

# SOLARSTRAHLUNGSKARTEN UND ERTRÄGE VON PV-ANLAGEN: ERGEBNISVERGLEICH IN SACHSEN

A. Drews<sup>1</sup>, U. Rindelhardt<sup>2</sup>, D. Heinemann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Carl von Ossietzky Universität, Institut für Physik, Abteilung Energie- und Halbleiterforschung  
<sup>2</sup>Forschungszentrum Rossendorf  
detlev.heinemann@uni-oldenburg.de

Betreiber von kleineren PV-Anlagen sind zur Überwachung der korrekten Funktion ihrer Anlage auf den Vergleich mit externen Strahlungsdaten angewiesen. Hierzu stehen monatlich oder jährlich veröffentlichte Einstrahlungskarten des Deutschen Wetterdienstes oder der Universität Oldenburg zur Verfügung, die grundsätzlich eine Einschätzung der erzielten Einträge ermöglichen. Beide Karten wurden miteinander verglichen und für die Ertragskontrolle einiger Anlagen herangezogen. Es werden aber auch automatische Verfahren zur Ertragskontrolle angeboten, die aus Globalstrahlungsinformationen und der genauen Anlagenkonfiguration die zu erwartende Leistung einer Anlage berechnen. Beide Verfahren wurden anhand ausgewählter Anlagen für das Jahr 2004 in Sachsen überprüft.

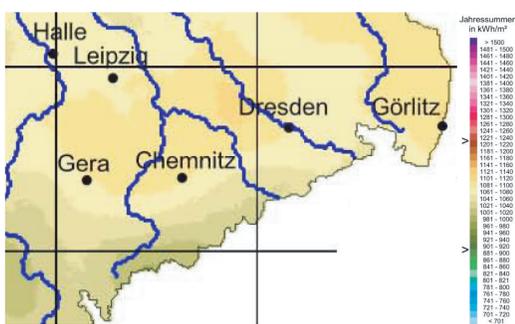
## Ertragskontrolle mit Einstrahlungskarten

### Globalstrahlungsdaten:

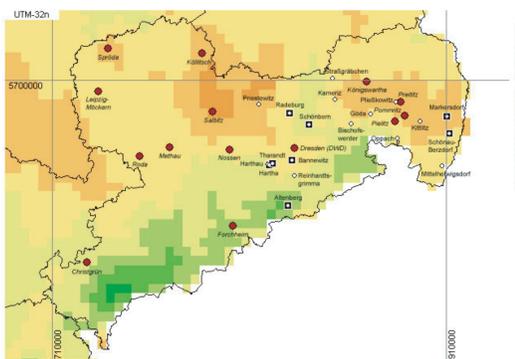
- Jahreskarte 2004 des DWD (räumliche Auflösung: 1x1 km, erstellt aus Bodenmessungen und Meteosat-Satellitendaten).
- Jahreskarte 2004 der Universität Oldenburg (räumliche Auflösung: 5x5 km, erstellt mit der Heliosat-Methode aus Meteosat-7 Daten).
- Globalstrahlungsmessungen von 13 Bodenstationen des agrarmeteorologischen Messnetzes für Vergleiche mit den Satellitenwerten.

### PV-Anlagen:

20 Anlagen, ausgewählt aus 200 Anlagen in Ostsachsen, mit Jahreserträgen zwischen 870 und 970 kWh/kW.



Karte des DWD  
(Photon 3/2005)



Karte der  
Univ. Oldenburg

- agrar-meteorologische Messstation
- PV-Anlage: Ertragskontrolle mit Karten
- PV-Anlage: Ertragskontrolle mit Simulation

### Unterschiede zwischen den Karten:

Die Jahressummen der Oldenburger Karte liegen systematisch eine Strahlungskategorie (20 kWh/m<sup>2</sup>) niedriger als die des DWD; vereinzelt sogar 2 Klassen. Die regionalen Einstrahlungsmuster sind weitgehend ähnlich.

### Ergebnisse:

In der DWD-Karte wurden einige Anlagen der Region mit der mittleren Einstrahlung von 1070 kWh/m<sup>2</sup> zugeordnet. Für diese Anlagen ergab sich ein mittlerer Ertrag von 920 kWh/kW. Für die nächst höhere Klasse (1090 kWh/m<sup>2</sup>) lag der mittlere Anlagenertrag bei 936 kWh/kW. In beiden Regionen zeigten jedoch einige Anlagen auch Erträge, die eher der anderen Region zuzuordnen waren. In der Oldenburger Karte ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Anlagen in der hier niedrigeren Klasse (jeweils 940 kWh/kW).

## Ertragskontrolle mit Anlagensimulation

### Globalstrahlungsdaten:

Stundenwerte abgeleitet aus Meteosat-7 Daten mit dem Heliosat-Verfahren (Universität Oldenburg).

### Simulationsmodell:

Entwickelt im EU Projekt PVSAT-2 zur satellitengestützten Ertragskontrolle von PV-Anlagen.

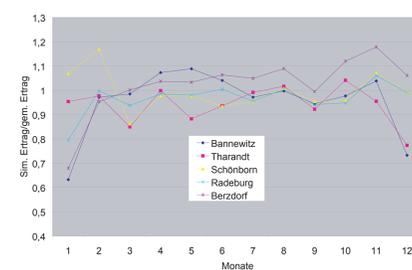
### PV-Anlagen:

8 ausgewählte Anlagen für die u.a. Monatserträge zur Verfügung standen (siehe Tabelle).

Ort	Modultyp	Leistung [kW]	Ertrag 2004 [kWh/kW]	Einstrahlung [kWh/m <sup>2</sup> ]	Sim. Ertrag [kWh/kW]
Altenberg	SW 155	2,5	902	1081	778
Radeburg	EP 100-72	6,6	947	1131	920
Markersdorf	ASE-GT-100	5	918	1140	927
Bannewitz	BP 5170 U	1	901	1126	888
Hartha	SW 155	14,9	895	1124	786
Tharandt	IBC 220	3,1	915	1121	869
Schönborn	SW 175	2,1	864	1075	835
Berzdorf	BP 5170	20,4	882	1123	916

### Qualität der Simulation für Jahreswerte:

Simulierte und gemessene Jahreserträge ergeben eine gute Übereinstimmung. Die Abweichungen liegen bei den meisten Anlagen unter 5% (siehe Tabelle).



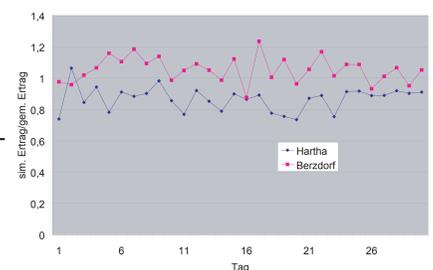
### Qualität der Simulation für Monatswerte:

Die Abbildung links zeigt die Abweichung zwischen simulierten und gemessenen Erträgen. Im Januar und Dezember werden die Erträge systematisch unterschätzt. Erhöhte Bewölkung, niedriger Sonnenstand und ungenügende

Unterscheidung zwischen Schneeflächen und Wolken reduzieren die Genauigkeit der berechneten Einstrahlung.

### Qualität der Simulation für Tageswerte:

Die Abweichungen zwischen einzelnen Erträgen liegen meist deutlich unter 5%. Die maximal auftretenden Abweichungen liegen bei 15%. (Bild rechts: Monat Juni)



### Ergebnisse:

Die Ertragssimulation hat gezeigt, dass die Erträge gut abgeschätzt werden können. Berechnet man zusätzlich das „performance ratio“, so ergeben sich für die gemessenen Erträge Werte zwischen 78 und 83%. Für die simulierten Erträge betragen diese 77,5 bis 81,3%.

**Resumée:** Die Verwendung von jährlichen Einstrahlungskarten zur Ertragskontrolle von einzelnen PV-Anlagen scheint nicht ohne weiteres möglich. Zuverlässigere Resultate sind mittels der Simulation der Anlagen unter Nutzung satellitenbasierter Einstrahlungsdaten erreichbar.