

Solarenergieförderverein
Bayern e. V.



Sonne in der Schule ***Betriebsbericht 2000***



Zukunftsorientiert: Photovoltaikanlagen für bayerische Schulen

Erstellt vom:

Labor für Solartechnik und Energietechnische Anlagen
Fachhochschule München – Munich University of Applied Sciences

vertreten durch:

Technologie- und Wissenstransfer AG an der Fachhochschule München
Schachenmeierstraße 35 - 80636 München

Im Auftrag des:

Solarenergiefördervereins Bayern e.V.
Elisabethstraße 34
80796 München

1 Einleitung

Im Rahmen des Programms *Sonne in der Schule* wurden unter maßgeblicher Förderung des Bayernwerks - jetzt E.ON-Energie – insgesamt 544 Photovoltaikanlagen in bayerischen Schulen installiert. Zwei Leistungsgrößen kamen zum Einsatz: Der erste Typ verfügt über 20 Module bei einer Nennleistung von 1,06 kW und einem Modulwirkungsgrad im besten Fall von 12,4 %. Der zweite Typ, ebenfalls 20 Module mit zusammen 1,10 kW, kommt maximal auf einen Wert von 12,9 %. Fast alle Anlagen verfügen über einen Wechselrichter des Fabrikates Siemens SPN 1000, in einigen Fällen wurde dieser durch einen SOLWEX 1065 ersetzt.

Die Auswertung wird ab dem Betriebsbericht 2000 im Auftrag des gemeinnützigen **Solarenergiefördervereins Bayern e.V.** (www.sev-bayern.de) durchgeführt. Zweck dieses Vereins ist die Förderung des Umweltschutzes, was realisiert wird durch die Unterstützung von verschiedenen Solarprojekten, schwerpunktmäßig der Photovoltaik, aber auch der anderen erneuerbaren Energien. Hierzu gehört auch die technische und finanzielle Unterstützung von innovativen Solarprojekten bei Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Der Verein bezieht seine Mittel aus dem Verkauf der elektrischen Energie, die von der *1-MW-Solarstrom-Aufdachanlage Neue Messe München* erzeugt wird.

Der Verein will sich zukünftig auch um die Effizienzverbesserung der Anlagen bemühen. So sollen alle Schulen, die einen Anlagendefekt vermerkt haben, mit der Software Probleme hatten oder bei denen sonstige Unregelmäßigkeiten aufgetreten sind, vom Verein in Zusammenarbeit mit E.ON Energie Unterstützung bei der Behebung erhalten.

Nachstehend werden die von den Schulen übersandten Betriebsdaten des Jahres 2000 ausgewertet.

2 Datenbasis

Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Werte:

Tabelle 1: Am Programm *Sonne in der Schule* teilgenommene Schulen

	Anzahl Schulen
Insgesamt am Programm teilgenommen	544
Basisdaten sind vorerst vorhanden von	465
Im Jahr 2000 Messdaten erhalten von	284
Zahl der Anlagen ohne Fehler aufgrund beispielsweise von längerfristigen Störungen oder Bauarbeiten	269

Diese Rücklaufquote von 284 Messprotokollen ist gut, aber noch nicht zufriedenstellend im Sinne des Programms. Sie hat gegenüber dem Vorjahr um fast ein Drittel zugenommen. Ziel ist eine noch bessere Rückkopplung. Wiederum als positiv zu vermerken ist, dass manche Schulen die Daten schon grafisch oder als Datei aufbereitet haben. Da die Datensätze teilweise fehlerbehaftet bzw. nicht in dem vorgegebenen, die Verarbeitung erleichternden Format waren, mussten Sie in einigen Fällen manuell oder mit der verwendeten Auswertesoftware korrigiert werden. Wenn nötig, wurde auch telefonischer Kontakt aufgenommen.

3 Angebot an Solarenergie

Tabelle 1 zeigt die vom Deutschen Wetterdienst herausgegebenen Monatsmittel der täglichen von der Sonne kommenden Globalstrahlung – in der Einheit Kilowattstunden pro Quadratmeter = kWh/m² - für verschiedene Standorte in Bayern. Diese Globalstrahlung besteht aus zwei Anteilen, der direkten Sonnenstrahlung und der diffusen Strahlung.

Tabelle 2: Monatliche und jährliche Globalstrahlung auf eine waagrechte Fläche in kWh/m² für verschiedene Orte in Bayern im Jahr 2000

Ort	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr	Δ*
Augsburg	30	50	77	130	163	204	151	152	92	44	38	28	1159	+4%
Hof	22	35	61	129	170	186	119	148	93	48	28	20	1060	+5%
München	34	49	76	128	160	201	149	153	95	48	40	30	1093	+3%
Nürnberg	25	41	63	121	155	199	129	139	88	43	32	22	1059	+2%
Regensburg	26	45	68	123	166	205	131	151	95	49	34	21	1111	+4%
Würzburg	24	45	72	124	173	200	142	159	91	53	33	21	1133	+5%

Hinweis: Δ* stellt die Abweichung zum langjährigen Mittel dar

In Würzburg erhielt eine 1-m²-Fläche von der Sonne die Globalstrahlung 1133 kWh. Eine der Sonne zugeneigte Fläche, wie ein Solargenerator, bekommt etwa 10 – 15 % mehr.

Im Jahr 2000 bewegten sich die Jahressummen der Globalstrahlung in Deutschland mit 886 - 1.226 kWh/m² um den langjährigen Mittelwert von 1.010 kWh/m². Damit lag das räumliche Mittel der Jahressummen 2000 mit 1.042 kWh/m² etwa drei Prozent leicht über dem langjährigen Mittelwert. Besonders strahlungsbegünstigt waren die Gebiete des Oberrheins, Südbayern und der Raum Leipzig. Demnach sollten sich die Erträge, besonders in Südbayern, über den Werten von 1999 bewegen. Zum Vergleich seien die Daten von 1999 genannt, einem ebenfalls strahlungsreichen Jahr. Der Mittelwert der Globalstrahlung für Deutschland erreichte 1086 kWh/m², wobei sich die Jahressummen im Bereich von 954 – 1.180 kWh/m² bewegten.

4 Energielieferung aller Anlagen

Der spezifische Ertrag der Anlagen lag 2000 bei $801 \text{ kWh/kW}_{\text{Peak}}$. Hiermit ist die in das lokale Niederspannungsnetz eingespeiste elektrische Energie gemeint. Diese Größe ist als Mittelwert zu verstehen. Hiermit wurde der Jahresstromverbrauch von ca. 135 Haushalten gedeckt.

In **Bild 1** sind für das Jahr 2000 die spezifischen Energieerträge aller Anlagen des Programms *Sonne in der Schule* - für die Messprotokolle vorlagen und für welche sich sinnvolle Werte ergaben - als Funktion der Anzahl der Anlagen dargestellt. **Wichtig:** Die Energiewerte sind bezogen auf die Nennleistung von $1,10 \text{ kW}$ bzw. $1,06 \text{ kW}$. Es ist ersichtlich, dass 37 Anlagen, d.h. $13,8 \%$ einen Energieertrag von $800 - 850 \text{ kWh/kW}_{\text{Peak}}$ erreichten, 36 Anlagen - entsprechend $13,4 \%$ - kamen in den Bereich $850 - 900 \text{ kWh/kW}_{\text{Peak}}$. Die Anlagen im Bereich $0 - 500 \text{ kWh/kW}_{\text{Peak}}$ waren wahrscheinlich auf Grund von Fehlern nicht voll verfügbar.

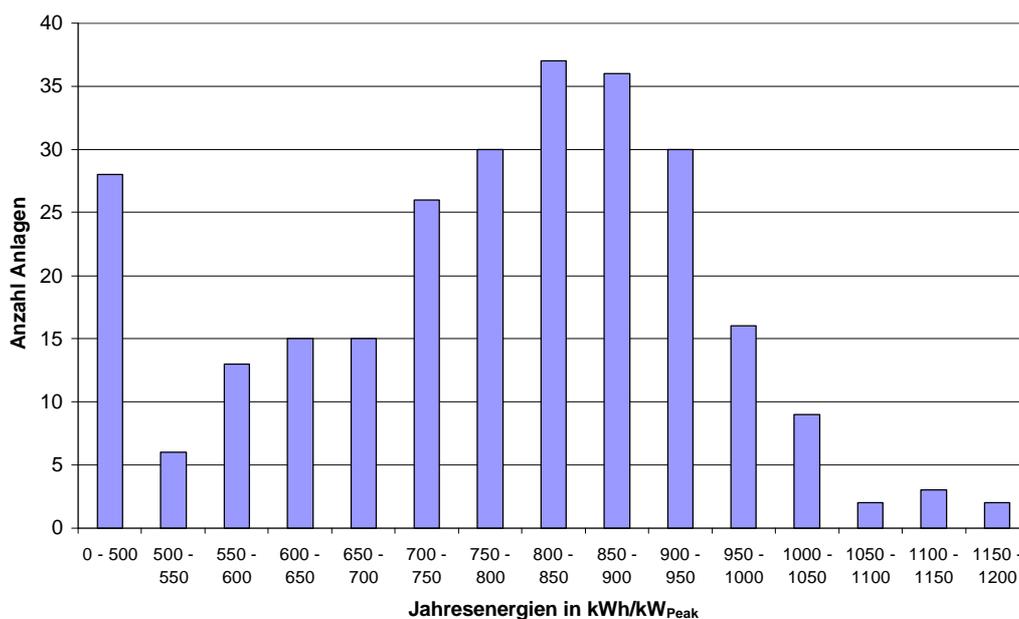


Bild 1: Spezifische Energieerträge der 269 Anlagen mit vollständigen Daten und ohne Defekt – in Summe kamen Rückmeldungen von 284 Schulen – Mittelwert $803 \text{ kWh/kW}_{\text{Peak}}$

Es kamen Rückmeldungen von insgesamt 284 Schulen. Wenn ersichtlich war, dass die Anlage für einen längeren Zeitraum als zwei Monate nicht verfügbar war, etwa wegen eines Ausfalles des Wechselrichters oder Bauarbeiten, wurde sie nicht in die Ermittlung des Mittelwertes einbezogen.

Spezifische Energieerträge anderer Programme zur Förderung und Untersuchung der Photovoltaik liegen zum jetzigen frühen Zeitpunkt noch nicht schriftlich vor. Aus mündlich erhaltenen Informationen kann jedoch gesagt werden, dass der in Bayern erreichte Wert als gut anzusehen ist.

Beispielhaft zeigt **Bild 2** den Verlauf der monatlichen Energieerträge einer Schule in Oberbayern mit dem spezifischen Jahresertrag von 864 kWh/kW_{Peak} für 2000. Als Linie ist der monatliche Mittelwert aller Schulen dargestellt. Der Ertrag dieser Anlage erreichte, entsprechend dem erhöhten Angebot an Globalstrahlung in Oberbayern, einen besseren Wert als 1999 - wo „nur“ 822 kWh/kW_{Peak} erzielt wurden.

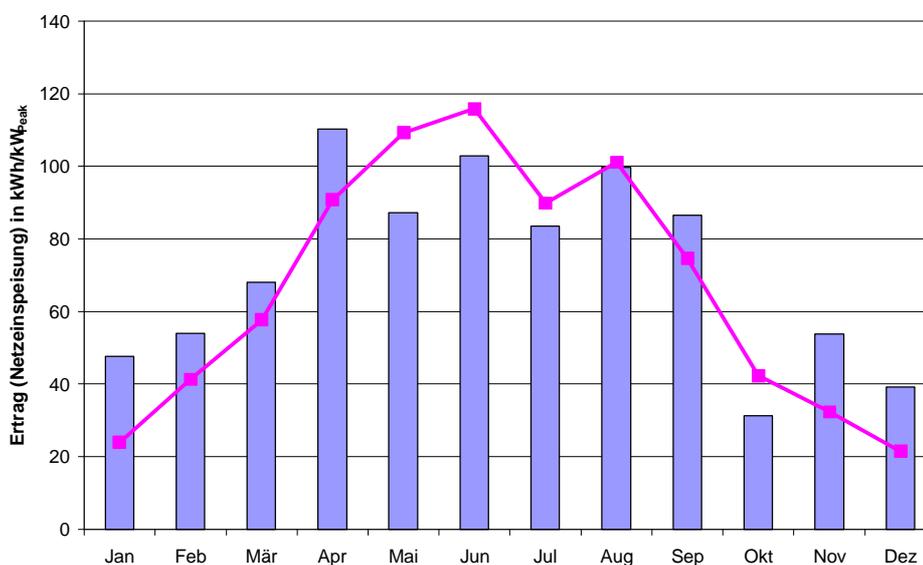


Bild 2: Spezifische monatliche Energieerträge 2000 einer Schule in Oberbayern

5 Gründe für Nichtverfügbarkeiten

Relativ häufig sind Wechselrichterausfälle! Daher wird der **Solarenergieförderverein Bayern e.V.** demnächst – in Zusammenarbeit mit E.ON Energie - eine Aktion starten, um defekte Wechselrichter bezüglich Hard- und Software zu reparieren bzw. modernisieren zu lassen.

6 Zusammenfassung

Der spezifische Ertrag der Anlagen lag 2000 bei 801 kWh/kW_{Peak}. Dies entspricht etwa dem Vorjahreswert. Auch in diesem Jahr werden die Ergebnisse des Programmes *Sonne in der Schule* wieder wissenschaftlich genutzt. Kurz vor Abschluss dieses Berichtes lag schon die Anfrage des *Fraunhofer-Institutes für Solare Energiesysteme* in Freiburg vor, wie hoch der Wert des Programms aus Bayern sei!

30. März 2001 Be