
Zuwendungsempfänger (Verbundkoordinator):

Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V.

Förderkennzeichen: 0327613

Vorhabensbezeichnung:

Solarsupport für Schulen

Laufzeit des Vorhabens:

01.11.2006 - 30.04.2009

Berichtszeitraum:

01.11.2006 - 20.04.2007

Forschungsvorhaben:

Solarsupport für Schulen

—

Schlafende Fotovoltaik-Anlagen für die Umweltkommunikation nutzen

1. Zwischenbericht, April 2007

UfU
Unabhängiges Institut
für Umweltfragen e.V.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Institutsname (Verbundkoordinator)

Unabhängiges Institut für Umweltfragen
(UfU) e.V.

Im Rahmen der Richtlinie

für Untersuchungen zur Fortentwicklung der
Gesamtstrategie zum weiteren Ausbau der
Erneuerbaren Energien (EE) vom 31.08.2004

mit dem Schwerpunkt zu Strategien für die
öffentliche Kommunikation von EE.

Ort und Datum

Berlin, den 27.04.2007

Inhaltsverzeichnis

1	Methode des Vorgehens	3
1.1	Verbreitung schuleigener PV-Anlagen	3
1.2	Computerprogramme zur Datenauswertung	4
1.3	Bauliche und organisatorische Defizite	4
1.4	Kommunikative Nutzung von Solaranlagen	5
2	Die wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse	7
2.1	Verbreitung schuleigener PV-Anlagen	7
2.2	Computerprogramme zur Datenauswertung	9
2.3	Bauliche und organisatorische Defizite	10
2.3.1	Kenndaten der besichtigten PV-Schulanlagen	10
2.3.2	Konfiguration der PV-Schulanlagen.....	10
2.3.3	Bauliche und organisatorische Defizite der PV-Schulanlagen	11
2.3.4	Optimierungspotenziale der PV-Schulanlagen	12
2.4	Kommunikative Nutzung von Solaranlagen	12
2.5	Ergebnisse des Workshops.....	16
2.5.1	Welche Bedingungen sollte eine PV-Anlage einer Schule erfüllen?	16
2.5.2	Wie lässt sich die PV-Anlage am besten in den Unterricht integrieren?	17
2.5.3	Worauf sollte bei der Außendarstellung einer Schule geachtet werden?	17
2.5.4	Zusammenfassung und Ausblick	17
3	Andere wesentliche Ergebnisse sind:	19
3.1	Verbreitung schuleigener PV-Anlagen	19
4	Stand des Vorhabens:	19
5	Ergebnisse von Dritter Seite	19
6	Änderungen in der Zielsetzung	20
7	Verwertungsplan:	20
7.1	Schutzrechte	20
7.2	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende	20
7.3	Wissenschaftliche und/ oder technische Erfolgsaussichten	20
7.4	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	21
8	Anlagen	21

1 Methode des Vorgehens

Gegenstand dieses Berichts ist die Recherchephase des insgesamt stark umsetzungsorientierten Vorhabens „Solarsupport für Schulen“. Für die beiden Modellregionen Berlin/Brandenburg und Mittelfranken wurden folgende Fragestellungen untersucht:

1. Welche Verbreitung haben schuleigene PV-Anlagen, zu welcher Größenordnung gehören diese Anlagen und wie wurden sie finanziert?
Methoden:
Anschreiben und Interviews der EVUs und der Schulträger sowie Internetrecherche
2. Welche Computerprogramme existieren zur Datenauslesung und –auswertung auch im Schulunterricht und welche Schwierigkeiten gibt es in der Praxis mit diesen Programmen?
Methoden:
Auswertung vorhandener Studien und eigener Erfahrungen aus den Modellregionen sowie Recherche bei EVUs und Schulen
3. Welche baulichen und organisatorischen Gegebenheiten beeinflussen bzw. behindern die kommunikative und pädagogische Nutzung schulischer Solaranlagen.
Methoden:
Interviews von Lehrern, Schulleitungen und Hausmeistern, Besichtigung von Anlagen
4. Wie werden die schulischen Solaranlagen kommunikativ und pädagogisch genutzt und welche Gründe (technischer, organisatorischer oder pädagogischer Art) stehen einer solchen Nutzung gegebenenfalls entgegen?
Anschreiben von Schulen und internetgestützter Fragebogen

In der Endfase dieser Analyse wurde ein Workshop durchgeführt, in dem die bisherigen Ergebnisse mit Schulvertretern diskutiert, noch fehlende Analyseschritte aufgelistet und die Kooperation in der folgenden Entwicklungsphase des Projekts besprochen wurden.

Im Folgenden die Beschreibung des methodischen Vorgehens zu den oben aufgeworfenen Fragen im Einzelnen:

1.1 Verbreitung schuleigener PV-Anlagen

Im Rahmen der Ist-Stands- und Hemmnisanalyse wurde zunächst eine Recherche der Verbreitung schuleigener Solaranlagen, der Förderprogramme und Promotoren für derartige Anlagen, sowie der vorhandenen Weiterbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte in den beiden Modellregionen Berlin/Brandenburg und Nürnberg/Mittelfranken durchgeführt.

Die Daten wurden durch Fragebogen an die regionalen Energieversorger (Strom) – Vattenfall, E.on/e.dis und Stadtwerke Potsdam in Berlin/Brandenburg sowie E.ON AG, Erlanger Stadtwerke AG, Infra Fürth GmbH, N-ERGIE AG und Stadtwerke Schwabach in Mittelfranken sowie an die Schulträger erhoben und durch nachfolgenden Interviews (nur Energieversorger) ergänzt. Die Energieversorger wurden ausgewählt, weil sie als Netzbetreiber den Netzanschluss genehmigen müssen, und die Schulträger, weil sie für die bauliche Unterhaltung der Schulen zuständig sind und der Errichtung von Solaranlagen auf ihren Schulen zustimmen müssen.

Über eine ergänzende Recherche im Internet, insbesondere bei den entsprechenden Förderprogrammen „Sonne in der Schule“, „SONNEonline“ sowie „Energie 2000“ und „Energie 2002“ wurden weitere Daten generiert.

Die Schulanlagen wurden in folgende drei Kategorien unterteilt:

- kleine Inselanlagen mit einer Leistung von zumeist unter 1 kW_p,
- kleine netzgekoppelte Anlagen, die direkt in das Stromnetz der Schule oder der Jugendfreizeiteinrichtung einspeisen, mit einer Leistung von zumeist unter 1 kW_p,
- Größere netzgekoppelte Anlagen mit Vergütung nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) mit einer Leistung von mehreren kW_p.

1.2 Computerprogramme zur Datenauswertung

Für die Nutzung der PV-Anlage im Unterricht ist die technische Erfassung von Betriebsdaten (z.B. Energieertrag seit Errichtung der Anlage, aktuelle Sonneneinstrahlung, Modul- und Außentemperatur, DC und AC-Leistung, etc.) und deren Auswertung mittels Hard- und Software sowie die Aufbereitung der Daten für die pädagogische Nutzung erforderlich.

Die Hard- und Software zur Auslesung, Übertragung und Auswertung der Betriebsdaten der Anlagen ist als Schnittstelle zwischen Anlagenbetrieb und dessen kommunikativer Nutzung besonders wichtig. Auch die Displaytechniken werden in diesem Zusammenhang untersucht, denn auch sie stellen ein wichtiges Kriterium für die Nutzung im Unterricht und bei der Umweltkommunikation und Akzeptanzsteigerung mit Fokus auf das Schulumfeld dar.

Es wird im folgenden zwischen wechselrichterabhängiger und -unabhängiger Hard- und Software zur Datenauswertung unterschieden. Für die Recherche der Hard- und Software wurden folgende Quellen verwendet:

- Ø Internet
- Ø Produktdatenblätter / Interseiten der Wechselrichterhersteller
- Ø Auswertung Solar Support-Workshop vom 23.03.2007

1.3 Bauliche und organisatorische Defizite

Die Ermittlung der baulichen, technischen und organisatorischen Probleme (die ihrerseits Auswirkungen auch auf die pädagogische Nutzung der PV-Schulanlagen haben) erfolgte nach Vorab-Auswertung der Fragebögen durch die explorative Besichtigung ausgewählter Schulen und Jugendfreizeiteinrichtungen mit Solaranlagen, die auf dem Fragebogen eine nur geringe kommunikative Nutzung angaben und ihr Interesse an einer Optimierung bekundet haben. Neben den o.g. Gründen war bei der Auswahl der Schulen zum einen die Beschränkung auf die Modellregion Berlin / Brandenburg und zum anderen unterschiedliche PV-Schulanlagen (Netzgekoppelte- und Inselanlagen) zu besichtigen, maßgebend. Vom 12.03. bis 19.03.2007 wurden nach o.g. Kriterien folgende drei Schulen in Berlin besichtigt:

Schule	Ansprechpartner	Anschrift	Besichtigung am
Grundschule an der Bäke	Herr Haase, Herr Böhme	Haydnstraße 15 D-12203 Berlin-Zehlendorf	12.03.2007
Freie Montessorischule	Herr Eden	Köpenzeile 125 D-12557 Berlin-Köpenick	15.03.2007
Askanische Oberschule	Herr Eschner	Kaiserin-Augusta-Straße 19/20 D-12103 Berlin-Tempelhof	19.03.2007

Tabelle 1: Besichtigte Schulen mit PV-Anlagen in Berlin

Ziel der Besichtigung war es, die technischen und konstruktiven Bedingungen der installierten PV-Anlagen zu erfassen und Defizite aufzudecken, die der pädagogischen Nutzung der PV-Schulanlagen und damit der Verbesserung der Akzeptanz von erneuerbarer Energien im Wege stehen. Folgende Kriterien waren bei der Besichtigung maßgebend:

- Ø Erfassung der Kenndaten und Konfiguration der Anlage für spätere Optimierung
- Ø gute Sichtbar- und Begreifbarkeit der PV-Anlage
- Ø Überschaubare Anzeige / Display an zentraler Stelle der Schule (Foyer)
- Ø Erläuterung der Anlage mit einer funktionalen Beschreibung nahe zum Display
- Ø Datenauslesung für weitere Nutzung
- Ø Auswertungsmöglichkeiten von Anlagendaten am Computer für pädagogische Nutzung

1.4 Kommunikative Nutzung von Solaranlagen

Mit Hilfe einer Online-Befragung von Schulen zur Nutzung ihrer fotovoltaischen Anlagen sollte zum einen ein Überblick gewonnen werden, wie die Anlagen in die schulischen Konzepte eingebettet sind. Sind zum anderen sollten Hinweise gewonnen werden, welche weiteren Möglichkeiten und Optimierungen in der Nutzung der Anlagen bestehen.

Um dies zu erreichen, wurde zunächst ein Projektplattform mit Informationen zum Projekt Solarsupport unter www.izt.de/solarsupport vom IZT erstellt. Anschließend wurde ein Online-Fragebogen in zwei Stufen entwickelt. Die Fragen wurden in sieben Komplexe untergliedert:

1. Allgemeine Informationen zur Schule,
2. allgemeine Fragen zur Fotovoltaik-Anlage (Ausstattung und Equipment, Betreuung),
3. aktuelle Nutzung der Anlage (Nutzer, Nutzung der Anlage, Fächereinbindung, mögliche Nutzungen, Gründe für eine unzureichende Nutzung, notwendige Optimierungen),
4. Ziele und Hemmnisse bei der Errichtung der Anlage (Ziele, Erreichung der Ziele, Gründe für die Nichterreichung, Hemmnisse bei der Errichtung),
5. Anlagenbeschreibung,
6. Hinweise und Wünsche sowie
7. Kontaktdaten.

In einem ersten Schritt wurden die relevanten Fragen in dem Projektteam diskutiert. Die Fragen wurden so gestaltet, dass sie für mehrere Module des Projekts Solarsupport Antworten geben können. Der erste Entwurf wurde dann von den Projektbeteiligten diskutiert und optimiert. Anschließend

erfolgte die Programmierung des Fragebogens in html auf der Webpage www.izt.de/solarsupport. Für den Pretest wurden sieben Schulen angesprochen, die den Fragebogen ausfüllten und einige Hinweise zur notwendigen Überarbeitung gaben. Anschließend erfolgte die Überarbeitung und die Durchführung der Hauptbefragung. Auf Basis der Recherche der Verbreitung schulischer Anlagen (siehe Arbeitsschritt 1.1) konnten in Berlin-Brandenburg und in Mittelfranken insgesamt 225 Schulen mit Email-Adresse recherchiert werden. Alle Schulen wurden mit einem standardisierten Brief per Email angeschrieben. Acht Adressen erwiesen sich als falsch und konnten nicht nachrecheriert werden, so dass die Grundgesamtheit der angeschriebenen Schulen sich auf 217 belief. Bis Ende März haben 19 Schulen mit insgesamt 32 Solaranlagen den Fragebogen ausgefüllt, was einer Quote von knapp 9% entspricht.

2 Die wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse

2.1 Verbreitung schuleigener PV-Anlagen

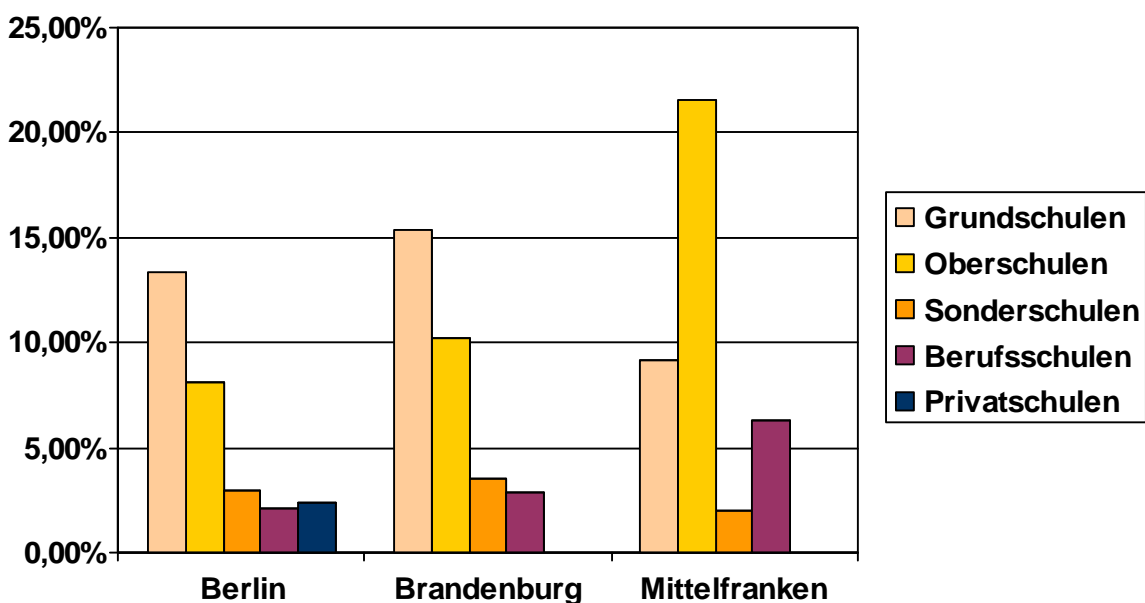
Die ermittelten Grunddaten für die Regionen Berlin/Brandenburg und Nürnberg/Mittelfranken sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

	Berlin/Brandenburg	Nürnberg/Mittelfranken
Einwohnerzahl (Stand 2006)	5,12 Mio.	1,71 Mio.
Globalstrahlung	ca. 1.000 kWh/(m ² *a)	ca. 1.000 kWh/(m ² *a)
PV-Anlagen mit Einspeisevergütung nach EEG insgesamt (Stand 28.2.2007)	2.726	?
Installierte Leistung	18,5 MW _P	75,2 MW _P
Installierte Leistung pro Einwohner	3,61 W _P	43,98 W _P
Anzahl der Schulen	1866	1184

Tabelle 2: PV-Anlagen in den Modellregionen

Bei der installierten Leistung pro Einwohner zeigt sich, dass die gewerbliche Nutzung von Dachflächen für die Solarenergiegewinnung in der Region Nürnberg/Mittelfranken auf Grund der gegenüber Berlin/Brandenburg um ca. 5 % höheren Globalstrahlung weiter fortgeschritten ist.

Die Schultypen in den Modellregionen sind im folgenden Bild dargestellt. Der geringere Anteil von Grundschulen in Mittelfranken ist damit zu erklären, dass dort die Grundschule bereits nach der 4. Klasse endet, in Berlin/Brandenburg dagegen erst nach der 6. Klasse. Dies erschwert den Vergleich schultypbezogener Daten zwischen den Modellregionen.



Zur Verbreitung von Solaranlagen an Schulen lassen sich folgende Aussagen treffen:

Insgesamt wurden 320 Schulen Anlagen mit 324 Anlagen erfasst, davon

- 197 (von insgesamt 1.866 Schulen) bzw. 10,6 % der Schulen in der Region Berlin/Brandenburg und
- 123 (von insgesamt 1.184 Schulen) bzw. 10,4 % der Schulen in der Region Nürnberg/Mittelfranken.

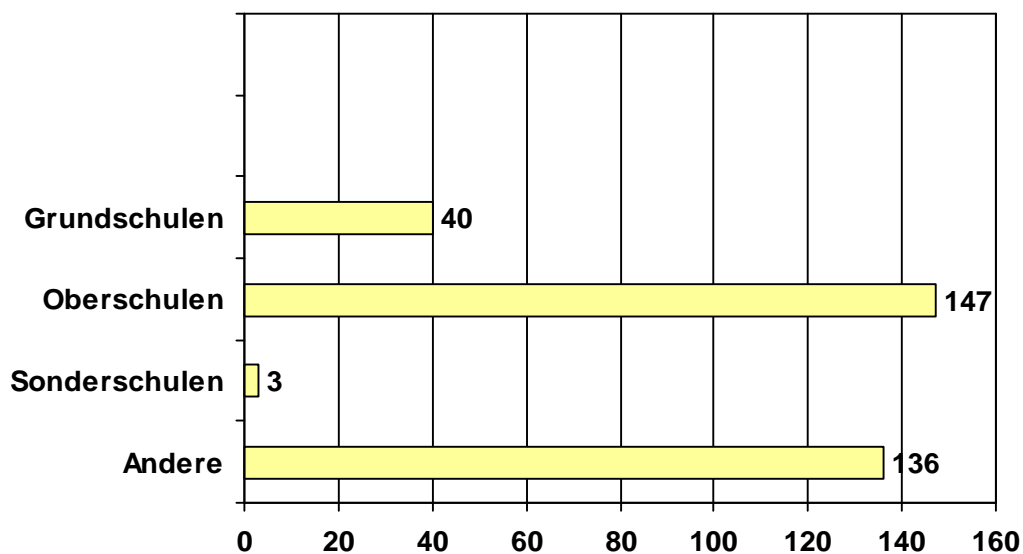
Der Anteil der Schulen mit Solaranlagen in beiden Regionen ist also ungefähr gleich hoch.

Betrachtet man die installierte Nennleistung auf den Schuldächern, so ergibt sich folgendes Bild:

- mindestens 600 kW_P in Berlin/Brandenburg (wobei noch keine ausreichende Datengrundlage bei nach EEG einspeisenden Solaranlagen vorliegt) bzw. 3,05 kW_P pro Schule und
- mindestens 1.300 kW_P in Nürnberg/Mittelfranken bzw. 10,57 kW_P pro Schule.

In der Region Nürnberg/Mittelfranken sind also mehr große Anlagen installiert, weil dort die gewerbliche Nutzung von Dachflächen für die Solarenergiegewinnung weiter fortgeschritten ist.

Ein Vergleich der Verbreitung von PV-Anlagen an Schulen nach Schultypen ergibt folgendes Bild:



Für eine Zuordnung der Solaranlagen zu den drei unterschiedenen Kategorien lagen nur für Berlin ausreichende Daten vor. Dort wurden insgesamt 159 bekannte Anlagen mit einer installierten Leistung von 392 kW_P ermittelt, die sich wie folgt verteilen:

- 66 kleine Inselanlagen (< 1 kW_P) mit einer Gesamtleistung von ca. 10 kW_P gesponsert von der BEWAG in der 1980er und 1990er Jahren,
- 77 kleine netzgekoppelte Anlagen (1 kW_P) mit einer Gesamtleistung von 77 kW_P gesponsert von BEWAG / Vattenfall im Rahmen der Programme Energie 2000 (51 Anlagen) und Energie 2002 (26 Anlagen),
- 16 größere netzgekoppelte Anlagen (> 1 kW_P) mit einer Gesamtleistung: 305 kW_P mit Vergütung nach EEG (unvollständig, hoher Zuwachs 2007 zu erwarten!).

Zur Nutzung der drei Anlagenkategorien lassen sich folgende Aussagen treffen:

Die kleinen Inselanlagen speisen in der Regel einen Batteriesatz über den kleine spezifische Verbraucher wie beispielsweise eine Ausstellungsvitrine im Foyer oder die Beleuchtung eines Treppenhauses versorgt werden. Diese Anlagen dienen vor allem pädagogischen und Kommunikationszwecken.

Ebenso die kleinen netzgekoppelte Anlagen, die häufig von den EVUs gesponsert wurden und die ihren Strom direkt in das Stromnetz der Schule oder der Jugendfreizeiteinrichtung einspeisen, wobei dann keine Einspeisevergütung bezahlt wird. Die übliche Leistung dieser Anlagen beträgt 1 kW_p. Diese Anlagen sind häufig standardisiert, weil sie in größeren Stückzahlen produziert und den Schulen in speziellen Förderprogramme „Sonne in der Schule“, „SONNEonline“ sowie „Energie 2000“ und „Energie 2002“ zur Verfügung gestellt wurden.

Die ermittelten größeren netzgekoppelten Anlagen mit Vergütung nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) lagen im Leistungsbereich von 1 und 120 kW_p. Finanzierungsquellen sind u.a. Stiftungen, und Umweltfördererichtungen, private Investoren und seit 2004 auch öffentliche Geldgeber, wie z.B. die Gemeinden als Schulträger. Deren Verbreitung erfolgt unter anderem über Vereine, z.B. die „Bürgersolaranlagen“ des Solarvereins Berlin.

2.2 Computerprogramme zur Datenauswertung

Wechselrichterabhängige Hard- und Software zur Datenauswertung

Nach Auswertung der ersten Rückläufe der Recherche kommen im Untersuchungsraum Berlin/Brandenburg sowie in Mittelfranken überwiegend Wechselrichter der Hersteller von SMA, Siemens, Sunways, Powerstoc, Kyocera und Fronius zum Einsatz. Die Hersteller bieten im allgemeinen zum Wechselrichter einen Datenlogger zur Erfassung und Auswertung von Daten an.

Wechselrichterhersteller	Hardware	Software	Display
Fronius	DatCom	IG.access	Public Display
Kyocera	KCI	Sol.Connect	-
Powerstoc	DataStoc	DataStoc	-
SMA	Sunny Boy Control	Sunny Data	Sunny Matrix
	Sunny Beam	Sunny Data Control	
	Sunny SensorBox	YASDI	
	Sunny WebBox		
Siemens	-	-	-
Sunways	Sunways Communicator	NT Monitor	Sunways Display

Tabelle 3: Hard- und Software der Wechselrichterhersteller (Internetseiten der Hersteller, 02/2007)

Wechselrichterunabhängige Hard- und Software zur Datenauswertung

Im folgenden werden die wechselrichterunabhängige Hard- und Softwareprodukte zur Datenauswertung vorgestellt. Der Vorteil der wechselrichterunabhängigen Hard- und Software gegenüber der wechselrichterabhängigen besteht darin, dass auch Inselanlagen ohne Wechselrichter in den Schulunterricht eingebunden werden können.

Anbieter	Produkt
AS Solar	Datenlogger
Conergy	Sunreader
Dezem	Datenlogger
Goldbeck Solar	Sunergy Web
Ingenieurbüro Mencke & Tegtmeyer	Sol-Log
Meteocontrol	Safersun
Meteotest	Spyce
Otronic	Visi´sol
Papendorf Software Engineering	Sol.Connect
RD-Electronic	DES-79
Solare Datensysteme	SolarLog
Solarstrom Control	Funk Control
Tritec	Tri-Log

Tabelle 4: Wechselrichterunabhängige Hard- und Software zur Datenauswertung (Internetseiten der Hersteller, Sonne Wind & Wärme 04/2006, Solar Support-Workshop 03/2007)

2.3 Bauliche und organisatorische Defizite

2.3.1 Kenndaten der besichtigten PV-Schulanlagen

Die besichtigten PV-Schulanlagen mit einer installierten Nennleistung von 1 kWp wurden von der Bewag bzw. Vattenfall finanziert. Die „Freie Montessorischeule“ hat im Gegensatz zu den anderen Schulen, die netzgekoppelte Anlagen betreiben und die erzeugte elektrische Energie ins Schulnetz einspeisen, eine Inselanlage.

PV-Anlage	Errichtung am	PV-System	Montageart	Finanzierung
Grundschule an der Bäke	17.04.2001	1 kWp, netzgekoppelt, Einspeisung ins Schulnetz	Aufdachmontage (Flachdach)	über Bewag
Freie Montessorischeule	geplant Sommer 2007	200 Wp, Inselanlage	Aufdachmontage (Schrägdach)	über Vattenfall
Askanische Oberschule	27.11.2000	1 kWp, netzgekoppelt, Einspeisung ins Schulnetz	Aufdachmontage (Flachdach)	über Bewag

Tabelle 5: Kenndaten der besichtigten PV-Schulanlagen in Berlin

Neben den Kenndaten ist die Konfiguration der PV-Anlage mit Angabe der verwendeten PV-Module und Wechselrichter sowie ggf. vorhandener Schnittstellen und Software zur Datenauswertung für die spätere technische Optimierung von Bedeutung.

2.3.2 Konfiguration der PV-Schulanlagen

Der PV-Generator der „Grundschule an der Bäke“ und der „Askanischen Oberschule“ besteht aus je 10 Siemens-Modulen vom Typ SR 100 mit einer Nennleistung von jeweils 100 Watt. Die elektrische Energie wird bei beiden Anlagen über einen SMA-Wechselrichter vom Typ Sunny Boy 850 ins Schulnetz eingespeist. Bei beiden Systemen ist eine RS 484 Schnittstelle und ein RS 485 / RS 232 Interface zur Anbindung an Schul PC´s bzw. an das Schul-Intranet der „Askanische Oberschule“ vorhanden. Die PC´s sind mit der SMA-Software „Sunny Data“ und dem Betriebssystem Windows XP ausgestattet. Die „Askanische Oberschule“ verfügt zudem über ein Einstrahlungshandmessgerät, womit die Schüler die direkte Sonneneinstrahlung auf dem begehbaren Flachdach auf die installierte PV-Anlage messen können. Zur weiteren Ausstattung der „Askanischen Oberschule“ gehört eine 20 m² große Solarthermieanlage mit Vakuum-Flachkollektoren und einem Latentwärmespeicher. Die

„Freie Montessorischule“ hat im Gegensatz zu den zwei anderen Schulen eine PV-Inselanlage mit zwei Solon-Modulen vom Typ PS 100 mit einer Nennleistung von jeweils 100 Watt. Die PV-Altanlage war mit vier Siemens-Modulen vom Typ 55 bestückt, wobei ein PV-Modul wegen Glasbruch nicht mehr zu gebrauchen ist. Die erzeugte elektrische Energie wird über einen Laderegler an zwei Solar-Akkus mit einer Kapazität von 12V / 140 Ah übertragen. Ein Inselwechselrichter kann für 230 V –Verbraucher angewendet werden. Schnittstellen zur Datenauswertung und Anbindung an das vorhandene Schul-Intranet wurden nicht berücksichtigt. Neben der PV-Anlage steht auf dem Schulgebäude eine Kleinstwindkraftanlage mit einer Nennleistung von ca. 300 Watt zur Verfügung.

PV-Anlage	PV-Modul	Wechselrichter / Akku	Schnittstellen	Software / Intranet / sonstiges
Grundschule an der Bäche	10 Siemens, Typ SR 100	SMA, Typ Sunny Boy 850	RS 485 Interface RS 485 / RS 232	Sunny Data Windows XP
Freie Montessorischule	3 Siemens, Typ M55 2 Solon, Typ PS 100	2 Solar-Akkus, je 12 V, 140 Ah inkl. Laderegler, Inselwechselrichter	Nicht vorhanden	Windows XP Schul-Intranet Windkraftanlage
Askanische Oberschule	10 Siemens, Typ SR 100	SMA, Typ Sunny Boy 850	RS 485 Interface RS 485 / RS 232	Sunny Data Windows XP Schul-Intranet, Einstrahlungshandmessgerät Solarthermieanlage mit Latentwärmespeicher

Tabelle 6: Anlagenkonfiguration der besichtigten PV-Schulanlagen in Berlin

2.3.3 Bauliche und organisatorische Defizite der PV-Schulanlagen

Für die pädagogische Nutzung der PV-Anlagen ist die Sicht- und Begreifbarkeit der Anlagenkomponenten zum Verständnis der Funktionsweise für die Schüler wichtig. Die „Askanische Oberschule“ bietet im Gegensatz zu den anderen beiden Schulen ein für die Schüler und Lehrkraft begehbares Flachdach an, um die PV-Anlage aus nächster Nähe zu studieren. Alle drei Schulen verfügen über kein zentrales Display mit Angaben zum Betriebszustand der PV-Anlage. Die Datenauswertung über die Hard- und Software sowie deren Übertragung an die Schul PC's bzw. Schul-Intranet funktioniert zum Teil nicht bzw. ist bei der „Freien Montessorischule“ nicht vorhanden. Die Auswertung mit dem Computer ist prinzipiell bei allen drei Schulen möglich, wurde aber bisher nicht realisiert.

PV-Anlage	Sicht- und Begreifbarkeit der PV-Anlage	Überschaubare Anzeige / Display an zentraler Stelle	Erläuterung der Anlage nahe Display mit funktionaler Beschreibung	Datenauslesung für weitere Nutzung	Auswertung mit Computer möglich
Grundschule an der Bäke	Eingeschränkt, da Flachdach nicht begehbar	Display nicht vorhanden		Funktioniert nicht	Ja, aber noch nicht vorhanden
Freie Montessorischule	Ja, Schrägdach aber nicht begehbar	Display nicht vorhanden		Nicht vorhanden	Ja, aber noch nicht vorhanden
Askanische Oberschule	Sehr gut, da Flachdach begehbar	Display nicht vorhanden		Funktioniert nicht	Ja, aber noch nicht vorhanden

Tabelle 7: Bauliche und organisatorische Defizite der besichtigten PV-Schulanlagen in Berlin

2.3.4 Optimierungspotenziale der PV-Schulanlagen

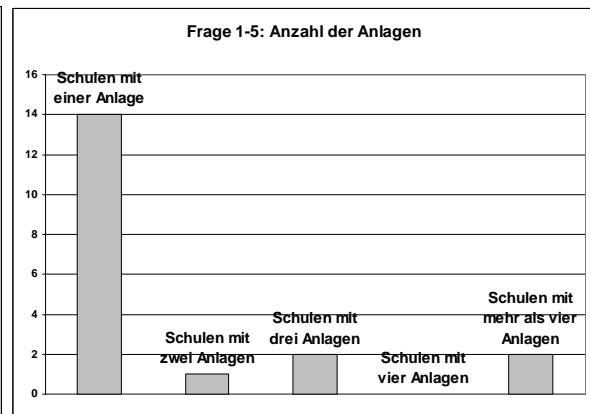
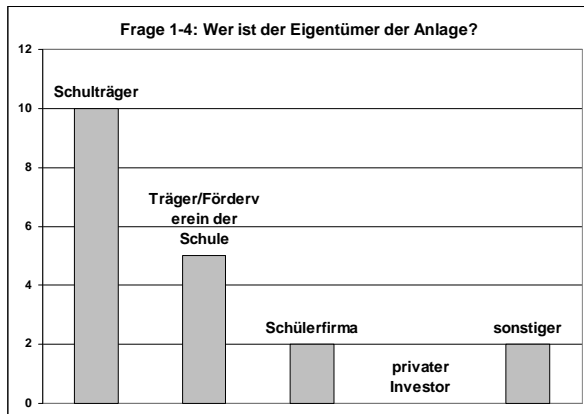
In der folgenden Tabelle sind Möglichkeiten der Optimierung bzw. pädagogischen Nutzung der PV-Anlagen zusammengefasst.

PV-Anlage	Sicht- und Begreifbarkeit der PV-Anlage	Überschaubare Anzeige / Display an zentraler Stelle	Erläuterung der Anlage nahe Display mit funktionaler Beschreibung	Datenauslesung für weitere Nutzung	Auswertung mit Computer möglich
Grundschule an der Bäke	Begehbarmachung des Flachdach	Installation eines Anlagen-Display mit funktionaler Beschreibung		Reparatur des Datenloggers	Anbindung Datenlogger an vorhandene PC's
Freie Montessorischule	Ja, Schrägdach aber nicht begehbar, Nutzung der Siemens-Module als mobilen und begreifbaren Inselgenerator	Installation eines Anlagen-Display mit funktionaler Beschreibung		Installation eines Datenloggers	Anbindung Datenlogger an vorhandenes Schul-Intranet, Einbindung der Windkraftanlage
Askanische Oberschule	-	Installation eines Anlagen-Display mit funktionaler Beschreibung		Reparatur des Datenloggers	Anbindung Datenlogger an vorhandenes Schul-Intranet, Einbindung der Solarthermieanlage

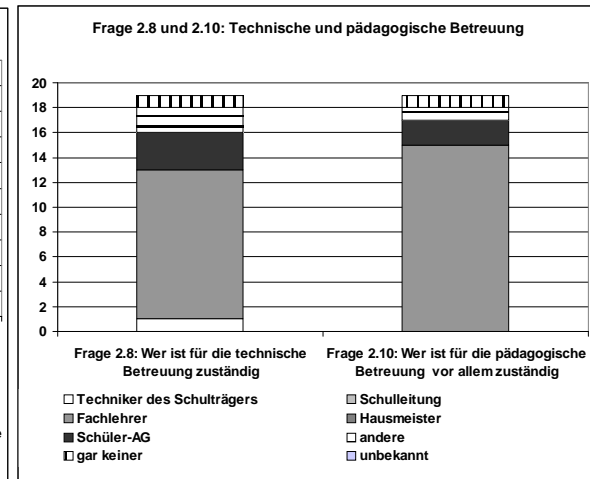
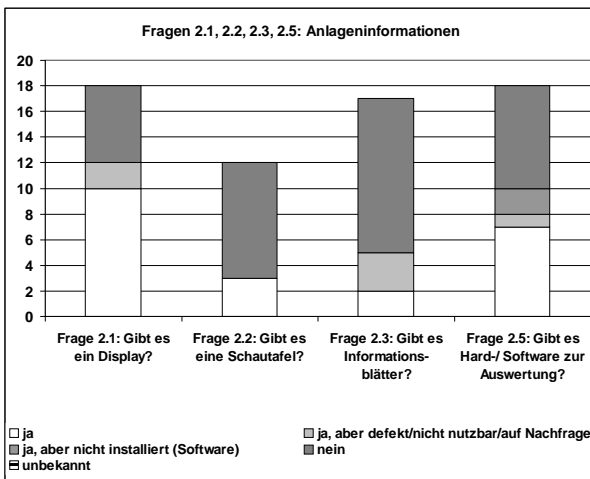
Tabelle 8: Optimierungspotenziale der besichtigten PV-Schulanlagen in Berlin

2.4 Kommunikative Nutzung von Solaranlagen

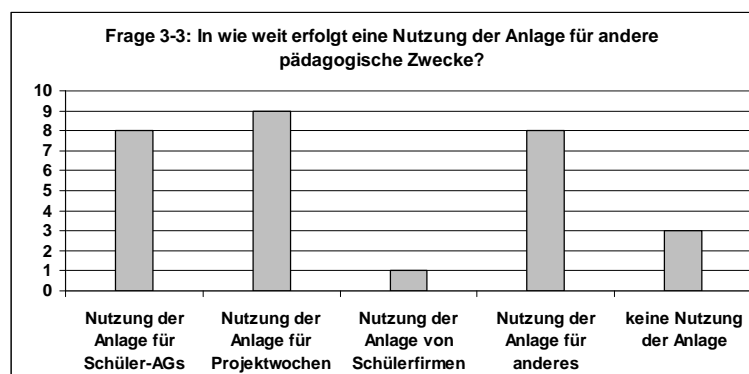
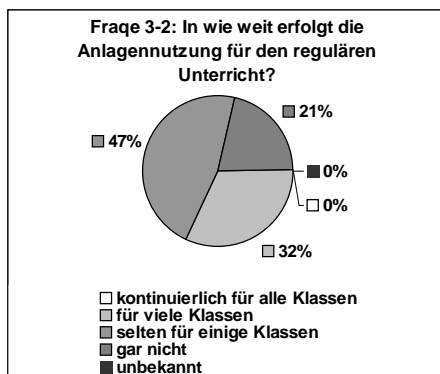
Bei der Mehrheit der Schulen ist der Schulträger der Eigentümer der Anlagen. Nur bei fünf von 19 Schulen ist dies ein Träger- oder Förderverein. Wie nicht anders zu erwarten, haben die meisten Schulen nur eine Anlage. Dies war bei 14 der 19 Schulen der Fall.



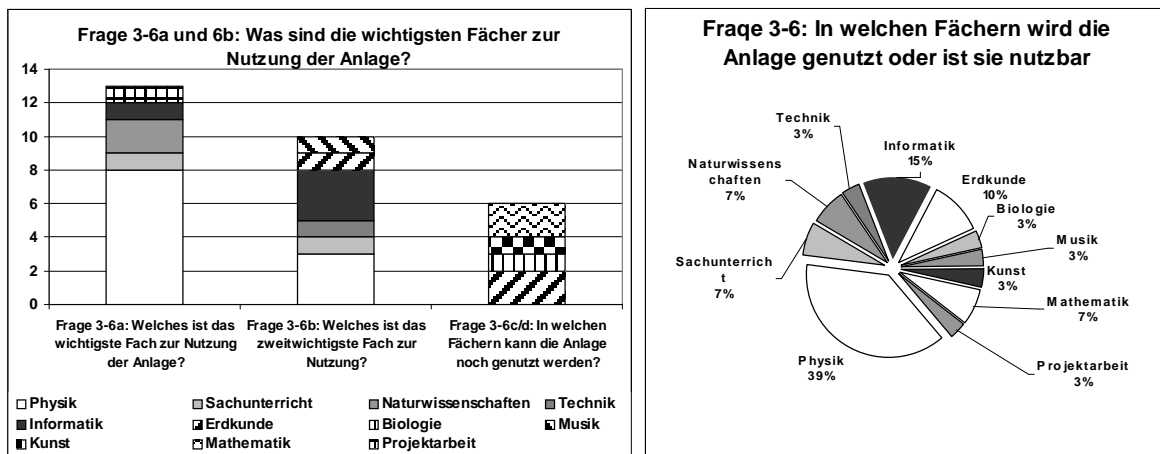
Die Ausstattung der Anlagen mit zusätzlichen Equipment und Informationsmaterialien lässt – wie es vermutet worden ist – zu wünschen übrig. Etwas mehr als Hälfte hat ein Display. Schautafeln und Informationsblätter sind selten. Nur bei sieben von 19 Schulen gibt es eine funktionierende Hard- und Software zu Datenauswertung. Interessant ist auch, dass die Betreuung der Anlage zumeist bei den Fachlehrern verbleibt. Dies gilt für die technische als auch für die pädagogische Betreuung.



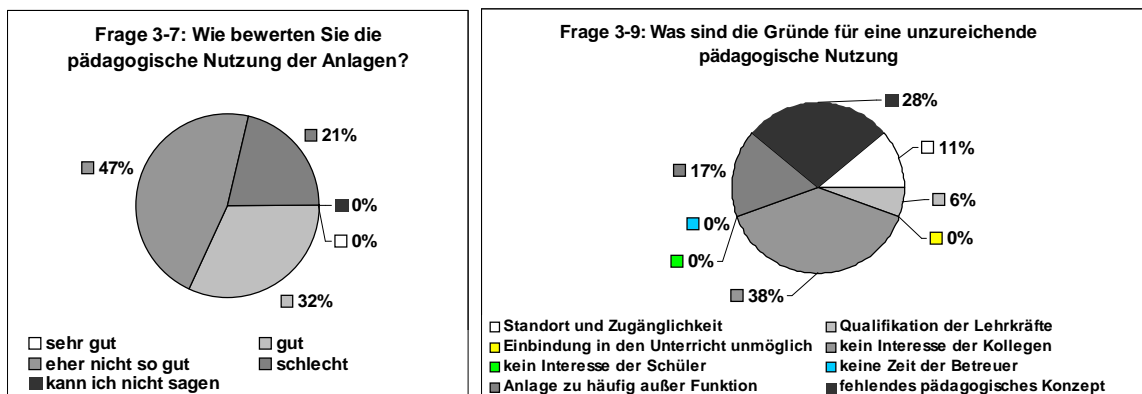
Eine Einbindung der Anlage in den Unterricht für alle Klassen ist bei keiner Schule gegeben. Nur ein Drittel gibt an, dass die Anlage für viele Klassen genutzt wird. Bei fast der Hälfte der Schulen ist die Nutzung nur selten für einige Klassen, bei vier Schulen ist keine Nutzung vorhanden. Dafür werden die Anlagen außerhalb des Regelunterrichts genutzt. Zumeist ist dies bei Schüler-AG's und in Projektwochen der Fall.



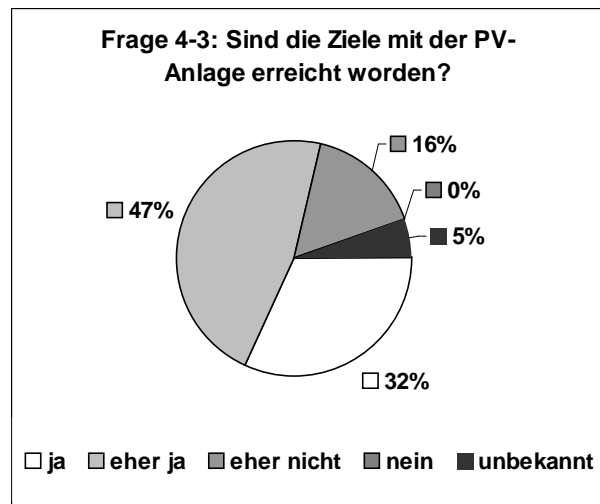
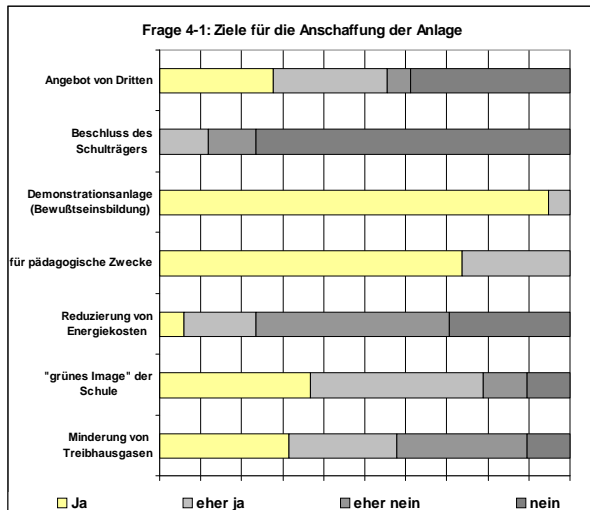
Die Nutzung für unterschiedliche Fächer ist zum einen wie erwartet vor allem im Fach Physik bzw. im Sachunterricht oder den Naturwissenschaften. Darüber hinaus wurden jedoch zahlreiche andere Fächer benannt wie Musik, Erdkunde und Informatik.



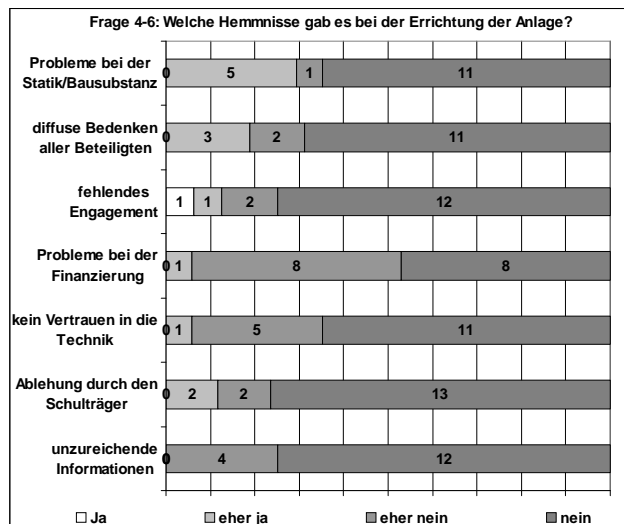
Die Nutzung der Anlage wird zu einem Drittel als gut bezeichnet. Die Hälfte der Antworten sieht die Nutzung als eher nicht so gut an. Dieses Ergebnis entspricht den oben beschriebenen Nutzungen, da die meisten Anlagen nicht in den regulären Unterricht eingebettet sind. Als wichtigste Ursache für die nicht so gute Nutzung wird das mangelnde Interesse der Kollegen/innen angegeben, zweiter wichtiger Grund ist das fehlende pädagogische Konzept und danach als Drittes Funktionsstörungen der Anlage.



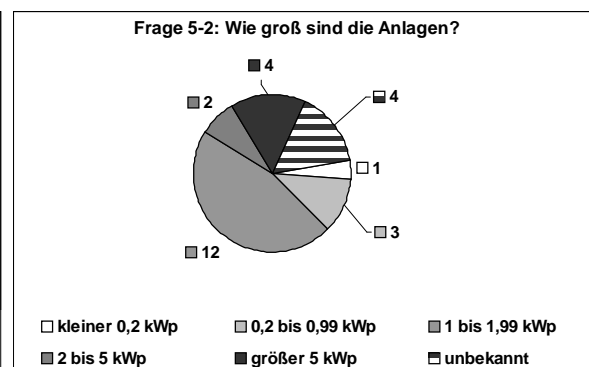
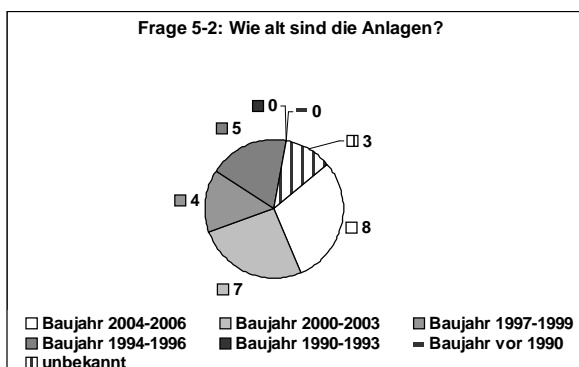
Die Ziele für die Anschaffung der Anlage lagen vor allem in der Bewusstseinsbildung und den damit verbundenen pädagogischen Zwecken. Diese beiden Antworten wurden durchweg als zutreffend oder eher zutreffend gegeben. Wichtig waren aber auch das „Grüne Image“ der Schule und die Minderung der Emission von Treibhausgasen. Der hohe Zustimmungswert bei dem Feld „Angebot von Dritten“ als wichtigen Grund lässt – ehrlicherweise – darauf schließen, dass die Überzeugung für die Anlage erst später einsetzte. Immerhin wurden die Ziele mit sehr großer Mehrheit erreicht nach Auskunft von vier fünftel der Schulen.



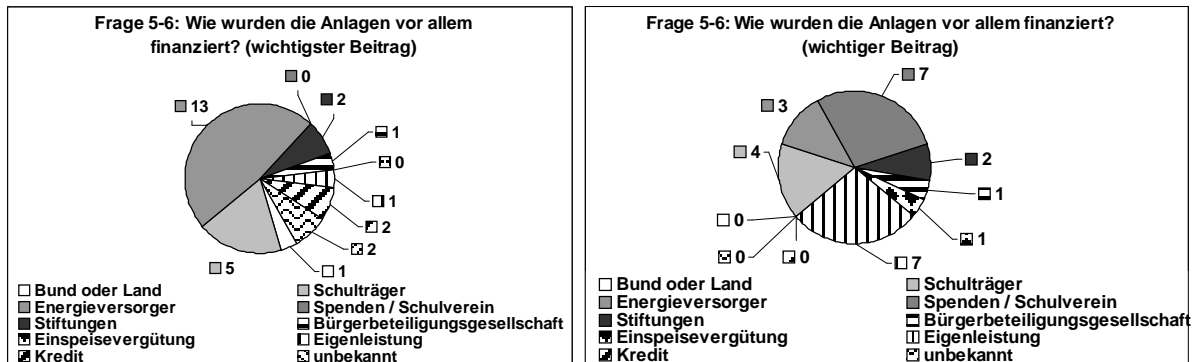
Sehr interessant ist auch die Frage nach den Hemmnissen. Das Projektteam ist hierbei davon ausgegangen, dass die Hemmnisse bei der Errichtung sehr relevant sind, aber auch überwunden werden können. Die Befragung zeigte jedoch, dass allein bauliche / statische Probleme im nennenswerten Umfang vorkamen. Ansonsten gab es kaum gewichtige Hemmnisse.



Zum Abschluss wurden die Daten zu den Anlagen erhoben. Die Anlagen wurden kontinuierlich über die letzte Dekade angeschafft. Es gab somit bei den Befragten keinen Boom zu bestimmten Jahren. Die Größe der Anlagen entsprach der Erwartung. Die Mehrheit (12) liegt im Bereich unter 1 kWp. Vier von 24 Anlagen haben aber eine Größe von mehr als 5 kWp.



Die Anlagen wurden zumeist vom Energieversorger finanziert (13 von 27), danach folgte der Schulträger mit fünf Nennungen. Betrachtet man noch den zweitwichtigsten Beitrag mit sieben Nennungen für den Energieversorger und vier für den Schulträger, so sind diese beiden die wichtigsten Finanziere für die Schulen. Wichtig ist auch die Eigenleistung als Kofinanzierung für die Anlage.



Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Ergebnisse zum Teil den Forschungshypothesen entsprachen. Dies betrifft vor allem die Thesen, dass die Anlagen eher selten in den Schulalltag in der Breite eingebettet sind, dass die Anlageninformationen und –nutzung unzureichend sind und dass die pädagogischen Konzepte unzureichend sind. Überraschend hingegen war, dass Hemmnisse nur eine geringe Rolle spielten und dass die Ziele aus Sicht der Befragten eher erreicht worden sind. Weiterer Nachfragen bedarf allerdings die Diskrepanz der Aussagen, dass die Ziele erreicht wurden und diese zumeist pädagogisch bzw. bewusstseinsbildend sein sollten, aber dass die Kooperation im Kollegium bei der Nutzung der Anlage nur unzureichend ist.

2.5 Ergebnisse des Workshops

Der Workshop am 23.3. erbrachte einige Ergebnisse, deren wichtigste hier kurz aufgelistet werden sollen. Ansonsten ist auf das Protokoll in der Anlage verwiesen.

2.5.1 Welche Bedingungen sollte eine PV-Anlage einer Schule erfüllen?

- a. Die PV-Anlage sollte...
 - von Außen möglichst sichtbar sein
 - direkt zugänglich sein
 - mit einer Anzeige bzw. einem Display z.B. im Schulfoyer versehen sein und dort auch erläutert werden
- b. Um allgemeines Interesse wecken zu können, sollte...
 - der Strom direkt bzw. „sichtbar“ genutzt werden (Teichpumpe, Steckdose etc.)
 - Beschattung als Vorführeffekt genutzt werden können (Aussetzen der Pumpe)
 - ein Extramodul für nähere praktische Beschäftigung vorhanden sein
 - eine Fototafel oder ein Touchscreen näher über die PV-Anlage informieren
- c. Um die Anlage innerhalb des Unterrichts einzusetzen,
 - kann die PV-Anlage über Google-Earth präsentiert werden
 - kann den Schülern eine Vorstellung vom eigenen Stromverbrauch gegeben werden
 - soll den Schülern der Umgang mit den „Solareinsparungen“ vorführt werden
 - sollen Solarexperimentierkästen/ -koffer für den Unterricht anschafft werden

Es muss hierbei stets darauf geachtet werden, dass die Darstellung und der Einsatz der PV-Anlage dem Alter der Schüler gerecht wird. Es besteht sonst die Gefahr, dass die Anlage uninteressant wird,

entweder weil sie bei jüngeren Schülerinnen und Schülern zu trocken, kompliziert und technisch unverständlich dargestellt wird oder weil sie- im umgekehrten Fall - für Jugendliche zu verspielt oder albern wirkt.

2.5.2 Wie lässt sich die PV-Anlage am besten in den Unterricht integrieren?

Was kann getan werden, um Lehrer davon zu überzeugen sich zu beteiligen?

- Verstärkte Konzentration auf den Fachunterricht, Schwerpunkte bilden
- schulhausinterne Fortbildungen → einfache Experimente und Beispiele präsentieren und somit die Hemmschwelle innerhalb des Kollegiums senken
- Die eigene Datengewinnung ist für Schüler interessanter und motivationsfördernder als die Übernahme der Ergebnisse anderer.
In der Schule gilt also: „Der Weg ist das Ziel.“
- neue Kollegen auf die PV-Anlage hinweisen → verstärkt investieren in die Ausbildung zukünftiger Kollegen
- Materialien für „den schnellen Einstieg“ zusammenstellen, bereitstellen und selbständig verbreiten
- Schulleiter überzeugen, dass Projekt verstärkt zu fördern
- feste Ansprechpartner für Interessierte benennen
- dienstliche Beurteilung des Kollegiums
- Solaranlage als Aufhänger für andere Projekte nutzen (CO₂-Reduzierung etc.)

2.5.3 Worauf sollte bei der Außendarstellung einer Schule geachtet werden?

- direkter Erneuerbare-Energien-Ansprechpartner für Außenstehende
- Schulportal, eigene Website + eigene Flyer
- über Vorhandensein einer PV-Anlage aktiv informieren
- Nachhaltigkeitsaudit → Agenda 21 – Schule
- verschiedene PV-Projekte durchführen
- Prozessdarstellung nach Außen, Schüler können verschiedene Themen auf Öffentlichkeitsveranstaltungen darstellen

2.5.4 Zusammenfassung und Ausblick

Es gibt viele verschiedene Methoden, wie eine Solaranlage in den Unterricht in den Schulalltag integriert werden kann. Misserfolge sind bisher häufig dann aufgetreten, wenn entweder bei der Anlagenerrichtung überhaupt nicht an die besonderen Anforderungen einer Schule gedacht wurde oder wenn dies, ohne Einbeziehung der Kollegen und ohne pädagogische Erfahrung gemacht wurde.

Die Darstellung der Anlage muss in jedem Fall altersgemäß sein (s. o.). Sie ist einerseits Voraussetzung für die pädagogische Nutzung der Anlage, darf aber andererseits nicht zu sehr in den Vordergrund treten.

Es reicht eine zentrale Form der Außendarstellung (keine Werbekampagne), danach muss der Schwerpunkt der Beschäftigung mit der Anlage auf pädagogische Fragestellungen gelegt werden. Hierbei existieren unterschiedliche Herangehensweisen: insbesondere die Einbindung in den (fachlichen) Regelunterricht oder (fächerübergreifende) Projektarbeit.

Hilfreich zur Verbreitung der Thematik im Unterricht ist die Aufnahme entsprechender Aufgaben in den Prüfungskatalog zentraler Prüfungen, da sich die Lehrer, dann damit beschäftigen müssen. Das Thema EE wird dann von der Kür- zur Pflichtveranstaltung.

An den auf dem Workshop zusammengetragenen Ideen und Essentials wird sich die weitere Projektarbeit insbesondere bei der Erstellung der Unterrichtseinheit orientieren. Laut Projektbeschreibung soll eine Version für die Grundschule, eine andere für die Oberschule entwickelt werden. Nach den Ergebnissen des Workshops ist es sinnvoll dies folgendermaßen zu spezifizieren:

- Grundschuleinheit für die 4. und 5. Klasse (Sachunterricht, Naturwissenschaften)
 - Einheit für die Oberschule: 10 Klassenstufe (Physik)
 - Zusammenstellung von Prüfungsfragen, die sich für die zentralen Prüfungen eignen
 - Sammlung von Good Practice wird auf Unterricht und auf außerunterrichtliche Projekte bezogen
-

3 Andere wesentliche Ergebnisse

3.1 Verbreitung schuleigener PV-Anlagen

In Berlin sind mehrere größere Photovoltaikprojekte an Schulen in Planung, darunter ein „Schulsolarstrompark“ mit 17 Schulen. Es wäre wünschenswert, dass die Ergebnisse von Solarsupport von diesen Projekten nachgenutzt werden könnten. Deshalb haben die Initiatoren solcher Projekte wie die 30° Solar GmbH und der Solarverein Berlin-Brandenburg e.V. an dem Workshop vom 23.3.2007 teilgenommen. Hierbei wurden auch über Möglichkeiten der Zusammenarbeit gesprochen. Ziel sollte es sein, dass PV-Anlagen auf Schuldächern – auch wenn diese von nun an zum größten Teil über die Einspeisevergütung finanziert sind und sich nicht im Eigentum von Schulträger oder Schule befinden – so aufgebaut und ausgestattet sind dass eine kommunikative und pädagogische Nutzung möglich ist. Gerade bei größeren Anlagen – im Vergleich mit den in vergangenen Jahren meist gesponserten 1-kW-Anlagen – sind die dafür anfallenden zusätzlichen Kosten, z.B. für ein Display im Schulfoyer und eine Datenübertragung in den PC-Raum der Schule, als gering zu bewerten.

4 Stand des Vorhabens

Der Stand des Vorhabens bezüglich Arbeitsumfang, Zeitplanung und Aufgabenplanung entspricht den Planungen im Projektantrag. Dies gilt mit einer Ausnahme: der Analyse der kommunikativen und pädagogischen Nutzung der Solaranlagen. Diese hätte laut Plan im sechsten Projektmonat abgeschlossen sein sollen, was noch nicht der Fall ist, sondern erst nach den Osterferien ab Ende April bis Ende Mai erfolgen kann. Die Gründe hierfür liegen im leicht verspäteten Start des Projekts sowie den Weihnachts-, Winter- und Osterferien in denen die Recherche bei den Schulen naturgegebener Maßen nicht möglich ist. Da die Analyse im nächsten Monat abgeschlossen sein wird und da die bisher gewonnenen und auf dem Workshop diskutierten Ergebnisse eine Weiterarbeit zur Zusammenstellung von Good Practice und zur Entwicklung von Unterrichtseinheiten ermöglichen, hat die Verschiebung voraussichtlich keine Auswirkungen auf den Projektverlauf. Die Tatsache, dass die Diskussion der Analyseergebnisse auf dem Workshop zu einem Zeitpunkt erfolgte, da die Analyse noch nicht abgeschlossen war, hat den positiven Aspekt, dass bezüglich der überraschenden, von den Hypothesen abweichenden Ergebnissen konkret nachgefragt werden kann. Insgesamt gibt es keine Anzeichen dafür, dass die Projektziele im geplanten Zeitraum nicht erreicht werden können.

5 Ergebnisse von Dritter Seite

Sind von Dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind? Inwieweit sind sie relevant bzw. beeinflussen das Vorhaben?

Es sind keine solchen Ergebnisse bekannt geworden.

6 Änderungen in der Zielsetzung

Sind Änderungen in der Zielsetzung notwendig und warum? Welche Konsequenzen ergeben sich aus der geänderten Zielsetzung (auch Teilziele!) auf die Projektplanung und die Inhalte?

Es haben sich keine Änderungen der Zielsetzungen ergeben. Im Workshop wurden einige allgemeine Zielsetzungen bezüglich der zu entwickelnden Unterrichtseinheiten und der Zusammenstellung der Good Practice konkretisiert (Festlegung auf Inhalte und Klassenstufen; Bestimmung des Verhältnis von Display und Darstellung der Anlagen zu deren pädagogischer Nutzung. Änderungen der Zielsetzung haben sich daraus aber nicht ergeben.

7 Verwertungsplan

7.1 Schutzrechte

Gibt es Schutzrechte oder sind welche geplant? Gegebenenfalls wofür? Sind Schutzrechte in Anspruch genommen oder selbst beantragt?

Bisher haben bei den Projektarbeiten Schutzrechte keine Rolle gespielt. Es ist möglich, dass bei der weiteren Arbeiten an den untersuchten PV-Anlagen und insbesondere bei der Behebung der baulichen, organisatorischen und datentechnischen Defizite die Frage von Schutzrechten relevant wird. Noch ist dies aber weder konkret absehbar noch geplant.

7.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Nutzen der Ergebnisse, Vorteile gegenüber Konkurrenzprodukten etc. mit Zeithorizont

Vgl. 7.3

7.3 Wissenschaftliche und/ oder technische Erfolgsaussichten

Wie können die geplanten Ergebnisse in anderer Weise genutzt werden (evtl. in Zusammenarbeit mit anderen Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen etc.)?

Die Weiternutzung der zusammengestellten bzw. selber entwickelten Module zur kommunikativen und pädagogischen Nutzung schulischer PV-Anlagen ist Ziel Projektes. Die hierzu notwendige Verbreitung der Materialien bei Schulen, pädagogischen Instituten und Schulträgern ist dementsprechend wesentlicher Projektbestandteil.

Die gleiche Aussage gilt entsprechend für die Verbreitung der baulichen, datentechnischen und organisatorischen Bedingungen, die sich auf die kommunikative und pädagogische Nutzung der Anlagen auswirken. Aufgrund des großen öffentlichen Interesses der regenerativen Energiegewinnung insbesondere wenn sie sich im schulischen Umfeld abspielt, bestehen hohe Aussichten auf Erfolg bezüglich der Verbreitung gewonnener Erkenntnisse bei neuen Anlagenplanungen. Denn ein entsprechendes Interesse bei den – meist über die Einspeisevergütung finanzierten – Investoren kann vorausgesetzt werden, soweit Wege aufgezeigt werden, die die kommunikative und pädagogische Nutzung der Anlagen ohne hohe Zusatzkosten möglich machen.

7.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Vgl. 4. Stand des Vorhabens.

8 Anlagen

Anlage 1: Informationsflyer des Projekts

Anlage 2: Rechercheergebnis: Schulen mit PV-Anlagen in den Modellregionen Berlin-Brandenburg und Mittelfranken

Anlagen 3 bis 7: Präsentationen des Workshops vom 23. März 2007

Anlage 8: Protokoll des Workshops

Anlage 9: Schulische Solaranlagen in Mittelfranken

Berlin, den 27.04.07

Malte Schmidthals
Vorstand UfU e.V.

Michael Zschiesche
Vorstand UfU e.V.
