen Ertrag erzielen, er überwacht die Anlage und schaltet sie z. B. aus, wenn das Stromnetz ausfällt. Und er kann den Solarstrom zählen. Viele Wechselrichter können diese Informationen auch zur Fernüberwachung weiterleiten.



Wechselrichter

**4** Um zu wissen, wie viel Solarstrom ins Stromnetz eingespeist wurde, wird ein Einspeisezähler installiert. Er arbeitet völlig unabhängig vom Verbrauchszähler und zählt jede kWh Solarstrom, die ins Stromnetz eingespeist wird. Diese Solarstrommenge wird vom Netzbetreiber entsprechend EEG vergütet.

### Wie aus einem Sandkorn eine Solarzelle wird

**Bislang werden weltweit die meisten Solarzellen aus Silizium hergestellt**

Solarzellen wandeln Licht in Strom um. Ca. 95 % der Solarzellen bestehen heute aus Silizium, dem zweithäufigsten Element der Erde, bekannt als Quarzsand. Dieser muss jedoch einen aufwändigen Herstellungs-

prozess durchlaufen, um zu den hergestellten Solarzellen zu werden. Allerdings haben sie auch einen höheren Wirkungsgrad. Die Blöcke werden in dünne Scheiben (Wafer) mit ca. 0,2 Millimeter Dicke gesägt und auf beiden Seiten

hergestellt. Zwischen 15 und 17 Prozent, multikristalline Zellen zwischen 13 bis 15 Prozent. Im Solarmodul werden die Solarzellen elektrisch verbunden und mit Glasscheiben und Kunststofffolien wetterfest eingepackt, um mehr

### Inselanlagen

**Es geht auch ohne Netzanschluss**

Solarstromanlagen haben den großen Vorteil, dass sie auch unabhängig vom Stromnetz betrieben werden können. Bei den sogenannten Inselanlagen wird der Solarstrom in

den großen Vorteil, dass sie auch unabhängig vom Stromnetz betrieben werden können. Bei den sogenannten Inselanlagen wird der Solarstrom in

### Wie hoch ist die Lebensdauer einer Photovoltaikanlage?

Die Lebensdauer von Photovoltaikmodulen liegt bei über 30 Jahren. Hersteller von Solarmodulen bieten Leistungsgarantien zwischen 10 und 25 Jahren. Wechselrichter müssen meist nach 10 bis 15 Jahren ausgetauscht werden.

### Wie viel Energie muss zur Produktion einer Photovoltaikanlage aufgewandt werden?

Eine Solarstromanlage erzeugt je nach Anlagentyp in 1,5 bis 4 Jahren soviel Energie, wie zu ihrer Herstellung aufgewandt wurde. Da sie mehr als 30 Jahre läuft, produziert sie ein Vielfaches ihrer Herstellungenergie.

### Muss eine Photovoltaikanlage baulich genehmigt werden?

Für die Installation einer Solarstromanlage auf oder an Gebäuden benötigen Sie nur eine Baugenehmigung, wenn sie auf denkmalgeschützten Gebäuden und Ensembles installiert wird. Freiflächenanlagen sind grundsätzlich genehmigungspflichtig.

### Was kostet eine Photovoltaikanlage?

Derzeit ist mit Preisen zwischen