Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Bavarian Association for the Promotion
of Solar Energy

SONNE
IN DER SCHULE

Betriebsbericht

2017

Inhalt

1	**Einleitung**	**3**
1.1	**Programm „Sonne in der Schule"**	**3**
1.2	**Aufbau dieses Berichts**	**3**
2	**Auswertung der Betriebsdaten**	**4**
2.1	**Datenbasis**	**4**
2.2	**Meteorologische Daten des Jahres 2016**	**5**
2.2.1	Charakterisierung	5
2.2.2	Globalstrahlung	5
2.3	**Erträge der Photovoltaikanlagen**	**8**
2.3.1	Statistische Verteilung	8
2.3.2	Betriebsstörungen und Nichtverfügbarkeiten	10
2.3.3	Erträge einzelner Schulen	12
3	**Betreuung**	**13**
3.1	**Überblick**	**13**
3.2	**Module**	**13**
3.3	**Defekte Wechselrichter**	**13**
3.3.1	Schulen mit Wechselrichter SPN1000 – in Bayern	13
3.3.2	Schulen mit Wechselrichter Sunny Boy – alle anderen Bundesländer	14
3.3.3	Schulen mit sonstigen Wechselrichtern	14
3.4	**Förderung einer Visualisierung**	**14**
3.5	**Unterrichtshilfen**	**14**
4	**Messdatenabgabe**	**14**
5	**Aktuelles – Wetterstation mit Einplatinencomputer Raspberry Pi**	**15**
6	**Wettbewerbe „Gebäudeintegrierte Solartechnik"**	**15**
7	**Zusammenfassung und Ausblick**	**17**

Titelbild: Copenhagen International School, 2. Preisträger des vom SeV ausgeschriebenen „Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik 2017" (Foto: Adam Mørk)

1 Einleitung

1.1 Programm „Sonne in der Schule"

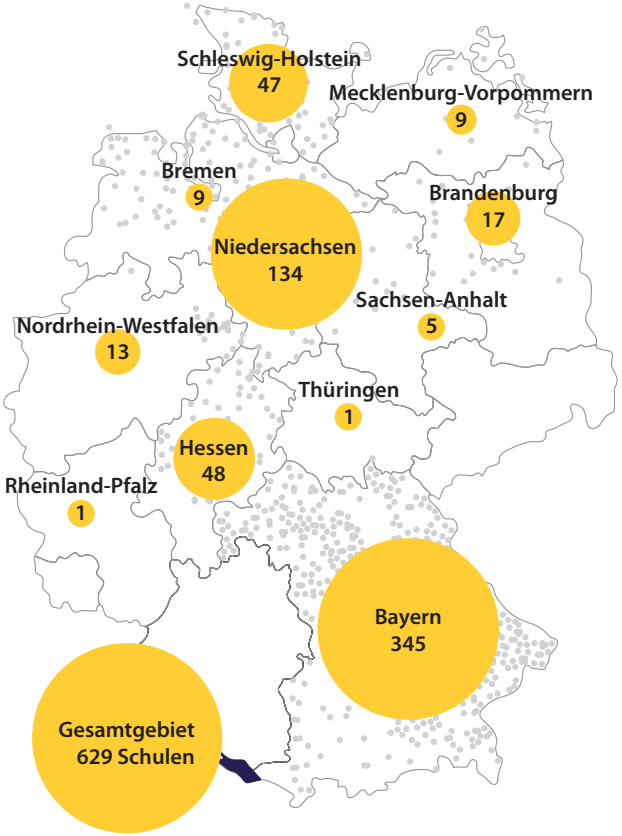

Abb. 1: Verteilung der aktuell registrierten Anlagen auf die Bundesländer

Das erfreulicherweise im dritten Jahrzehnt laufende Programm „Sonne in der Schule", initiiert von namhaften deutschen Energieversorgern, trägt weiterhin erfolgreich dazu bei, Schülern die regenerativen Energien bewusst zu machen und langjährige Betriebserfahrungen über Photovoltaik (PV)-Anlagen auszuwerten.

Der Solarenergieförderverein Bayern e.V. (SeV) betreut seit 2001 dieses Programm und damit die Schulen, die mit einer PV-Anlage aus „Sonne in der Schule" ausgestattet sind. Bei Defekten wird Unterstützung gegeben. Dies kann ein Zuschuss zur Reparatur oder zum Austausch eines Wechselrichters sein, es kann auch bedeuten, dass der SeV einen Fachmann vor Ort mobilisiert und telefonische Beratung leistet.

Durch das Engagement der teilnehmenden Schulen wurden „Sonne in der Schule" auch 2017 aussagekräftige Daten zum Betrieb der PV-Anlagen geliefert. Diese bestätigen weiterhin, dass PV-Anlagen über Jahrzehnte zuverlässig betrieben werden können. Die Auswertung der langjährigen Betriebserfahrungen wird auch auf Fachtagungen präsentiert.

Der SeV bezog seine finanziellen Mittel aus dem Verkauf der elektrischen Energie, die von der 1 MW PV-Anlage „Solardach Messe München" erzeugt wurde. Der Vertrag mit der Messe München über die Verpachtung der Dächer für die PV-Anlage ist am 31.12.2016 ausgelaufen und die PV-Anlage wurde an die Messe verkauft. Aufgrund seiner angesammelten Rücklagen kann der SeV seine Arbeit noch einige Jahre fortführen. Die finanziellen Mittel werden zur Unterstützung verschiedener Solarprojekte, schwerpunktmäßig der Photovoltaik, verwendet. Hierzu gehört auch „Sonne in der Schule".

1.2 Aufbau dieses Berichts

Der Bericht enthält nach dem einleitenden Kapitel 1 folgende Abschnitte:

- In Kapitel 2 werden die übermittelten Betriebsdaten evaluiert.
- Im Kapitel 3 wird die Betreuung der Anlagen dargestellt.
- Kapitel 4 nennt die Gewinner der Prämie für die fristgemäße Abgabe der Messdaten.
- Kapitel 5 berichtet über das aktuelle Projekt einer Wetterstation mit dem Raspberry Pi.
- Kapitel 6 präsentiert das Projekt „Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik".
- Kapitel 7 enthält eine kurze Zusammenfassung und einen Ausblick.

2 Auswertung der Betriebsdaten

Wie in allen Jahren seit 2001, 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. 302 Schulen meldeten für das Jahr 2017 die Betriebsdaten der Photovoltaikanlage, auch wenn sie aus verschiedenen Gründen nicht in Betrieb war. Diese übermittelten Daten bilden die Basis für die Auswertungen.

2.1 Datenbasis

Die Statistik des Rücklaufes der Betriebsdaten 2017 und 2016 mit den Änderungen zeigt Tabelle 1.

	Anzahl Schulen		
	Auswertung für 2017	Auswertung für 2016	Änderung
Basisdaten vorhanden von	**629**	663	**- 5,1 %**
Messdaten erhalten von	**302**	291	**+ 3,8 %**
Anlagen ohne Betriebsunterbrechung	**172**	184	**- 6,5 %**

Tab. 1: Statistik des Rücklaufs der Betriebsdaten in den Jahren 2016 und 2017

Aktuell hat der SeV von 302 Schulen Messdaten (Zeile 2 der obigen Tabelle) erhalten, was einer Rücklaufquote von 48,0 % entspricht, bezogen auf die 629 Schulen, die aktuell in der Datenbank von „Sonne in der Schule" geführt werden.

Die Anzahl der Schulen von denen Basisdaten (Zeile 1 der obigen Tabelle) vorhanden sind, hat sich auch im vergangenen Jahr geändert. Die wesentlichen Gründe dafür sind:

- Schulen wurden geschlossen.
- Schulen haben große Photovoltaikanlagen gebaut, die kleinere Anlage aus „Sonne in der Schule" wurde in diese integriert oder abgebaut.
- Schulen wurden aus dem Programm genommen, da sie meldeten, dass im laufenden Schulbetrieb keine Kapazitäten für die Betreuung bestehen.

In Zeile 3 der obigen Tabelle sind die „Anlagen ohne Betriebsunterbrechung" dargestellt:

- 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 bis 15 Jahren ab Inbetriebnahme besonders viele Wechselrichter aus der Anfangszeit der Photovoltaik zeitweise Stillstände und Ausfälle. Moderne, heute installierte Wechselrichter zeigen längere störungsfreie Betriebszeiten.
- Daher wurden für die Auswertung alle Anlagen nicht berücksichtigt, bei denen erkennbar eine länger als drei Monate andauernde Betriebsunterbrechung oder eine entsprechende Fehlermeldung vorlagen oder der spezifische jährliche Ertrag 500 kWh/kW unterschritt.

2.2 Meteorologische Daten des Jahres 2017

Der Ertrag von Photovoltaikanlagen, also die erzeugte elektrische Energie, hängt naturgemäß ganz wesentlich von der eingestrahlten Solarenergie, der sog. Globalstrahlung, ab. Aber auch die Modultemperatur, die wesentlich von der Umgebungstemperatur beeinflusst wird und auch der Wind spielen eine Rolle:

- Höhere Globalstrahlung steigert den Ertrag. Als Näherung folgt der Wert des Ertrages direkt dem Wert der eingestrahlten 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. Andererseits steigt der Ertrag bei kühleren Umgebungstemperaturen und entsprechender Globalstrahlung.

2.2.1 Charakterisierung

2017 hat sich auch in Deutschland, laut DWD, der Klimawandel bemerkbar gemacht. Das Jahr war wieder deutlich wärmer als der vieljährige Klimamittelwert. Das Wettergeschehen zeigte wenig Beständigkeit, dafür mehr Extreme, wie die andauernde Trockenheit im Frühjahr und anhaltend trübes Wetter ab September. Die Sonnenscheinstunden – Mittel für Deutschland – lagen mit durchschnittlich 1.595 Stunden leicht im Plus.

Der Januar war durch Hochdruckgebiete kalt, trocken und sonnig. Mit 75 Sonnenscheinstunden gehörte er zu den sonnigsten Januarmonaten seit 1951, allerdings nur dort, wo sich die Sonne gegen den Nebel durchsetzen konnte. Der Februar war zu warm und brachte in Ober- und Niederbayern ca. 110 Stunden Sonne, in Schleswig-Holstein nur 35. Es folgte der wärmste März seit 1881, mit viel Sonne, teilweise bis zu 200 Stunden.

Der April war erst frühsommerlich warm und trocken, es kam dann aber noch Schnee und Frost. Die Sonne bevorzugte den Südwesten und die Nordseeinseln und schien durchschnittlich 155 Stunden. Der Mai war warm und trocken, mit örtlichen Hitzerekorden. Die Sonnenscheinbilanz war mit 220 Stunden leicht im Plus. Der Juni wurde außergewöhnlich warm und reich an Sonnenschein – 245 Stunden!

Im Juli wechselten sich Hoch- und Tiefdruckgebiete ab, die Sonne blieb mit 195 Stunden 6 % unter ihrem Soll von 212 Stunden. Es folgte ein warmer, gewittriger und regenreicher August, mit Sonne an rd. 205 Stunden. Der September wurde kühl, regnerisch, sonnenarm – nur 120 Stunden – und war wesentlich kühler und trüber als im Vorjahr.

Der Oktober war warm, nass und stürmisch. Die Sonne schien im Süden mancherorts 170 Stunden, durchschnittlich war ihre Bilanz mit 100 Stunden in der Norm. Der November brachte viele Wolken und war warm und feucht. Die Sonne blieb mit 40 Stunden um 22 % unter ihrem Soll von 54 Stunden. Sonnenscheinarm wurde mit 30 Stunden auch der Dezember, zudem vergleichsweise mild und niederschlagsreich.

2.2.2 Globalstrahlung

Die monatlichen Mittelwerte der Globalstrahlung des Jahres 2017 – auf eine waagerechte Fläche – ermöglichen eine Abschätzung des Ertrags einer PV-Anlage und sind besonders für Ertragsvergleiche in verschiedenen Regionen geeignet.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	2017
Aachen	30	36	87	118	167	177	158	121	93	54	25	11	**1.003**
Augsburg	35	44	99	118	181	196	175	156	95	73	25	22	**1.218**
Berlin	20	32	78	111	157	172	158	143	90	44	22	13	**1.040**
Bonn	29	36	89	119	158	173	155	126	93	54	24	10	**1.068**
Braunschweig	22	30	81	115	155	167	146	128	84	51	19	11	**1.009**
Bremen	20	27	80	110	155	145	147	124	83	48	20	11	**971**
Chemnitz	33	43	88	106	171	185	158	150	85	54	23	16	**1.112**
Frankfurt/Main	29	39	90	126	158	186	159	139	95	54	22	12	**1.108**
Gießen	28	37	90	121	154	173	154	130	100	73	20	11	**1.053**
Göttingen	26	30	79	111	158	160	139	129	86	48	15	10	**991**
Hamburg	19	27	79	115	159	159	142	128	82	44	19	10	**982**
Hannover	23	28	80	113	158	162	148	130	82	48	18	11	**1.000**
Heidelberg	29	46	95	129	164	191	165	144	95	61	22	14	**1.156**
Hof	33	39	88	109	165	188	158	143	80	48	21	16	**1.087**
Kassel	26	32	80	109	156	157	137	126	83	46	16	10	**977**
Kiel	17	23	76	117	172	164	147	132	83	45	20	11	**1.008**
List auf Sylt	17	24	77	132	164	161	172	140	82	41	20	10	**1.042**
München	37	50	103	114	183	196	175	157	92	74	29	25	**1.234**
Nürnberg	35	47	90	121	176	196	170	149	89	59	25	19	**1.178**
Regensburg	35	49	93	116	181	198	167	152	87	60	24	18	**1.180**
Rostock	17	28	74	126	171	176	149	139	91	41	19	12	**1.044**
Stralsund	18	29	76	115	170	172	152	146	84	44	18	12	**1.036**
Weihenstephan	37	48	101	116	187	199	173	155	93	74	27	23	**1.231**
Würzburg	30	43	91	120	160	190	164	148	93	60	23	16	**1.139**

Tab. 2: Monatliche Werte der Globalstrahlung 2017 – auf eine waagerechte Fläche – in kWh/m² für verschiedene Orte im Gebiet von **Sonne in der Schule** (Quelle: DWD)

Es sind deutliche Unterschiede zu erkennen. Die höchste Globalstrahlung – auf die waagerechte Fläche – wurde mit 1.234 kWh/m² in München gemessen, der geringste Wert mit 971 kWh/m² in Bremen. Zwischen beiden Werten liegt eine Differenz von 27,1 %, bezogen auf den niedrigeren Wert.

In unseren Breiten werden Solarmodule geneigt aufgestellt. Ein der Sonne optimal zugeneigter Solargenerator, der in einem Winkel der Module gegen die Waagerechte in der Größenordnung 20 – 40° nach Süden ausgerichtet ist, erhält etwa 10 – 15 % mehr Globalstrahlung als die waagerechte Ebene. Dieser Winkel hängt oft stark von den lokalen baulichen Gegebenheiten und etwaigen Verschattungen, etwa durch Berge, ab.

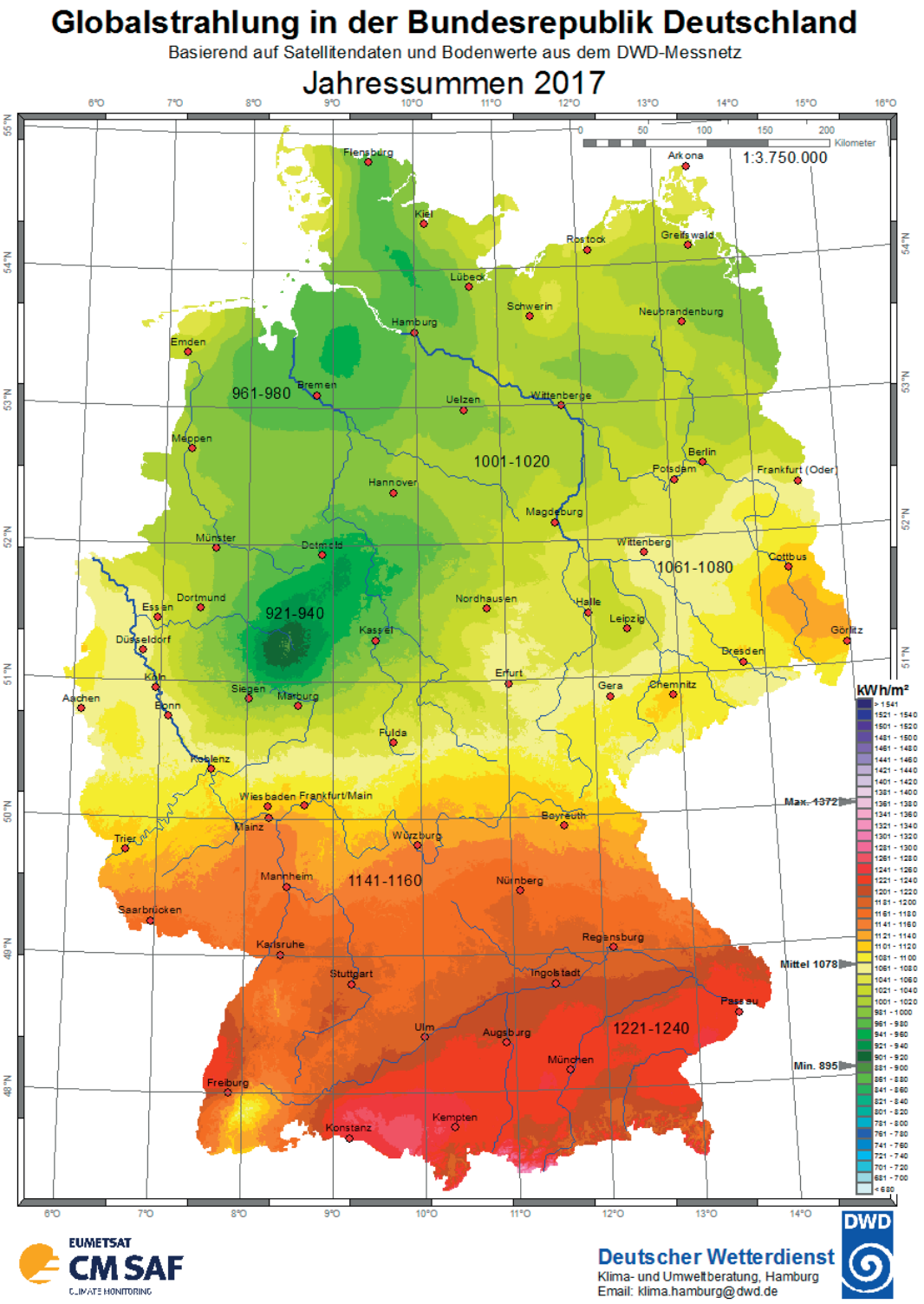

Abb. 2: Globalstrahlung in Deutschland 2017

Vom Deutschen Wetterdienst DWD bereitgestellt wurde die in Bild 2 dargestellte Karte mit den Globalstrahlungen für alle Gebiete in Deutschland. Zu erkennen sind die hohen Globalstrahlungen im Süden, im Gebiet zwischen Kempten und Konstanz.

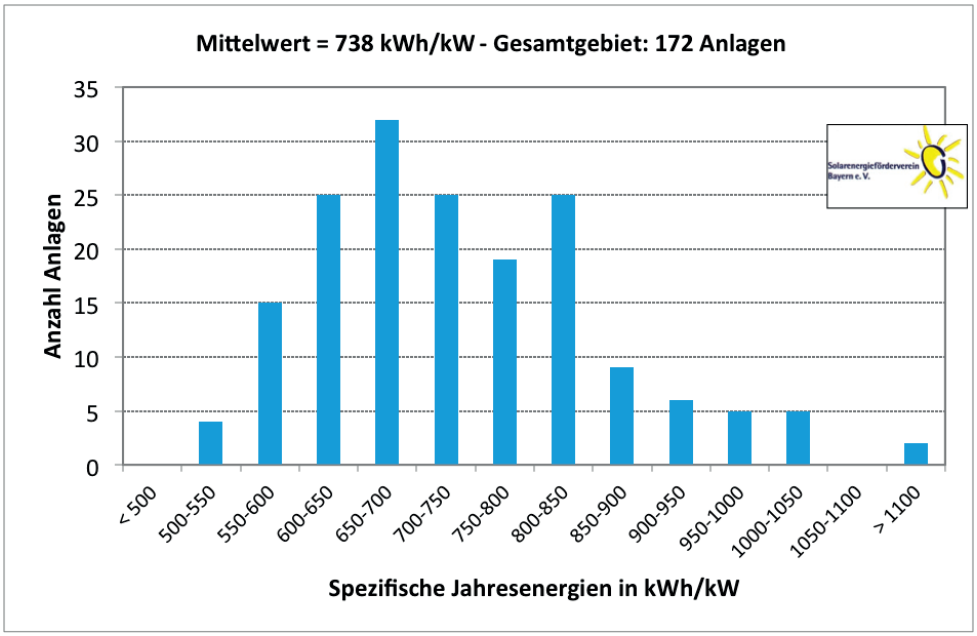

Abb. 3: Verteilung des spezifischen Ertrags im Gesamtgebiet 2017

2.3 Erträge der Photovoltaikanlagen

Die per Internet, Fax, Post oder Telefon übermittelten Betriebsdaten mit den Erträgen der Photovoltaikanlagen aus „Sonne in der Schule" wurden mit Hilfe einer Software weiterverarbeitet und aufbereitet.

2.3.1 Statistische Verteilung

Vorab ist der Begriff des spezifischen Ertrags zu erklären. Man erhält ihn ganz einfach, indem man die erzeugte Energie durch den Wert der Nennleistung der Photovoltaikanlage teilt. Wurden beispielsweise 1.001 kWh erzeugt und beträgt die Nennleistung der Photovoltaikanlage 1,1 kW, so bestimmt sich der spezifische Ertrag zu
1.001 kWh/1,1 kW = 910 kWh/kW.

Der spezifische Ertrag aller Anlagen im Gesamtgebiet von „Sonne in der Schule" vom Norden bis in den Süden Deutschlands lag im Jahr 2017 bei durchschnittlich 738 kWh/kW und damit etwas unter den Werten von 758 kWh/kW von 2016, 783 kWh/kW im Jahr 2015 und 770 kWh/kW im Jahr 2014. 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.

Abbildung 3 zeigt für das Gesamtgebiet von „Sonne in der Schule" im Jahr 2017 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.

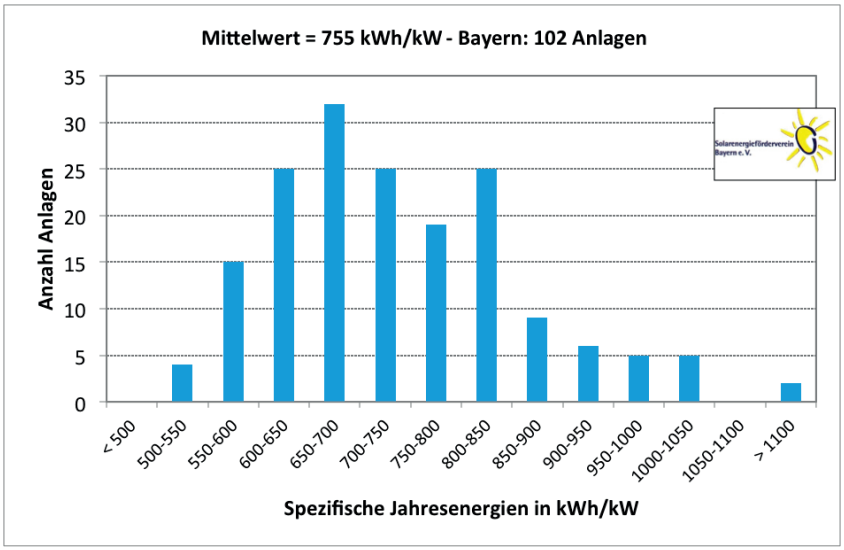

Abb. 4: Spezifische Erträge in Bayern 2017

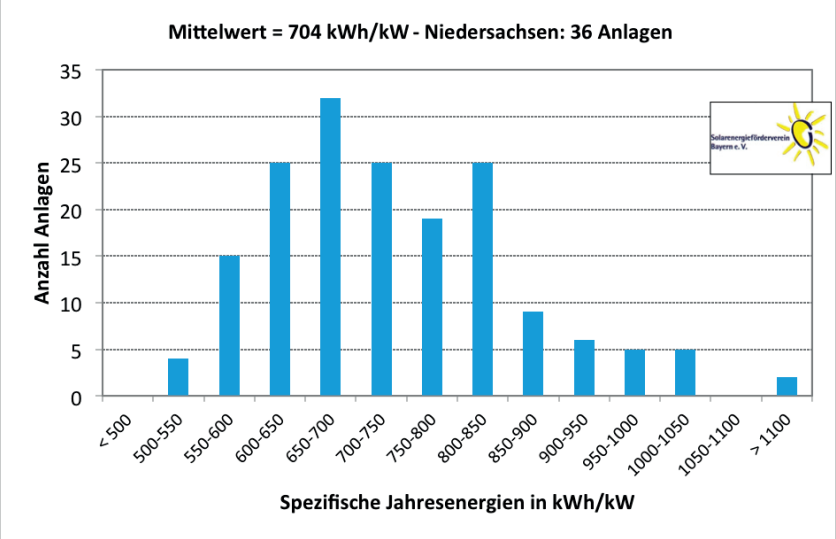

Abb. 5: Spezifische Erträge in Niedersachsen 2017

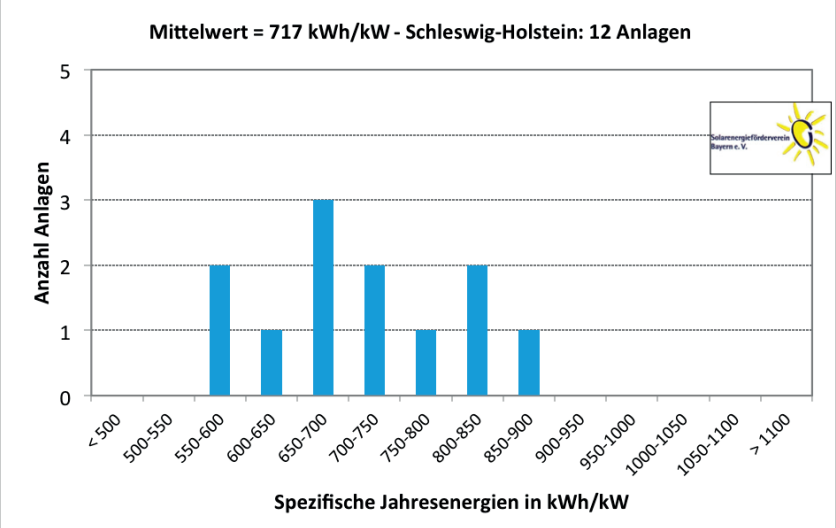

Abb. 6: Spezifische Erträge in Schleswig-Holstein 2017

Bundesland	Anzahl Anlagen mit nutzbaren Datensätzen 2017	Mittelwert spezifischer Ertrag 2017 kWh/kW	Veränderung des Ertrags gegenüber 2016
Bayern	102	755	0,1 %
Hessen	12	723	- 4,5 %
Niedersachsen	36	704	- 7,0 %
Schleswig-Holstein	12	717	- 4,7 %
Brandenburg	4	726	5,5 %
Mecklenburg- Vorpommern	2	790	- 11,1 %
Nordrhein-Westfalen	2	731	- 15,5 %
Sachsen-Anhalt	1	802	0,1 %
Bremen	1	561	- 8,6 %
Thüringen	0	0	–
Rheinland-Pfalz	0	0	–
Gesamtgebiet	**172**	**738**	**-2,6 %**

Tab. 3: Anzahl der Anlagen mit „nutzbaren Datensätzen" im Jahr 2017 und Mittelwert des spezifischen Ertrags mit der Veränderung gegenüber dem Vorjahr

Es sei betont, dass die dargestellten Erträge auf die Leistung 1 kW bezogen sind.

Die meisten Anlagen liegen im Bereich der Erträge von 650 – 850 kWh/kW, maximal werden über 1.000 kWh/kW erreicht. Gründe, dass Anlagen schlechte Erträge von 0 – 500 kWh/kW liefern, sind oft Verschattungen durch Bäume und Wechselrichterdefekte. 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, sind beispielhaft durch die Bundesländer Bayern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein in den Abbildungen 4 – 6 dargestellt. Die Verteilung der spezifischen Energieerträge ist nur für die Bundesländer aufgeführt, in denen eine größere Anzahl von nutzbaren Messdaten vorhanden war.

Zahlenwerte zur Anzahl aller Anlagen in allen Bundesländern und den Mittelwert aller Erträge zeigt Tabelle 3. 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 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 von Störungen.

Jahr	Messwerte geliefert von … Anlagen	Genutzte Messwerte, d.h. Anlagen ohne Störung	Anzahl der Anlagen mit 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 %
2011	469	309	160	34,1 %
2012	437	295	142	32,5 %
2013	372	270	102	27,4 %
2014	335	225	110	32,8 %
2015	309	202	107	34,6 %
2016	291	184	107	36,8 %
2017	302	172	130	43,0 %

Tab. 4: Langjährige Daten zu Betriebsstörungen und Nichtverfügbarkeiten

Tabelle 4 zeigt, dass sich die Störungsmeldungen 2017 weiterhin auf einem relativ hohen Niveau bewegen. Defekte Wechselrichter, fehlende Auslese-Software und Modulschäden sind die meist genannten Gründe hierfür. Der SeV bietet deshalb auch weiterhin in diesen Bereichen den Schulen Unterstützung an, um die Anlagen wieder ans Netz zu bringen.

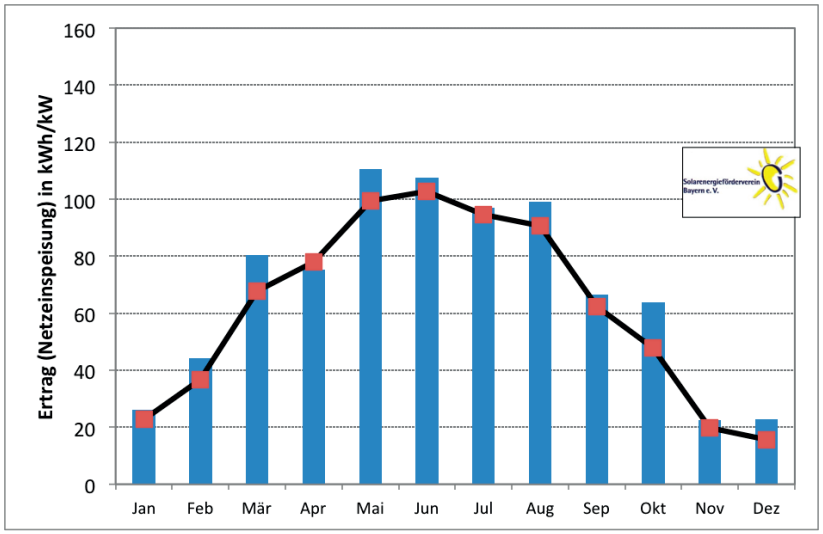

Abb. 7: Schule in Bayern (Franken) – spezifischer Jahresertrag 816 kWh/kW

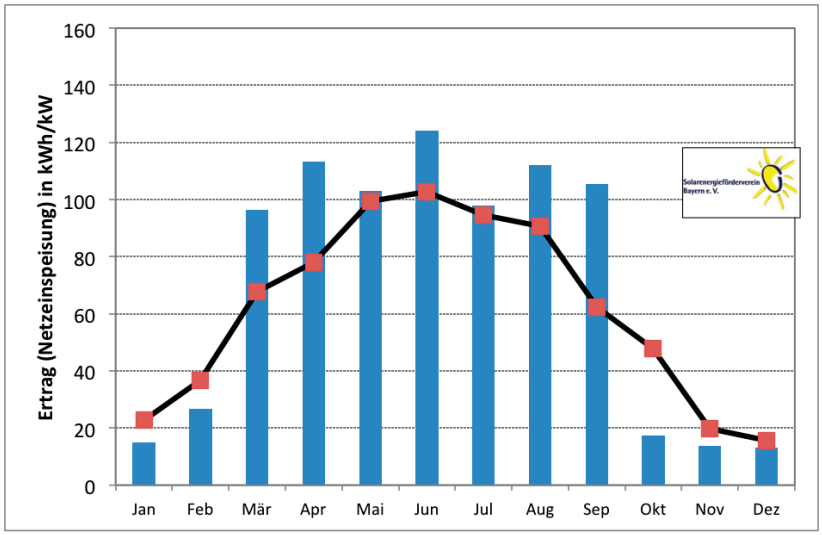

Abb. 8: Schule in Niedersachsen – spezifischer Jahresertrag 838 kWh/kW

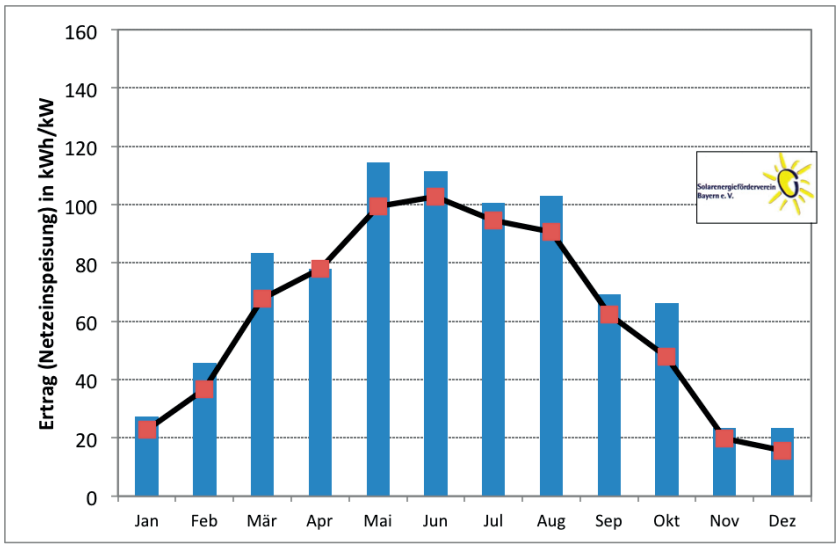

Abb. 9: Schule in Mecklenburg-Vorpommern – spezifischer Ertrag 847 kWh/kW

Wird dem SeV eine Störung des Betriebes der Photovoltaikanlage gemeldet, können auf dieser Grundlage die notwendigen Schritte zur Beseitigung der Probleme eingeleitet werden. Als Beispiel sind die Maßnahmen zum Austausch defekter Wechselrichter zu sehen – Details im Kapitel 4 **„Betreuung".**

2.3.3 Erträge einzelner Schulen

Beispielhaft zeigen die Abbildungen 7, 8 und 9 als Balkendiagramm den Verlauf der monatlichen spezifischen Energieerträge von drei Schulen in Bayern, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern. Als Linie ist der monatliche Mittelwert aller Schulen mit nutzbaren Daten dargestellt.

3 Betreuung

3.1 Überblick

79 Schulen haben den SeV 2017 außerhalb der Datenübermittlung kontaktiert, um technische Probleme zu melden oder anderweitige Fragen zu klären. Ein Defekt am Wechselrichter war die häufigste Fehlermeldung. Moduldefekte, das Fehlen einer Software zum Auslesen der Erträge oder die Frage von neuen Betreuern, wie die Erträge auszulesen sind, schlossen sich an. Der SeV hilft des Weiteren bei Fragen der Visualisierung, bei Softwareproblemen und was mit der PV-Anlage nach einem Abbau geschehen soll. Bürgerbeteiligungsanlagen oder auch Anlagen von privaten Betreibern werden immer öfter auch auf Schuldächern montiert, so dass die „Sonne in der Schule"-Anlage in diese integriert oder evtl. auch demontiert wurde. Schulen mit nun großen PV-Anlagen nehmen vereinzelt weiterhin noch am Programm teil.

3.2 Module

Da der Fundus von Siemens-Modulen aufgebraucht ist, wird sich der SeV um eine individuelle Unterstützung bemühen. Kyocera hat sich bei defekten Modulen in den vergangenen Jahren kulant gezeigt. Auch hier unterstützt der SeV die Schulen bei der Kommunikation mit Kyocera, um einen Austausch zu ermöglichen.

3.3 Defekte Wechselrichter

Sind die Erträge einer Anlage schlecht oder funktioniert die Anlage nicht und ist der Wechselrichter die Ursache, 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 Vorgehensweisen zu unterscheiden, je nachdem, ob die Anlage aus den früheren Programmen „Sonne in der Schule" (Siemens-Wechselrichter) oder „SONNE online" (SMA-Wechselrichter) stammt.

3.3.1 Schulen mit Wechselrichter SPN1000 – in Bayern

Die meisten Photovoltaikanlagen in Bayern sind mit Wechselrichtern Siemens SPN 1000 ausgerüstet. Meldet eine Schule den Defekt eines Siemens SPN 1000, wird durch den SeV der Kontakt zu dem folgendem Unternehmen hergestellt:

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

Herr Kühlwein setzt sich dann mit dem Betreuer in Verbindung und klärt ab, ob das Gerät zu reparieren ist. Wenn ja, schickt die Schule den Wechselrichter an obige Adresse. Die Reparaturkosten übernimmt der SeV, für die Schulen fallen nur einmal Versandkosten an. Erfahrungsgemäß kann die Reparatur einige Zeit in Anspruch nehmen, besonders wenn spezielle elektronische Bauelemente zu beschaffen und auszutauschen sind. Sollte eine Reparatur nicht möglich sein, wird in Absprache mit dem SeV ein anderer Weg gefunden.

3.3.2 Schulen mit Wechselrichter Sunny Boy – alle anderen Bundesländer

Die ehemaligen „SONNEonline" Schulen sind i.d.R. mit dem Wechselrichter Sunny Boy SWR 850 des Herstellers SMA ausgerüstet. Da SMA die Herstellung des Sunny Boy SWR 850 eingestellt hat und somit keine Austauschgeräte mehr zur Verfügung stehen, wird nun mit Hilfe des SeV versucht, den Wechselrichter zu reparieren. Sollte eine Reparatur nicht möglich sein, wir versucht den Schulen einen neuen Wechselrichter zur Verfügung zu stellen. Dies ist allerdings in den meisten Fällen mit einer Umverkabelung verbunden. Die Schulen melden den Defekt des Wechselrichters an den SeV. Dieser wird die Verbindung zu einer Fachfirma herstellen, von dieser wird dann die weitere Vorgehensweise organisiert. Der SeV wird wie bisher auch diesen Austausch bezuschussen.

3.3.3 Schulen mit sonstigen Wechselrichtern

In wenigen Fällen sind weitere Fabrikate (z. B. Fronius) eingebaut. Kommt es zu Störungen, so wird der SeV individuell helfen.

3.4 Förderung einer Visualisierung

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – BAFA – fördert die Visualisierung regenerativer Energiesysteme an öffentlichen Gebäuden und auch an verschiedenen Schulen. Unter dem Link:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Visualisierung/visualisierung_node.html

werden das Programm und die notwendigen Schritte – maximaler Zuschuss von 1200 €, Beginn erst nach Genehmigung durch das BAFA u. a. – für die Förderung präsentiert.

3.5 Unterrichtshilfen

Das „Unabhängige Institut für Umweltfragen" in Berlin stellt weiterhin über seine Website Unterrichtshilfen für den Bereich der regenerativen Energien für die verschiedensten Klassenstufen zur Verfügung. Die Downloads sind zu finden unter:

http://www.ufu.de/service/downloads

4 Messdatenabgabe

203 Schulen hatten bis zum 15. Februar 2018 die Messdaten der Photovoltaikanlage des Jahres 2017 an den SeV übermittelt. Unter diesen Schulen wurden 3 x 100 € verlost.

Folgende Schulen erhielten diesen Betrag:

- Grund- und Oberschule, Lathen
- Volksschule, Sandberg
- Pestalozzi-Mittelschule, Regensburg

Die Schulen wurden bereits informiert.

5 Aktuelles – Wetterstation mit Einplatinencomputer Raspberry Pi

Mit einer kleinen Anzahl von Schulen ist der SeV gerade dabei, ein besonderes Projekt durchzuführen, bei dem eine Wetterstation aufzubauen ist, um Globalstrahlung und Umgebungstemperatur zu messen. Die ermittelten Werte sind zu verarbeiten und zu speichern. Ein Student der Hochschule München hat hierfür einen Einplatinencomputer Raspberry Pi mit Software und den entsprechenden Sensoren für Globalstrahlung und Umgebungstemperatur – als Prototyp oder Nullserie – aufgebaut, s. Abb. 10.

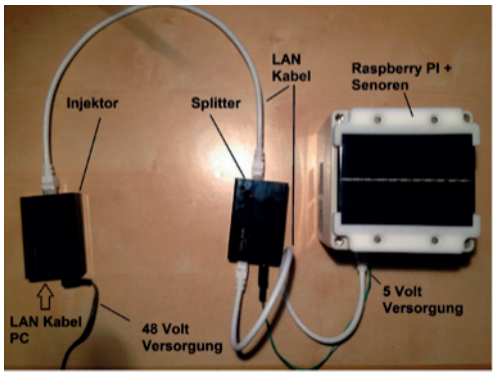

Abb. 10: Raspberry Pi mit Stromversorgung und LAN-Anschluss.

Die Komponenten haben wir einigen Schulen zur Verfügung gestellt, um die Wetterstation zu errichten.

Der Raspberry Pi gibt in gewissen Zeitabständen die gemessenen Werte von Globalstrahlung und Umgebungstemperatur aus. Ziel ist, diese Messwerte zu verarbeiten. Die Lösung kann darin bestehen, dass die vom Raspberry Pi ausgegebenen Werte zu Minutenmittel-, Stundenmittel-, Tagesmittel- und ggf. Monats- und Jahreswerten verarbeitet werden. Es soll real gemessen werden, reale Messwerte sind darzustellen.
Nachdem es sich bei den zur Verfügung gestellten Geräten um eine Nullserie handelt, wurden die Teilnehmer gebeten das Material testen und uns ihre Verbesserungsvorschläge in einem aussagekräftigen Bericht darstellen. Die Lösungen jeder Schule werden mit einem Preisgeld von 500 € honoriert.

Weitere Schulen können gerne noch teilnehmen. Sollten Sie Interesse haben, bitten wir Sie, dies dem SeV mitzuteilen. Die Einzelheiten werden dann mit Ihnen abgestimmt.

6 Wettbewerbe Gebäudeintegrierte Solartechnik

Ein weiteres Betätigungsfeld des SeV ist die „Gebäudeintegrierte Solartechnik", hier werden Wettbewerbe veranstaltet, die Gewinner des „Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik 2017" stellen wir Ihnen hier vor.

Die Nutzung von Solarenergie an Gebäuden ist ein wichtiger Aspekt im energieeffizienten Bauen. Seit dem Jahr 2000 hat der SeV sieben Wettbewerbe zum Thema ausgerichtet. Ziel ist es, beispielhafte Lösungen in qualitativ anspruchsvoller Architektur für die breite Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Die ersten Wettbewerbe wurden nur in Bayern ausgeschrieben, seit 2011 international, sodass im Jahr 2017 134 Projekte aus 26 Ländern eingereicht wurden. Eine hochkarätige Jury – mehrheitlich Architekten – führt die Bewertungen durch. Die Wettbewerbe sind mit 25.000 € dotiert, zusätzlich werden Anerkennungen und Erwähnungen ausgesprochen.

Der erste Preis, dotiert mit 15.000 €, ging an das Projekt Hof 8 in Weikersheim-Schäftersheim, s. Abb. 11. Bei diesem ehemaligen Bauernhof ist die PV-Anlage der Nennleistung 80 kW optisch perfekt in die Dachflächen integriert, auch wenn es technisch eine Aufdachanlage ist. Eine Grundwasserwärmepumpe sowie Batteriespeicher und Elektromobi-

Abb. 11: Weikersheim-Schäftersheim, Hof 8 (2014); Architekturbüro Klärle, Bad Mergentheim; Foto: Brigida González

lität sind Bestandteile des integralen Energiekonzepts für diesen Plusenergie-Gebäudekomplex im Taubertal. Man sieht, dass Photovoltaik zu einem völlig selbstverständlichen Baumaterial einer Gebäudesanierung werden kann.

Einen Anerkennungspreis – 5.000 € – erhielt das Aktiv-Stadthaus in Frankfurt/Main. Den Architekten gelingt unter schwierigen städtebaulichen Randbedingungen, auf einem 160 m langen und nur 9 m tiefen Grundstück, ein Mehrfamilienhaus mit 74 Wohneinheiten im „Effizienzhaus-Plus"-Standard zu realisieren. Bei dem ambitionierten Energiekon-

Abb. 12: Frankfurt/Main, Aktiv-Stadthaus (2015); HHS Planer + Architekten, Kassel; Foto: Constantin Meyer

Abb. 13: Nordhavn (DK), Copenhagen International School (2017); C. F. Møller Architects, København; Foto: Adam Mørk

zept ermöglichen PV-Anlagen in Dach (251 kW) und Fassade (118 kW) mit Stromspeicher (250 kWh), Wärmepumpe und Pufferspeicher in Verbindung mit einem innovativen Energiemanagementsystem in der Jahresenergiebilanz einen Endenergieüberschuss.

Ein weiterer Anerkennungspreis – ebenfalls dotiert mit 5.000 € – ging an die Copenhagen International School. Der Schulneubau, prominent am Wasser im Hafengebiet Nordhavn gelegen, ist charakterisiert durch eine differenzierte Gliederung der Baumasse, die an gestapelte Schiffscontainer erinnert. Der technisch und gestalterisch innovative Ansatz: Das speziell beschichtete Deckglas der monokristallinen Module rückt die Photovoltaik in den Hintergrund und ermöglicht neuartige farbige Solarfassaden, indem aufgedampfte Oxidschichten nur einen bestimmten Spektralbereich des Sonnenlichts reflektieren. Zur Akzentuierung der über 6.000 m^2 Fläche sind die 12.000 Module in Metallkassetten unterschiedlich geneigt montiert, sodass die Fassade – je nach Sonneneinstrahlung und Blickwinkel – farbig changiert, obwohl alle Module eigentlich die gleiche Farbe haben.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der Bericht zeigt, dass PV-Anlagen auch über lange Zeiträume erfolgreich betrieben werden können. Die Photovoltaik kann einen zuverlässigen Beitrag als Erneuerbare Energie für die Energieversorgung leisten – eine gewisse Betreuung ist jedoch erforderlich. Bei „Sonne in der Schule" haben dies engagierte Lehrerinnen und Lehrer, Hausmeister und Schülergruppen übernommen – ihnen ist zu danken. Sie kümmern sich um die Anlagen, melden technische Probleme. Der SeV bietet dafür auch weiterhin seine Unterstützung an. Es ist davon auszugehen, dass „Sonne in der Schule" noch einige Jahre weitergeführt wird und die Schulen beim Betrieb der PV-Anlagen unterstützt werden können.