

Sonne in der Schule

Betriebsbericht 2003

*Sonne in der Schule des Bayernwerks
+ SONNEonline der PreussenElektra*



Inhalt

1.	Einleitung	2
2.	Datenbasis	3
3.	Wettbewerb „Darstellung der Photovoltaikanlage im Internet“	3
4.	Angebot an Solarenergie	4
5.	Energielieferung	6
5.1	Bearbeitung der Betriebsdaten	6
5.2	Statistische Verteilung	6
5.3	Betriebsstörungen	8
5.4	Unterstützung bei defekten Wechselrichtern	8
5.5	Erträge einzelner Schulen	8
6.	Intensiv vermessene Anlagen	10
6.1	Anlagen	10
6.2	Datenverfügbarkeit	10
6.3	Betriebsergebnisse	10
7.	Betreuung der Schulen	12
8.	Zusammenfassung und Sonstiges	12

1. Einleitung

Auch im Jahr 2003 führt der Solarenergieförderverein Bayern wieder die Auswertung des Programms *Sonne in der Schule* durch. Dieses Programm ist entstanden aus den Vorgängern *Sonne in der Schule* mit 544 Photovoltaikanlagen an Schulen in Bayern und *SONNEonline* mit 450 Anlagen an Schulen in Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Bremen.

Bedingt durch die Fusion der betreuenden Unternehmen Bayernwerk und PreussenElektra zu E.ON-Energie wurden auch die beiden Förderprogramme zusammengefasst. Sie werden gemeinsam unter dem Namen **Sonne in der Schule** fortgeführt. E.ON-Energie konnte den gemeinnützigen **Solarenergieförderverein Bayern e.V.** (www.sev-bayern.de) dazu gewinnen

- die umfangreiche Auswertung der Betriebsdaten weiterhin zu übernehmen
- die Schulen über das Verhalten ihrer Anlage zu informieren
- die Betreuung der Schulen bei Fragen zur Photovoltaikanlage zu übernehmen.

Zweck des Solarenergiefördervereins Bayern – im folgenden als **SeV** bezeichnet – 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 zudem 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.

Nahezu 1000 Schulen in einem großen Teil Deutschlands sind jetzt im Programm *Sonne in der Schule* zusammengefasst. Bei diesen Anlagen werden die monatlichen Energieerträge erfasst. Sie werden als „**Standard vermessene Anlagen**“ bezeichnet. **Bild 1** zeigt die geografische Verteilung.

Zudem sind sieben „**Intensiv vermessene Anlagen**“ installiert. Sie befinden sich in Beelitz, Hannover, Kassel, Samtens, Oschersleben, Kulmbach und München. Bei ihnen werden zusätzlich Größen wie die Globalstrahlung gemessen. Ihre aktuellen, aber auch die archivierten Betriebsdaten, sind unter der oben genannten Adresse des SeV im Internet ersichtlich.

Der nachfolgende Bericht will das Betriebsverhalten der Photovoltaikanlagen im Jahr 2003 darstellen und verständlich machen.

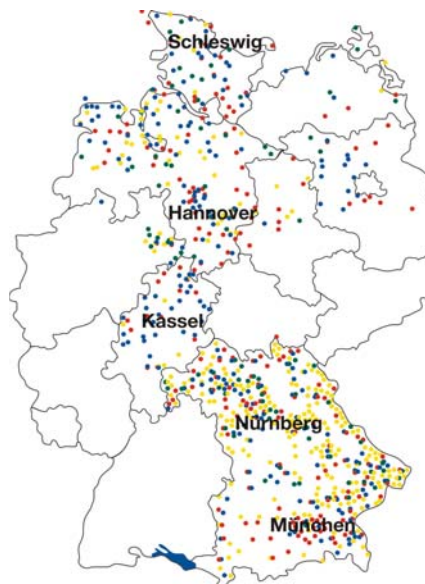


Bild 1: Geografische Lage aller Anlagen

2. Datenbasis

Gegen Ende des Jahres 2003, vor den Weihnachtsferien 2003/2004 wurden alle Schulen aus dem Programm angeschrieben und gebeten, die Energieerträge – möglichst monatlich - ihrer Photovoltaikanlagen via Internet oder per Fax an den SeV zu senden. Die wesentlichen Werte des Rücklaufes dieser als Betriebsdaten bezeichneten Werte sind in **Tabelle 1** dargestellt. Sie enthält auch die Zahlen des Vorjahres und die prozentualen Änderungen.

Tabelle 1: Statistik des Rücklaufes der Betriebsdaten im Jahr 2003

	Anzahl Schulen		
	Auswertung für 2003	Auswertung für 2002	Änderung
Insgesamt am Programm teilgenommen	944	944	—
Basisdaten sind vorhanden von	924	925	—
Messdaten erhalten von	521	460	+13,3 %
Zahl der Anlagen ohne Fehler	453	389	+16,5 %

Anmerkungen

- Ungefähr 390 Schulen schickten ihre Betriebsdaten via Internet, im Vorjahr waren es ca. 300. Die Summe der Rückmeldungen über Internet und Fax ist größer als die Summe der Zahl aller Messprotokolle, denn oft wurden beide Wege parallel genutzt.
- Der Begriff „Zahl der Anlagen ohne Fehler“ ist zu erläutern. Der praktische Betrieb der Photovoltaikanlagen zeigt, dass ein gewisser Prozentsatz stets nicht verfügbar ist, etwa wegen Bauarbeiten oder längerfristiger Störungen. Nach einem Zeitraum von ca. 7 – 10 Jahren ab Inbetriebnahme verursachen Ausfälle der Wechselrichter Stillstände. Daher wurden für die statistische Auswertung alle Anlagen nicht berücksichtigt, bei denen erkennbar eine länger als drei Monate andauernde Betriebsunterbrechung vorlag.

Die Rücklaufquote von 521 Messprotokollen – per Internet und Fax - ist erfreulich gut.

3. Wettbewerb „Darstellung der Photovoltaikanlage im Internet“

Der SeV hat unter allen Schulen, die ihre Messdaten des letzten Jahres bis zum 15. März 2003 sandten, einen Wettbewerb zum Thema „Darstellung der Photovoltaikanlage im Internet“ ausgeschrieben. Es waren Geldpreise - erster Preis 1000 Euro, zweiter 500 Euro und dritter Preis 300 Euro – zu gewinnen.

Die Preisträger sind:

1. Preis: Wilhelm-von-Oranien-Schule in Dillenburg - www.systempage.com/solar
2. Preis : Klaus-Harms-Schule in Kappeln - khs-sonneonline.lernnetz.de
3. Preis: Gymnasium Geretsried - expphys.bei.t-online.de/solar/index.html

Im nächsten Jahr ist an einen weiteren Wettbewerb zu „Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung der Photovoltaik – ausgehend von den Erträgen der Photovoltaikanlage aus Sonne in der Schule“ gedacht. Zu diesem Thema soll eine Präsentation von 5 –10 Seiten erstellt werden. Nähere Informationen dazu werden allen Schulen gegen Ende des Jahres 2004 mit dem Anschreiben für die Übermittlung der Jahreswerte mitgeteilt.

4. Angebot an Solarenergie

Der wichtigste Faktor für den Ertrag von Photovoltaikanlagen ist die von der Sonne einstrahlte Solarenergie, die Globalstrahlung. Bezüglich dieser Globalstrahlung war 2003 ein sehr gutes Jahr. Das langjährige Mittel der Globalstrahlung von 1981 – 2000 wurde im gesamten Bundesgebiet überschritten. Vom DWD erworben wurde die in **Bild 2** auf der nächsten Seite dargestellte Karte mit den grafisch dargestellten Globalstrahlungen in der Bundesrepublik Deutschland. Die nachstehenden Aussagen stammen vom Deutschen Wetterdienst DWD, nachzulesen in der Fachzeitschrift „Photon“ vom März 2004.

- In Deutschland trat die bekannte Zunahme der Globalstrahlung von Nord nach Süd auf. Abweichungen hiervon gibt es in Stau- und Leebereichen der Mittelgebirge sowie durch „Küsteneffekte“ an Nord und Ostsee.
- Der Mittelwert der Globalstrahlung 2003 für Deutschland lag bei 1170 kWh/m² und damit erheblich über dem vieljährigen Durchschnittswert von 1037 kWh/m². Bei solchen Spitzenwerten kann man nur nach Gebieten mit weniger und mehr Zuwachs differenzieren, von „Gewinnern“ und „Verlierern“ bezüglich Globalstrahlung kann man nicht sprechen.
- Niedrigere Zuwächse an Globalstrahlungswerten waren in folgenden Gebieten zu verzeichnen: Südlicher Schwarzwald und höhere Lagen der Eifel sowie in einer Zone von Wittenberge bis nach Usedom.
- Begünstigt durch besonders hohe Zuwächse der solaren Einstrahlung waren die Räume Karlsruhe/Stuttgart, der Pfälzer Wald, der Bereich von Bonn bis in das Ruhrgebiet, die Gegenden östlich Bayreuths, nördlich des Harzes sowie um die Stadt Wittenberg.

Die monatlichen Mittelwerte sind für verschiedene Standorte im Gebiet von *Sonne in der Schule* in **Tabelle 2** dargestellt. Die Daten werden u.a. vom Deutschen Wetterdienst herausgegeben. Die hier verwendeten Werte stammen aus der Zeitschrift „Sonnenenergie“ der „Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.“

Tabelle 2: Monatliche und jährliche Globalstrahlung auf eine waagrechte Fläche in kWh/m² für verschiedene Orte im Jahr 2003

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Augsburg	32	64	102	130	156	193	179	169	118	66	33	25	1267
Berlin	19	52	85	138	167	186	161	159	104	59	26	18	1174
Frankfurt a.M.	23	54	97	134	150	196	178	170	116	56	30	22	1226
Göttingen	19	49	91	138	141	188	168	162	103	52	27	18	1156
Hamburg	14	43	79	145	150	170	159	150	106	59	22	14	1111
Hannover	18	45	84	129	152	176	161	150	108	57	27	17	1124
Hof	22	59	89	140	144	192	162	171	103	53	28	20	1183
Kassel	18	51	90	132	145	183	162	160	102	52	27	17	1139
Kiel	13	37	84	135	155	168	164	150	108	59	20	12	1105
München	34	64	108	127	159	187	183	166	118	67	35	27	1275
Nürnberg	26	64	102	138	150	190	177	173	115	60	33	25	1253
Regensburg	29	66	100	133	156	194	176	166	117	64	31	26	1258
Rostock	15	43	85	140	170	186	170	151	105	55	21	13	1154
Schleswig	13	37	83	137	154	166	169	149	106	56	19	11	1100
Stralsund	15	43	87	134	172	188	163	150	104	54	21	12	1143
Weihenstephan	31	63	107	132	160	193	183	167	119	71	22	25	1273
Würzburg	26	60	101	131	157	203	183	181	116	61	32	24	1275

In Berlin erhielt eine waagrechte 1-m²-Fläche die Energie von 1174 kWh, in München 1275 kWh. Ein der Sonne optimal zugeneigter Solargenerator, der in unseren Breiten mit einem Winkel der Module gegen die Waagrechte in der Größenordnung 20 – 40° nach Süden ausgerichtet ist, erhält etwa 10 – 15 % mehr.

Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland Jahressumme 2003

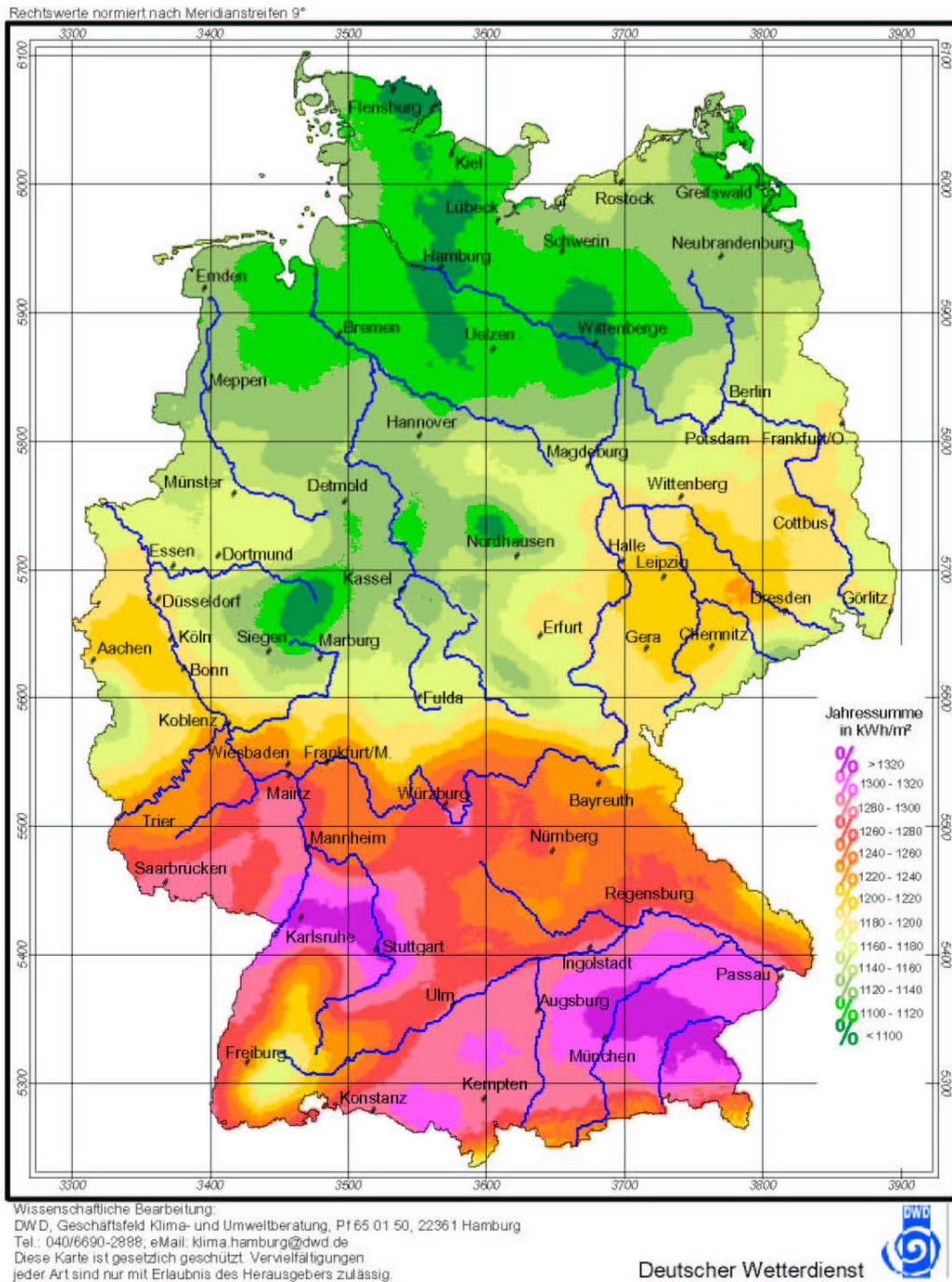


Bild 2: Globalstrahlung in Deutschland 2003

5. Energielieferung

5.1 Bearbeitung der Betriebsdaten

Die erhaltenen abgelesenen Betriebsdaten wurden mit Hilfe entsprechender Software weiterverarbeitet und aufbereitet.

5.2 Statistische Verteilung

Der spezifische Ertrag der Anlagen im Gesamtgebiet vom Norden bis in den Süden Deutschlands lag 2003 bei 892 kWh/kW_{Peak}. Hierunter ist die in das lokale Niederspannungsnetz eingespeiste elektrische Energie zu verstehen. Diese Größe ist ein Mittelwert. Manche Anlagen sind durchaus besser, etwa wegen eines höheren Angebotes an Globalstrahlung, andere können aus bestimmten Gründen – beispielsweise teilweise Verschattung der Module - schlechter sein.

Bild 3 zeigt für das Jahr 2003 die spezifischen Energieerträge aller Anlagen des Programms *Sonne in der Schule* - für die Messprotokolle vorlagen und für welche sich sinnvolle Werte ergaben - über die Anzahl der Anlagen. Wenn ersichtlich war, dass die Anlage für einen längeren Zeitraum nicht verfügbar war, etwa wegen eines Ausfalles des Wechselrichters oder Bauarbeiten, wurde sie nicht in die Ermittlung des Mittelwertes einbezogen, siehe Kap. 2 **Es sei betont, dass die Energiewerte auf die Leistung 1 kW_{Peak} bezogen sind. Die Erträge wurden durch die Nennleistung von beispielsweise 1,1 kW_{Peak} dividiert.** Dadurch werden die Ergebnisse vergleichbar.

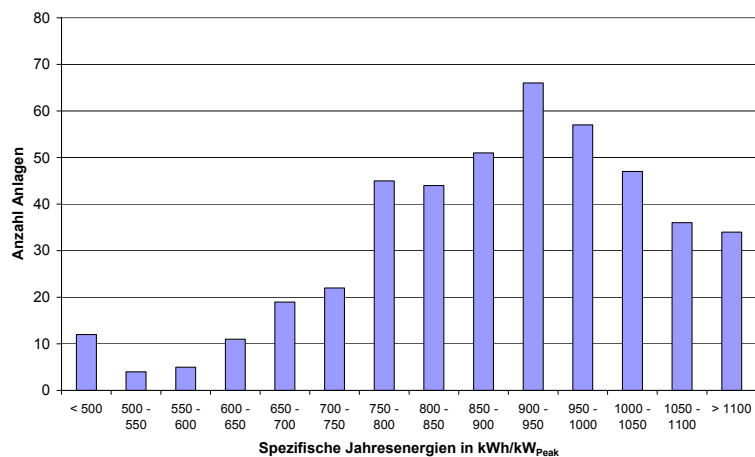


Bild 3: Verteilung des spezifischen Ertrages im Gesamtgebiet
-Basis 453 Anlagen
-Mittelwert 892 kWh/kW_{Peak}

Die meisten Anlagen liegen im Bereich 900 – 950 kWh/kW_{Peak} gegenüber im Vorjahr 750 – 850 kWh/kW_{Peak}. Maximale Erträge reichen über 1100 kWh/kW_{Peak}. Gründe, dass Anlagen im Bereich 0 – 500 kWh/kW_{Peak} liegen sind nach der Erfahrung oft Verschattungen durch Bäume und Sträucher und Defekte der Wechselrichter. Anlagen mit hohen Erträgen über 900 kWh/kW_{Peak} sind intensiv betreut, ihr Standort weist gute Globalstrahlungswerte und gute Lüftung für die Solarmodule auf. Letzteres ist wichtig, denn photovoltaische Solargeneratoren zeigen mit steigender Temperatur schlechtere Erträge.

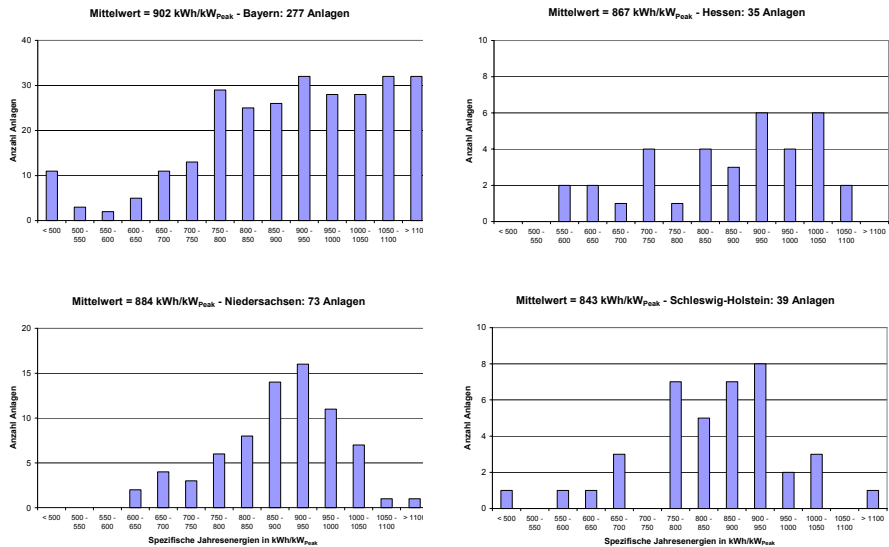


Bild 4: Erträge in den Bundesländern Bayern, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Dargestellt sind die Anlagen mit nutzbaren Daten, die im Normalbetrieb verfügbar waren. Man beachte die verschieden skalierten Achsen!

Aussagen über die Verteilung der spezifischen Energieerträge in den einzelnen Bundesländern zeigen das oben stehende **Bild 4** und **Tabelle 3**. Es ist zu bemerken, dass in Bild 3 nur die Verteilungen der spezifischen Energieerträge in den Bundesländern dargestellt wurden, in denen eine genügend große Anzahl von nutzbaren Messdaten vorhanden war.

Beide Darstellungen geben eine Aussage über die mittleren Erträge in verschiedenen Regionen. Wie zu erwarten, sind die Erträge wegen der besseren Globalstrahlungsbedingungen im Süden höher. Bei der Bewertung der Tabelle ist zu beachten, dass mit wenigen Anlagen in manchen Bundesländern keine allgemeingültigen statistischen Aussagen zu treffen sind. Anders gesagt: Von einer kleinen Anzahl Anlagen kann nicht unbedingt auf das Verhalten aller Anlagen in diesem Gebiet geschlossen werden.

Tabelle 3: Anzahl der Anlagen und Mittelwert des spezifischen Energieertrages aufgeteilt nach Bundesländern

Bundesland	Anzahl Anlagen 2003	Mittelwert spezifischer Ertrag in kWh/kW _{Peak} 2003	Veränderung des Ertrages gegenüber 2002
Bayern	277	902	+12,3 %
Hessen	35	867	+21,6 %
Niedersachsen	73	884	+18,2 %
Schleswig-Holstein	39	843	+ 9,1 %
Nordrhein-Westfalen	8	952	+35,0 %
Brandenburg	11	868	+25,8 %
Sachsen-Anhalt	3	944	+17,3 %
Mecklenburg- Vorpommern	3	992	+24,7 %
Bremen	4	828	+22,1 %
Gesamtgebiet	453	892	---

Alle Zahlenwerte beziehen sich auf Anlagen mit nutzbaren Daten, die im Normalbetrieb verfügbar waren.

5.3 Betriebsstörungen

Bei dieser Auswertung hatten 512 Schulen Messdaten geliefert. In die Berechnung des Mittelwertes der Energielieferung gingen aber nur 460 Schulen ein. Der Betrieb der Photovoltaikanlage in 52 Schulen (ca. 10 %) war gestört oder unterbrochen.

Die wichtigsten Gründe hierfür waren:

- Wechselrichterstörungen,
- Umbau des Schulgebäudes oder Sanierungsarbeiten.
- In einem Fall wurden auch Module entwendet
- Gelegentlich gibt es Probleme mit der Software

5.4 Unterstützung bei defekten Wechselrichtern

Dem SeV sind gut funktionierende Photovoltaikanlagen der Schulen ein Anliegen. Sind die Erträge einer Anlage schlecht und ist der Wechselrichter erkennbar die Ursache, so können die Schulen bei Austausch oder Reparatur – allerdings im Ermessen des SeV und nach Situation der Mittel – unterstützt werden. Sollte ein Wechselrichteraustausch notwendig sein, übernimmt der SeV ggf. die Hälfte der Reparaturkosten bis zu einer Höhe von max. 400 €. Hierfür ist jedoch vorher Kontakt mit dem SeV aufzunehmen, der Zuschuss wird nach Vorlage der Rechnung erstattet. Weiterhin nennt der SeV auch Ansprechpartner bei Softwareproblemen.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG eine erhöhte Einspeisevergütung auch für den Strom einer Schul - Photovoltaikanlage gezahlt werden kann. Eine Broschüre hierzu kann in unserer Geschäftsstelle oder unter www.sev-bayern.de angefordert werden.

5.5 Erträge einzelner Schulen

Beispielhaft zeigen **Bild 5, 6 und 7** als Balkendiagramm den Verlauf der monatlichen spezifischen Energieerträge von drei Schulen im Voralpenland, in Brandenburg und in Schleswig-Holstein. Als Linie ist der monatliche Mittelwert aller Schulen mit nutzbaren Daten dargestellt.

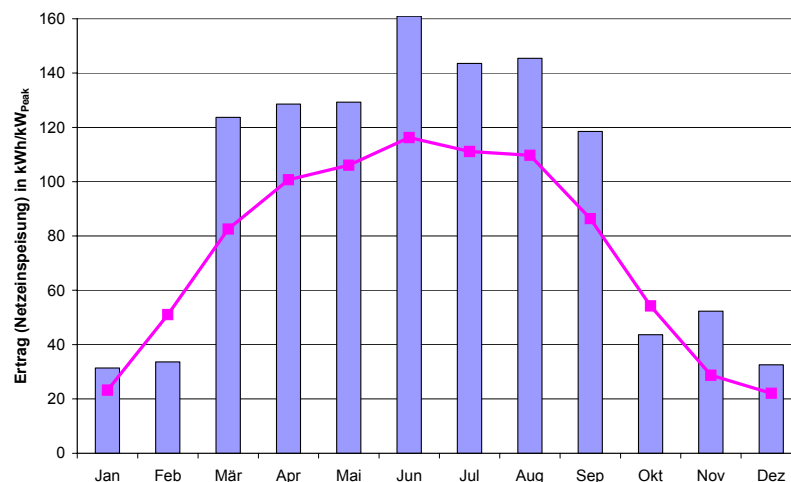


Bild 5: Schule im Voralpenland - spezifischer Jahresertrag 1144 kWh/kW_{Peak}

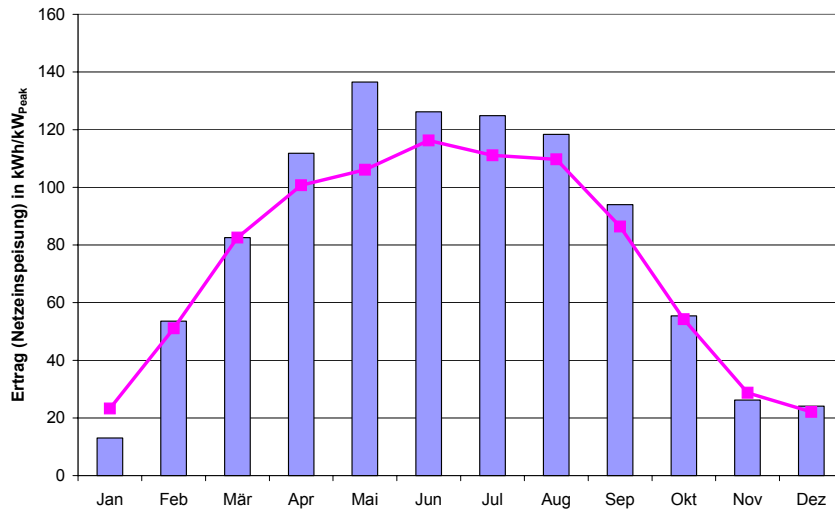


Bild 6: Schule in Brandenburg - spezifischer Jahresertrag 966 kWh/kW_{Peak}

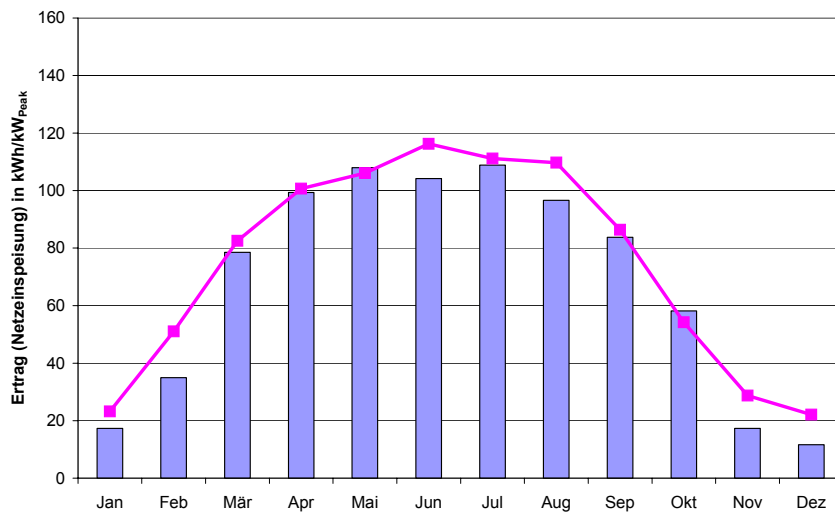


Bild 7: Schule in Schleswig-Holstein - spezifischer Jahresertrag 818 kWh/kW_{Peak}

6. Intensiv vermessene Anlagen

Die folgenden Ausführungen wurden vom Fraunhofer- Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg im Auftrag des SeV durchgeführt. Die Intensivvermessung ausgewählter Anlagen wird weiterhin von diesem Institut durchgeführt.

6.1 Anlagen

In **Tabelle 4** sind die Anlagen aufgeführt, die weiterhin von Fraunhofer ISE intensiv vermessen werden. Die Anlagen in Samtens, Hannover, Oschersleben und in Beelitz haben als Hauptkomponenten 9 Module Kyocera KC 120-1 und einen Wechselrichter SMA SWR 850. Die Anlage in Kassel besteht aus 10 Modulen Kyocera KC 110-1 und einem Wechselrichter SMA SWR 850. In Kulmbach und München sind jeweils 20 Module Siemens M 55 mit einem Wechselrichter Siemens SWN 1111 gekoppelt.

Tabelle 4: Übersicht der intensiv vermessenen Anlagen

PLZ	Ort	Betreiber	Baujahr	PV Leistung
18573	Samtens	Realschule	1998	1,08 kW _{Peak}
30457	Hannover	E.ON Energie AG	1998	1,08 kW _{Peak}
39387	Oschersleben	BBZ des Bördekreises	1998	1,08 kW _{Peak}
34147	Kassel	Städtische Werke AG	1998	1,10 kW _{Peak}
14547	Beelitz	Sally-Bein-Gymnasium	1998	1,08 kW _{Peak}
95326	Kulmbach	Berufsschule	1995	1,10 kW _{Peak}
81475	München	Fraunhofer Realschule	1995	1,10 kW _{Peak}

6.2 Datenverfügbarkeit

Die Datenverfügbarkeit für die Jahre 1999 bis 2003 ist in **Tabelle 5** aufgeführt.. Bei der Anlage in Beelitz gab es wie schon im letzten Jahr Probleme mit dem Datenabruf. Der Datenlogger war nicht immer abrufbar.

Tabelle 5: Datenverfügbarkeit der intensiv vermessenen Anlagen

Anlage	1999	2000	2001	2002	2003
Samtens	99,2	100,0	91,7	83,3	95,3
Hannover	100,0	100,0	99,7	99,2	99,7
Oschersleben	99,7	100,0	99,7	97,7	99,3
Kassel	99,9	100,0	79,6	98,9	99,9
Beelitz	98,9	100,0	100,0	87,3	65,4
Kulmbach	1)	1)	1)	100,0	98,8
München	1)	1)	1)	1)	95,0

1) Datenerfassung seit 2002 in Betrieb

6.3 Betriebsergebnisse

Nachfolgend sind die Messergebnisse zusammengefasst und bewertet. Dabei ist auch das Langzeitverhalten der Anlagen, die schon länger in Betrieb sind, betrachtet.

Die wichtigste Größe zur Beurteilung des Betriebsverhaltens einer PV-Anlage ist die Performance Ratio (PR). Sie erlaubt eine vom Standort unabhängige Beurteilung und kennzeichnet die Ausnutzung der betreffenden Anlage im Vergleich zu einer verlustfrei unter nominellen Betriebsbedingungen arbeitenden Anlage. Gute Werte liegen im Bereich von 72 – 77 %.

Tabelle 6 zeigt die Jahreswerte für die intensiv vermessenen Anlagen seit Inbetriebnahme.

Tabelle 6: Jahreswerte der PR in Prozent für intensiv vermessene Anlagen

Anlage	1998 ¹⁾	1999	2000	2001	2002	2003	Mittelwert
Samtens	76,7	77,1	77,4	77,0	77,1	77,7	77,1
Hannover	75,9	76,2	74,2	73,5	75,1	71,9	75,0
Oschersleben	76,8	76,8	76,9	76,2	77,5	³⁾	76,9
Kassel	71,9	72,3	72,5	73,0	72,1	71,9	72,4
Beelitz		66,1	65,9	64,3	64,1	⁴⁾	63,8
Kulmbach					63,7 ²⁾	69,3	63,7
München						72,9	72,9

¹⁾ Zeitraum Juli bis Dezember 1998

²⁾ Bei Kulmbach Messzeitraum August bis Dezember 2002

³⁾ Die Anlage in Oschersleben ist wegen eines Wasserschadens seit Mai 2003 außer Betrieb

⁴⁾ Datenbasis zu gering in 2003

Die Anlagen der Realschule Samtens zeigt über den Zeitraum von mehr als fünf Jahren eine konstante Performance Ratio. Da die Anlage in Oschersleben seit Mai 2003 außer Betrieb ist, ist die Performance Ratio für das Jahr 2003 nicht repräsentativ. In Hannover ist in 2003 ein Rückgang der Performance Ratio festzustellen. Als Ursache wird zunehmende Verschattung durch Baumwuchs vermutet. Bei allen Anlagen sind bislang keine nennenswerten Wechselrichter ausfälle zu registrieren, somit erreichen die Wechselrichter nahezu eine durchgehende Verfügbarkeit. Der niedrige Wert bei Beelitz beruht auf der starken Teilverschattung des Solargenerators. Bei der Anlage in Kulmbach sind bei einigen Modulen Ablösungen der Antireflexschicht auf der Zellenoberfläche zu beobachten.

Die wesentlichen Jahreswerte aus der Intensivvermessung sind in **Tabelle 7** zusammengefasst. Der überdurchschnittliche Sommer brachte im Jahr 2003 ein Rekordergebnis bei den Erträgen. Die Anlagen in Kassel, München und Kulmbach erreichten um die 950 kWh/kW_{Peak}, bei einer solaren Einstrahlung um die 1350 kWh/m². Die Anlage in Hannover wird in den Morgenstunden durch Bäume verschattet. Deshalb liegt die Jahressumme der Einstrahlung deutlich unter den anderen Werten. Bei der Anlage in Samtens war der Erzeugungszähler im Zeitraum 17.01.2004 bis 24.03.2004 nicht angeschlossen, weshalb die Anlage nur einen Ertrag von 886 kWh/ kW_{Peak} erreichte.

Tabelle 7: Vergleich der I-MAP-Anlagen im Jahr 2003 (nur Anlagen mit durchgehendem Betrieb)

Anlage	E _{hor} kWh/m ²	E _{mod} kWh/m ²	η _{SG} %	η _{WR} %	η _{Sys} %	PR %	Ertrag kWh/kW _{Peak}
Samtens	1072	1308	11,2	89,2	89,2	77,7	886 ¹⁾
Hannover	882	1140	10,1	92,1	92,1	71,9	820
Kassel	1024	1345	9,5	88,9	88,9	71,3	958
Kulmbach		1359	10,0	89,3	89,3	69,3	942
München		1342	10,6	88,5	88,5	72,9	978

Abkürzungen:

E_{hor} = Einstrahlung horizontal

η_{SG} = Wirkungsgrad Solargenerator

E_{mod} = Einstrahlung in Modulebene

η_{WR} = Wirkungsgrad Wechselrichter

η_{Sys} = Systemwirkungsgrad

PR = Performance Ratio

¹⁾ Erzeugungszähler vom 17.01.2003 bis 24.03.2004 nicht angeschlossen

²⁾ keine Messung der horizontalen Einstrahlung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die intensiv vermessenen Anlagen weiterhin wichtige Erkenntnisse bezüglich des Langzeitverhaltens von netzgekoppelten PV-Anlagen liefern. Die Performance Ratio ist bei den Anlagen in den letzten fünf Jahren konstant. 2003 wurde mit den beiden Anlagen in München und Kulmbach die Datenbasis für die Auswertungen erweitert.

7. Betreuung der Schulen

Im Jahr 2003 wurden rund 83 Schulen auf verschiedene Arten betreut. Oft waren technische Probleme der Grund. Fragen zu Ablesungen und Energieerträgen wurden beantwortet. Auch bei der Einweisung von neuen Lehrern war der SeV behilflich.

Zu vermerken ist, dass derzeit ein Photovoltaikexperte im Auftrag des SeV zehn Schulen mit auffallend niedrigen Erträgen oder technischen Fragen besucht, um letztlich die Anlage aus *Sonne in der Schule* in ihrer Effizienz zu steigern.

Auch zukünftig hilft der Solarenergieförderverein Bayern e.V. gerne weiter. Wir bitten, das Problem in einer E-Mail an sonneschule@sev-bayern.de darzustellen, Photovoltaikexperten werden antworten.

8. Zusammenfassung und Sonstiges

Das Programm *Sonne in der Schule* umfasst jetzt nahezu 1000 Schulen mit Photovoltaikanlagen. 521 Schulen haben für das vergangene Jahr 2003 Messdaten zur Auswertung zur Verfügung gestellt bzw. Aussagen gemacht, warum ihre Photovoltaikanlage nicht zur Verfügung stand. Dies entspricht einer Steigerung von über 13 %. Der erzielte mittlere spezifische Ertrag lag im Jahr 2003 wegen der sehr guten Globalstrahlungsverhältnisse bei 892 kWh/kW_{Peak}.

Der vom SeV veranstaltete Wettbewerb „Darstellung der Photovoltaikanlage im Internet“ zeigt wirklich interessante Darstellungen, aus **Tabelle 8** sind die Webadressen ersichtlich, sie sind einen Besuch wert.

Tabelle 8: Teilnehmer am Wettbewerb „Darstellung der Photovoltaikanlage im Internet“

Nr.	Schule	Webadresse
1	Realschule Albersdorf in	www.realschulealbersdorf.de
2	Neue Oberschule Braunschweig	www.mundlos.de/wso
3	Wilhelm-von-Oranien-Schule in Dillenburg	www.systempage.com/solar
4	Drei-Burgen-Schule Felsberg	www.drei-burgen-schule.de
5	Fördegymnasium Flensburg	www.foerdegymnasium.de/projekte/sonneonline/sonne.htm
6	Staatl. Fachober-u.Berufsschule in Fürth	www.fosbosfuertth.ikomm.de
7	Gymnasium Geretsried	expphys.bei.t-online.de/solar/index.html
8	Humboldt-Gymnasium Gifhorn	www.humboldt-gymnasium.de
9	Staatl. Wirtschaftssch. Gunzenhausen	www.gunnet.de/bsz-gun/neu/index-ws.htm
10	Gymnasium Hankensbüttel	www.nibis.ni.schule.de/~gym-hb/
11	Klaus-Harms-Schule in Kappeln	khs-sonneonline.lernnetz.de
12	Gymnasium in Königs-Wusterhausen	www.energie-team-sag.de
13	Verbandsschule Margetshöchheim	vs_margetshoechheim.bei.t-online.de
14	Gymnasium Marne	www.solaranlage.gymnasiummarne.net.ms/
15	Martin-Pollich-Gymnasium in Mellrichstadt	www.martin-pollich-gymnasium.de/projekte/pv
16	Technikerschule München	www.tsm.musin.de/solar/Internetseiten/index.html
17	Realschule Pritzwalk	CD-Rom
18	Hauptschule Regen	www.hauptschuleregen.privat.t-online.de
19	Gymnasium Schwabach	www.weg-schwabach.de
20	Wolfgang-Spießl-Schule Stamsried-Pöding	www.vs-stamsried-poesing.de
21	Gymnasium Sulingen	www.gymnasium-sulingen.de
22	Deutschhaus-Gymnasium	www.deutschhaus.de