
Maximale Erträge bei Solarstromanlagen...

...wie geht das?

Dr. Christian Reise

Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE
Freiburg

Übersicht

Die solare Einstrahlung

Erträge und Performance Ratio

Tatsächliche Erträge

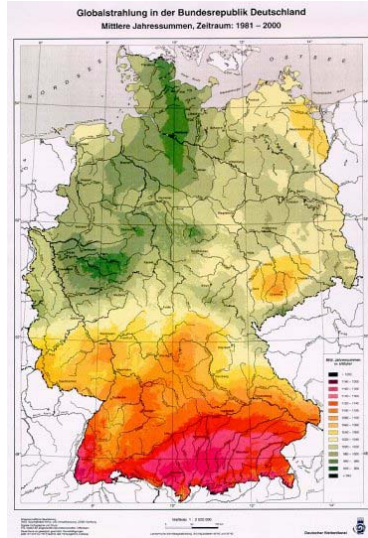
Typische Gründe für geringe Erträge

8 Regeln

Ausblick

Einstrahlung

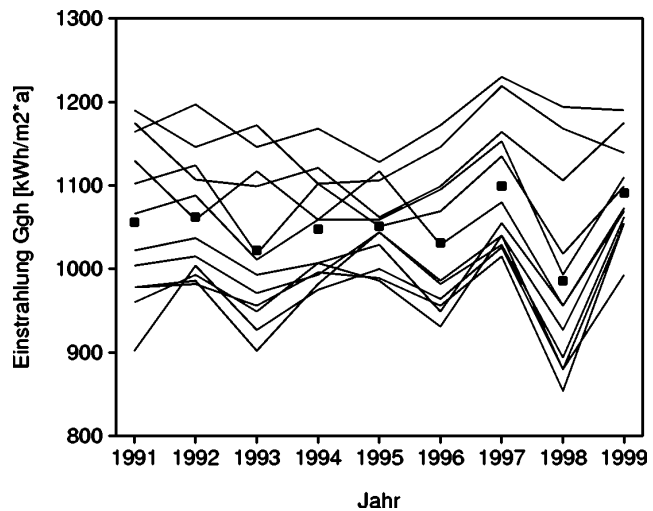
Einstrahlungskarte
des Deutschen
Wetterdienstes,
Mittelwerte über
20 Jahre



Sicher ist ...

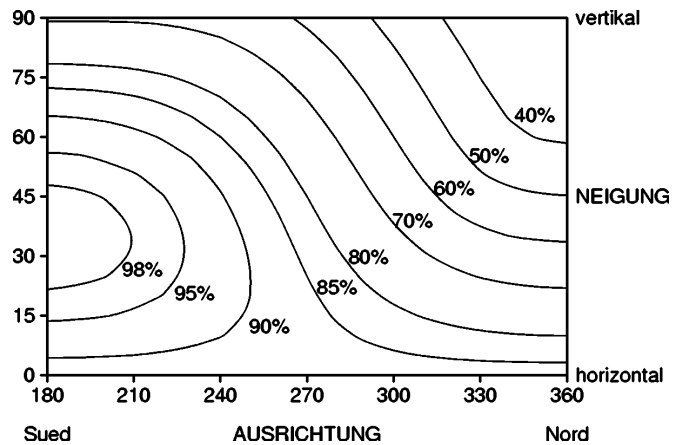
...die Variation
der Einstrahlungs-
Jahressummen

(12 Standorte
in Deutschland,
1991 – 1999)



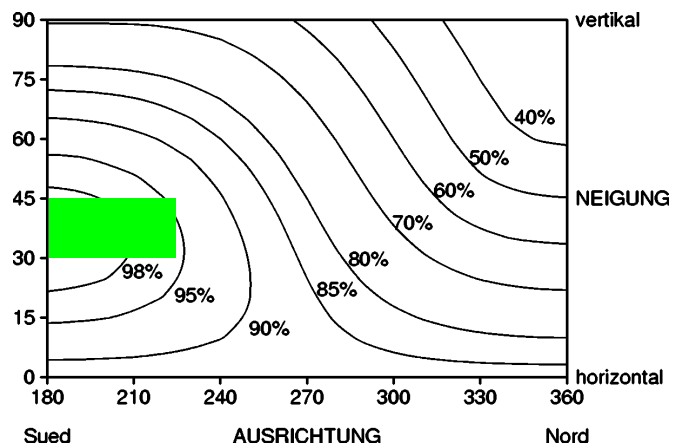
Ausrichtung

Einstrahlungs-
Jahressumme
im Vergleich
zur idealen
Flächenausrichtung
(30°, südgerichtet)



Ausrichtung

Einstrahlungs-
Jahressumme
im Vergleich
zur idealen
Flächenausrichtung
(30°, südgerichtet)



Beispiele zu Erträgen und Anlagenwirkungsgraden

Niedersachsen:	Einstrahlung	1105 kWh/m ² a
	Ertrag	875 kWh/kWp
	PR	79 %

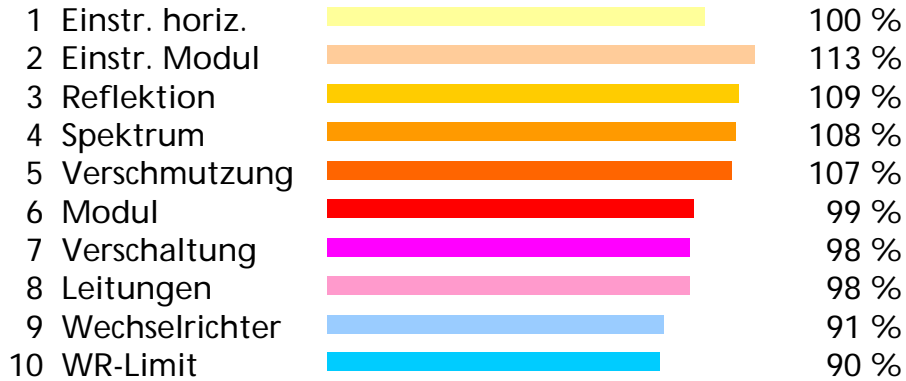
Baden- Württemberg:	Einstrahlung	1260 kWh/m ² a
	Ertrag	995 kWh/kWp
	PR	79 %

Beispiele zu Erträgen und Anlagenwirkungsgraden

Niedersachsen:	Einstrahlung	1105 kWh/m ² a
	Ertrag	875 kWh/kWp
	PR	79 %

Baden- Württemberg:	Einstrahlung	1260 kWh/m ² a
	Ertrag	995 kWh/kWp
	PR	79 %

Übersicht: typische Verlustanteile



Anlagenwirkungsgrad (Performance Ratio)



Beispiele zu Erträgen und Anlagenwirkungsgraden

Niedersachsen:	Einstrahlung	1105 kWh/m ² a
	Ertrag	875 kWh/kWp
	PR	79 %

Baden- Württemberg:	Einstrahlung	1260 kWh/m ² a
	Ertrag	995 kWh/kWp
	PR	79 %

Anlagenwirkungsgrade im echten Leben...

...zeigen die Ergebnisse aus dem Projekt
„Performance Check“



Förderung durch badenova-Innovationsfonds



Projektleitung, Datenauswertung,
Vor-Ort-Analysen

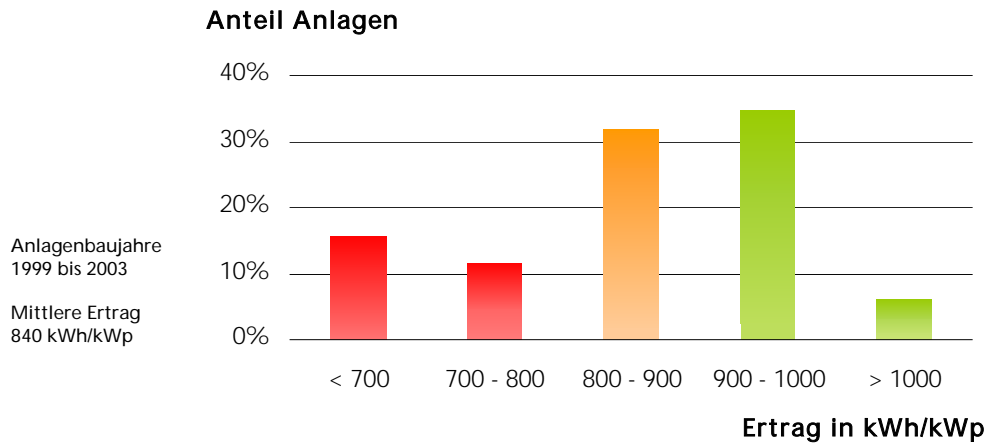


Konzeption und Erstellung des Leitfadens

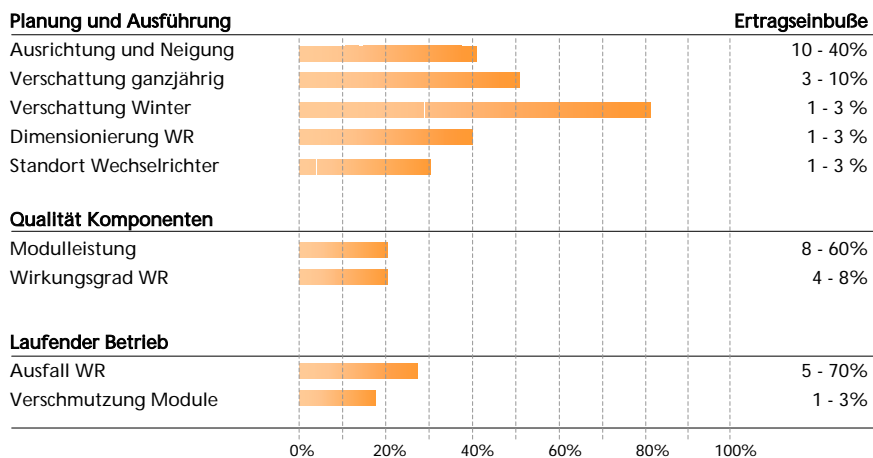


Know-how-Transfer in die Praxis

Anlagenerträge von 470 Anlagen im Jahr 2004



Ursachen für geringe Erträge



Ausrichtung und Verschattung

Jahresertrag 2004
deutlich unter
500 kWh/kWp



Fraunhofer Institut
Solare Energiesysteme

Ausrichtung und Verschattung

Jahresertrag 2004
deutlich unter
600 kWh/kWp



Fraunhofer Institut
Solare Energiesysteme



Oft mehrere Ursachen für geringe Erträge



Teilverschattung



Horizontverschattung



Umgebungsbedingungen
des Wechselrichters

Schlechte Bedingungen für Wechselrichter



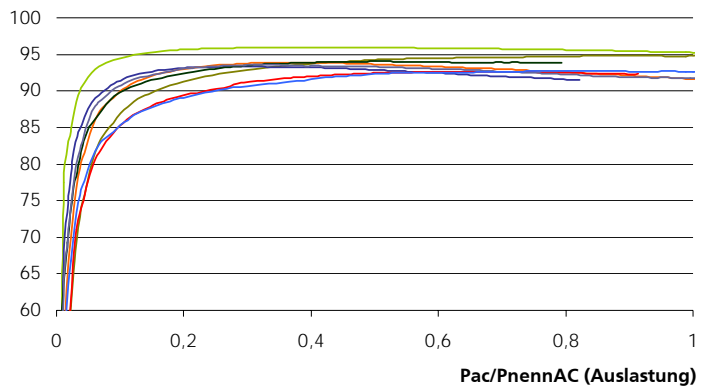
Fraunhofer Institut
Solare Energiesysteme

Qualität (beim Wechselrichter)

Jahreswirkungsgrade:

- 1: 95,3 %
- 2: 93,4 %
- 3: 91,9 %
- 4: 92,1 %
- 5: 92,1 %
- 6: 90,6 %
- 7: 91,6 %
- 8: 90,4 %

Wirkungsgrad in %

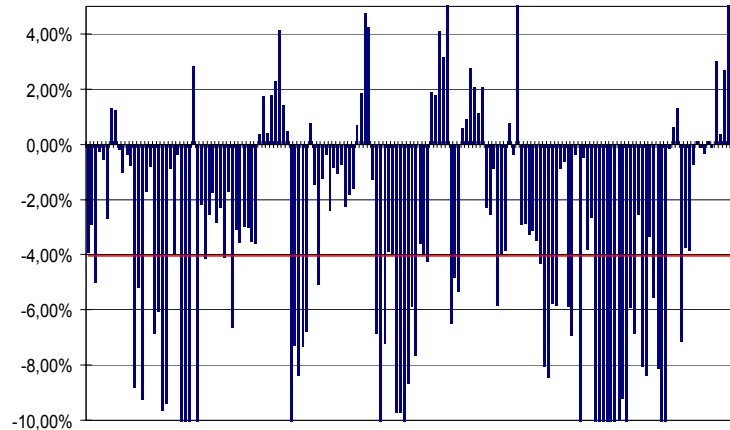


Fraunhofer Institut
Solare Energiesysteme

Qualität (bei PV-Modulen)

Leistungsmessung am
Fraunhofer ISE
im Vergleich zu
Datenblatt-Angaben

Übersicht über die
letzten 160 Messungen



Die wichtigsten Faktoren für hohe Erträge

Ausrichtung und Neigungswinkel optimal
Gute Hinterlüftung, geringe Verschmutzung
Verschattung unbedingt vermeiden
Module bringen versprochene Leistung
WR-Jahreswirkungsgrad mindestens 93 %
Kühler Montageort des Wechselrichters
Korrekte Wechselrichterauslegung
Betriebsüberwachung

Die wichtigsten Faktoren für hohe Erträge

- Ausrichtung und Neigungswinkel optimal
- Gute Hinterlüftung, geringe Verschmutzung
- Verschattung unbedingt vermeiden
- Module bringen versprochene Leistung
- WR-Jahreswirkungsgrad mindestens 93 %
- Kühler Montageort des Wechselrichters
- Korrekte Wechselrichterauslegung
- Betriebsüberwachung

Die wichtigsten Faktoren für hohe Erträge

- Ausrichtung und Neigungswinkel optimal
- Gute Hinterlüftung, geringe Verschmutzung
- Verschattung unbedingt vermeiden
- Module bringen versprochene Leistung
- WR-Jahreswirkungsgrad mindestens 93 %
- Kühler Montageort des Wechselrichters
- Korrekte Wechselrichterauslegung
- Betriebsüberwachung

Die wichtigsten Faktoren für hohe Erträge

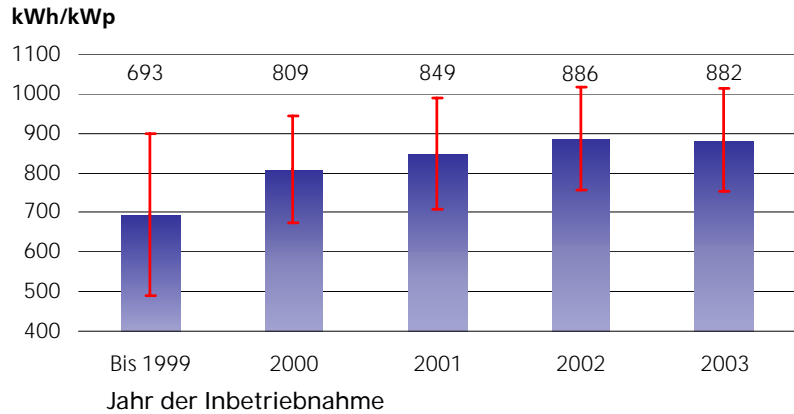
Ausrichtung und Neigungswinkel optimal
Gute Hinterlüftung, geringe Verschmutzung
Verschattung unbedingt vermeiden
Module bringen versprochene Leistung
WR-Jahreswirkungsgrad mindestens 93 %
Kühler Montageort des Wechselrichters
Korrekte Wechselrichterauslegung
Betriebsüberwachung



Wegweiser Solarstrom- anlagen



Anlagenerträge von neuen Anlagen werden besser



Beispielanlage mit optimalem Ertrag

50 kWp
30°, südgerichtet
Baujahr 2003

Ertrag 2004:
1030 kWh/kWp
PR = 83%

Ertrag 2005:
1090 kWh/kWp
PR = 86%

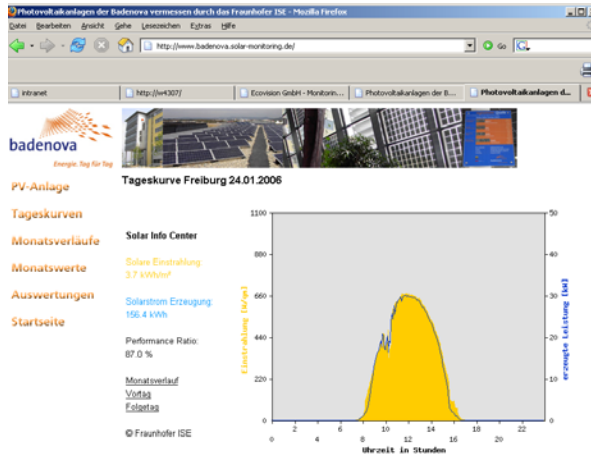


The End

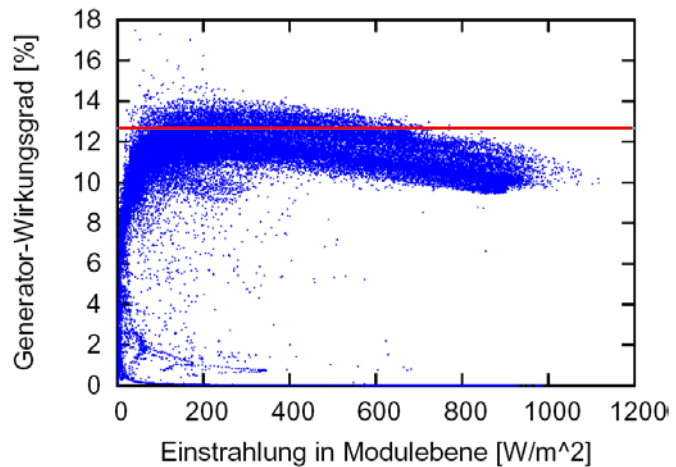


The End

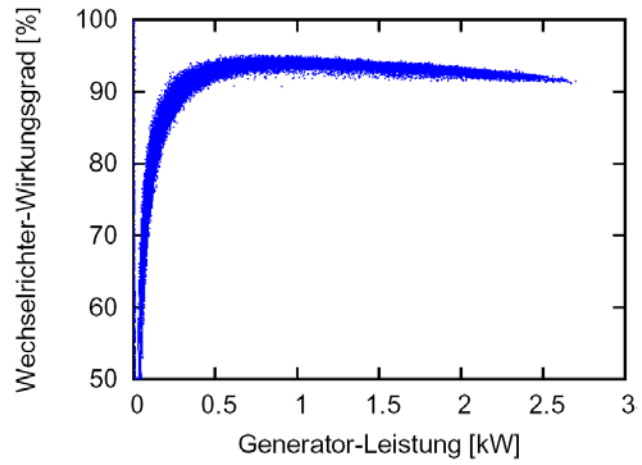
Daten im Internet: www.solar-monitoring.de



Jahreswirkungsgrad eines Solarmoduls



Jahreswirkungsgrad eines Wechselrichters



Fraunhofer Institut
Solare Energiesysteme