

# Die Sonne einfangen

## Eine Photovoltaikanlage in der Praxis

### Am Beispiel der Anlage Wohnhaus Wagner

Treffen VfA-Bezirksgruppe Region Rhein-Main  
am 17.Oktober 2002

Wilhelm  
Schulte-Mattler  
Friedrich L. Bind  
Diplom-Ingenieure  
Architekten BDA · VfA



Architekten  
Schulte-Mattler und Bind  
Im Haderheck 23  
61462 Königstein im Taunus

Tel. 06174/21329  
FAX 06174/24293  
Email@architekten-s-m-bind.de  
www.architekten-s-m-bind.de

BLP Ingenieurbüro Bind  
Dipl.-Ing. Oliver D. Bind  
Troppauer Straße 11  
61440 Oberursel (Taunus)

Tel. 06171/587097  
FAX 06171/587208  
O.Bind@ingenieurbuero-Bind.de  
<http://www.ingenieurbuero-bind.de>

### **Aus Sonnenlicht wird Strom**

Mit Solaranlagen auf der Basis der Photovoltaik (PV) bezeichnet die direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie durch Solarzellen. Solarzellen können zu leistungsstärkeren Solarmodulen verschaltet werden. Mehrere Solarmodule bilden einen Solargenerator. Die Photovoltaik bildet somit von der Solarzelle bis zum Solargenerator Anwendungsmöglichkeiten in den unterschiedlichsten Leistungsbereichen. Diese werden vom Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erfasst.

In Gegensatz zu diesen Anlagen gibt es noch thermischen Solaranlagen (Solarthermieanlagen), die eine frostsicheren Wärmeträgerflüssigkeit, ein Wasser-Glykol-Gemisch in einem geschlossenen Kreis umwälzen und Warmwassererzeugen.

### **Was kann man mit einer eigenen PV-Anlage erreichen ?**

Auf Einfamilienhäusern werden in der Regel Photovoltaikanlagen mit einer Fläche von rund 20 qm und einer Leistung von rd. 2 kWp installiert. Kilowattpeak (kWp) gibt die Leistung des Solargenerators an. In unseren Breitengraden können mit einer 1 kWp-Anlage etwa 700 bis 900 kWh Strom pro Jahr erzeugt werden. Der durchschnittliche jährliche Stromverbrauch einer vierköpfigen Familie in Deutschland liegt bei etwa 4.000 kWh.

Hierbei ist die Neigung der Solarzellen zum Himmel zu beachten. Sie ist abhängig vom Abstand des Ortes vom Äquator. Am Äquator wäre die optimale Neigung 0°, in Deutschland etwa 30° Dachneigung. Der Neigungswinkel hängt nicht vom der maximalen Sonnenhöhe ab, sondern von der Sonnenhöhe in Beziehung zum jeweilig im Jahreszeitablauf erreichbaren Sonnenazimut.

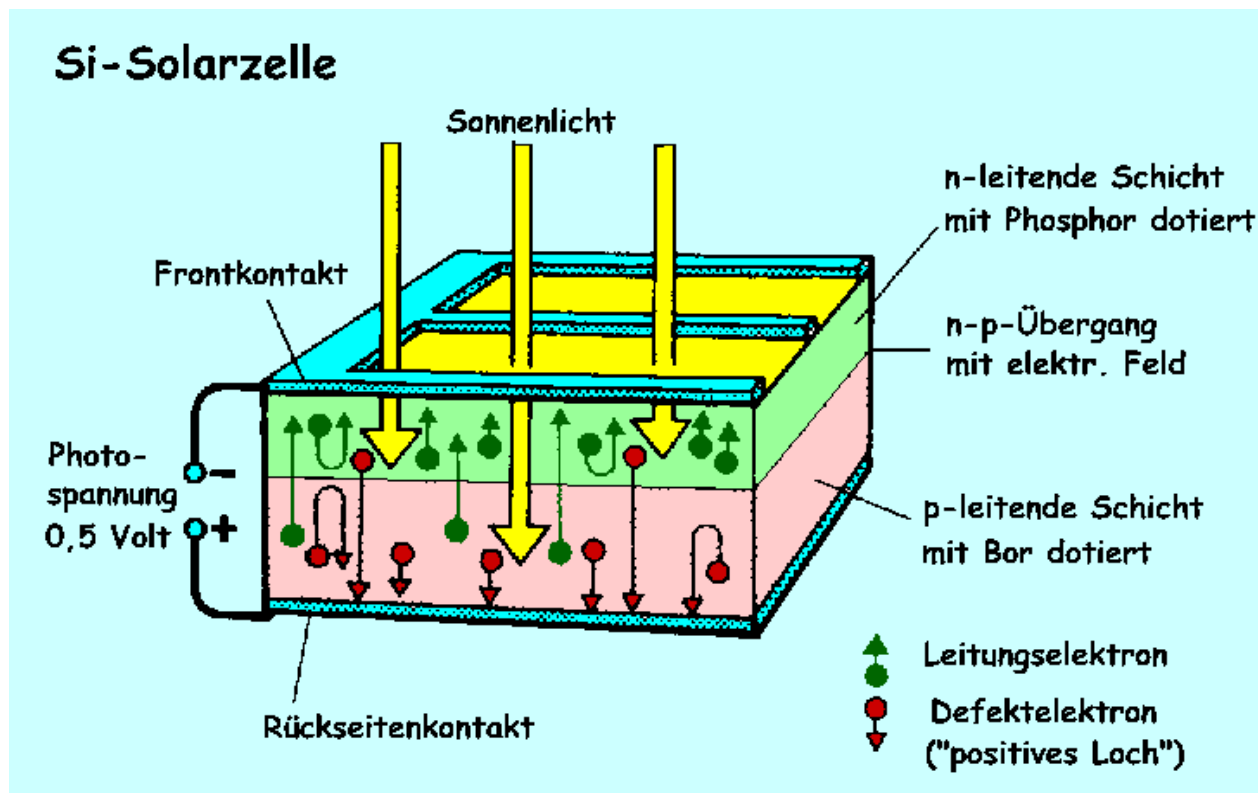
### **Wie funktioniert eine Solarzelle?**

Solarzellen versteht man zunächst Zellen, die elektrischen Strom aus Strahlung erzeugen und aus verschiedenen Halbleitermaterialien bestehen. Halbleiter sind Stoffe, die unter Zufuhr von Licht oder Wärme elektrisch leitfähig werden, während sie bei tiefen Temperaturen isolierend wirken. Über 95 % aller auf der Welt produzierten Solarzellen bestehen aus dem Halbleitermaterial Silizium (Si). Silizium bietet den Vorteil, dass es als zweithäufigstes Element der Erdkruste in ausreichenden Mengen vorhanden und die Verarbeitung des Materials umweltverträglich ist.

Zur Herstellung einer Solarzelle wird das Halbleitermaterial "dotiert". Damit ist das definierte Einbringen von chemischen Elementen gemeint, mit denen man entweder einen positiven Ladungsträgerüberschuss oder einen negativen Ladungsträgerüberschuss im Halbleitermaterial erzielen kann. An diesem Übergang baut sich ein inneres elektrisches Feld auf, das zu einer Ladungstrennung der bei Lichteinfall freigesetzten Ladungsträger führt. Über Metallkontakte kann eine elektrische Spannung abgegriffen werden. Wird der äußere Kreis geschlossen, das heißt ein elektrischer Verbraucher angeschlossen, fließt ein Gleichstrom. Siliziumzellen sind etwa 10 cm x 10 cm groß (seit kurzem auch 15 cm x 15 cm). Die an Solarzellen abgreifbare Spannung ist abhängig vom Halbleitermaterial. Bei Silizium beträgt sie etwa 0,5 V. Die Klemmenspannung ist nur schwach von der

## Die Sonne einfangen

Lichteinstrahlung abhängig, während die Stromstärke bei höherer Bestrahlung ansteigt. Bei einer 10 cm x 10 cm großen Siliziumzelle erreicht die maximale Stromstärke unter Bestrahlung von 1.000 W/m<sup>2</sup> etwa einen Wert von 2 A.



Durch die niedrige Spannung von 0,5 V der Solarzellen, werden mehrere Solarzellen zusammen in Reihe geschaltet. Damit erhöht sich die Spannung. Bei dem Wohnhaus Wagner ist es etwa 300 V. Somit kann die abgegebene Leistung besser verarbeitet werden. Nachteilig ist die Reihenschaltung bei Abschattung z.B. von Bäumen und Kaminen. Werden einzelne, in Reihe geschaltete Solarzellen nicht ausreichend bestrahlt geben sie keinen Strom ab und wirken somit als Isolator. Dies führt dazu, dass die gesamte zusammengeschaltete Gruppe keine oder stark reduzierte abgibt, obwohl durch die Summe der einzelnen Leistungen mehr möglich wäre. Abhilfe schafft hier nur die richtige Planung der Anlage. Bei der Planung ist streng auf Beschattung zu achten, mit dem Ziel die Beschattung für einzelnen Solarmodule möglichst kurz oder gleich lang für alle Modulgruppen zuhalten. Gegebenenfalls darf das gesamte Dach nicht gleichmäßig mit Solarzellen belegt werden.

Die Leistung einer Solarzelle ist auch temperaturabhängig. Höhere Zelltemperaturen führen zu niedrigeren Leistungen und damit zu einem schlechteren Wirkungsgrad. Das führt dazu, dass auch an einem heißen Sommertag die Solarzelle weniger Leistung erbringt als an einem kühleren Spätsommer- oder gar sehr warmen Herbsttag.

Je nach Kristallart unterscheidet man drei Zelltypen: monokristallin, polykristallin und amorph. Zur Herstellung von monokristallinen Siliziumzellen benötigt man hochreines Halbleitermaterial. Aus einer Siliziumschmelze werden einkristalline Stäbe gezogen und anschließend in dünne Scheiben gesägt. Dieses Herstellungsverfahren garantiert relativ

## Die Sonne einfangen

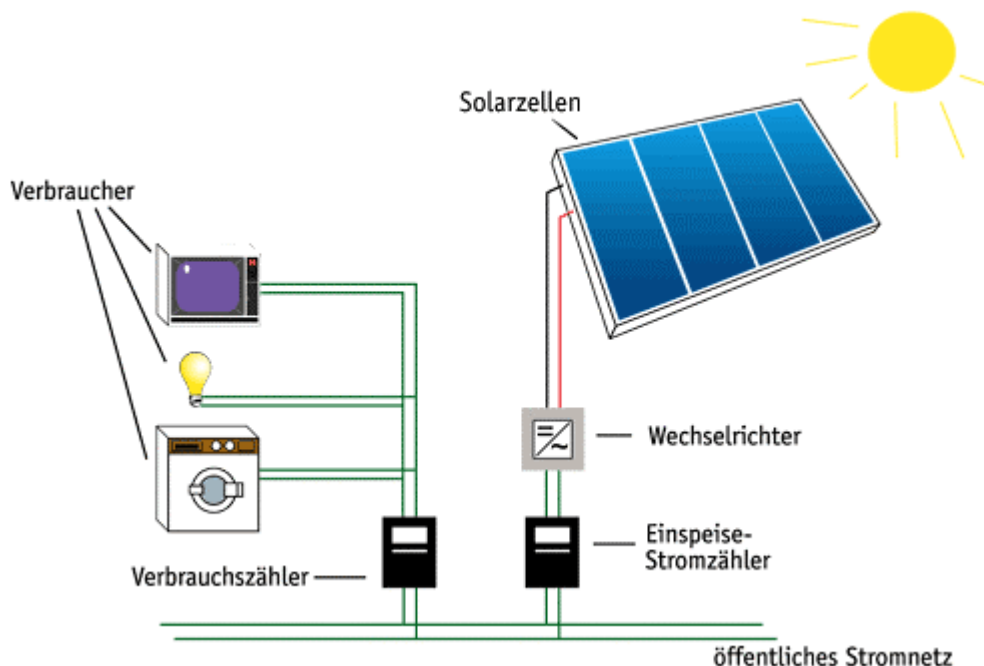
---

hohe Wirkungsgrade. Kostengünstiger ist die Herstellung von polykristallinen Zellen. 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. Diese Kristalldefekte haben einen geringeren Wirkungsgrad der Solarzelle zur Folge. Wird auf Glas oder anderes Substratmaterial eine Siliziumschicht abgeschieden, spricht man von amorphen- oder Dünnschichtzellen. Die Schichtdicken betragen weniger als  $1\ \mu\text{m}$  (Dicke eines menschlichen Haares:  $50\text{-}100\ \mu\text{m}$ ), so dass die Produktionskosten allein wegen der geringeren Materialkosten niedriger sind. Die Wirkungsgrade amorpher Zellen liegen allerdings noch weit unter denen der anderen beiden Zelltypen. Anwendung finden sie vor allem im Kleinleistungsbereich (Uhren, Taschenrechner) oder als Fassadenelemente. Amorphe Zellen haben als kommerzielle Solaranlage keine Bedeutung.

Einzelne Verlustmechanismen (Photonen mit zu geringer Energie werden nicht absorbiert, Photonen- Überschussenergie wird in Wärme umgewandelt) können nicht weiter optimiert werden, weil sie aus physikalischen Gründen durch das verwendete Material vorgegeben sind. Dies führt zu einem theoretisch maximalen Wirkungsgrad von beispielsweise etwa 28 % bei kristallinem Silizium.

Um für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche geeignete Spannungen bzw. Leistungen bereitstellen zu können, werden einzelne Solarzellen zu größeren Einheiten miteinander verschaltet. Eine Serienschaltung der Zellen hat eine höhere Spannung zur Folge, eine Parallelschaltung einen höheren Strom. Die typischen Nennleistungen wird in  $W_{\text{peak}}$  angegeben. Die Kenndaten der Solarmodule beziehen sich auf die Standardtestbedingungen von  $1000\ \text{W}/\text{m}^2$  Sonneneinstrahlung bei  $25\ ^\circ\text{C}$  Zelltemperatur. Zum Vergleich, kann eine Zelle im Hochsommer leicht  $50\text{-}70\ ^\circ\text{C}$  Zelltemperatur erreichen.

### **Wie kommt der Strom nun in die Steckdose ?**



Solarzellen erzeugen entgegen des normalen Verbrauchsnetzes nur Gleichstrom. Dieser muss zum Gebrauch als 230 V-Netzstrom mit Wechselrichtern in Wechselstrom umgewandelt werden. Danach kann die Spannung frei genutzt werden oder über einen üblichen Elektrozähler, der lediglich andersherum angeschlossen ist, in das Stromnetz eingespeist werden.

Hier muss nun zwischen zwei grundsätzlichen Betriebsarten von Photovoltaikanlagen unterschieden werden. Zum einen den „Inselbetrieb“, daher sind die Solarzellen als alleinige Stromerzeuger vorgesehen. Dieses wird auf Inseln, beispielsweise Gartenhütten und Campinganlagen genutzt. Dort kann gegebenenfalls auf Wechselrichter sogar verzichtet werden. Als Speicherung kommt dann eine normale Batterieanlage in Betracht.

Zum anderen die Netzgekoppelte PV-Anlagen. Sie sind mit dem öffentlichen Stromversorgungsnetz verbunden. Der vom Anlagenbetreiber erzeugte und nicht unmittelbar verbrauchte Solarstrom wird in das öffentliche Netz eingespeist. Liefert die PV-Anlage keinen Strom, obwohl Bedarf besteht (z.B. bei Dunkelheit), kann Strom vom Energieversorgungsunternehmen (EVU) bezogen werden. In Deutschland wird üblicherweise über zwei getrennte Zähler mit Rücklauf Sperre die Solarstromlieferung vom Anlagenbetreiber an das Netz (Einspeisezähler) und die Stromlieferung des EVU an den Anlagenbetreiber (Bezugszähler) festgehalten. Bei den geltenden Förderbedingungen wird der erzeugte Solarstrom komplett in das öffentliche Netz eingespeist. Der im Haushalt benötigte Strom wird also wie bisher vom Energieversorgungsunternehmen bezogen. Der Netzbetreiber muss den in das öffentliche Netz gelieferten Solarstrom entsprechend dem Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) mit 48 ct pro kWh vergüten. Voraussetzung für die Netzanbindung ist die Installation eines Wechselrichters, der die vom Solargenerator abgegebene Gleichspannung in netzkonforme Wechselspannung umsetzt. Die Eingangsleistung des Wechselrichters sollte möglichst gut an die Ausgangsleistung des Solargenerators angepasst sein. Der Wechselrichter betreibt den Solargenerator immer im Punkt seiner maximalen Auslastung und verfügt über eine selbsttätige Ein- und Ausschaltfunktion.

In unseren Breiten gewährt ein in Südausrichtung bei 30° Dachneigung installierter Sonnengenerator den maximalen Energieertrag. Von diesen "Optimalbedingungen" abweichende Dachflächen, z.B. mit einer Südwest- oder Südost-Ausrichtung von  $\pm 45^\circ$  sowie einem Neigungswinkel von 10° bis 50°, können ebenfalls problemlos genutzt werden, da sich hier der jährliche Anlagenertrag nur geringfügig (ca. 5%) vermindert. Auf Flachdächern können die Solarmodule im optimalen Winkel aufgeständert werden.

Der Vorteil des Netzparallelbetriebs ist, dass der Verbraucher immer genug Strom bekommt, unabhängig von der Leistung der Solarzellen. Der Nachteil ist die Abhängigkeit vom Stromnetz. Der Einspeisung richtet sich nach den Verhältnissen im Stromnetz. Das führt dazu, dass bei Netzausfall auch kein Strom in das Stromnetz eingespeist wird. Somit ist eine Photovoltaikanlage in Netzparallelbetrieb nicht als Netzersatzanlage geeignet.

### ***Strom-Einspeise-Vergütung nach dem Erneuerbaren-Energie-Gesetz EEG***

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist am 25. Februar vom Gesetzgeber verabschiedet worden und trat am 1.4.2000 in Kraft. Der von Photovoltaikanlagen erzeugte und in das öffentliche Stromnetz eingespeiste Strom wurde nach er alten

## Die Sonne einfangen

---

Stromeinspeisungsvergütung mit etwa 8,7 ct vergütet. Nach der Gesetzesregelung müssen die Energieversorger (EVU) jede in das öffentliche Stromnetz eingespeiste Kilowattstunde Strom mit 48,1 ct vergüten.

Finanziert wird die kostenorientierte Solarstromvergütung durch eine Umlage auf den Strompreis aller Verbraucher, die mit 0,051 ct/kWh in den nächsten 4 Jahren festgelegt ist. Die Kumulationsmöglichkeit der Solarstromvergütung nach dem EEG mit anderen Förderprogrammen, macht Photovoltaikanlagen jetzt auch wirtschaftlich interessant. Das EEG beinhaltet folgende wichtige Punkte für Solarstromanlagen:

- Die garantierte Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen, die bis zum 31.12.2002 ans Netz gehen beträgt 48 ct/kWh (§ 8 EEG). Danach jährlich 5% weniger, für Anlagen, die danach ans Netz gehen.
- Die Einspeisevergütung wird für eine Laufzeit von 20 Jahren garantiert gewährt (§ 9 EG).
- Der Netzbetreiber (EVU) muss den gesamten erzeugten Solarstrom vergüten, nicht nur den Überschussstrom (§ 3 EEG)
- Die Solarstromanlagen, die nach dem EEG berücksichtigt werden, sind in der Größe auf 5 MWp beschränkt.
- Zusätzlich zu den Förderungen zur Abnahmegarantie aus dem EEG fördert der Bund über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) den Bau von Photovoltaikanlagen mit zinsgünstigen Krediten aus dem 100.000 Dächerprogramm.
- Zusätzliche fördern einige Bundesländer Photovoltaikanlagen aus eigenen Förderprogrammen.

Das EVU ist zur Abnahme des Stromes verpflichtet. Es besteht daher ein gesetzlicher Abnahmevertrag. Trotzdem wird mit dem EVU ein schriftlicher Abnahmevertrag geschlossen, in dem die Laufzeit noch einmal festgeschrieben ist und die Gebühren und Modalitäten für Stromzähler und Inkasso geregelt sind. Diese Punkte sind freiverhandelbar. So kann der Stromzähler auch vom Eigentümer der Solaranlage gestellt werden. Er ist aber dann auch zur korrekten Abrechnung und Inkasso verpflichtet. Darüber hinaus muss er die Anlage und den Stromzähler in ordnungsgemäßen Zustand erhalten.

### **Was wird mit dem 100.000 Dächerprogramm gefördert ?**

Der Bund fördert die Errichtung und Erweiterung von Photovoltaik- bzw. Solarstrom-Anlagen ab einer Spitzennennleistung von ca 1 kWpeak (kWp) im gesamten Bundesgebiet mit zinsgünstige Kredite. Diese sind im ersten Jahr tilgungsfrei.

Gefördert werden:

- Privatpersonen, Vereine, private Stiftungen, Freiberuflich Tätige

## Die Sonne einfangen

---

- kleine und mittlere private gewerbliche Unternehmen, die weniger als 250 Personen beschäftigen und deren Jahresumsatz höchstens 40 Mio EUR oder deren Bilanzsumme höchstens 27 Mio EUR erreicht und die nicht zu 25 % oder mehr im Besitz von einem oder die genannten Grenzen nicht einhalten

Es werden 5 kWp installierte Leistung bis zu 6.230 EUR je kWp gefördert. Bei größeren Anlagen wird der über 5 kWp hinausgehende Leistungsanteil mit bis zu 3.115 EUR je kWp gefördert. Der Kredithöchstbetrag beträgt 500.000 EUR

Die Kreditlaufzeit beträgt max. 10 Jahre bei bis zu 2 tilgungsfreien Anlaufjahren. Der Zinssatz im 100.000 Dächer-Solarstrom-Programm ist fest für die gesamte Laufzeit. Die jeweils geltenden Nominal- und Effektivzinssätze. Dieser beträgt zur Zeit 1,91 %. Die Darlehen werden zu 100 % ausgezahlt.

Während der tilgungsfreien Anlaufjahre sind lediglich die Zinsen auf die ausgezahlten Kreditbeträge zu leisten. Nach Ablauf der tilgungsfreien Anlaufjahre werden die Kredite in gleich hohen Halbjahresraten getilgt. Der Kredit kann jederzeit außerplanmäßig getilgt werden.

Die Kredite sind banküblich zu besichern, z. B. durch Grundschulden, Bürgschaften oder Sicherungsübereignung der Anlage. Form und Umfang der Besicherung werden im Rahmen der Kreditverhandlungen zwischen dem Kreditnehmer und seiner Hausbank vereinbart.

Die Mittel aus dem 100.000-Dächer-Solarstrom-Programm sind grundsätzlich mit Fördermitteln aus öffentlichen Haushalten kombinierbar. Der Kreditbetrag vermindert sich hierbei um den Betrag, der aus anderen öffentlichen Mitteln des Bundes, der Bundesländer oder der Kommunen in Form von Förderkrediten, Zulagen oder sonstigen Zuschüssen gewährt wird.

Die ordnungsgemäße Verwendung der Mittel ist innerhalb von neun Monaten nach Darlehensauszahlung durch Vorlage des dafür vorgesehenen Formulars bei der durchleitenden Bank nachzuweisen.

Der Kredit wird über die jeweilige Hausbank abgewickelt. Er muss dort vor Errichtung der Anlage gestellt werden.

### ***Baugeschichte des Wohnhauses Wagner***

Das Wohnhaus Wagner ist 1969/70 errichtet worden. Damals mit dem einzigen Medium „Strom“. Es hat kein Gas kein Öl ! Geheizt wird schon immer mit einer elektrische Fußbodenflächenheizung. Warmwasser ebenfalls mit Strom erzeugt bei 3 Bädern. Gekocht wird ebenfalls mit Strom.

1999 gab es die erste Überlegungen das Dach zu erneuern und den gering nutzbaren Dachraum, 1 Zimmer und Kleinküche und Duschbad zu erweitern und zu einer separaten Wohnung mit eigenem Zugang auszubauen.

2001 Frühjahr wurden diese Überlegungen wiederaufgenommen. Im April folgte dann die Entwurfsplanungen. Es wurde vom Bauherren entschieden, dass Strom als alleiniges Versorgungsmedium beizubehalten.

## Die Sonne einfangen

---

Der Hinweis zur Photovoltaikanlage kam seitens des Bauherrn von einem Messebesuch. Die Gründe sind Firstrichtung exakt Nord-Süd und die große unverbaute Dachfläche, mit gut 22 Grad Dachneigung.

Im Juli 2001 wurde der Bauantrag für den Ausbau der Wohnung und mit den Angaben für die geplante Anlage gestellt. Es werden rd. 160m<sup>2</sup> auf dem Südwestdach geplant, die eine Normleistung von 7,69 KWpeak erreichen sollen. Im September dann entscheidet sich der Bauherr für ein Blechdach. Kurz vor Weihnachten 2001 wurde die Anlage in Betrieb genommen. Durch den hohen Schnellbelag auf dem Blechdach wurde im Januar und Februar praktisch kein Strom geliefert.

Im Wohnhaus Wagner wurden die Solarzellen auf eine Blechträger aufgebracht. Die einzelnen Blechplatten, insgesamt 73 Stück in verschiedenen Größen, wurden mit genormten Steckverbinden zusammen gesteckt. Es wurden 4 Gruppen Wechselrichtern zu je 2 Strängen gebildet.

Die Blechplatten wurden zum einen mit 64 Wpeak pro Stück und mit 128 Wpeak pro Stück geliefert. Die Platten wurden, wegen Ihrer unterschiedlichen Größe zu Gruppen zu ungefähr 2000 Wpeak zusammen gestellt. Somit konnten 4 jeweils 2000 W starke Wechselrichter verwendet werden. Insgesamt befindet sich auf dem Dach des Wohnhauses Wagner etwa eine Solaranlagen mit einer Leistung von 7680 Wpeak. Die Größe der Solarmodule beträgt zusammen etwa 158 m<sup>2</sup>, somit kommt man auf einen Anlagenwert netto von etwa 50 Wpeak pro m<sup>2</sup>. Wohlgermerkt genormte Spitzenleistung. In dieser Größenordnung stellt diese Anlage eine mittelgroße bis große Anlage für Privatleute dar.

Seit Anfang März bis Ende September 2002 sind 5 568 KWh über den Zähler gelaufen, d.h. pro Monat knapp 800 KWh , die das EVU mit 50,62 ct vergütet. Wir schätzen die Gesamtleistung mit 7400 kWh im ersten Jahr. Das sind 96 % der Sollleistung.

### ***Die Leistung und Kosten der Anlage auf dem Wohnhaus Wagner***

Wenn man eine solche Anlage bauen will muss man sich über folgende grundsätzlichen Bewertungen Gedanken machen :

- Größe der nutzbaren Flächen
- Himmelsrichtung damit optimalste Nutzung der Sonnenscheindauer
- Dachneigung
- Schattenwurf - von eigenen Dachaufbauten, durch Bäume und Pflanzen, durch Nachbargebäude, bei Neubaugebieten auch durch die noch mögliche Bebauung
- Funktionsflächen für Zähler und Wechselrichter
- Elektrischen Hausanschluss, ob er groß genug ist
- Wirkungsgrad der Anlage
- Gewährleistung und Garantien, vom Hersteller 20 Jahre Garantie bei mind. 80% der Anfangsleistung

Die Entscheidungsgründe für Thyssen-Solartek waren vor allem die Blechdachlösung wegen den kurzen Ausführungsfristen.



## Die Sonne einfangen

---

Die Mehrkosten für die Dachfläche mit Photovoltaik betragen etwa 70 000,00 EUR , ohne die Wechselrichter, die Kabel und neuen Zählereinrichtung und die Nebenkosten. Daher betragen die Gesamtkosten rd. 84 000,00 EUR. Im Wohnhaus Wagner musste zusätzlich der Zählerplatz und Hauptverteiler komplett neu eingerichtet werden und die Wechselrichter sollten im Zählerraum im Keller untergebracht sein. So stiegen die Gesamtkosten auf rd. 99 000,00 EUR

Öffentliche Förderung durch die KfW beträgt für diese Anlage etwa 44 000,00 EUR durch zinsverbilligtes Geld, zur Zeit fallen nur 1,91 % Zinsen an. Die ersten beiden Jahre sind tilgungsfrei. Das Darlehen ist innerhalb 10 Jahren zurückzuzahlen. 45 000,00 bleiben als EUR Eigenmittel. Für die Dauer von 20 Jahren subventioniert der, laut Gesetz, Staat den eingefangenen Strom mit 50,62 ct pro kWh garantiert.

Auf der steuerliche Seite sollte geprüft werden nicht eine Firma als Betreiber der Anlage zuzugründen. Wer Möglichkeiten hat die Umsatzsteuer zu optimieren sollte sich beraten lassen. Je nach steuerrechtlichem Stand des Bestellers ist es möglich Abschreibungen und Umsatzsteuervorteile zu nutzen. Die Betriebskosten können dann auch als Bewirtschaftungskosten steuermindernd auswirkend. Aber Achtung : Sollte die Anlage geringere Einnahmen bringen, als in der Summe der Herstellungskosten Ausgaben waren, will das Finanzamt mögliche Steuervergünstigungen wieder zurück haben - auch nach Jahren!

Die Einnahmen pro Jahr liegen in unserem Fall: bei etwa 7000 kWh bei 4.100,00 EUR brutto. Bei 7.400,00 kWh etwa 4.350,00 EUR brutto. Wenn sich die Leistung der Anlage in 20 Jahren auf 80 % senkt dann leistet die Anlage etwa 5 % pro Jahr weniger.

Fazit: Für das geliehene Kapital sind jährlich rd. 840,00 EUR und für die Eigenmittel bei 4 % Verzinsung rd. 1.800,00 EUR anzunehmen, das ergibt zusammen rd. 2.640,00 EUR Ausgaben pro Jahr. Es bleibt ein Überschuss von rd. 1.500,000 EUR für die Kapitalerneuerung. In unserem Fall ist das zuwenig, um von einem Geschäft zu sprechen. Könnte lediglich die Abschreibung, die Umsatzsteueroption und die Gewinn- und Verlustrechnung könne dieses verbessern, aber nicht vollständig.

### **Was bringt die Photovoltaikanlage für die EnEV ?**

Die Energieeinsparungsverordnung gilt seit dem 1.2.2002. Sie sieht vor, dass das zu errichtende oder zu veränderte Gebäude bestimmte Energie- und Energieverlustwerte einzuhalten hat. Das Wohnhaus Wagner unterliegt nicht der EnEV, trotzdem hier eine kleine Betrachtung:

Durch die allgemeine baulichen Maßnahmen

- Zusätzlich 20 cm Mineralwollgedächtdämmung
- Zusätzlich 12 cm Dämmung der Außenwände

Die unseren Berechnungen nach den Wärmeverlust auf 1/3 des jetzigen senken werden erbringen erheblich Kostensenkungen.

## Die Sonne einfangen

---

Bisher haben die Wagners pro Jahr 4.100,00 EUR Stromkosten, davon nur für die Heizung die Hälfte daher 2.000,00 EUR. Wir denken also, dass die Eheleute Wagner in Zukunft mit 700,00 EUR pro Jahr auskommen werden.

Wir gehen in unserem Fall davon aus, dass sowohl Dach und Wand nach 30 Jahren und mehr eine Erneuerung bzw. eine Renovierung brauchten. Rechnet man das nicht, sondern nur die Kosten für die Dämmmaßnahmen von ----- EUR so sind mit der voraussichtlichen Heizkosteneinsparung von rd.1.300,00 EUR pro Jahr auf die Dauer von 10 Jahren die wieder hereingeholt. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass die Energiekosten in Zukunft wesentlich steigen, die Investition aber über die ganze Lebensdauer des Objektes erhalten bleibt.

Auf der Anlagenseite sehen wir, dass im Wohnhaus Wagner als Bestandsanlage rein elektrisch beheizt und warmwassererzeugt wird. Die Belüftung erfolgt mit Fensterlüftung. Dies führt laut EnEV zu einem Anlagenfaktor  $e_p = 3,0$ . Das A/VE –Verhältnis beträgt etwa 0,6. Hiermit verlagert die EnEV einem Jahres-Primärenergieverbrauch von 118,11 kWh/(m<sup>2</sup>a). Unter günstigsten Bedingungen, unter Annahme einer Dämmung und Verbrauches eines Niedrigenergiehauses erreichen man aber einen Jahres – Primärenergieverbrauch von 254,92 kWh/(m<sup>2</sup>a). Dieses liegt vor allem an dem sehr hohen  $e_p$  – Faktor. Eine noch höher Dämmung wäre unwirtschaftlich und eine Photovoltaikanlage leider nicht ausreichend berücksichtigt, denen Photovoltaikanlage haben keinen Einfluss auf die ENEV

Selbst wenn eine nunmehr geforderte Wärmerückgewinnungsanlage eingebaut würde, würde der Anlagefaktor nur auf  $e_p = 2,0$  zurückgehen, damit wären die 118,11 kWh/(m<sup>2</sup>a ) immer noch mit Jahres –Primärenergieverbrauch <sub>ist</sub> von etwa 170 kWh/(m<sup>2</sup>a) schwer zu erreichen. Obwohl mit einem Jahres-Energieertrag von etwa 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) durch die Photovoltaikanlage gerechnet werden kann.

Fazit: Es gibt Anlagen mit besseren Wirkungsgraden, aber auch viel schlechtere. Der Stromeintrag ist immer vom Standort anhängig. Die Kosten bei Neubauten sind immer geringer als bei Bestandsgebäuden. Die Beihilfekosten müssen für Anlagen auf Bestandsgebäuden sehr sorgfältig ermittelt werden.

### Quellen

Dokumentation Thyssen Bauelemente

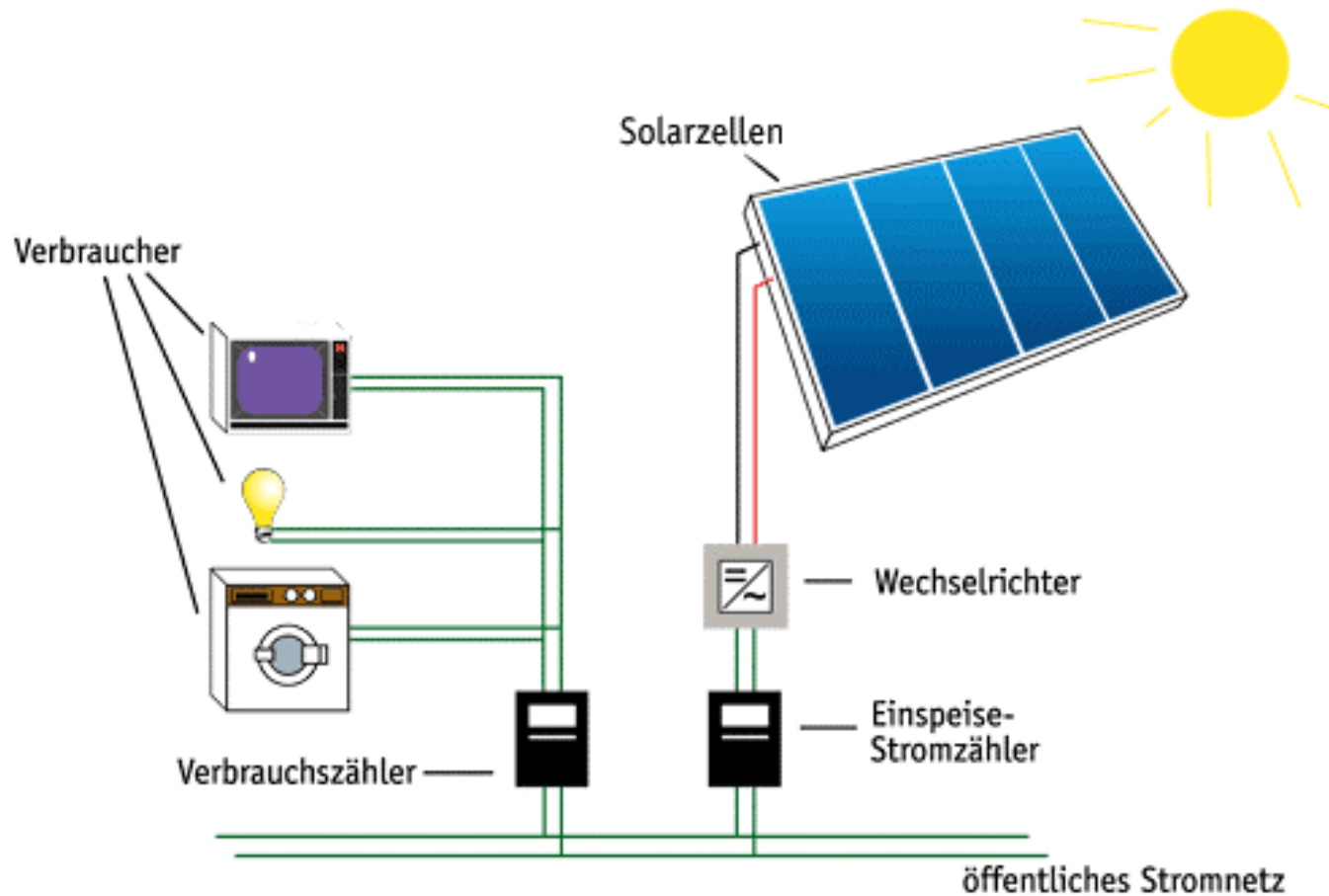
[www.solarinfo.de](http://www.solarinfo.de)

[www.solarserver.de](http://www.solarserver.de)

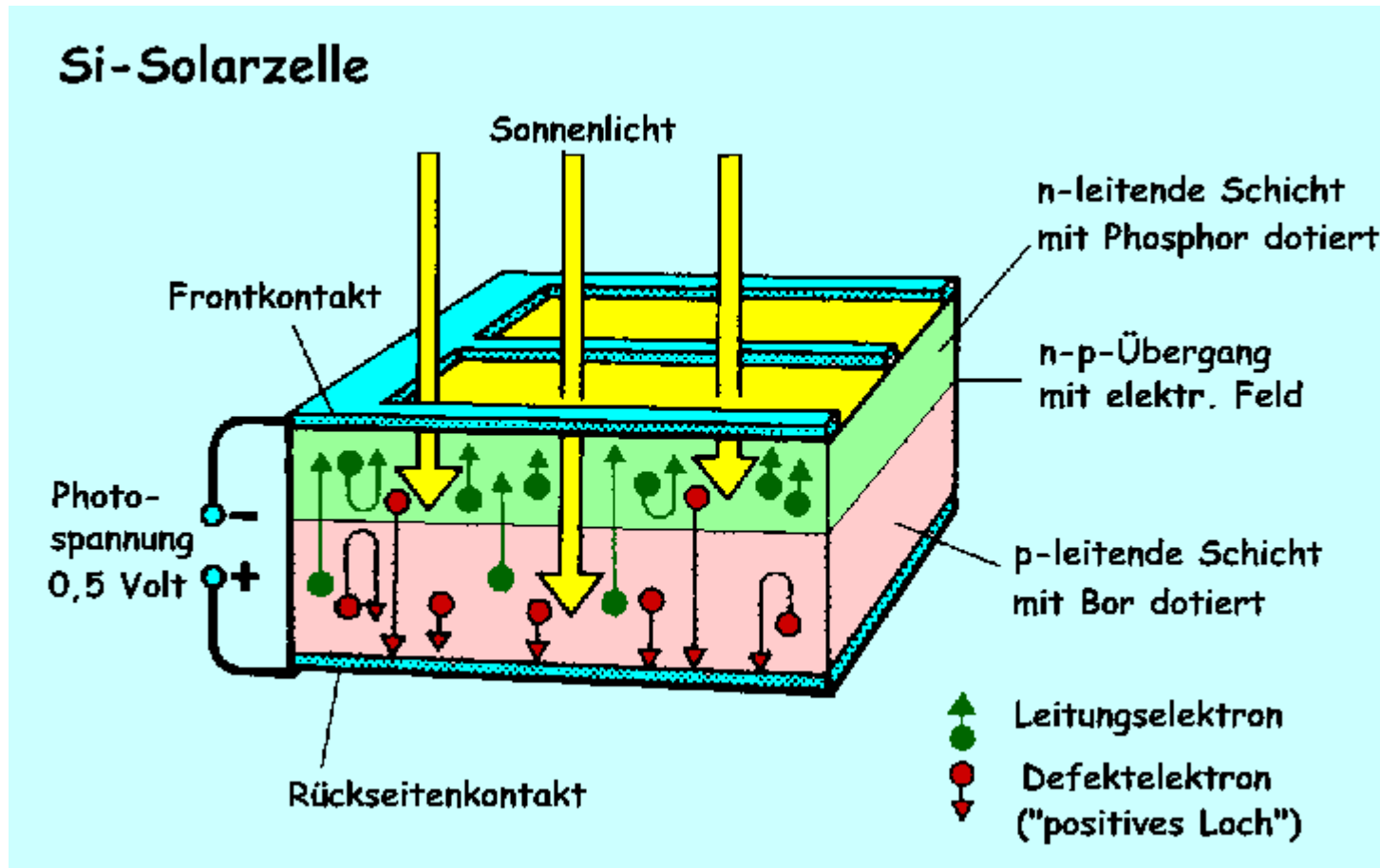
[www.kfw.de](http://www.kfw.de)

[www.enev.de](http://www.enev.de)

# Wie kommt der Strom in die Steckdose ?



# Wie funktioniert eine "Solarzelle" ?



# Was bringt das EEG ?

- Die garantierte Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen, die bis zum 31.12.2002 ans Netz gehen beträgt 48,1 ct/kWh (§ 8 EEG). Danach jährlich 5% weniger, für Anlagen, die danach ans Netz gehen.
- Die Einspeisevergütung wird für eine Laufzeit von 20 Jahren garantiert gewährt
- Der Netzbetreiber (EVU) muss den gesamten erzeugten Solarstrom vergüten, nicht nur den Überschussstrom.
- Die Solarstromanlagen, die nach dem EEG berücksichtigt werden, sind in der Größe auf 5 MWp beschränkt.
- Zusätzlich zu den Förderungen zur Abnahmegarantie aus dem EEG fördert der Bund über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) den Bau von Photovoltaikanlagen mit zinsgünstigen Krediten aus dem 100.000 Dächerprogramm.
- Zusätzliche fördern einige Bundesländer Photovoltaikanlagen aus eigenen Förderprogrammen. Hessen fördert nur Anlage, die nicht über das 100.000 Dächerprogramm gefördert werden.

# Das 100.000 Dächerprogramm

- Gefördert werden Neuanlagen bis 5 kWp installierte Leistung 6557,00 EUR pro kWp darüber 3279,00 EUR pro kWp.
- Gefördert werden Privatpersonen und Betriebe mit 100 % in Privatbesitz und nicht mehr als 250 Beschäftigte.
- Gefördert wird bis maximal 500.000,00 EUR.
- Die maximale Kreditlaufzeit beträgt 10 Jahre bei höchstens 2 tilgungsfreien Jahren.
- Der Zinssatz gilt der jeweilige Nominal- und Effektivzins nach PangV.
- Die Auszahlung beträgt 100 %, das Anlaufjahr ist tilgungsfrei.
- Die Kreditanträge werden über die Hausbank gestellt.
- Der Antrag muss vor Errichtung der Anlage gestellt werden.