

## Welche Fotovoltaikanlagen gibt es?

Fotovoltaische Anlagen werden in Inselssysteme und netzgekoppelte Systeme eingeteilt.

**Inselssysteme** sind nicht mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden.

Bei der Auslegung geht man vom Energiebedarf aus, der mit dem solaren Energieertrag abgestimmt wird. Da zwischen den beiden Größen eine zeitliche Differenz existiert, werden in der Regel zusätzliche Speicher bzw. Akkumulatoren eingesetzt.

**Netzgekoppelte** Systeme sind fest mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden. Man unterscheidet hierbei zwischen Volleinspeisung und Überschusseinspeisung.

Bei der Volleinspeisung wird die gesamte erzeugte Energie in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Der hergestellte Strom läuft dabei über einen Zähler, der die eingespeiste Energiemenge misst.

Bei der Überschusseinspeisung wird der Solarstrom zunächst, wenn möglich, selbst verbraucht und der überschüssige Anteil ins Netz eingespeist. Dieser Eigenverbrauch errechnet sich aus der Differenz zwischen Ertrags- und Einspeisezähler.

## Sonneneinstrahlung und Ausrichtung? Ist mein Dach geeignet?

Für eine Abschätzung der Eignung bestehender Flächen bzw. Hausdächer für eine solare Nutzung betrachtet man die jährliche Globalstrahlung. In Deutschland beträgt die Jahressumme der Globalstrahlung zwischen 700-1200kWh/m<sup>2</sup>·a, in Südeuropa bis zu 1800kWh/m<sup>2</sup>·a. D.h. je südlicher der **Standort**, desto besser.

Mit einer Fotovoltaikanlage lassen sich 10% der Globalstrahlung in elektrische Energie umsetzen. In Hamburg kann man sicher mit 800 bis 850 kWh/kWp rechnen.

Das optimale Dach weist eine **Ausrichtung** nach Süden mit einer Neigung von 30° auf.

100% Südausrichtung: Optimum

95% werden bei einer Dachausrichtung Süd-Ost und Süd-West erreicht.

90% werden bei einer Dachausrichtung Ost bzw. West erreicht.

## Demnach sind nicht nur Süddächer für eine PV-Anlage geeignet!

Weitere Zahlen siehe auch unsere >Richtwerte Solartechnik zum Download.

Auf Verschattungsfreiheit der geplanten Dachfläche sollten Sie außerdem achten.

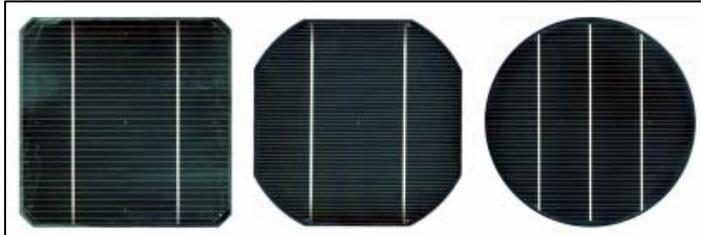
Schatten werden von Dachaufbauten wie Lüftungsschächten, Schornsteinen und Gauben geworfen, können aber auch von entfernteren Objekten wie Bäumen und Nebengebäuden ausgehen.



## SolarStrom

### Welche Zelltypen gibt es?

Im Wesentlichen gibt es zwei Technologien bzw. Zelltypen, die nach der Kristallart unterschieden werden: kristalline Zellen und Dünnschichtzellen. Der am häufigsten verwendete Werkstoff ist Silizium. Typische kristalline Zellformate sind im folgenden Bild dargestellt.



Bei den **kristallinen Zellen** gibt es wiederum zwei Typen: polykristalline und monokristalline, die sich zum einen durch den Herstellungsprozess - Aufbau der Kristallstruktur - und zum anderen durch den Wirkungsgrad unterscheiden.

Zur Herstellung von monokristallinen Siliziumzellen (Größe 10-15cm) benötigt man hochreines Halbleitermaterial. Aus einer Siliziumschmelze werden einkristalline Stäbe gezogen und anschließend in dünne Scheiben gesägt. Dieses Herstellungsverfahren garantiert relativ hohe Wirkungsgrade von ca. 16-18%. Kostengünstiger ist die Herstellung von polykristallinen Zellen (Größe 15cm). Dabei wird flüssiges Silizium in Blöcke gegossen, die anschließend in Scheiben gesägt werden. Bei der Erstarrung des Materials bilden sich unterschiedlich große Kristallstrukturen aus, an deren Grenzen Defekte auftreten. Dadurch ergibt sich ein geringerer Wirkungsgrad von ca. 13-16%.

Vor- und Nachteile der beiden kristallinen Zelltypen sind:

	Monokristalline Zellen	Polykristalline Zellen
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Große Energieausbeute pro Quadratmeter</li> <li>- Hoher Wirkungsgrad ca. 16-18%</li> <li>- Wartungsarm</li> <li>- Langlebig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kostengünstige Herstellung</li> <li>- wartungsarm</li> <li>- langlebig und stabil</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- energieintensive Herstellung</li> <li>- hohe Kosten</li> <li>- rel. Verschattungsanfällig</li> <li>- sinkender Wirkungsgrad bei steigender Modultemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- etwas geringerer Wirkungsgrad als bei monokristallinen Zellen, 13-16%</li> <li>- rel. Verschattungsanfällig</li> <li>- sinkender Wirkungsgrad bei steigender Modultemperatur</li> </ul>

Neben den kristallinen Solarzellen aus dem Halbleiter Silizium finden **Dünnschichtzellen** vermehrt Anwendung. Dieser Zelltyp ist u. a. auch aus dem enormen Kostendruck kristalliner Zellen entstanden. Für die Herstellung von Dünnschicht-Zellen werden Halbleiter als dünne Schichten auf ein Trägermaterial, wie z.B. Glas, aufgebracht wird. Am häufigsten werden die Werkstoffe amorphes Silizium, Kupfer- Indium- Diselenid (CIS) und Cadmium- Tellurid (CdTe) verwendet. Die Beschichtung beläuft sich im Mikrometerbereich, so dass diese Zellen ca. 100mal dünner als normale kristalline Zellen sind. Der geringe Material- und



## SolarStrom

Energieverbrauch für die Herstellung und der hohe Automatisierungsgrad bei der Fertigung lassen erhebliche Kostenreduktion zu. Allerdings ist der Wirkungsgrad der Zellen deutlich geringer als bei kristallinen Zellen.

Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geringe Herstellungskosten</li> <li>- geringerer Einsatz von Silizium</li> <li>- größere spezifische Energieausbeute durch bessere Ausnutzung diffuser Strahlung (nicht so stark verschattungsanfällig wie kristalline Module)</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geringer Wirkungsgrad, ca. 6-10%</li> <li>- für den gleichen Stromertrag muss mehr Solarfläche verlegt werden (i.d.R. wird die doppelte Fläche von kristallinen Modulen benötigt)</li> </ul>

### Wie funktioniert ein Solarmodul? Welche Faktoren beeinflussen ein Modul?

Ein Solarmodul besteht i.d.R. aus 36-72 in Reihe geschalteten kristallinen Zellen, wobei eine Zelle ca. 0,55V-0,72V an elektrischer Spannung produziert.

Mehrere miteinander verschaltete Solarmodule bilden zusammen den PV-Generator oder Solargenerator.

Bei Dünnschichtmodulen werden die Zellstreifen miteinander verschaltet. Die Zahl kann dabei beliebig hoch sein.

Der Ertrag der Solarmodule wird durch einige Faktoren stark beeinflusst:

- Stromproduktion ist von der verwendeten Solarzelle abhängig
- Intensive Sonneneinstrahlung erhöht die Leistung der Zellen und somit auch den Ertrag
- Hohe Modultemperaturen senken die Stromproduktion. Daher sollte man bei der Installation der Module auf geeignete Hinterlüftung achten.
- Verschattungen mindern die Stromproduktion der Zelle bzw. den damit verbundenen Ertrag. Da sie in Reihe zu den anderen Zellen verschaltet sind hemmen sie auch den Stromfluss der Nachbarzellen. So kann es kommen, dass durch Teilverschattung einzelner Module, die Leistung bzw. der Ertrag der gesamte PV Anlage überproportional vermindert wird.

### Welcher Wechselrichter ist der Richtige?

Der Wechselrichter stellt ein zentrales Element der PV-Anlage dar. In Ihm erfolgt die Umwandlung des vom Generator hergestellten Gleichstromes in netzkonformen Wechselstrom, der anschließend in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann.

Er muss darüber hinaus dafür sorgen, dass der PV-Generator im optimalen Arbeitspunkt betrieben wird (MPP-Tracker), also die maximale Leistung entnommen wird.

Bei der Wahl des geeigneten Wechselrichters müssen viele Faktoren berücksichtigt werden, wie z.B.:

- minimale und maximale Auslastung der Anlage
- Ausrichtung und Neigung des PV-Generators (sind die Module ggf. zu Teilgeneratoren auf Dachflächen unterschiedlicher Ausrichtung zusammengefasst)



## SolarStrom

---

- der Aufstellungsort (Innen- oder Außenmontage)
- Grad der Verschattung des Generators
- Schutz des Eingangs vor Überspannung

Bei PV-Anlagen mit netzgekoppelten Wechselrichtern gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Konzepte. **Strangwechselrichter** werden für jeweils zu einem Strang in Reihe verschaltete Module eingesetzt. Dabei können mehrere Wechselrichter für einen PV-Generator eingesetzt werden. Dieses Konzept wird überwiegend bei kleineren Anlagen eingesetzt bzw. bei Anlagen, wo man aufgrund unterschiedlicher Ausrichtung und Neigung sowie Teilabschattungen flexibel agieren muss.

**Zentralwechselrichter** werden für größere Anlagen eingesetzt. Dabei wird eine große Anzahl von Modulen bzw. Strängen an einen Wechselrichter gekoppelt oder die ganze PV-Anlage. Vorteilhaft ist der relativ hohe Wirkungsgrad, da es bei der Umwandlung kaum zu Spannungsverlusten kommt.

Nachteilig sind der hohe Platzbedarf und dass im Störfall ein Großteil bzw. die gesamte Anlage ausfällt.

### Wie groß sollte die Anlage sein?

Die Größe einer Anlage hängt im Wesentlichen von der Investitionskraft des Bauherren und der zur Verfügung stehenden Fläche (Dachfläche) ab.

Bei einer Standardanlage ist die benötigte Fläche vom Modultyp und den technischen Daten abhängig.

Folgende Faustformel kann hierbei angewendet werden:

- monokristalline Zellen: ca. 7-9m<sup>2</sup> pro installiertem kWp
- polykristalline Zellen: 7,5-10m<sup>2</sup>
- Dünnschichtzellen: 12-20m<sup>2</sup> (doppelter Flächenbedarf zu den kristallinen Zellen)

Als Anhaltspunkt kann man mit einer 5kWp Anlage einen Vier-Personen-Haushalt mit Strom versorgen.

### Montagearten? Dacharten?

In der Regel benötigt man für den Bau von PV-Anlagen keine Baugenehmigung. Ausnahmefälle sind Kirchen, Gebäude im Denkmalschutz und Millieuschutz. Erfragen Sie in diesen Sonderfällen bitte nötige Details bei der zuständigen Behörde.

Vor der Installation sollten Punkte wie Schadstoffbelastung (Asbest) und die Dachstatik überprüft werden. Bei einer bevorstehenden Dachsanierung kann diese ggf. mit dem PV-Anlagenbau zusammen durchgeführt werden um die Montagekosten zu reduzieren.

Bei Schrägdächern unterscheidet man zwischen Aufdach- und Indachmontage. Bei einer Aufdachmontage werden Gestell und Module parallel zur Dachebene installiert. Der Abstand zwischen Dachhaut und Modulen sorgt für eine gute Hinterlüftung.

Bei der Indachmontage muss immer für eine angemessene Schutzschicht durch die Dachbahnen gesorgt werden, um die Dichtheit des Daches auch langfristig zu gewährleisten. Die Hinterlüftung ist hier nur geringfügig gegeben, so dass die Wärme aus dem Solargenerator nur schlecht abgeleitet wird. Es kommt zu einem Leistungsverlust.

Bei Flachdächern ist eine Aufständigung der Module notwendig. Um eine gegenseitige Verschattung der Modulreihen zu vermeiden, muss ein Abstand zwischen diesen eingehalten werden. Dies führt zu einem erhöhten Platzbedarf.

## Förderung?

Das wichtigste Gesetz zur **staatlichen Förderung** ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG).

Dieses erfolgreiche Markteinführungsprogramm ist einer der wesentlichen Motoren für die Errichtung von PV-Anlagen und damit dem Ausbau von Erneuerbaren Energien.

Das EEG garantiert Produzenten von PV-Strom einen festen Vergütungssatz pro eingespeister Kilowattstunde (kWh). Nach dem EEG wird der Satz ab Inbetriebnahme der Anlage auf 20 Jahre festgelegt und somit garantiert.

Bitte beachten Sie hierbei, dass sich die Höhe der Vergütung nach der Anlagengröße und dem Inbetriebnahmedatum richtet. Je eher man die Anlage installiert, desto profitabler wird sie.

## Finanzierung?

Die KfW-Bankengruppe ist eine der attraktivsten Finanzierungsmöglichkeiten für PV-Anlagen. Sie bietet Kredite bzw. Investitionsmöglichkeiten zu sehr guten Konditionen an. Die KfW vergibt die Kredite jedoch nicht direkt. Der Antrag muss über die Hausbank erfolgen!

Unsere Kunden haben auch sehr gute Erfahrungen mit der GLS Gemeinschaftsbank gemacht.

Weitere Möglichkeiten bieten auch diverse andere Banken an. Fragen Sie einfach bei Ihrer Hausbank an.

Nützliche Adressen finden Sie auch in unserem Link-Bereich.

## Wartung und Versicherung?

Der **Wartungsaufwand** für PV-Anlagen ist relativ gering, wird aber trotzdem empfohlen, um Ausfälle über kurze bzw. lange Zeiträume zu vermeiden, aber natürlich auch um die bestehende Anlage zu optimieren.

Ganz wichtig ist auch das Bewusstsein des Anlagenbetreibers, der ebenfalls in die Verantwortung gezogen werden muss „ab und zu“ nach der Anlage zu schauen. So können gravierende Ertragsausfälle vermieden werden und Reaktionszeiten kurz gehalten werden. Im Detail sollte man den Betrieb des Wechselrichters, den Zählerstand, Verschattung/Verschmutzung der Generatorfläche, Sicherungen, Leitungen etc. im Auge haben und in regelmäßigen Abständen kontrollieren.

Gern informieren wir Sie über Möglichkeiten geeigneter Wartungen. Näheres hierzu unter „LEISTUNGEN“.

Für Ihre bestehende PV-Anlage kann eine separate **Versicherung** abgeschlossen werden. Bitte klären sie vor Abschluss der Versicherung folgende Punkte:

- welche Risiken abgedeckt sind/ welche Leistungen werden bezahlt
- wie hoch die Selbstbeteiligung ist
- wie sind die Zahlungen bei Ertragsausfall

Sie sollten die PV-Anlage bei Ihrer Gebäudeversicherung anmelden. Bitte prüfen Sie gegebenenfalls ob ein weiterer Schutz durch eine separate Solarversicherung notwendig ist.