



Power Check 2005

Anlagen mit Komponenten der
Solar-Fabrik AG

Klaus Kiefer
Oktober 2005



Fraunhofer Institut
Solare Energiesysteme

1 Vorbemerkungen

Die Solar-Fabrik führt zur Sicherstellung der Qualität ihrer Produkte einen „Check der Energieerträge“ durch. Bei Betreibern von netzgekoppelten Photovoltaik-Anlagen mit Modulen und Wechselrichtern der Solar-Fabrik wurde der Anlagenertrag abgefragt. Damit diese Angaben eine belastbare Grundlage haben, wurden hierzu die Belege über die Abrechnung der Netzeinspeisung mit dem örtlichen Energieversorger verlangt. Die Bereitstellung der Daten erfolgte durch die Solar-Fabrik. Das Fraunhofer ISE wurde mit der Auswertung der eingegangenen Daten beauftragt.

Die nachfolgenden Auswertungen beziehen sich auf 147 netzgekoppelte PV-Anlagen, die bis Ende 2003 ans Netz gingen. Die meisten Anlagen sind auf Schrägdächern montiert und haben eine Solargeneratorleistung bis 5 kWp.

Etwa 75 % der Anlagen liegen im Bereich von 2 bis 5 kWp, der typischen Anlagengröße bei Einfamilienhäusern. Die Ausrichtung und der Neigungswinkel des Solargenerators haben wesentlichen Einfluss auf den Jahresertrag. Liegt die Ausrichtung zwischen Südosten und Südwesten und der Neigungswinkel zwischen 20 und 40 Grad, ist der Minderertrag gegenüber einer optimal ausgerichteten Anlage (30 Grad nach Süden geneigt) kleiner als 3 %. Insgesamt liegen nur 20 der untersuchten Anlagen außerhalb dieses Bereiches.

Bis auf sieben Anlagen befinden sich alle ausgewerteten Anlagen südlich des 49. Breitengrades in Baden-Württemberg und in Bayern.

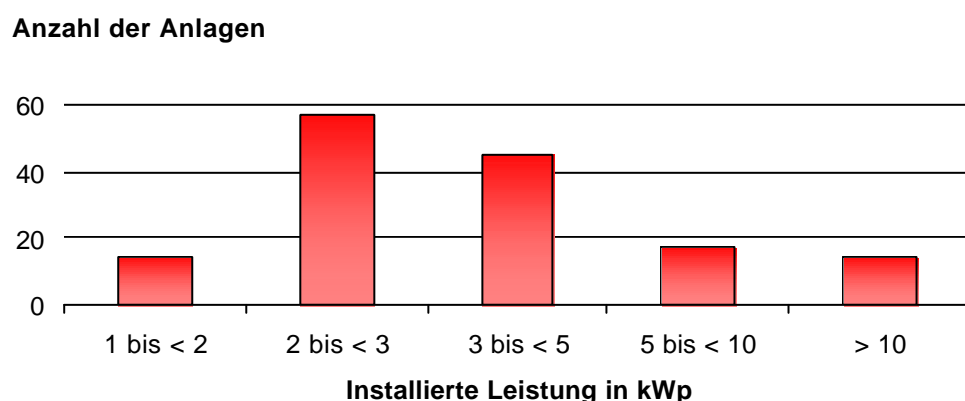


Bild 1: Verteilung der Nennleistung der bis Ende 2003 installierten PV-Anlagen

2 Ergebnisse

Anlagenertrag

Die 147 untersuchten Photovoltaik-Anlagen lieferten im Jahr 2004 im Mittel einen Jahresertrag von 931 kWh/kWp. Die Verteilung in Bild 1 zeigt eine Häufung der Jahreserträge im Bereich von 950 bis 1000 kWh/kWp. Zwei Drittel der Anlagen erreichen einen Ertrag größer als 900 kWh/kWp. Nur wenige der Anlagen liegen bei Erträgen kleiner als 850 kWh/kWp. Das ist ein sehr gutes Ergebnis, zumal das Jahr 2004 ein eher durchschnittliches Sonnenjahr war.

Anteil der Anlagen in %

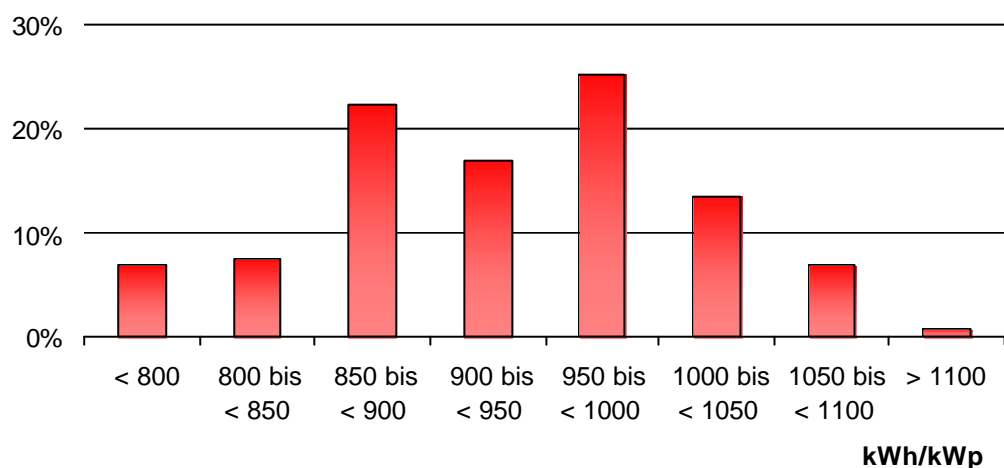


Bild 2: Verteilung des Jahresertrages sämtlicher Anlagen für 2004

Die besten Anlagen erreichen Werte um 1050 kWh/kWp. Diese Maximalwerte sind jedoch auch an einem Standort in Süddeutschland nur zu erreichen, wenn folgende Gegebenheiten erfüllt sind:

- der Solargenerator ist nicht verschattet und gut hinterlüftet
- die Ausrichtung und der Neigungswinkel des Solargenerators ist optimal
- die Leistung der eingesetzten Solarmodule liegt bei den vom Hersteller angegebenen Nennwerten
- die eingesetzten Wechselrichter haben einen hohen Wirkungsgrad und ein gutes Regelverhalten

- die eingesetzten Wechselrichter haben eine hohe Verfügbarkeit
- die Anlage ist optimal ausgelegt

Um die technische Entwicklung der PV-Anlagen mit Solar-Fabrik-Komponenten etwas genauer bewerten zu können, haben wir den Ertrag des Jahres 2004 nach dem Baujahr der Anlagen untersucht. In Bild 3 ist der Mittelwert des Anlagenenertrages für die einzelnen Baujahre dargestellt. Die Grafik zeigt einen deutlichen Sprung bei den Anlagenenerträgen bei Installationen ab dem Jahr 2001 und eine kontinuierliche Steigerung bei den Installationen ab dem Jahr 2003. Während der Ertrag bei den Anlagen, die vor 2001 ans Netz gingen, noch deutlich unter 900 kWh/kWp lag, haben Anlagen, die im Jahr 2003 in Betrieb gingen, im Mittel einen Ertrag von etwa 960 kWh/kWp erzielt. Das bedeutet eine Steigerung von 10 %.

Ertrag 2004 in kWh/kWp

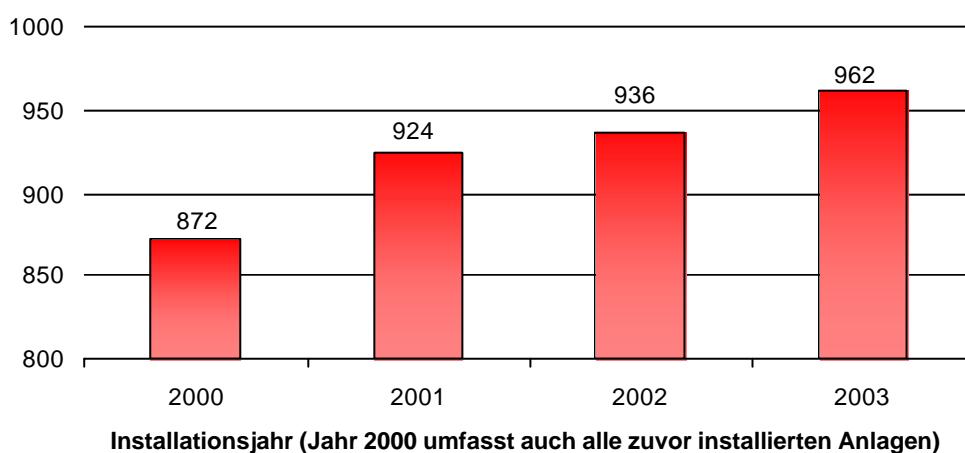


Bild 3: Entwicklung des Anlagenenertrages bei Anlagen mit Komponenten der Solar-Fabrik

Performance Ratio

Für eine objektive Beurteilung des Anlagenbetriebes bzw. der Güte der untersuchten PV-Anlagen wurde mit Hilfe der vom METEOSAT-Satelliten erfassten Einstrahlungsdaten die Performance Ratio (PR) der Anlagen ermittelt. Sie erlaubt eine vom Standort und von der Ausrichtung und dem Neigungswinkel des Solargenerators unabhängige Bewertung der Anlagen. Die Performance Ratio bezeichnet das Verhältnis der im Verlauf eines Jahres ins Netz eingespeisten Energie zu der Energiemenge, die die Solarmodule bei konstant 25 °C in einem idealen, verlustfreien System maximal hätten abgeben können.

Bild 4 zeigt, dass etwa ein Drittel der Anlagen eine Performance Ratio größer als 80 % erreicht und nur wenige Anlagen deutlich unter 70 % liegen. Hier handelt es sich jedoch ausschließlich um Anlagen älteren Baujahrs. Der Mittelwert über alle Anlagen liegt bei 75 %. Bei den Anlagen, die im Jahr 2003 gebaut wurden, beträgt der Mittelwert 79 %. Hier gibt es kaum noch Anlagen mit einer Performance Ratio unter 75 %.

Anteil der Anlagen in %

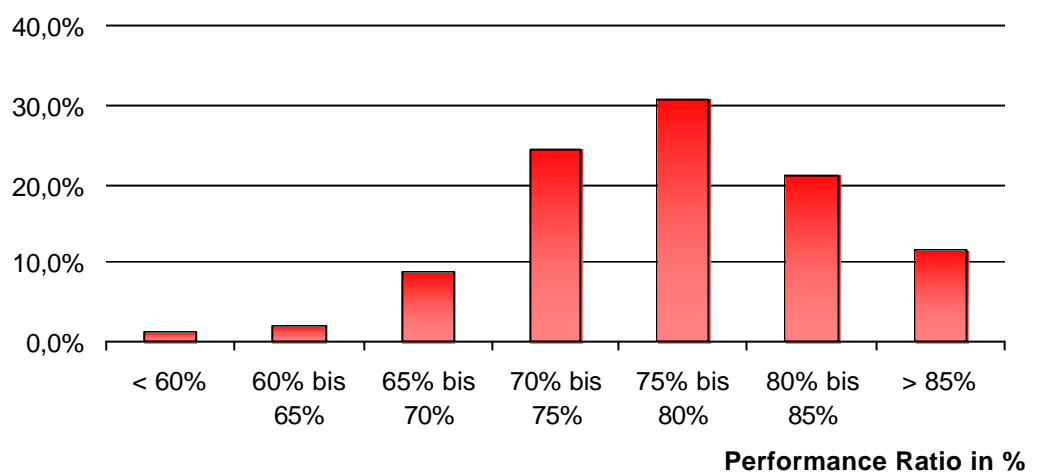


Bild 4: Verteilung der Performance Ratio für das Jahr 2004

In Bild 5 ist analog zu der Entwicklung der Anlagenerträge in Bild 3 die Entwicklung bei der Performance Ratio über den gleichen Zeitraum dargestellt. Die Grafik zeigt die durchgängige Steigerung bei der Anlageneffizienz.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte der 10 besten Anlagen für das Jahr 2004 aufgeführt. Neben dem Standort, dem Baujahr und der Leistung der Anlage sind die Jahreswerte für die solare Einstrahlung auf die Modulfläche, für den Ertrag und die Performance Ratio ausgewiesen. Die Genauigkeit für den Wert der solaren Einstrahlung liegt bei 6 %, ist also vergleichbar mit der Messgenauigkeit von handelsüblichen Strahlungssensoren.

PR 2004 Mittelwerte der im jeweiligen Jahr Installierten Anlagen

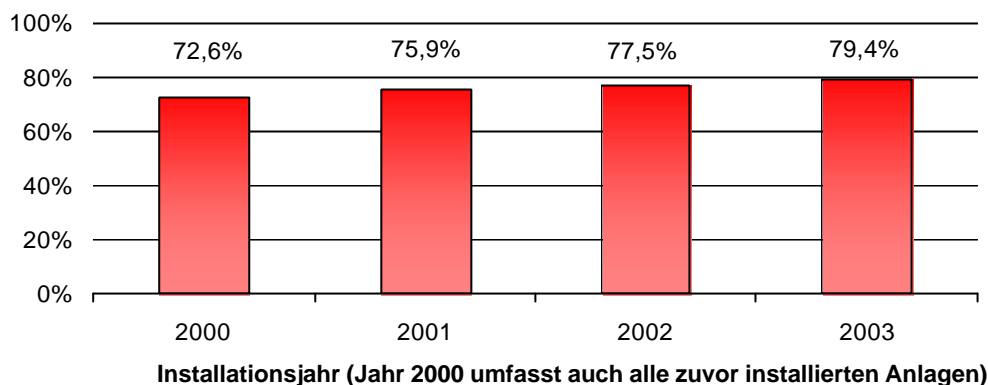


Bild 5: Entwicklung der Performance Ratio in den letzten vier Jahren

Die Jahressummen der solaren Einstrahlung für alle untersuchten Anlagen liegen sehr eng um den Mittelwert von 1210 kWh/m². Der höchste Einstrahlungswert mit über 1302 kWh/m² wurde in Vogtsburg im Kaiserstuhl bei Freiburg ermittelt. Im Mittel empfangen die Anlagen im Bereich der 8er Postleitzahlen eine um 5% höhere Einstrahlungssumme als die Anlagen im Bereich der 7er Postleitzahlen.

Die Performance Ratio liegt bei den besten Anlagen im Bereich von 84 bis 87 %, die höchsten Erträge im Bereich von 1050 bis 1100 kWh/kWp. Das sind selbst für einen süddeutschen Standort Spitzenwerte.

PLZ	Ort	Inbetriebnahme	Leistung [kWp]	Einstrahlung [kWh/m ²]	Ertrag [kWh/kWp]	PR [%]
86692	Münster	Dez 03	2,40	1257	1100	87,5%
88267	Vogt	Jul 03	4,69	1257	1090	86,7%
71735	Eberdingen	Okt 01	2,30	1257	1082	86,0%
84048	Mainburg	Okt 03	4,90	1243	1075	86,5%
84048	Mainburg	Okt 01	5,06	1243	1068	85,9%
85604	Zorneding	Dez 02	2,40	1206	1060	88,0%
86720	Nördlingen	Dez 01	2,00	1229	1053	85,6%
73199	Kirchzarten	Mai 03	4,49	1199	1052	87,7%
72181	Starzach	Dez 01	2,00	1254	1044	83,2%
79111	Freiburg	Jun 03	2,86	1217	1043	85,7%

Tabelle 1: Die zehn ertragreichsten Anlagen im Jahr 2004

3 Bewertung

Ein Mittelwert beim Jahresertrag von 931 kWh/kWp ist für die untersuchten 147 Anlagen ein herausragendes Ergebnis. Außergewöhnlich ist die Vielzahl der Anlagen mit einem Ertrag größer als 950 kWh/kWp (46 %) und die relativ kleine Zahl von Anlagen mit einem Ertrag kleiner als 850 kWh/kWp (14 %). Beachtlich ist auch der Mittelwert von 75 % bei der Performance Ratio, wobei auch hier nahezu die Hälfte der Anlagen einen Wert größer als 80 % erreichen.

Beeindruckend ist die Qualität bei den Neuanlagen. Anlagen mit Baujahr 2003 erreichten im Mittel einen Ertrag von 960 kWh/kWp und eine Performance Ratio von nahezu 80 %. Die besten Anlagen erreichen eine Performance Ratio um die 85 %, 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 nahezu störungsfreien Betrieb.

4 Glossar

Anlagenertrag:

Die von der Photovoltaik-Anlage ins Netz eingespeisten Kilowattstunden (kWh) werden mit einem geeichten Zähler gemessen und mit dem Energieversorger 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):

$PR = \text{Energieertrag} / (\text{Jahreseinstrahlung auf Modulfläche} \cdot \text{Modulwirkungsgrad unter „Standard Test Bedingungen“})$. Die Performance Ratio ist ein weitgehend vom Standort unabhängiges Maß für die Anlagenqualität. Nur sehr gute Anlagen erreichen Werte über 80 %.