



# Praxis Power Check

Anlagen mit Komponenten der  
Solar-Fabrik AG

Klaus Kiefer  
August 2003



**Fraunhofer** Institut  
Solare Energiesysteme

## 1 Vorbemerkungen

Die Solar-Fabrik AG führte zur Sicherstellung der Qualität ihrer Produkte einen „Check der Energieerträge“ durch. Über eine breit angelegte Mailing-Aktion wurden Eigentümer von Solar-Fabrik Anlagen dazu aufgefordert, Leistungs- und Energieertragswerte ihrer Anlagen abzugeben. Damit diese Angaben auch eine seriöse Grundlage haben, wurden die Belege über die Abrechnung der Netzeinspeisung mit dem örtlichen Energieunternehmen verlangt. Das Fraunhofer ISE wurde mit der Auswertung der eingegangenen Daten beauftragt. Auf die Auswahl der Anlagen hat das Fraunhofer ISE keinen Einfluss.

Die nachfolgenden Auswertungen beziehen sich auf 79 netzgekoppelte PV-Anlagen, die im Jahr 2000 und 2001 ans Netz gingen. Die meisten Anlagen sind auf Schrägdächern montiert und haben einen Solargeneratorleistung bis 5 kWp. Bis auf drei Anlagen befinden sich alle Anlagen südlich des 49. Breitengrades in Baden Württemberg und in Bayern.

Die Ausrichtung und der Neigungswinkel des Solargenerators ist hinsichtlich des Jahresertrages eine wichtige Größe. Ist der Solargenerator zwischen Südosten und Südwesten ausgerichtet und liegt der Neigungswinkel zwischen 20 und 40 Grad, ist der Minderertrag gegenüber dem Optimum von 30 Grad und Südausrichtung kleiner 2 Prozent. Nur bei vier Anlagen liegen die Solargeneratoren geringfügig außerhalb dieses Bereiches.

## 2 Ergebnisse

Die 79 untersuchten Photovoltaik-Anlagen haben im Mittel im Jahr 2002 einen Jahresertrag von 918 kWh/kWp. Die Verteilung in Bild 1 zeigt eine auffällige Häufung der Jahreserträge im Bereich von 950 bis 1000 kWh/kWp. Zwei Drittel der Anlagen erreichen einen Ertrag größer 900 kWh/kWp. Nur wenige der Anlagen liegen bei Erträgen kleiner 850 kWh/kWp. Das ist ein sehr gutes Ergebnis, zumal das Jahr 2002 eher ein durchschnittliches Sonnenjahr war. Auswertungen aus anderen Vorhaben wie zum Beispiel „Sonne in der Schule“ und „Kirchengemeinden für die Sonnenenergie“ ergaben für den süddeutschen Raum einen Mittelwert von 840 kWh pro kWp.

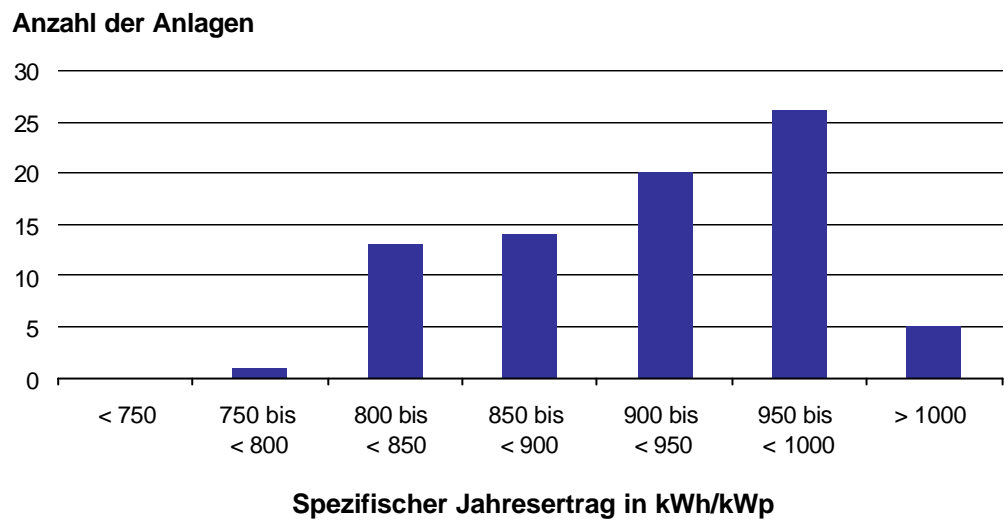


Bild 1

Verteilung des Jahresertrages sämtlicher Anlagen für 2002

In Bild 2 ist Verteilung der Leistungsklassen der Anlagen dargestellt. Etwa 75 % der Anlagen liegen in Bereich von 2 bis 5 kWp, die typische Anlagengröße bei Einfamilienhäusern .

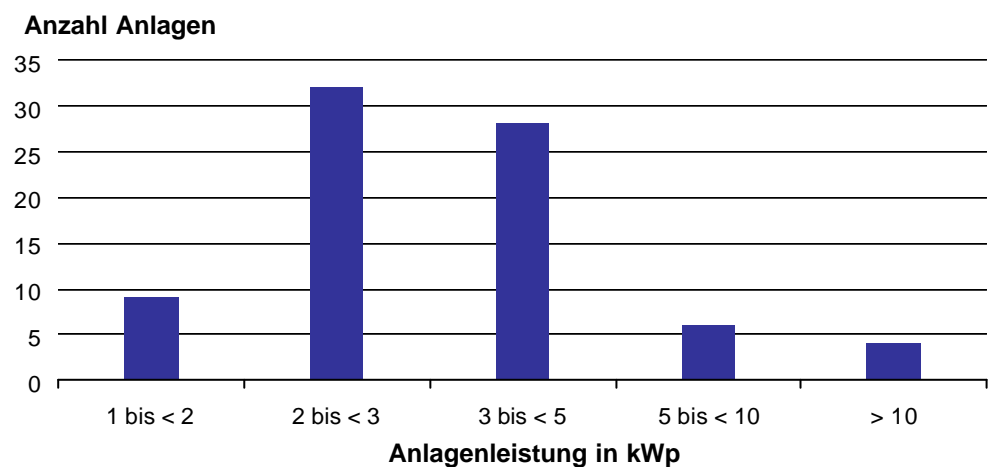


Bild 2:

Verteilung der installierten Leistung der PV-Anlagen

Die besten Anlagen erreichen Werte um die 1000 kWh/kWp. Diese Maximalwerte sind jedoch auch für einen Standort in Süddeutschland nur zu erreichen, wenn folgende Gegebenheiten erfüllt sind:

- keine Verschattung des Solargenerators und gute Hinterlüftung der Module

- optimale Ausrichtung und optimaler Neigungswinkel des Solargenerators
- die Leistung der eingesetzten Solarmodule liegen bei den vom Hersteller angegebenen Nennwerten
- hoher Wirkungsgrad, hohe Verfügbarkeit und gutes Regelverhalten der eingesetzten Wechselrichter
- optimale Auslegung der Anlage

In der nachfolgenden Tabelle sind die Standorte der Anlagen mit den besten Ergebnissen in 2002 (Jahreserträge größer 950 kWh/kWp) aufgeführt. Die Einstrahlungsdaten haben wir aus den Meteo-Satellitenbildern für jeden Standort ermittelt (siehe Spalte Einstrahlung). Die Genauigkeit für den Wert der solaren Einstrahlung liegt bei 5 %, also im Bereich der Messgenauigkeit von handelsüblichen Strahlungssensoren.

Die Jahressummen liegen sehr eng um den Mittelwert von 1265 kWh/m<sup>2</sup>. Der höchste Einstrahlungswert mit über 1300 kWh/m<sup>2</sup> wurde in Haag östlich von München ermittelt. Alle Einstrahlungswerte beziehen sich auf die geneigte Solargeneratorfläche.

Die Performance Ratio, ein international anerkanntes Maß für die Qualität von Photovoltaik-Anlagen, liegt bei den in Tabelle 1 aufgeführten Anlagen um die 80 %. Das ist für Hausdachanlagen ein Spitzenwert (siehe dazu auch die nachfolgenden Erläuterungen). Bei der Anlage mit der höchsten Performance Ratio von 84 % in Schmähingen bei Nördlingen sind die Module der neueren Serie SF100 eingesetzt.

PLZ	Ort	Baujahr	Leistung kWp	Einstrahlung kWh/m <sup>2</sup>	Ertrag kWh/kWp	Performance Ratio (%)
86720	Schmähingen	Dez 01	2,00	1228	1037	84
83132	Pittenhart	Jul 01	2,07	1284	1029	80
72181	Starzach	Dez 01	2,07	1279	1017	79
83527	Haag	Mai 00	3,80	1312	1002	76
72108	Rottenburg	Jun 00	2,07	1280	998	78
72631	Aichtal	Dez 01	1,60	1262	997	79
83313	Siegsdorf	Sep 01	4,03	1273	992	78
79215	Elzach	Dez 01	4,90	1224	980	80
70794	Filderstadt	Jun 00	2,30	1260	978	78
71069	Sindelfingen	Jul 99	2,30	1245	976	78

Tabelle 1

Beispiele von Anlagen mit hohen Erträgen im Jahr 2002

### 3 Bewertung

Ein Mittelwert beim Jahresertrag von 918 kWh pro kWp ist für eine Stichprobe von 79 Anlagen ein herausragendes Ergebnis. Außergewöhnlich ist die Vielzahl der Anlagen mit einem Ertrag größer 950 kWh pro kWp und die relativ wenigen Anlagen mit einem Ertrag kleiner 850 kWh pro kWp. Es gibt keine Anlage mit einem bemerkenswerten Minderertrag.

Die besten Anlagen erreichen eine Performance Ratio um die 80 Prozent, was für Hausdachanlagen im kleinen Leistungsbereich ein Spitzenwert ist.

Ein solches Ergebnis ist nur möglich, beim Einsatz hochwertiger Module und Wechselrichter, einer guten Anlagenauslegung, einer fachgerechten Installation und einem störungsfreien Betrieb.

### 4 Glossar

#### **Anlagenertrag:**

Die von der Photovoltaik-Anlage ins Netz eingespeisten Kilowattstunden (kWh) werden mit einem geeichten Zähler gemessen und mit dem Netzbetreiber abgerechnet. Teilt man die so ermittelte Jahreserzeugung durch die Nennleistung der Anlage (Spitzenleistung des Solargenerators in kWp) erhält man den Anlagenertrag in kWh pro kWp. Der Wert wird sehr stark davon beeinflusst, wie exakt die Hersteller die Leistung der Module (Spitzenleistung in kWp) klassifizieren.

**Performance Ratio (PR):**  $PR = \text{Energieertrag} / (\text{Jahreseinstrahlung auf Modulfläche} \cdot \text{Modulwirkungsgrad STC})$

Die Performance Ratio ist ein weitgehend vom Standort unabhängiges Maß für die Anlagenqualität. Nur sehr gute Anlagen erreichen Werte von 80 %.