



Jahresauswertung 2004

Kirchengemeinden für die Sonnenenergie

Inhalt

1	Zusammenfassung	2
2	Auswertung der Stammdaten	3
3	Auswertung der Messdaten	5
4	Fazit	9
5	Glossar	10

1 Zusammenfassung

Für das Vorhaben „Kirchengemeinden für die Sonnenenergie“ führt das Fraunhofer ISE seit Beginn des Jahres 1999 im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt die wissenschaftliche Begleitung durch. Von sämtlichen Anlagen werden die technischen Daten (Stammdaten) erfasst. Der Jahresbericht 2004 beinhaltet die statistischen Auswertungen der Stammdaten von 612 Photovoltaik-Anlagen sowie der entsprechenden Messdaten. In Absprache mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) wird im Jahresbericht 2004 auf die Auswertung der thermischen Solaranlagen verzichtet. Die Auswertung der Messdaten erfolgte auf der Basis der Ablesungen der monatlichen Zählerstände durch die Kirchengemeinden. Die Werte werden in einer Datenbank gespeichert und regelmäßig ausgewertet. Dabei geht es vor allem darum, den Solarertrag der Anlagen zu ermitteln und mögliche Ursachen für einen zu geringen Energieertrag zu erkennen. Jede Kirchengemeinde erhält jährlich eine Auswertung, die auch einen Vergleich zum Mittelwert aller beteiligten Kirchengemeinden ermöglicht.

Für das Jahr 2004 liegen von 349 Photovoltaik-Anlagen die kompletten Monats- und Jahreswerte vor. Der durchschnittliche Ertrag für das Jahr 2004 beträgt bundesweit 811 kWh/kWp und liegt etwa 13 % unter dem Wert des Jahres 2003 (930 kWh/kWp). Die Ursachen dafür sind in der deutlich geringeren Einstrahlungssumme gegenüber dem „Ausnahmejahr“ 2003 zu suchen. Der Mittelwert für die insgesamt 175 Anlagen in Süddeutschland lag bei 853 kWh/kWp (im letzten Jahr 979 kWh/kWp), in Norddeutschland erreichten die 174 betrachteten Anlagen im Mittel 764 kWh/kWp (letztes Jahr 878 kWh/kWp). Daraus folgt, dass die süddeutschen Anlagen einen um 12 % höheren Ertrag als die Anlagen im nördlichen Teil Deutschlands erreichten.

Im Jahr 2004 wurde für insgesamt 344 Anlagen die Performance Ratio ermittelt. Sie erlaubt eine vom Standort, von der Ausrichtung und dem Neigungswinkel des Solargenerators unabhängige Bewertung der Anlageneffizienz. Der Mittelwert für alle Anlagen lag bei 69,7%. Bei den 172 süddeutschen Anlagen beträgt der Mittelwert der Performance Ratio 68,1% (2003 = 71%), bei den norddeutschen Anlagen 71,3 % (2003 = 70%). Die besten Anlagen erreichen Werte deutlich über 80 %. Bei den neueren Anlagen ist eine deutliche Steigerung der Performance Ratio erkennbar. Anlagen mit Baujahr 2001 und später haben eine um 5 % bessere Performance Ratio, als die in den Jahren 1999 und 2000 gebauten Anlagen. Detaillierte Aussagen dazu werden im Abschlussbericht zur Förderinitiative vorgestellt.

2 Auswertung der Stammdaten

Zum Zeitpunkt der Auswertungen der Stammdaten (Ende März) lagen beim Fraunhofer ISE von insgesamt 612 PV-Anlagen die offiziellen Inbetriebnahme- und Prüfprotokolle (IPP) vor. In Absprache mit der DBU werden in diesem Jahresbericht nur die PV-Anlagen betrachtet. Eine übergreifende Auswertung der solarthermischen Anlagen und damit auch deren Stammdaten erfolgt, im Abschlussbericht für die Förderinitiative. Dieser wird wenige Wochen nach dem Jahresbericht 2004 vorgelegt. Die nachfolgenden Auswertungen beziehen sich daher nur auf die 612 PV-Anlagen mit einer Solargeneratorleistung von insgesamt 2.700 kWp. Die durchschnittliche Anlagenleistung beträgt 4,4 kWp.

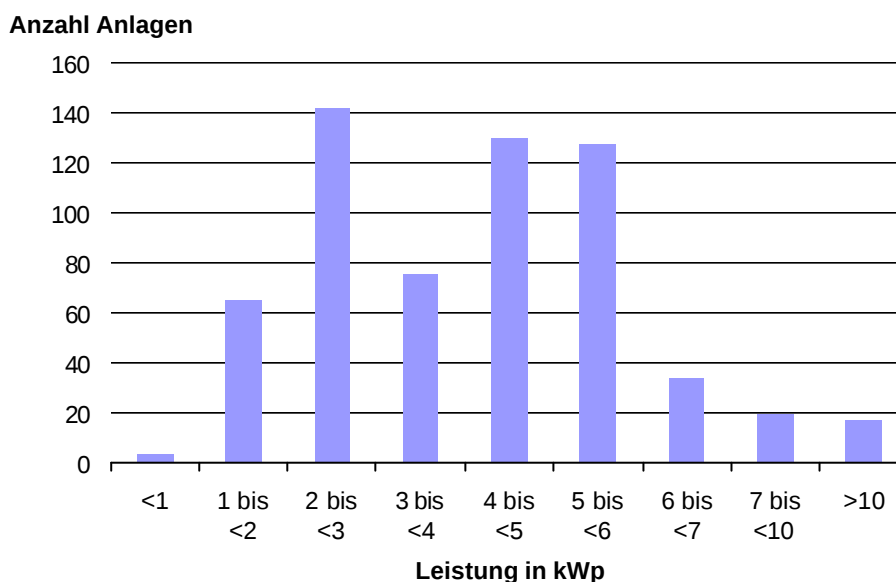


Bild 1 Verteilung der installierten Leistung der PV-Anlagen bis Ende 2004

Knapp 90 % der bisher installierten Anlagen haben eine Solargeneratorleistung zwischen 2 und 6 kWp (Bild 1). Hinsichtlich der Installationsart des Solargenerators dominiert ganz eindeutig die Aufständering auf dem Schrägdach (65 %) bzw. dem Flachdach (25 %). Bei 8 % der Anlagen wurde der Solargenerator in das Gebäudedach integriert. In nur einem einzigen Fall erfolgte eine ebenerdige Aufstellung.

Ausrichtung und Neigungswinkel

Die Ausrichtung und der Neigungswinkel des Solargenerators sind hinsichtlich des Jahresertrages wichtige Größen. Ist der Solargenerator zwischen Südosten und Südwesten ausgerichtet und liegt der Neigungswinkel

zwischen 20 und 50 Grad, ist der Minderertrag gegenüber dem Optimum von 30 Grad und Südausrichtung maximal bei 5 %. Etwa 94 % der Solargeneratoren der betrachteten Anlagen liegen in diesem Bereich.

Nur bei 6 % der Anlagen sind die Solargeneratoren außerhalb der 5 % Marke installiert. Hier wurde der geringere Ertrag jedoch bewusst in Kauf genommen.

Marktanteile bei den Solarmodulen

Bild 2 zeigt die Anteile der Modulhersteller bezogen auf die bisher installierte Anlagenleistung von etwa 2.667 kWp. Module der Hersteller BP Solar, Shell Solar sowie Kyocera und Isofoton sind am häufigsten vertreten. Insgesamt ist ein sehr breites Spektrum an Modulherstellern zu verzeichnen. So sind in der Rubrik „sonstige Modulhersteller“ insgesamt 30 Firmen enthalten.

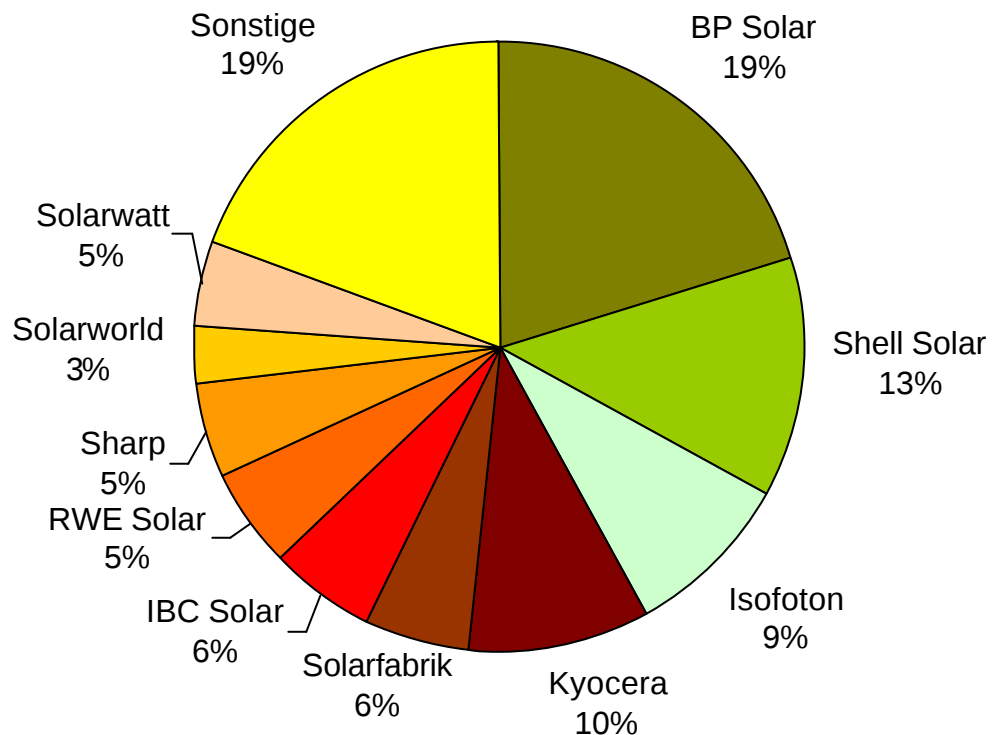


Bild 2: Marktanteile der Modulhersteller bezogen auf die installierte Gesamtleistung.

Marktanteile bei den Wechselrichtern

Bei den Wechselrichtern dominiert SMA mit 70 % Marktanteil. Fronius und Solarfabrik/Sputnik liefern zusammen etwa 17 % der Geräte, die restlichen Hersteller haben jeweils einen Marktanteil von nur 2 %. Der Anteil der sonstigen Hersteller (insgesamt neun) liegt bei kleiner 3 %.

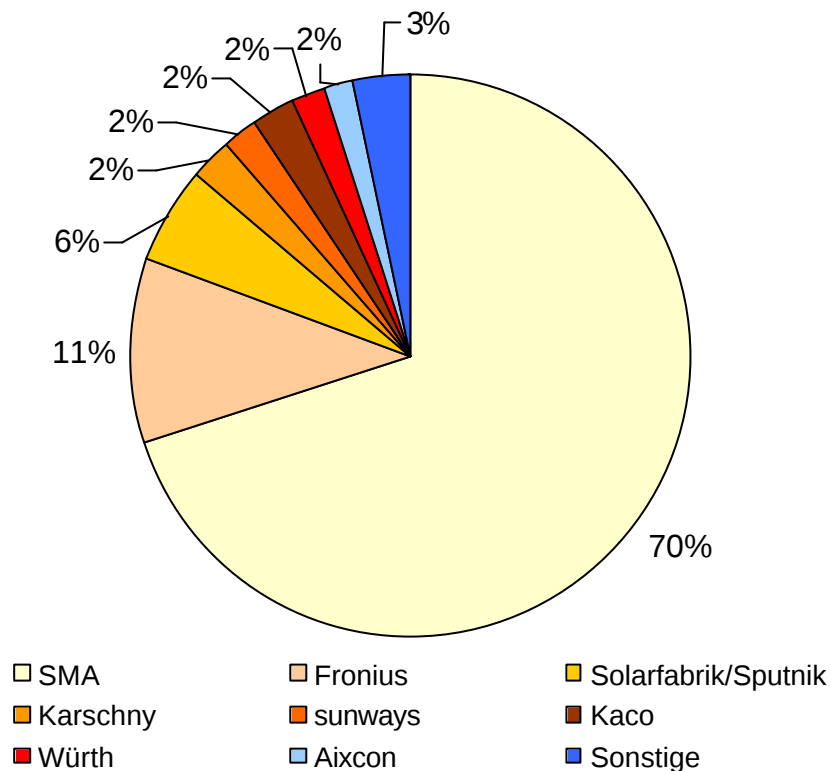


Bild 3 Anteil der Wechselrichterhersteller (nach installierter AC-Nennleistung der WR) bis Ende 2004

3 Auswertung der Messdaten

Für das Jahr 2004 liegen von 349 Photovoltaik-Anlagen die kompletten Jahreswerte vor. Es haben aber deutlich mehr Kirchengemeinden Daten geliefert, die teilweise jedoch in unregelmäßigen zeitlichen Abständen eintrafen und teilweise nicht plausibel waren. Aus diesem Grund konnten sie für die übergreifende wissenschaftliche Auswertung nicht verwendet werden.

Der durchschnittliche Jahresertrag der Anlagen lag im Jahre 2004 bei 811 kWh/kWp und damit rund 13 % unter dem Wert des Jahres 2003 (930 kWh/kWp). Die Ursache für diesen Rückgang ist die deutlich geringere Summe der Globalstrahlung im Jahre 2004 im Vergleich zum Vorjahr. Die 174 Anlagen in Norddeutschland erreichten einen mittleren Jahresertrag von 764 kWh/kWp. Bei den 175 Anlagen in Süddeutschland lag er bei 853 kWh/kWp. Der Anlagenenertrag in Norddeutschland lag damit um rund 12% unter dem

der süddeutschen Anlagen. In Bild 4 ist dieser Unterschied recht gut zu erkennen.

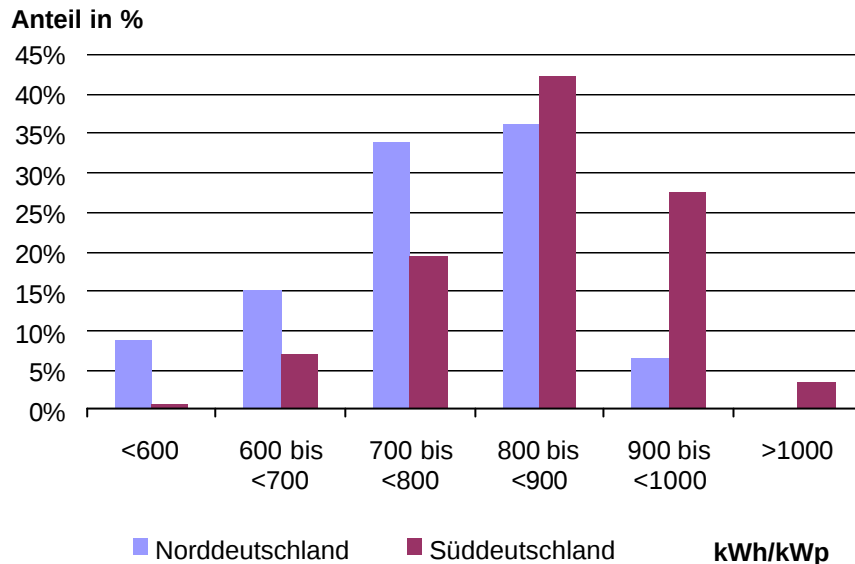


Bild 4 Prozentuale Verteilung des Jahresertrages 2004 bezogen auf 349 Anlagen

Gleichzeitig wird in Bild 4 erkennbar, dass rund drei Viertel aller Anlagen in Süddeutschland einen Jahresertrag von mehr als 800 kWh/kWp erreichten. Ebenfalls rund drei Viertel der Anlagen in Norddeutschland verzeichneten einen Jahresertrag von mehr als 700 kWh/kWp.

Performance Ratio

Mit Hilfe der Einstrahlungsdaten aus den METEO-SAT-Satellitenbildern wurden die Werte der Performance Ratio für 344 Standorte für das Jahr 2004 ermittelt. Die Performance Ratio (PR) erlaubt eine vom Standort, von der Ausrichtung und dem Neigungswinkel des Solargenerators unabhängige Bewertung der Anlagen.

In Bild 5 ist die Verteilung der Jahreswerte der Performance Ratio im Jahr 2004 für die untersuchten Anlagen aufgetragen. Wie bei den Erträgen, wurden die Anlagenstandorte unterteilt in Nord- und Süddeutschland. Bei den süddeutschen Anlagen beträgt der Mittelwert der Performance Ratio 68,1 %, bei den norddeutschen Anlagen beträgt dieser 71,3 %. Der Mittelwert über alle Anlagen erreichte 69,7%

Die meisten Anlagen befinden sich im Bereich von 70 bis 80 % (Bild 5) und liegen somit im zu erwartenden Bereich für kleine Dachanlagen in städtischer Bebauung. Die besten Anlagen erreichen Werte deutlich über 80 %.

Anteil in Prozent

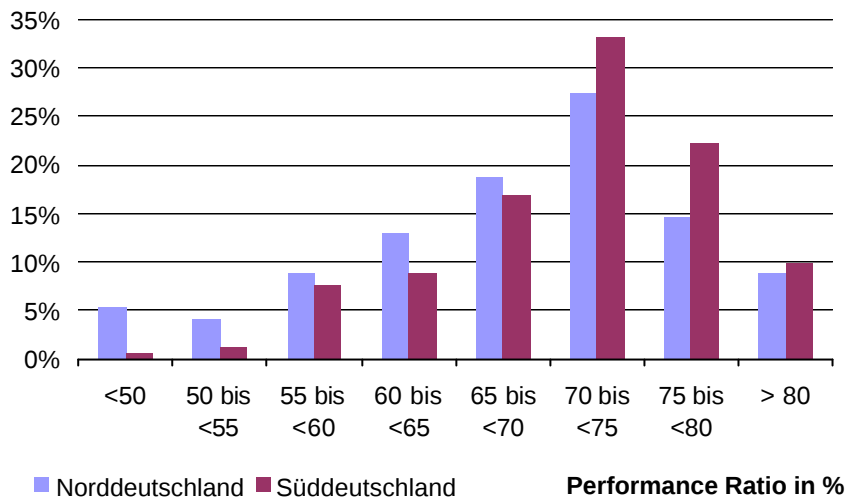


Bild 5 Prozentuale Verteilung der Performance Ratio von 344 Anlagen für das Jahr 2004

In der nachfolgenden Tabelle sind von den 20 Anlagen mit der besten Performance Ratio im Jahre 2004 die Standorte und die Jahreserträge aufgeführt.

Bei all diesen Anlagen ließen die uns vorliegenden Fotos erkennen, dass die Solargeneratoren nahezu verschattungsfrei montiert sind. Anhand der Postleitzahlen sieht man, dass diese sehr guten Anlagen sich nicht auf bestimmte Gebiete konzentrieren, sondern verteilt liegen.

Die besten Anlagen erreichen Werte größer als 80 %. Diese Maximalwerte sind jedoch nur zu erreichen, wenn folgende Gegebenheiten erfüllt sind:

- keine Verschattung des Solargenerators und gute Hinterlüftung der Module,
- die Leistung der eingesetzten Solarmodule liegt bei denen vom Hersteller angegebenen Nennwerten,
- hoher Wirkungsgrad, hohe Verfügbarkeit und gutes Regelverhalten der eingesetzten Wechselrichter,
- optimale Auslegung der Anlage

PLZ	Ort	Leistung kWp	Ertrag kWh/kWp	Performance %
61267	Neu-Anspach	2,9	1044	88
27386	Brockel	3,0	941	87
33775	Versmold	5,1	965	86
87663	Lengenwang	6,0	1034	85
03054	Cottbus	5,0	986	85
90489	Nürnberg	3,5	916	85
27711	Osterholz-Scharmbeck	2,1	944	85
87466	Oy-Mittelberg	4,8	1005	84
51709	Marienheide	2,7	894	84
90562	Heroldsberg	4,0	970	84
63607	Wächtersbach	2,6	965	83
83329	Waging am See	4,5	996	83
55288	Armsheim	3,6	1031	83
84137	Vilsbiburg	5,4	967	82
84359	Simbach	5,0	1001	82
04916	Herzberg	5,1	957	82
13595	Berlin	5,1	931	82
44139	Dortmund	4,6	733	82
64289	Darmstadt	6,0	989	81
84558	Kirchweidach	5,6	973	81

Tabelle 1 Beispiele von Anlagen mit hoher Performance Ratio im Jahr 2004

Jahreskurve der Anlagen

Bild 6 zeigt die mittleren Monatserträge des Jahres 2004 für den norddeutschen und süddeutschen Bereich im Vergleich (Datenbasis 349 Anlagen – 174 Norddeutschland und 175 Süddeutschland). Es wird erkennbar, dass die Erträge in den Monaten April bis August auf nahezu gleicher Höhe liegen, was auf einen relativ „durchwachsenen“ Sommer schließen lässt.

Die in Bild 6 gezeigte „Normkurve“ wird auch für die Einzelauswertungen an die Kirchengemeinden zu Grunde gelegt. Die beiden zusätzlichen Kurvenzüge erlauben den direkten Vergleich mit dem Jahr 2003.

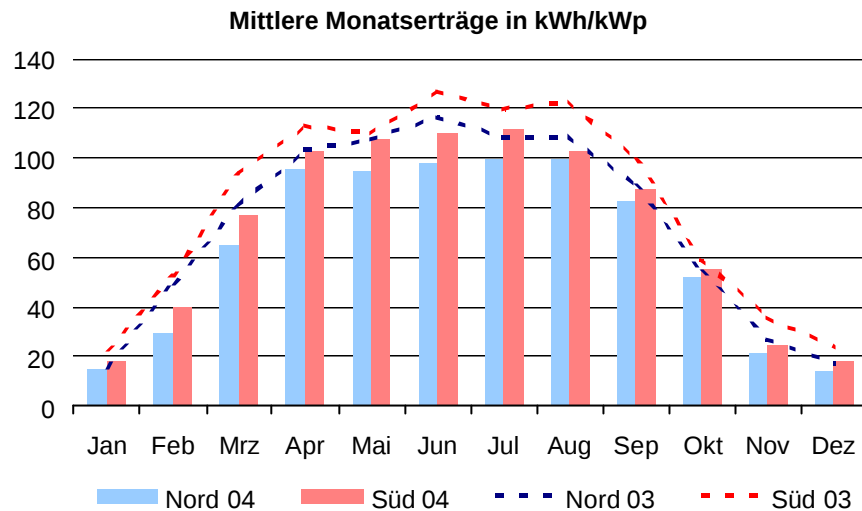


Bild 6: Mittlere monatliche Erträge 2003 und 2004 in Nord- und Süddeutschland, die Balken zeigen die Monatswerte in 2004, die Kurven die Werte in 2003

4 Fazit und Ausblick

Das Jahr 2004 war hinsichtlich der Einstrahlungssumme ein durchschnittliches Jahr für die Sonnenenergie. Gegenüber dem „Ausnahmejahr“ 2003 ging der Wert allerdings deutlich zurück, verglichen mit 2002 lag er nur 2% darüber.

Der durchschnittliche Jahresertrag der 349 ausgewerteten Photovoltaik-Anlagen hat sich dadurch im Vergleich zu 2003 sichtbar verringert. Er betrug 811 kWh/kWp (2003 waren es 930 kWh/kWp). Rund drei Viertel aller Anlagen in Süddeutschland erreichten einen Jahresertrag von mehr als 800 kWh/kWp und ebenfalls rund drei Viertel der Anlagen in Norddeutschland verzeichneten einen Jahresertrag von mehr 700 kWh/kWp.

Legt man den erreichten durchschnittlichen Jahresertrag für alle im Rahmen der Förderinitiative installierten Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2.667 kWp zu Grunde, so haben diese im Jahr 2004 etwa 2.700 MWh Strom erzeugt. Allein dadurch werden mehr als 1.350 Tonnen CO₂ Ausstoß vermieden. Rechnet man den mit den Projekten erzielten Verbreitungseffekt hinzu, so ist die Einsparung um ein vielfaches höher.

Die wissenschaftliche Begleitung des Vorhabens ist mit diesem Jahresbericht abgeschlossen. In einem Abschlussbericht, der voraussichtlich Ende August verfügbar ist, werden die übergreifenden Ergebnisse zusammengefasst.

Glossar

Anlagenertrag:

Der von einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage erzeugte Solarstrom wird ins Stromnetz des jeweiligen Netzbetreibers eingespeist. Die von der Solarstromanlage produzierte Strommenge wird mit einem geeichten Energiezähler in kWh gemessen. Um Anlagen mit unterschiedlichen Leistungen vergleichen zu können, teilt man die absolute Energiemenge in kWh durch die Anlagengröße in kWp. So erhält man den spezifischen Energieertrag in kWh pro kWp. Der Anlagenertrag hängt im Wesentlichen von der solaren Einstrahlung am Standort der Anlage ab. Sehr gute Anlagen in Süddeutschland erreichen im langjährigen Mittel Erträge deutlich über 900 kWh/kWp, in Norddeutschland deutlich über 800 kWh/kWp.

Performance Ratio:

(PR) = Energieertrag / (Jahreseinstrahlung auf unverschattete Modulfläche • Modulwirkungsgrad STC)

Die PR ist ein weitgehendes vom Standort unabhängiges Maß für die Anlagenqualität, allerdings haben die Modultemperatur und die Genauigkeit der Leistungsangaben STC (P_0) einen deutlichen Einfluss auf den PR-Wert. PR ist eine reine Definitionsgröße.

CO₂-Entlastung:

Die Photovoltaik-Anlagen ersparen der Umwelt pro erzeugter kWh etwa 0,5 kg CO₂ im Vergleich zum derzeitigen Kraftwerkspark in Deutschland. Mit einer Leistung von einem kWp (etwa 8 m² Fläche) werden pro Jahr etwa 400 kg CO₂ Ausstoß vermieden. Eine thermische Anlage entlastet die Umwelt gegenüber einer konventionellen Ölheizung etwa um 0,3 kg CO₂ pro kWh. Eine Kollektoranlage mit 10 m² Kollektorfläche kommt jährlich auf eine CO₂ Einsparung von etwa 950 kg.

6 Ansprechpartner

Klaus Kiefer
Fraunhofer ISE
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg
Tel.+49 (0) 7 61 / 45 88 – 5218
Fax:+49 (0) 7 61 / 45 88 – 9217
E-Mail: klaus.kiefer@ise.fraunhofer.de