

Solarenergieförderverein
Bayern e.V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy



SONNE

IN DER SCHULE

BETRIEBSBERICHT

2010

Abbildung 1: Titelbild

Inhalt

1	Einleitung	2
1.1	Sonne in der Schule	2
1.2	Ziele dieses Berichtes	2
2	Evaluation der Betriebsdaten	3
2.1	Datenbasis	3
2.2	Meteorologische Daten des Jahres 2010	4
2.2.1	Übersicht	4
2.2.2	Globalstrahlung	5
2.3	Erträge	7
2.3.1	Statistische Verteilung der Erträge	7
2.3.2	Betriebsstörungen und Nichtverfügbarkeiten	9
2.3.3	Erträge einzelner Schulen	10
3	Betreuung	10
3.1	Wechselrichter	11
3.1.1	Schulen mit Wechselrichter SPN1000	11
3.1.2	Schulen mit Wechselrichter Sunny Boy	11
3.1.3	Schulen mit sonstigen Wechselrichtern	12
3.1.4	Solarsupport für Schulen	12
3.1.5	Unterrichtshilfen	12
4	Preise für Abgabe der Messdaten	12
5	Ausbildung und Studium im Bereich der Erneuerbaren Energien	12
5.1	Ausbildung zum Solarteur®	12
5.2	Studium	13
5.2.1	Bachelor und Master	13
5.2.2	Welche Hochschulen bilden aus?	13
6	Wettbewerb	13
7	Zusammenfassung und Sonstiges	13
8	Anhang - Überschlägige Bestimmung des Ertrages	15

1 Einleitung

1.1 Sonne in der Schule

Das Programm „Sonne in der Schule“ wird nun schon seit 17 Jahren von vielen engagierten Lehrer und Lehrerinnen, Hausmeistern und Schülern betreut, so dass auch für das Jahr 2010 eine erfreuliche Rückmeldung von 52% der teilnehmenden Schulen vermeldet werden kann.

Ziel des Programms war und ist es zu demonstrieren, dass Photovoltaikanlagen 20 und mehr Jahre erfolgreich betrieben werden können. Weiterhin sollen aber auch Informationen zum Thema der Erneuerbaren Energien – besonders im Bereich Bildung – bereitgestellt werden.

Der Solarenergieförderverein Bayern - nachstehend als SeV bezeichnet - bezieht seine finanziellen Mittel aus dem Verkauf der elektrischen Energie, die von der 1-MW-Photovoltaikanlage „Neue Messe München“ erzeugt wird. Diese Erträge werden zur Unterstützung verschiedenster Solarprojekte, schwerpunktmäßig der Photovoltaik, verwendet. Hierzu gehört auch das Programm „Sonne in der Schule“, durch das während seiner bisherigen Laufzeit von 17 Jahren schon etwa 1,5 Millionen Schüler an diese umweltfreundliche Technik herangeführt werden konnten.

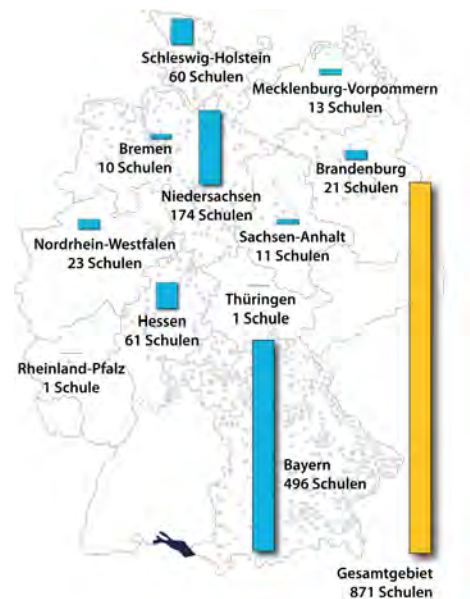


Bild 1: Verteilung der aktuell registrierten Anlagen auf die Bundesländer

1.2 Ziele dieses Berichtes

Der folgende Bericht enthält folgende Abschnitte:

- Zunächst werden im ersten Teil – entsprechend Kapitel 2 - alle Betriebsdaten der Photovoltaikanlagen „Sonne in der Schule“, die von den Schulen an den SeV zur Auswertung übermittelt wurden, evaluiert. Beinhaltet sind auch die meteorologisch relevanten Daten des Jahres 2010.
- Im Kapitel 3 wird die Betreuung der Anlagen dargestellt. Der SeV will auch bei Störungen helfen. Weiterhin wird darauf eingegangen, wie die Betriebsdaten visualisiert werden können.
- Weiterhin werden die per Los ermittelten drei Schulen benannt, die ihre Betriebsdaten bis zum 15. Februar 2011 übermittelt hatten und dafür Geldpreise erhalten.
- Im Kapitel 4 werden die beiden Schulen vorgestellt, die am ausgeschriebenen Wettbewerb „Schulprojekte im regenerativen Bereich“ teilgenommen haben.
- Ein weiteres Kapitel gibt auch in dem diesjährigen Bericht einen Überblick über die Ausbildungs- und Studienmöglichkeiten im Bereich der regenerativen Energien.

2 Evaluation der Betriebsdaten

871 Schulen nahmen 2010 am Programm „Sonne in der Schule“ teil. Die Auswertung der Betriebsdaten einer so großen Anzahl von Photovoltaikanlagen gibt wichtige Auskünfte über ihr Langzeitverhalten.

2.1 Datenbasis

Wie in allen Jahren wurden die Schulen, die am Programm teilnehmen, angeschrieben und gebeten, die monatlichen Energieerträge ihrer Photovoltaikanlagen via Internet oder per Fax an den SeV zu senden. Der Rücklauf war für die lange Laufzeit des Programms gut, erreichte aber leider nicht mehr den sehr guten Wert wie für das Betriebsjahr 2009. **Tabelle 1** stellt die Zahlen von 2009 und 2010 gegenüber.

Tabelle 1: Statistik des Rücklaufes der Betriebsdaten im Jahr 2010

	Anzahl Schulen		
	Auswertung für 2010	Auswertung für 2009	Änderung
Basisdaten vorhanden von	871	897	-2,9%
Messdaten erhalten von	462	524	-11,8%
Zahl der Anlagen ohne Betriebsunterbrechung	321	370	-13,2%

Anmerkungen

- Die Anzahl der Schulen von denen Basisdaten vorhanden sind, hat sich auch im vergangenen Jahr geändert. Die zwei wesentlichen Gründe dafür sind:
 - Wie schon in den vorangegangenen Jahren wurden einige Schulen geschlossen.
 - Mehrere Schulen haben große Photovoltaikanlagen gebaut, die kleinere Anlage aus „Sonne in der Schule“ wurde in diese integriert.
- Aktuell haben 462 Schulen geantwortet, was einer sehr guten Rücklaufquote von 53 % entspricht.
- Unter dem Begriff „Anlagen ohne Betriebsunterbrechung“ ist folgendes zu verstehen:
 - Der praktische Betrieb der Photovoltaikanlagen zeigt, dass ein gewisser Prozentsatz stets nicht verfügbar ist, etwa wegen Bauarbeiten oder längerfristiger Störungen.
 - Statistisch gesehen, verursachen nach einem Zeitraum von ca. 8 – 15 Jahren ab Inbetriebnahme besonders viele Wechselrichter zeitweise Stillstände und Ausfälle der Photovoltaikanlage.
 - Daher wurden für die statistische Auswertung alle Anlagen nicht berücksichtigt, bei denen erkennbar eine länger als drei Monate andauernde Betriebsunterbrechung vorlag oder entsprechende Fehlermeldungen vorlagen.

2.2 Meteorologische Daten des Jahres 2010

Der Ertrag von Photovoltaikanlagen, also die erzeugte elektrische Energie, ist ganz wesentlich von der eingestrahnten Solarenergie abhängig, die als Globalstrahlung bezeichnet wird. Aber auch die Modultemperatur, die von der Umgebungstemperatur bestimmt wird, und der Wind spielen eine Rolle.

- Höhere Globalstrahlung steigert den Ertrag. Als Näherung folgt der Wert des Ertrages direkt dem Wert der eingestrahnten Globalstrahlung!
- Der Ertrag wird durch höhere Modultemperaturen gemindert. Ein poly- oder monokristallines Modul – wie bei „Sonne in der Schule“ – gibt etwa 0,4 bis 0,5 % weniger Leistung pro Grad Temperaturzunahme ab.

2.2.1 Übersicht

Der Deutsche Wetterdienst stellt auf seiner Internetseite www.dwd.de über den Button „Presse“ Wetterübersichten zur Verfügung. Im Jahresrückblick auf das Wetter von 2010 vermerkte der DWD: „Viel Abwechslung – alles in allem etwas zu kalt und zu nass.“ Nach 13 zu warmen Jahren, blieb die Durchschnittstemperatur 2010 erstmals wieder unter dem Klimamittel, es regnete mehr als im Durchschnitt, nur die Sonnenscheindauer erreichte einen Normwert.

Hier ein kurzer quartalsmäßiger Wetterüberblick:

- Der **Januar** war ein richtiger Wintermonat, schneereich und kalt. Das Tief „Daisy“ brachte im Norden meterhohe Schneeverwehungen und eine Sturmflut. Auch der **Februar** war sehr winterlich und sonnenscheinarm. Der **März** wurde ab Mitte des Monats frühlingshaft warm.
- Der **April** wurde, wie schon im vergangenen Jahr, sehr warm und trocken, erreichte aber nicht die Spitzenwerte von 2009. Dagegen war der **Mai** sehr kühl, sehr nass und die Sonne machte sich rar. Im **Juni** schien die Sonne dann wieder vermehrt, es wurde warm und auch sehr trocken.
- Der **Juli** begann auch warm und sonnig, es wurden sogar Temperaturen von 35° gemessen, zum Ende des Monats regnete es dann allerdings oft ergiebig. Diese Regengebiete bestimmten den ganzen **August**, so dass so viele Niederschläge aufgezeichnet wurden, wie nie zuvor in diesem Sommermonat. Der **September** zeigte sich auch nicht von seiner besten Seite, er war kühl und nass.
- Der **Oktober** war anfangs ein ruhiger Herbstmonat mit etwas zu niedrigen Temperaturen, Ende des Monats kamen schon die ersten Nachtfroste. Der **November** wurde mild, aber es regnete viel und die Sonne machte sich rar. Der **Dezember** brachte viel Schnee, es war sehr kalt und die Sonne erreichte ihr Soll nicht.

2.2.2 Globalstrahlung

Die monatlichen Mittelwerte der Globalstrahlung des Jahres 2010 sind für verschiedene Standorte im Gebiet von „Sonne in der Schule“ in **Tabelle 2** dargestellt. Die Werte wurden beim DWD gekauft und dürfen in diesem Bericht publiziert werden. Sie ermöglichen eine überschlägige Berechnung des Ertrages einer Photovoltaikanlage, wie im Anhang dargestellt.

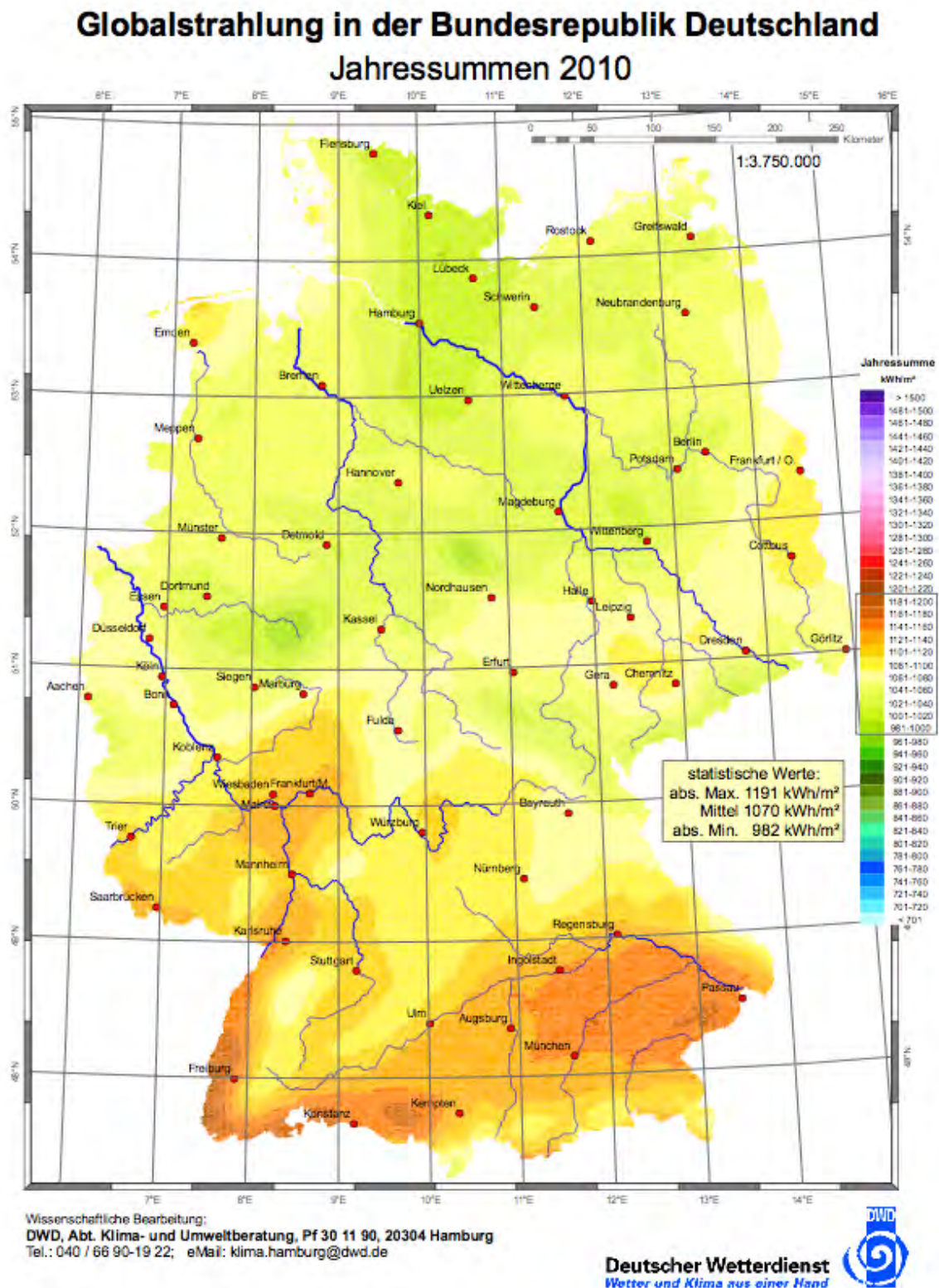
Tabelle 2: Monatliche Werte der Globalstrahlung 2010 auf eine waagrechte Fläche für verschiedene Orte im Gebiet „Sonne in der Schule“ – in kWh/m²

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	2010
AUGSBURG	28	50	104	145	109	152	190	125	106	64	34	26	1.133
BERLIN	19	36	72	131	107	189	194	119	84	60	17	13	1.041
BRAUNSCHWEIG	20	37	79	134	107	197	189	108	87	56	16	15	1.045
BREMEN	17	31	78	133	134	186	186	118	79	53	18	15	1.048
FICHTELBERG	29	44	82	131	99	165	166	110	80	74	22	21	1.023
FRANKFURT	21	36	88	145	126	201	188	123	93	68	21	19	1.129
GIESSEN	21	37	84	142	124	203	188	125	86	62	20	18	1.110
GOETTINGEN	19	35	83	131	111	192	182	109	80	57	17	17	1.033
HAMBURG	16	29	75	132	121	179	179	110	80	55	17	15	1.008
HANNOVER	18	35	79	133	114	194	186	111	84	54	18	16	1.042
HEIDELBERG	22	41	84	147	117	186	176	124	99	69	24	20	1.109
HOF	23	39	81	136	105	172	179	108	86	67	21	20	1.037
HOHENPEISSENBERG	35	54	99	141	107	147	176	125	104	63	40	28	1.119
KASSEL	19	35	82	134	113	194	183	110	83	56	19	17	1.045
KIEL	16	28	72	130	129	179	182	108	83	56	17	14	1.014
LIST AUF SYLT	18	29	75	129	156	178	172	127	85	52	23	17	1.061
MUENCHEN	32	51	106	145	108	146	191	127	107	61	35	28	1.137
NUERNBERG	20	40	83	144	115	169	186	117	97	66	25	20	1.082
REGENSBURG	25	47	95	144	119	165	198	118	103	65	27	24	1.130
ROSTOCK	15	26	77	135	124	193	197	111	83	55	17	11	1.044
SCHLESWIG	18	29	73	127	134	177	181	113	84	54	18	16	1.024
STRALSUND	15	26	71	136	120	193	196	116	87	58	16	11	1.045
WEIHENSTEPHAN	28	48	105	147	115	153	205	127	108	63	33	27	1.159
WUERZBURG	19	41	89	141	113	179	186	121	95	68	24	19	1.095

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 als die waagrechte Ebene. Dieser Winkel hängt oft stark von den lokalen baulichen Gegebenheiten ab.

Vom Deutschen Wetterdienst DWD erworben wurde auch die in **Bild 2** auf der **nächsten Seite** dargestellte Karte mit den Globalstrahlungen für alle Gebiete in Deutschland. Sie stellt die Aussagen der obigen Zahlen grafisch dar.

Bild 2: Globalstrahlung in Deutschland 2010



2.3 Erträge

Die per Internet oder Fax erhaltenen Betriebsdaten zu den Erträgen der Photovoltaikanlagen wurden mit Hilfe entsprechender Software weiterverarbeitet und aufbereitet.

2.3.1 Statistische Verteilung der Erträge

Vorauszuschicken ist, dass entsprechend einem Entwurf der Norm „DIN 61836 Photovoltaische Solarenergiesymbole – Begriffe, Definitionen“ die Einheit W_P nicht mehr verwendet wird, Leistungen werden in W angegeben.

Zunächst ist der Begriff des spezifischen Ertrages zu erklären. Man erhält ihn ganz einfach, indem man die erzeugte Energie durch den Wert der Nennleistung der Photovoltaikanlage teilt. Wurden beispielsweise 1001 kWh erzeugt und beträgt die Nennleistung 1,1 kW, so bestimmt sich der spezifische Ertrag zu $1001 \text{ kWh} / 1,1 \text{ kW} = 910 \text{ kWh/kW}$.

Der spezifische Ertrag der Anlagen im Gesamtgebiet vom Norden bis in den Süden Deutschlands lag im Jahr 2010 bei durchschnittlich **718 kWh/kW**. Im Jahr 2009 wurde mit 762 kWh/kW ein wesentlich höheres Resultat erzielt. Hier zeigt sich klar, dass das Jahr 2010 zu kalt und zu nass war. Im „Spitzenjahr 2003“ des vergangenen Jahrzehnts lag der spezifische Ertrag bei 892 kWh/kW. 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 2010 die spezifischen Energieerträge aller Anlagen - 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. 2.1.

Es sei betont, dass die Energiewerte auf die Leistung 1 kW bezogen sind. Die Erträge - bezogen auf 1 Jahr - wurden durch den Wert der Nennleistung von beispielsweise 1,1 kW dividiert. Dadurch werden die Ergebnisse vergleichbar.

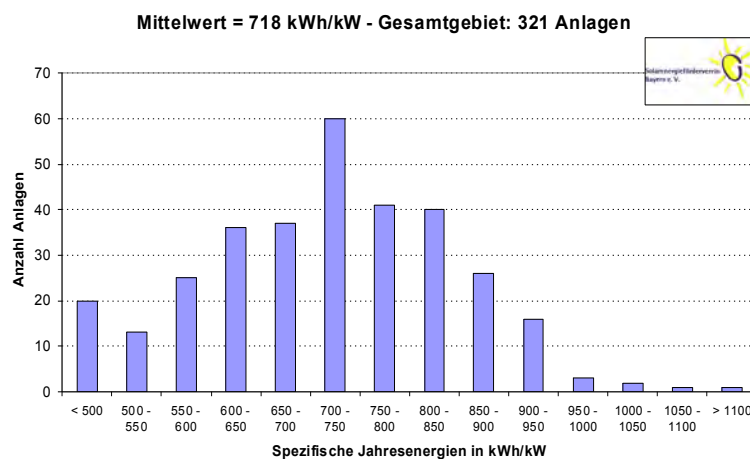


Bild 3: Verteilung des spezifischen Ertrages im Gesamtgebiet 2010
-Basis 321 Anlagen
-Mittelwert 718 kWh/kW

Die meisten Anlagen liegen im Bereich der Erträge von 700 - 750 kWh/kW sowie 750 - 850 kWh/kW. Maximale Erträge reichen über 1100 kWh/kW. Gründe, dass Anlagen schlechte Erträge von 0 – 500 kWh/kW liefern, sind nach der Erfahrung oft Verschattungen durch Bäume und Sträucher und Defekte der Wechselrichter. Anlagen mit hohen Erträgen über 900 kWh/kW sind intensiv betreut, ihr Standort weist gute Globalstrahlungswerte und gute Lüftung für die Solarmodule auf. Letzteres ist wichtig, denn photovoltaische Solargeneratoren zeigen – wie dargestellt - mit steigender Temperatur schlechtere Erträge.

Aussagen über die Verteilung der spezifischen Energieerträge in den einzelnen Bundesländern zeigt das unten stehende **Bild 4**. Es ist zu bemerken, dass nur die Verteilung der spezifischen Energieerträge in den Bundesländern dargestellt ist, in denen eine genügend große Anzahl von nutzbaren Messdaten vorhanden war.

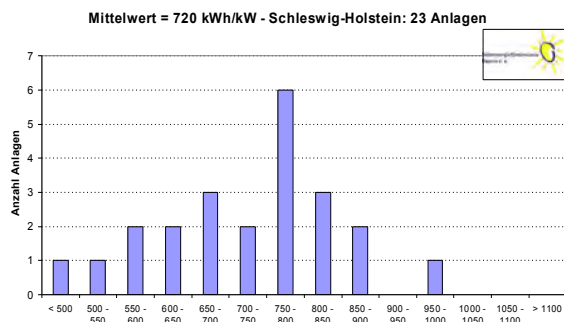
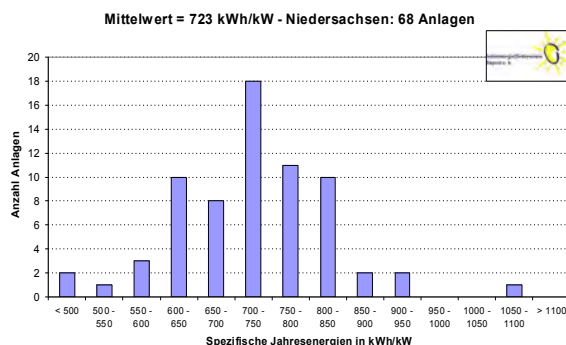
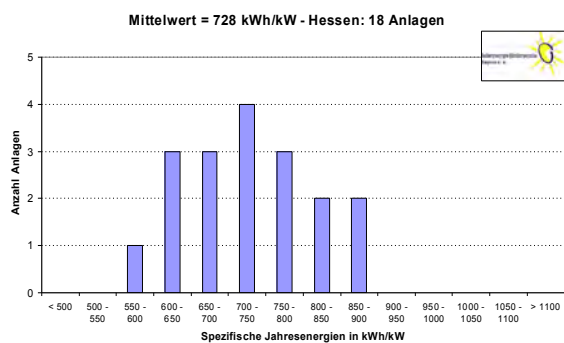
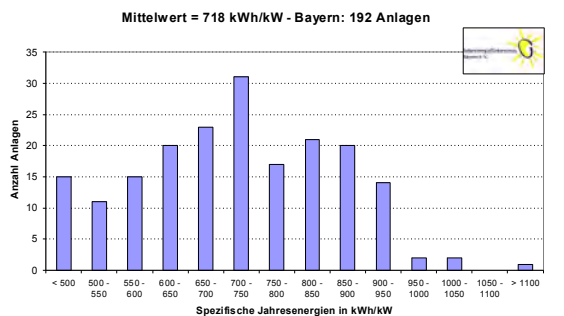


Bild 4: Erträge in den Bundesländern Bayern, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Dargestellt sind die Anlagen mit nutzbaren Daten, die im Normalbetrieb verfügbar waren. Man beachte die verschieden skalierten Achsen!

Zahlenwerte zur Anzahl aller Anlagen in allen Bundesländern und den Mittelwerte aller Erträge zeigt **Tabelle 3**.

Tabelle 3: Anzahl der Anlagen mit „nutzbaren Datensätzen“ und Mittelwert des spezifischen Energieertrages aufgeteilt nach Bundesländern

Bundesland	Anlagen 2010	Mittelwert spezifischer Ertrag 2010 kWh/kW	Veränderung des Ertrages gegenüber 2009
Bayern	192	718	-7,2%
Hessen	18	728	-3,7%
Niedersachsen	68	723	-3,5%
Schleswig-Holstein	23	720	-1,0%
Nordrhein-Westfalen	7	622	-7,0%
Brandenburg	3	790	-15,2%
Sachsen-Anhalt	5	720	-4,0%
Mecklenburg- Vorpommern	3	720	-8,5%
Bremen	1	744	-0,1%
Sonstige (Rheinland-Pfalz, Thüringen)	1	578	-5,2%
Gesamtgebiet	321	718	-5,8%

Bei der Bewertung der Tabelle ist zu beachten, dass mit wenigen Anlagen in manchen Bundesländern keine allgemeingültigen statistischen Aussagen zu treffen sind. Von einer kleinen Anzahl Anlagen kann nicht unbedingt auf das Verhalten aller Anlagen geschlossen werden.

2.3.2 Betriebsstörungen und Nichtverfügbarkeiten

Nach längerem Betrieb kann es zu Störungen kommen. Zudem werden in Schulen oft Umbauarbeiten durchgeführt, bei der die Photovoltaikanlage zeitweise nicht verfügbar ist. **Tabelle 4** zeigt dazu den langjährigen Verlauf der Anzahl von Schulen, die Messwerte geliefert haben; den genutzten Anteil der Messwerte sowie die Anzahl der Anlagen mit Störung als absolute und prozentuale Zahl.

Tabelle 4: Gesamtanzahl der gelieferten Messwerte und der davon genutzten Werte

Jahr	Messwerte geliefert von ... Anlagen	Genutzte Messwerte, d.h. Anlagen ohne Störung	Anzahl der Anlagen mit Störung	
			absolut	prozentual
2002	460	389	71	15,4%
2003	512	460	52	10,2%
2004	576	468	108	18,8%
2005	574	458	116	20,9%
2006	579	437	142	24,5%
2007	496	407	89	17,9%
2008	507	390	117	23,1%
2009	524	370	154	29,4%
2010	462	321	141	30,5%

fek-

Im Fall einer Störung ist der SeV dankbar für die Übermittlung der Störungsmeldung. Auf dieser Grundlage können die notwendigen Schritte zur Beseitigung der Probleme eingeleitet werden. Als Beispiel sind die Maßnahmen zum Austausch defekter Wechselrichter zusehen - Details im Kapitel 4 „Betreuung“ .

2.3.3 Erträge einzelner Schulen

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

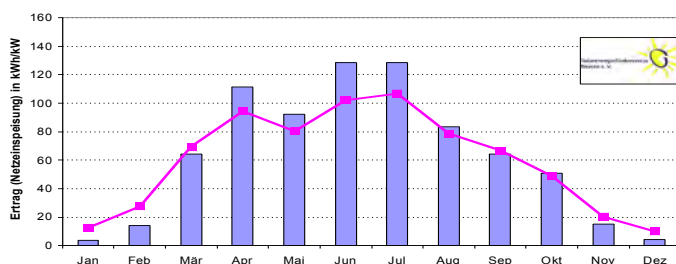


Bild 5: Schule in Schleswig-Holstein - spezifischer Jahresertrag 760 kWh/kW

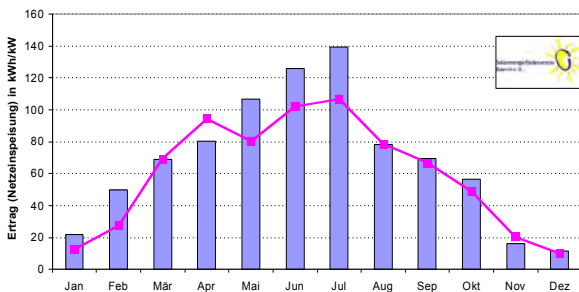


Bild 6: Schule in Niedersachsen - spezifischer Jahresertrag 825 kWh/kW

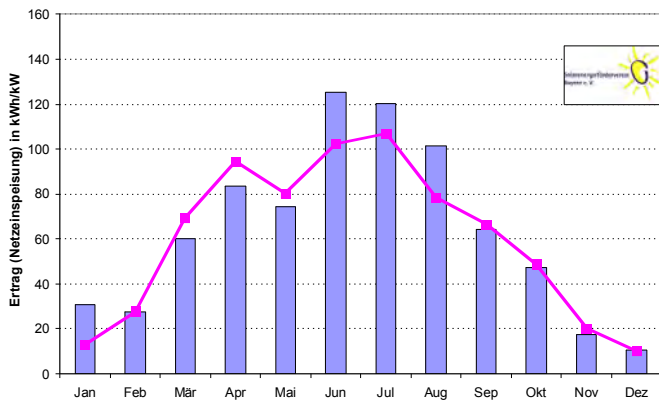


Bild 7: Schule in Brandenburg - spezifischer Jahresertrag 763 kWh/kW

; die Technik der Photovoltaikanlage viele Jahre für die Schüler und Schülerinnen erfahrbar ist und zudem

durch die Auswertung der Betriebsergebnisse Langzeiterfahrungen gesammelt und wissenschaftlich genutzt werden können. Dies setzt voraus, dass die Anlagen betriebsbereit sind. Der SeV bietet deshalb weiterhin Unterstützung bei Problemen mit der Anlage an.

3.1 Wechselrichter

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. Der SeV will Hilfe zur Selbsthilfe geben. Der häufigste Störfall ist der Ausfall des Wechselrichters. Hier sind zwei wesentliche Fälle zu unterscheiden, je nachdem ob die Anlage aus den früheren Programmen „Sonne in der Schule“ (SPN1000 Wechselrichter) oder „SonneOnline“ (SMA Wechselrichter) stammt.

3.1.1 Schulen mit Wechselrichter SPN1000

Meldet eine bayerische Schule den Defekt eines Wechselrichters Siemens SPN 1000, wird durch den SeV der Kontakt zu folgendem Unternehmen hergestellt:

Solar- und Elektrotechnik Ralf Kühlwein
Elektromeister - Solarteur®
80937 München
Josef-Ressel-Str. 16a
www.spn1000.de

Herr Kühlwein setzt sich dann telefonisch oder per Email mit dem betreuenden Lehrer/der betreuenden Lehrerin in Verbindung und klärt ab, ob es sinnvoll ist, das Gerät zu reparieren. Sollte dies der Fall sein, schickt die Schule den Wechselrichter an obige Adresse. Die Reparaturkosten übernehmen vorerst der SeV sowie E.ON Bayern, für die Schulen fallen nur die Versandkosten an. Sollte eine Reparatur nicht möglich sein, so wird in Absprache mit dem SeV ein anderer Weg, der in der Regel aufwändiger und teurer ist, gefunden werden. Erfahrungsgemäß kann die Reparatur einige Zeit in Anspruch nehmen, besonders wenn spezielle elektronische Bauelemente zu beschaffen und auszutauschen sind.

3.1.2 Schulen mit Wechselrichter Sunny Boy

Die ehemaligen SONNEonline Schulen sind mit dem Wechselrichter Sunny Boy SWR 850 des Herstellers SMA ausgerüstet. Die Bereitstellung eines Austauschgerätes wird vom SeV finanziell unterstützt. Im Falle eines Defekts ergeben sich folgende Schritte:

- Die Schule meldet den Defekt dem SeV (SonneSchule@sev-bayern.de) und bittet um Prüfung ob ein Zuschuss möglich ist. Nach positivem Bescheid kann der folgende Weg begangen werden.
- Der Wechselrichterhersteller SMA stellt ein Austauschgerät zum Preis von 300 € zzgl. Versand bereit. Hierzu muss die Schule die nachstehenden Aktionen übernehmen:
 1. Bei SMA anrufen und Schaden mit Seriennummer des Gerätes melden (Hotline: 0561/9522-499).
 2. SMA sendet das Kostenübernahmeformular, welches unterzeichnet zurückgesendet werden muss.
 3. SMA sendet das Austauschgerät. Nach dem Wechselrichter-Austausch ist das defekte Gerät in der erhaltenen Kiste zu verpacken. Nach genau einer Woche wird diese wieder abgeholt.
- Nach Abschluss des Austausches ist eine Kopie der Rechnung mit Angabe des Kontos an den SeV zu schicken. Daraufhin werden die Kosten von in der Regel 300 € vom SeV an die Schule überwiesen. **Diese Zusage einer Kostenbeteiligung gilt für Rechnungen, die bis zum 31. Dezember 2011 beim SeV eingegangen sind.**

3.1.3 Schulen mit sonstigen Wechselrichtern

Sind weitere Fabrikate (z.B. Fronius) von Wechselrichtern eingebaut und kommt es zu Störungen, so wird der SeV bei Störungen individuell helfen.

3.1.4 Solarsupport für Schulen

Der SeV weist auch in diesem Jahr darauf hin, dass das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit die Visualisierung regenerativer Energiesysteme fördert. Die folgende Website gibt Informationen:

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/visualisierung/

Der Zuschuss beträgt höchstens 2400 Euro. Der Antrag ist auf einem besonderen Antragsformular (siehe unter Formulare) innerhalb von sechs Monaten nach Inbetriebnahme der Visualisierungsmaßnahme zu stellen.

3.1.5 Unterrichtshilfen

Das Unabhängige Institut für Umweltfragen in Berlin, stellt auf seiner Internetseite <http://www.ufu.de> Unterrichtshilfen für den Bereich der regenerativen Energien für die verschiedensten Klassenstufen zur Verfügung. Die Downloads sind zu finden unter:

<http://www.ufu.de/de/solarsupport/downloads-solarsupport.html>

4 Preise für Abgabe der Messdaten

368 Schulen hatten bis zum 15. Februar 2011 die Messdaten der Photovoltaikanlage vom Jahr 2010 an den Solarenergieförderverein per Mail oder Fax übermittelt. Unter diesen Schulen wurden 3 x 100 € verlost. Folgende Schulen erhielten diesen Betrag:

- Strittmatter-Gymnasium in Gransee
- Franz-Miltenberger-Gymnasium in Bad Brückenau
- Mittelschule Burgkirchen an der Alz

5 Ausbildung und Studium im Bereich der Erneuerbaren Energien

Da auch weiterhin hoffentlich viele Schüler den Berufsweg in den Bereich der regenerativen Energien einschlagen werden, hier wieder eine Auflistung der verschiedensten Möglichkeiten dafür.

5.1 Ausbildung zum Solarteur®

Ein Solarteur® oder Solar-Installateur ist ein ausgebildeter Handwerker (Elektro- bzw. Gas-Wasserinstallateur). Er hat sich nach Abschluss seiner Berufsausbildung in einem Kurs weitergebildet. Am Ende des Kurses - mit einem Umfang von ca. 200 Stunden - standen eine schriftliche Abschlussarbeit und eine mündliche Prüfung. Nach erfolgreichem Abschluss ist er qualifiziert Beratung, Montage und Inbetriebnahme von Anlagen der regenerativen Energietechnik selbstständig durchzuführen. Solarteur® ist ein geschützter Titel. Informationen hierzu und eine Linkliste bietet die Website: <http://www.solarteur.net/>

5.2 Studium

5.2.1 Bachelor und Master

Absolventen und Absolventinnen der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge zu regenerativen Energien können, entsprechend dem Bologna-Prozess, diese Studiengänge mit einem Bachelor und Master abschließen.

- Im Bachelor-Studium wird dafür ein fundiertes Wissen in der Mathematik, den technischen und den naturwissenschaftlichen Grundlagen vermittelt. Im Anschluss daran erwerben die Studierenden anwendbare Kenntnisse und Fähigkeiten zur Lösung ingenieurtechnischer Aufgaben im Bereich der regenerativen Energien. Am Ende steht eine Bachelorarbeit, in der die Fähigkeit zu selbstständigem Arbeiten unter Anleitung nachgewiesen wird.
- Die Master-Ausbildung kann direkt anschließend absolviert werden, aber auch erst nach einigen Jahren im Beruf. Sie zielt auf die Vermittlung von Kenntnissen und Fähigkeiten in wissenschaftlicher und methodischer Richtung. Es wird hier großer Wert auf die Vermittlung theoretischer Grundlagen und deren ingenieurtechnischen Anwendung gelegt. Die Studenten werden in Forschungs- und Entwicklungsprojekte eingebunden. Hier steht am Ende die Masterarbeit, in der die Fähigkeit zu wissenschaftlichem Arbeiten nachgewiesen wird.
- Besonders wissenschaftlich befähigten und ausgezeichneten Absolventen des Master-Studienganges bietet sich die Möglichkeit der Promotion.

5.2.2 Welche Hochschulen bilden aus?

Lehrveranstaltungen aus vielen Gebieten der erneuerbaren Energien werden heute von zahlreichen Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften angeboten. Einige von Ihnen bieten spezielle Studiengänge für Regenerative Energien an. Einen Überblick geben folgende Websites:

<http://www.studium-erneuerbare-energien.de/>

<http://www.iwr.de/studium/>

Die nachstehende Linkliste – sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit – verweist auf die entsprechenden Websites einiger Bildungsstätten.

Uni-Kassel: <http://www.uni-kassel.de/e+u/>

Hochschule München: <http://www.ee.hm.edu/studierende/ree/>

HTW Berlin: <http://www.fl.fhtw-berlin.de/studiengaenge.html>

FH Bielefeld: <http://www.fh-bielefeld.de/article/fh/49>

Universität Oldenburg: <http://www.ppre.de/>

Aktuell ist ein großer Bedarf an Ingenieuren in diesem Gebiet vorhanden, der von den Hochschulen momentan nicht vollständig abgedeckt werden kann.

6 Wettbewerb

In diesem Jahr wurden die Schulen, die am Programm „Sonne in der Schule“ teilnehmen aufgefordert, Aktionen und Projekte von ihrer Schule zu beschreiben, die sich mit dem Thema der regenerativen Energien befassen, um einen der drei ausgeschriebenen Geldpreise zu erhalten. Leider war in diesem Jahr die Resonanz sehr gering, so dass nur zwei Meldungen eingingen, beide von Schulen, die schon seit Jahren sehr engagiert im Bereich der regenerativen Energien tätig sind. Das Preisgeld ging deshalb mit 1000€ an das Gymnasium Neutraubling und mit 750€ an die Berufliche Schule in Niebüll.

7 Zusammenfassung und Sonstiges

Gerade durch die tragischen Ereignisse in Japan hat das Programm „Sonne in der Schule“ eine neue Aktualität erhalten. Das Bewusstsein der Menschen wird wieder vermehrt auf die Dring-

lichkeit gerichtet, die Energieversorgung so schnell als möglich auf umweltverträgliche Formen umzustellen. Dabei ist es wichtig, dass die Schüler so früh wie möglich und so intensiv wie möglich mit den Formen der regenerativen Energiegewinnung in Berührung kommen und erkennen, dass diese Energie ihre Zukunft sein kann. Engagierte Lehrer und Lehrerinnen können die Photovoltaikanlage und die im Betrieb gewonnenen Ergebnisse in den Unterrichtsstoff integrieren und so noch mehr das Interesse dafür wecken. Der Solarenergieförderverein Bayern e.V. wird sie darin auch weiterhin gerne unterstützen und beratend zur Seite stehen.

Der erzielte mittlere spezifische Ertrag aller Anlagen ohne wesentliche Betriebsunterbrechungen lag im Jahr 2010 bei 718 kWh/kW und damit wesentlich unter dem Niveau der Vorjahre. Dies ist natürlich auch durch die schlechte Globalstrahlung im Jahr 2010 bedingt. Eine gute Betreuung der Anlage ist zudem wichtig, um mit den Photovoltaikanlagen weiterhin gute Erträge zu erwirtschaften. Der Solarenergieförderverein Bayern e.V. wird dafür auch in den kommenden Jahren die Unterstützung dafür anbieten. Nehmen Sie sie in Anspruch! Danke schön!

8 Anhang - Überschlägige Bestimmung des Ertrages

Mit Hilfe einfacher Betrachtungen lässt sich grob näherungsweise der Ertrag einer Photovoltaikanlage bestimmen. Tabelle 2 gibt die Globalstrahlungen auf eine waagrechte Fläche an verschiedenen Orten im Gebiet „Sonne in der Schule“ für das Jahr 2010 an. Ein Rechenbeispiel soll dies erläutern. Zum Verständnis des Berichtes ist dieses nicht erforderlich.

In Würzburg wird eine Anlage von „Sonne in der Schule“ betrieben.

- Die gesamte Globalstrahlung des Jahres 2010 in Würzburg betrug 1095 kWh/m². Die Globalstrahlung auf eine optimal geneigte Fläche - Beispiel 30° - ist ungefähr um 12 % höher. Der Wert der Globalstrahlung ist also mit 1,12 zu multiplizieren, um die Globalstrahlung auf die geneigte Modulfläche zu erhalten, es ergibt sich der Wert 1226 kWh/m².
- Die Photovoltaikanlage ist aus 20 Modulen Siemens M55 der Nennleistung 55 W aufgebaut. Die Fläche eines Moduls beträgt 0,4254 m², die gesamte Fläche aller Module beträgt damit 8,51 m². Die Gesamtleistung liegt damit bei 1,1 kW. Die Module seien mit dem Neigungswinkel 30° nach Süden ausgerichtet. Verschattung ist nicht vorhanden, es erfolgt eine gute Lüftung. Wenn man eine gewisse Degradation der Module nach über 10 Jahren Betrieb einrechnet, ist hier mit einem mittleren Wirkungsgrad der Module von 9,5 % zu rechnen.
- Der Wechselrichter wird zur Umwandlung des von den Modulen erzeugten Gleichstromes in Wechselstrom – dem Standard im öffentlichen Netz - benötigt. Der mittlere Wirkungsgrad kann etwa 90 % erreichen. Zu vermerken ist, dass moderne Geräte, etwa nach einem Austausch, wesentlich bessere Wirkungsgrade erzielen.

- Damit ergibt sich die in das Netz eingespeiste jährliche Energie mit dem Formelzeichen W:

$$W = 1226 \text{ kWh/m}^2 * 8,51 \text{ m}^2 * 9,5 \% * 90 \% = 892 \text{ kWh}$$

Der spezifische Ertrag bestimmt sich zu 892 kWh/1,1 kW = **811 kWh/kW**

- Und die Realität? Eine Schule in Würzburg erzielte real einen spezifischen Jahresertrag von 845 kWh/kW.
- Gründe für Abweichungen sind begründet im Einfluss der Umgebungstemperatur, Verschattung, Neigungswinkel etc. Simulationssoftware wie beispielsweise PVSOL und PVSYSY ermöglichen eine genauere Bestimmung des zu erwartenden Ertrages. Zudem ist zu vermerken, dass hier ein Jahr vom 1.1 bis 31.12. betrachtet wird.
