



# **Solardach Photovoltaik Vom Schutzdach zum Nutzdach**

[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

Solarenergie 1

1

## Die Sonne



- Oberflächentemperatur ca. 5.600° C
- Zentraltemperatur ca. 15 Mio° C
- pro Jahr die ca. 10.000-fache Energiemenge
- entspricht 120 Mio. der größten Kernkraftwerke
- In Deutschland über 1.000 kWh/m<sup>2</sup> ≈100 l Heizöl.

[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

Solarenergie 1

2

- Oberflächentemperatur von ca. 5.600° C
- Zentraltemperatur von ca. 15 Mio° C
- Die Sonne liefert pro Jahr die ca. 10.000-fache Energiemenge, die die Menschheit zur Zeit verbraucht.
- Somit entspricht die Strahlungsleistung der Sonne der von 120 Mio. der größten Kernkraftwerke.
- In Deutschland treffen jährlich über 1.000 kWh Solarenergie pro m<sup>2</sup> auf. Dies entspricht dem Energiegehalt von 100 l Heizöl.

## Vorteile der Sonnenenergie



- Umweltschonende, saubere Stromerzeugung (Treibhauseffekt, Smog etc.)
- steht nahezu unbegrenzt zur Verfügung
- Schonung der fossilen Energieträger-Ressourcen (Erdgas, Erdöl, Kohle)
- geräuschlos



## *Weltweite Reserven der Energierohstoffe*

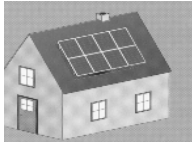
<b>Kohle</b>	<b>160-250 Jahre</b>
<b>Mineralöl</b>	<b>40-100 Jahre</b>
<b>Erdgas</b>	<b>55-100 Jahre</b>
<b>Uran</b>	<b>30-140 Jahre</b>
<i>Sonne</i>	<i>5 Milliarden Jahre</i>

# Solar-Technik

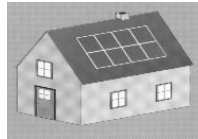


## Solarthermie

Absorption der Strahlung zur Warmwassergewinnung



Aufdachmontage



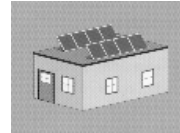
Dachintegration



Solarfassade

## Photovoltaik

Umwandlung der Strahlung in elektrische Energie (Stromgewinnung)



Flachdach-aufständigung



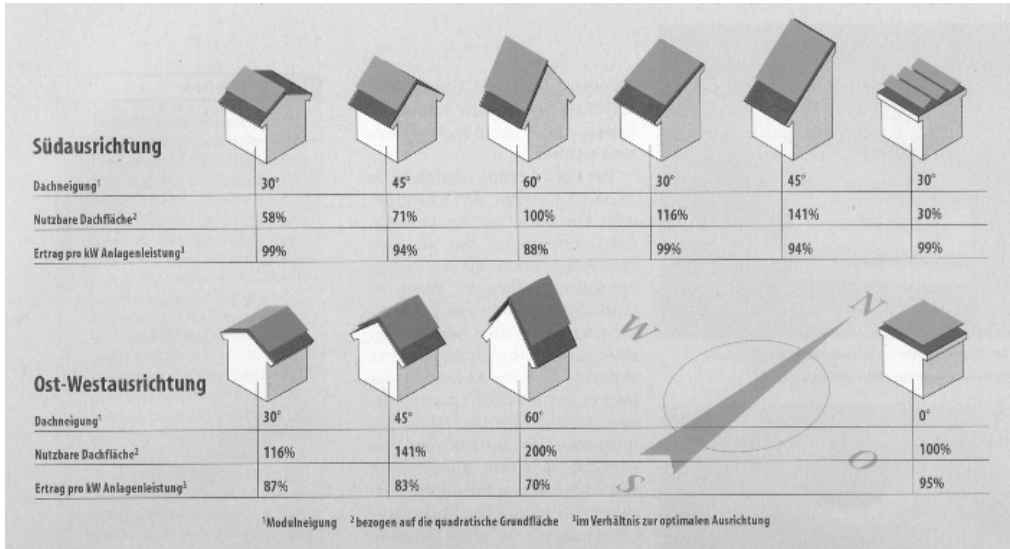
Verschattung

Der Ertrag einer Solarstromanlage hängt von der Ausrichtung zur Sonne ab.

Am meisten Solarstrom wird erzeugt, wenn das Dach nach Süden ausgerichtet ist und der Neigungswinkel  $30^\circ$  beträgt.

Doch selbst bei einer Abweichung von der optimalen Ausrichtung vermindert sich die Stromausbeute nur geringfügig. Ist das Dach nach Süd-West oder Süd-Ost orientiert, reduziert sich der Ertrag nur um etwa 10 %. Das Gleiche gilt auch für den Neigungswinkel. Bei Dachneigungen bis  $60^\circ$  liegt der Minderertrag ebenfalls bei ca. 10 %. Sogar im ungünstigsten Fall, der senkrechten Aufstellung in der Fassade, werden immer noch über 50 % des optimalen Ertrags erreicht

## Dachneigung, Orientierung



## Photovoltaik



- Licht fällt auf die Solarzellen, die daraus Gleichstrom produzieren.
- Die Solarzellen sind in Solarmodulen wetterfest eingebunden und elektrisch verschaltet.
- Der Gleichstrom wird im Wechselrichter zu Wechselstrom umgewandelt
- Direkte Einspeisung ins Stromnetz.
- Insel-Betrieb

## Monokristalline Solarzelle



- aus Säulen oder Blöcken in 0,3 mm dicke Scheiben gesägt.
- Eine Säule, die aus einem einzigen Kristall besteht, wird aus flüssigem Silizium gezogen (monokristallin)
- Wirkungsgrad (Umwandlung von Sonnenenergie in Strom): über 15 %.

Siliziumsolarzellen werden aus Säulen oder Blöcken in 0,3 mm dicke Scheiben gesägt. Eine Säule, die aus einem einzigen Kristall besteht, wird aus flüssigem Silizium gezogen (monokristallin)  
Wirkungsgrad (Umwandlung von Sonnenenergie in Strom): über 15 %.

## Multikristalline Solarzelle



- Wird das flüssige Silizium in Blöcke gegossen, ergibt sich bei der Erstarrung eine typische Eisblumenstruktur aus einer Vielzahl von einzelnen Kristallen.
- Die daraus hergestellten Zellen werden als multi- oder polykristallin bezeichnet.
- Wirkungsgrad: ca. 14 %.

[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

Solarenergie 1

10

Wird das flüssige Silizium in Blöcke gegossen, ergibt sich bei der Erstarrung eine typische Eisblumenstruktur aus einer Vielzahl von einzelnen Kristallen.

Die daraus hergestellten Zellen werden als multi- oder polykristallin bezeichnet. Wirkungsgrad: ca. 14 %.

## Amorphe Solarzelle



- Werden in dünnen Schichten auf Glasscheiben aufgebracht (aufgedampft).
- Anwendung: z. B. Taschenrechner
- Wirkungsgrad: 6 - 7 %

[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

Solarenergie 1

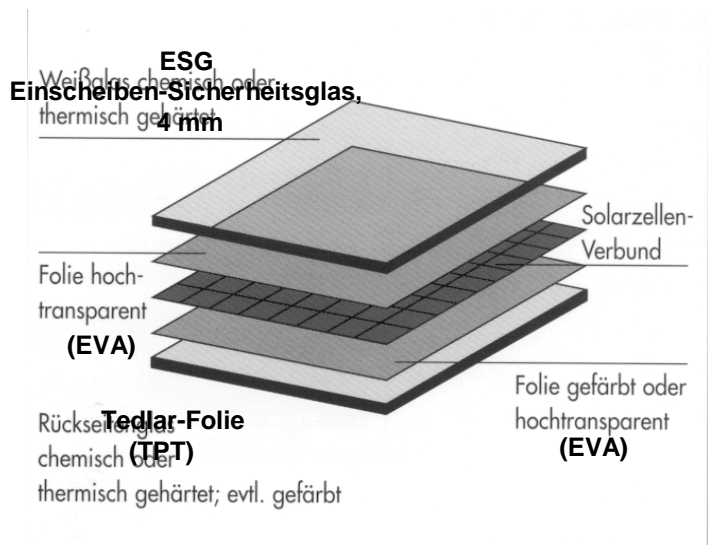
11

Werden in dünnen Schichten auf Glasscheiben aufgebracht (aufgedampft).

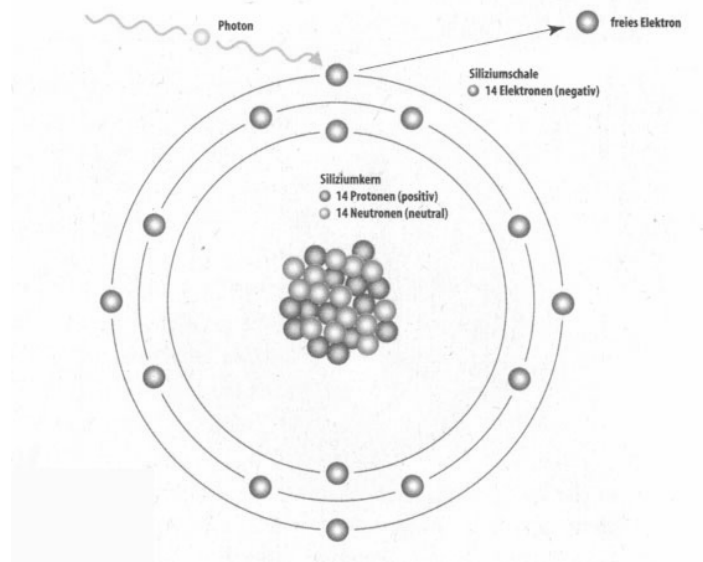
Anwendung: z. B. Taschenrechner

Wirkungsgrad: 6 - 7 %

# Aufbau einer kristallinen Zelle



## Wirkungsweise



[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

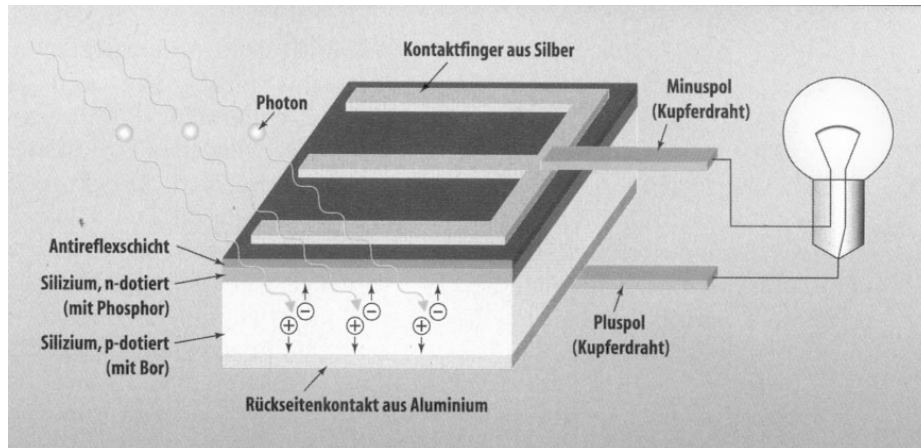
Solarenergie 1

13

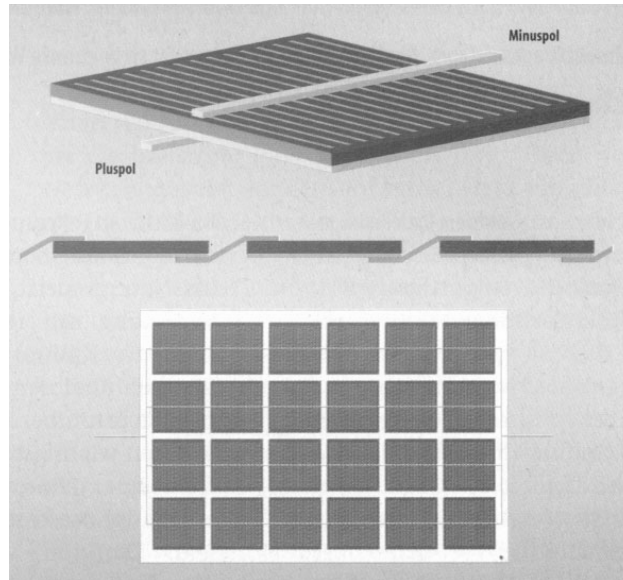
Fällt Licht auf eine Siliziumscheibe, werden Elektronen frei gesetzt. Damit diese genutzt werden können, wird die Zelle auf der Ober- und Unterseite mit unterschiedlichen Fremdatomen, z. B. Phosphor und Bor, gezielt verunreinigt.

Dadurch wandern die Elektronen alle auf eine Seite und die positiven Ladungsträger auf die andere. Es entsteht, wie bei einer Batterie, ein Plus- und ein Minus-Pol.

## Aufbau einer Solarzelle



## Serienverschaltung von Solarzellen



## Fachbegriffe



- Azimut (AM):  
Winkel, um den die Solaranlage in Südausrichtung gedreht ist.
- Wp (Watt peak):  
Gibt die Spitzenleistung an, die bei Nennbetriebsbedingungen auftritt.

Azimut (AM):  
Winkel, um den die Solaranlage in Südausrichtung gedreht ist.

Wp (Watt peak):  
Gibt die Spitzenleistung an, die bei Nennbetriebsbedingungen auftritt

## Fachbegriffe



- **Solarzelle**  
Herzstück einer PV-Anlage, besteht aus Silizium
- **Solarmodul**  
mehrere Solarzellen
- **Solargenerator**  
mehrere Solarmodule

## Fachbegriffe



- Wechselrichter  
Wandelt Gleichstrom in Wechselstrom
- Globalstrahlung  
direkte und diffuse Strahlung, Tageslicht
- Leistung  
Arbeitsvermögen pro Zeit in Watt (W)
- elektrische Leistung  
Leistung (W) = Spannung (V) x Strom (A)



## Bestandteile



- Solarmodulen
- Verkabelung
- Wechselrichter
- Hausanschluss
- Einspeisezähler
- Bezugszähler





## Berechnungsbeispiel Jahresenergieertrag (1kWp)

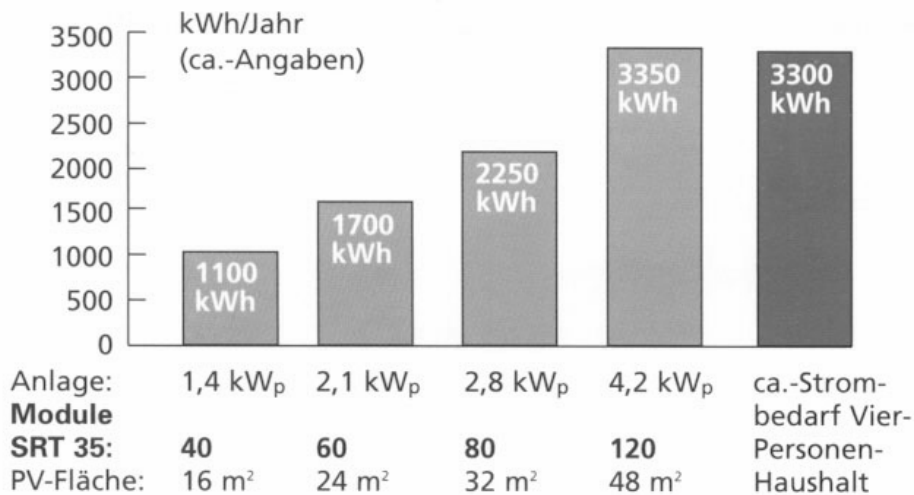


1. Örtliches Sonnenenergieangebot 1100 kWh/m<sup>2</sup>/ a
2. Einbaufaktor (Himmelsrichtung, Einbauwinkel) x 0,75
3. Aktive Solarzellenfläche x 10 m<sup>2</sup>
4. Solarzellenwirkungsgrad x 0,14
5. Einfluss der Betriebstemperatur (Abschlag) x 0,86
6. Kabelverluste (ca. 2 %) x 0,98
7. Wechselrichterwirkungsgrad x 0,90

= möglicher elektrischer Jahresenergieertrag ca. 880 kWh/a  
(Bandbreite je nach Standort 700 - 1.000 kWh)

Cirka-Bedarf eines 4-Personen-Haushalts: 3.300 kWh  
Somit Anlagen-Peak-Leistung: ca. 4 kWp

## Unterschied kWp - kWh



## Einbauplanung



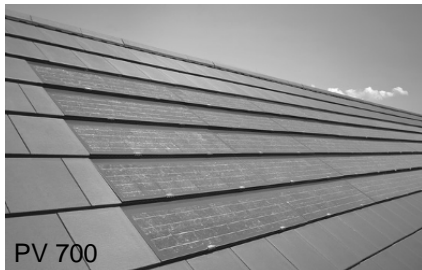
- Ausrichtung der Dachfläche nach Süden
- Dachneigung 30°
- Abschattungen (Bäume, Kamine) sind zu vermeiden (Lösung: By-pass-Dioden)
- Anordnung auf der Dachfläche nach ästhetischen Gesichtspunkten



## Solare Energiegewinnung



### Solarstrom-Systeme



dachintegriert



aufgeständert

[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

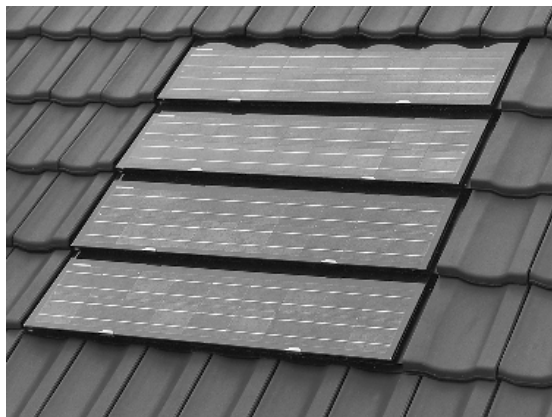
Solarenergie 1

27

Das Dach ist der ideale Platz zur Gewinnung von umweltfreundlicher Sonnenenergie. Das Solarstrom-System von Braas wandelt Sonnenenergie in elektrischen Strom um - geräuschlos, emissionsfrei und ohne belastende Rückstände, Thermokollektoren unterstützen die Warmwasserbereitung.

- **Solarstrom-Systeme**
  - wandeln Sonnenenergie in elektrischen Strom dort um, wo es am wirkungsvollsten ist: auf dem Dach,
  - arbeiten geräuschlos, emissionsfrei, ohne belastende Rückstände,
  - arbeiten ohne bewegliche Teile und sind daher weitgehend wartungsfrei,
  - garantieren einen hohen Anlagenwirkungsgrad durch den Einsatz leistungsfähiger Standardkomponenten und durch Hinterlüftung jedes einzelnen Solardachmoduls,
  - werden mit öffentlichen Mitteln gefördert.
- **Das Solarstrom-System PV 700**  
 Das Solarstrom-System von Braas liefert Ihnen das ganze Jahr über wertvolle Energie für Ihr Haus. Das Dach wird zum idealen Platz zur Gewinnung von umweltfreundlicher Sonnenenergie. Das Solarstrom-System PV 700 ist für verschiedene Dachsteinmodelle verfügbar. Es wird anstelle von Dachsteinen montiert.  
 Das Solarstrom-System PV 700
  - wird harmonisch in die Dachfläche integriert, ohne Tragschienen, Stützen, störende Aufbauten und Abdeckprofile,
  - bildet eine langlebige, wetterfeste Einheit mit dem Dach, ohne bauliche und ästhetische Kompromisse,
  - wird als komplettes System geliefert und ist leicht - zusammen mit der Dachdeckung - zu verlegen.
- **Das Solarstrom-System PV 1600**  
 Das Dach als Energiezentrale. Das Solarstromsystem PV 1600 wandelt Sonnenenergie in elektrischen Strom um und ist speziell für die nachträgliche Aufdach - Montage konzipiert.
- **Braas Thermokollektoren**  
 Mit der Sonnenenergie deckt ein Thermokollektor bis zu 60% des jährlichen Bedarfs an Warmwasser oder er dient zur Unterstützung der Heizungsanlage. Mit den Braas Thermokollektoren wird umweltfreundliche Wärme vom Dach erzeugt.

## Solare Energiegewinnung



Photovoltaik

[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

Solarenergie 1

28

Das Dach ist der ideale Platz zur Gewinnung von umweltfreundlicher Sonnenenergie. Solarstrom-Systeme wandeln Sonnenenergie in elektrischen Strom um - geräuschlos, emissionsfrei und ohne belastende Rückstände, Thermokollektoren unterstützen die Warmwasserbereitung.

- **Solarstrom-Systeme**
  - wandeln Sonnenenergie in elektrischen Strom dort um, wo es am wirkungsvollsten ist: auf dem Dach,
  - arbeiten geräuschlos, emissionsfrei, ohne belastende Rückstände,
  - arbeiten ohne bewegliche Teile und sind daher weitgehend wartungsfrei,
  - garantieren einen hohen Anlagenwirkungsgrad durch den Einsatz leistungsfähiger Standardkomponenten und durch Hinterlüftung jedes einzelnen Solardachmoduls,
  - werden mit öffentlichen Mitteln gefördert.
- **Das Solarstrom-System PV 700**

Das Solarstrom-System liefert das ganze Jahr über wertvolle Energie für das Haus. Das Dach wird zum idealen Platz zur Gewinnung von umweltfreundlicher Sonnenenergie. Das Solarstrom-System PV 700 anstelle der Dachziegel in die Dachfläche integriert. Das Solarstrom-System PV 700

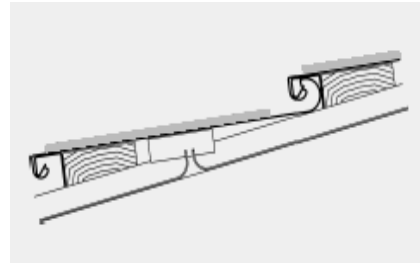
  - wird harmonisch in die Dachfläche integriert, ohne Tragschienen, Stützen, störende Aufbauten und Abdeckprofile,
  - bildet eine langlebige, wetterfeste Einheit mit dem Dach, ohne bauliche und ästhetische Kompromisse,
  - wird als komplettes System geliefert und ist leicht - zusammen mit der Dachdeckung - zu verlegen.
- **Das Solarstrom-System PV 1600**

Das Dach als Energiezentrale. Das Solarstromsystem PV 1600 wandelt Sonnenenergie in elektrischen Strom um und ist speziell für die nachträgliche Aufdach - Montage konzipiert.
- **Thermokollektoren**

Mit der Sonnenenergie deckt ein Thermokollektor bis zu 60% des jährlichen Bedarfs an Warmwasser oder er dient zur Unterstützung der Heizungsanlage. Mit den Thermokollektoren wird umweltfreundliche Wärme vom Dach erzeugt.



## Solare Energiegewinnung



[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

Solarenergie 1

30

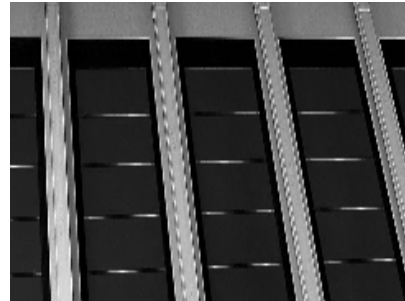
Kristalline Glas-Glas-Module, vollflächig auf QS geklebt

Modulmaße                      365 mm x 2,0 m

El. Leistung                    64 Wp

Fläche für 1 kWp            ca. 12 qm

## Solare Energiegewinnung



[www.dach-zentrum.de](http://www.dach-zentrum.de)

Solarenergie 1

31

Verbindung traditioneller Handwerkstechniken mit solarer Stromerzeugung.

Flexible Solarzellen von UNISOLAR, vollflächig verklebt mit RHEINZINK- Stehfalzscharen

Achsmaß: 430 mm

Scharlänge: 4,00 m

Decklängen: 2,90- 3,90 m

El. Leistung: 64 Wp

Fläche für 1 kWp: 20-25 qm