



Solarsupport

Forschungsvorhaben

Michael Scharp | Hartmut Oswald | Martin Dinziol | Florian Kliche

# Good Practice

Schlafende  
Photovoltaik-Anlagen  
für die Umweltkommunikation  
nutzen



UfU  
Unabhängiges Institut  
für Umweltfragen

# Inhalte

1. Einleitung	3
2. Anlagentypen	4
3. Auswahl von Good Practice und Optimierungen	5
4. Die pädagogische Nutzung von schulischen Solaranlagen	6
5. Hinweise zur Initiierung von Solarprojekten an Schulen	7
6. Askanische Oberschule (Berlin)	8
7. Charlotte-Wolf-Kolleg (Berlin)	9
8. Freie Montessori-Schule (Berlin)	10
9. Grundschule „Am Pfefferberg“ (Biesenthal, Brandenburg)	12
10. Grundschule an der Bäke (Berlin)	14
11. Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium (Windsbach, Bayern)	15
12. Friedrich-Wilhelm-Gymnasium (Königs Wusterhausen, Brandenburg)	17
13. Staatliche Wirtschaftsschule Gunzenhausen (Bayern)	19
14. Gymnasium Eckental (Bayern)	21
15. Gymnasium Neutraubling (Bayern)	23
16. Solaranlagen auf Oberstufenzentren OSZ (Berlin)	25
17. Surheider Schule (Bremerhaven und Bremen)	26
18. Grundschule Estorf (Niedersachsen)	28
19. Europaschule Regine-Hildebrandt-Grundschule (Cottbus, Brandenburg)	30
20. Wentzinger Gymnasium und Realschule (Freiburg, Baden-Württemberg)	32
21. Alexander von Humboldt-Schule (Viernheim, Hessen)	34

## → → → → → → → → → Abkürzungen

AG = Aktiengesellschaft | KfW = Kreditanstalt für Wiederaufbau | BMU = Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit | Kg = Kommanditgesellschaft | BWD = Bürowirtschaft und Dienstleistungen  
KW = Königs Wusterhausen | bzw. = beziehungsweise | kWp = kilo Watt peak (Peak: englisch für Gipfel/Spitze)  
CO<sub>2</sub> = Kohlenstoffdioxid | LA21 = Lokale Agenda 21 | D.h. = Das heißt | OSZ = Oberstufenzentrum | DGS = Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. | PC = Personal Computer | DKJS = Deutsche Kinder- und Jugendstiftung  
| PV = Photovoltaik | e.V. = eingetragener Verein | RS = Realschule | EDV = Elektronische Datenverarbeitung  
t = Zeit | EE = Erneuerbare Energie | TIEM = Technische Informatik, Industrieelektronik und Energiemanagement  
| EEG = Erneuerbare Energie Gesetz | TU = Technische Universität | ggf. = gegebenenfalls | UfU = Unabhängiges Institut für Umweltfragen | GmbH = Gesellschaft mit beschränkter Haftung | UNESCO = Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur (engl. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO) | GS = Grundschule | Wp = Watt Peak | HS = Hauptschule | www. = worldwideweb  
i.d.R. = in der Regel | z.B. = zum Beispiel | IZT = Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

# 1 Einleitung

Die Frage, wie wir unsere **Energieversorgung** in der Zukunft nachhaltig und langfristig sichern wollen, steht im Fokus der heutigen politischen Debatten. Erneuerbare Energien spielen nach wie vor eine große Rolle bei den Planungen, wie wir unseren zukünftigen Energiebedarf decken können. Die ständig steigenden Preise für fossile Brennstoffe wie Kohle oder Gas oder die nach wie vor ungeklärte Frage der Entsorgung atomarer Abfälle machen diese Diskussionen notwendig. Um dem begonnenen Klimawandel begegnen zu können und auch in Zukunft eine langfristig nachhaltige Energieversorgung sicherzustellen, brauchen wir erneuerbare Energien.

„Die Bundesregierung hat in ihrem Energie- und Klimapaket beschlossen, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis 2020 auf 25 bis 30 Prozent zu erhöhen. Das ursprüngliche Ziel bis dahin war ein Anteil von mindestens 20 Prozent. Nach 2020 soll der Anteil kontinuierlich weiter steigen. Schon heute ist der Bereich der erneuerbaren Energien ein bedeutender Industriezweig und ein Motor für Innovation, Wachstum und Beschäftigung. Es gab 2006 bereits 235.000 Arbeitsplätze in dieser Branche. Mit dem Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung sollen die Arbeitsplätze bis 2020 auf über 400.000 erhöht werden.“<sup>(1)</sup>

## Das Projekt Solarsupport befasst sich mit dem Thema Nutzung von Solarenergie an Schulen.

Bereits seit den 1970er Jahren ist die Nutzung der Solarenergie ein Thema an Schulen. Zunächst war es vor allem Thema von Diskussionen und der Vermittlung theoretischen Wissens. Später, in den 80er Jahren, folgten erste Projekte zur Solarenergie-nutzung an den Schulen, wodurch das Thema auch zum Gegenstand des praktischen Unterrichts wurde. Den ersten Pilotanlagen (zumeist als Inselösungen ohne Netzeinspeisung) in den 80er Jahren, folgten in den 90er Jahren erste Projekte zur wirtschaftlichen Nutzung von Solaranlagen im Rahmen von Schulprojekten (z.B. an der Alexander-von-Humboldt-Gesamtschule in Viernheim). Außerdem gab es bereits verschiedene Projekte zur Verbreitung kleiner Solaranlagen mit Demonstrationscharakter (Inselanlagen oder netzgekoppelte Anlagen mit zumeist 1 kWp). Das Stromeinspeisegesetz und später das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG, 2004) gaben der Nutzung der Solarenergie an Schulen, vor allem im Süden Deutschlands, großen Auftrieb.

Wegen der mangelnden Übereinstimmung von Solarenergieangebot und Nutzungszeiten sind

thermische Solaranlagen an Schulen weniger verbreitet als Photovoltaikanlagen, bei denen das Energieangebot durch Netzeinspeisung bzw. Solarakkumulatoren bei kleinen Inselanlagen zeitlich von der Nachfrage entkoppelt ist. Das Projekt Solarsupport befasste sich deshalb mit der pädagogischen Nutzung von Photovoltaikanlagen. Trotz der relativ großen Anzahl von Solaranlagen an Schulen (allein in der Modellregion Berlin/Brandenburg 197 von 1866 Schulen), nutzen die wenigsten diese Anlagen, um sie in den Unterricht einzubeziehen. Das Projekt Solarsupport hat analysiert, wo die Hemmnisse liegen und daraus diese **Good Practice Broschüre** entwickelt. Ziel ist es, Schulen einerseits dazu zu bewegen, Solaranlagen auf ihre Dächer zu bringen, sowie andererseits diese dann auch pädagogisch zu nutzen. Schulen haben hier in vielerlei Hinsicht eine Vorbildfunktion und können die notwendige Bewusstseinsänderung bei Schülern, Eltern und Lehrern bewirken.

In der vorliegenden Broschüre werden die Inhalte von Good Practice Projekten zur Solarenergie-nutzung an Schulen dargestellt und einige Beispiele dafür angeführt. Außer der vorliegenden Broschüre wurde im Rahmen desselben Projektes eine **Unterrichtseinheit „Solarsupport“** entwickelt, die zur didaktischen Unterstützung von Solarprojekten in der Grundschule und der Sekundarstufe I und II genutzt werden kann.

Noch immer ist die Errichtung einer Solaranlage an einer Schule für die Aktivisten ein kleines Abenteuer, das viel Engagement von den Initiatoren erfordert, das häufig auch in der Freizeit geleistet wird. Wir möchten diese mit den dargestellten Beispielen ermutigen, sich für eine schuleigene Solaranlage einzusetzen und diese auch im Unterricht zu nutzen. Wir wünschen allen, die sich dafür engagieren viel Erfolg und das Erlebnis, dass Solarenergie auch wirklich funktioniert!

Zwischen 10-20% der Schulen in Deutschland haben bereits eine Solaranlage.

<sup>(1)</sup> [http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle\\_pressemitteilungen/pm/40735.php](http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/40735.php).

## 2 Anlagentypen

Es gibt unterschiedliche Arten von Photovoltaikanlagen, die auf einem Schuldach installiert sein können. Sie unterscheiden sich in ihren technischen Komponenten, sollten jedoch, um pädagogisch genutzt werden zu können, einige Gemeinsamkeiten aufweisen.

### → → → → → → → → → → **Mobile Kleinanlagen**

Unter mobilen Kleinanlagen werden vor allem Experimentierkoffer und ähnliches verstanden. D.h. die Anlage lässt sich beispielsweise in den Klassenraum transportieren. Es können kleine Verbraucher wie Summer oder Leuchtdioden angeschlossen werden. In kleinem Rahmen können Versuche und Messreihen durchgeführt bzw. erstellt werden. Es ist sinnvoll, solche Experimentierkoffer zu verwenden, auch wenn es eine große Anlage auf dem Dach der Schule gibt. So kann man sich ganz einfach die Solarenergie in den Klassenraum holen.

### → → → → → → → → → → **Fest installierte Inselanlagen**

Inselanlagen haben keine Verbindung an das öffentliche Stromnetz. Bei diesen Anlagen wird der photovoltaisch erzeugte Strom entweder unmittelbar verbraucht (z.B. für Gartenspringbrunnen) oder in einer Batterie – häufig sind dies Bleiakkumulatoren – gespeichert, um die Stromversorgung der Anlage auch nachts und bei schwacher Sonneneinstrahlung zu gewährleisten. Besonders wichtige Beispiele für Inselanlagen – die auch die Tauglichkeit dieses Systems deutlich machen – sind Parkscheinautomaten und Verkehrsanzeigen für außerörtliche Straßen. In Wohnmobilen können Solarmodule die Stromversorgung während des Stillstandes übernehmen bzw. ergänzen. Je nach Aufbau der Anlage können Gleichstromverbraucher mit einem Inselwechselrichter auch Wechselstromverbraucher oder beide Verbrauchertypen gleichzeitig betrieben werden. Um bei Inselanlagen den Akku vor Über- oder Tiefentladung zu schützen, ist meist ein Laderegler notwendig. Der Vorteil der Inselanlagen besteht darin, dass ein Anschluss an ein Stromnetz nicht notwendig ist, was hohe Kosten der Leitungsverlegung spart. „Spielerische“ Beispiele für Inselanlagen sind Solar-Taschenrechner.

### → → → → → → → → → → **Netzgekoppelte Anlagen**

Netzgekoppelte Anlagen sind mit dem öffentlichen Stromnetz oder dem Stromnetz eines Verbrauchers (z.B. einer Schule) verbunden. Die Photovoltaikanlage speist den Strom in das Netz ein (Netzparallelbetrieb). Da die Photovoltaikanlage Gleichstrom erzeugt, muss dieser vor der Einspeisung durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt werden. Der netzgeführte Wechselrichter steuert zudem auch die Stromeinspeisung und trennt die Anlage im Störfalle vom Netz. Mit einem Einspeisezähler wird der eingespeiste Strom und damit die gewonnene Solarenergie gemessen. Auf Basis der eingespeisten Menge erhält der Eigentümer der Anlage eine Vergütung nach dem Energieeinspeisegesetz.

### → → → → → → → → → → **Kleine netzgekoppelte Anlagen (ca. 1 kWp, vorwiegend Demonstrationscharakter)**

Kleine netzgekoppelte Anlagen wurden häufig von den regionalen Energieversorgern für Schulen zur Verfügung gestellt. Sie sind aber auch im privaten Bereich häufig anzutreffen. Sie sind ans öffentliche Stromnetz gekoppelt und speisen dort den erzeugten Strom, der nach dem EEG vergütet wird, ein. Einige Schulanlagen speisen den Strom auch direkt ins Schulnetz ein, wodurch Stromkosten eingespart werden können.

### → → → → → → → → → → **Große netzgekoppelte Anlagen (i.d.R. gewerblich genutzt)**

Große netzgekoppelte Anlagen werden meist von Fördervereinen, Bürgerinitiativen, privaten Investoren oder durch Spenden finanziert. Der hier erzeugte Strom wird nach EEG vergütet. Die Anlagen arbeiten, wenn sie technisch einwandfrei installiert wurden, wirtschaftlich und das eingenommene Geld steht in den meisten Fällen der Schule zur freien Verfügung.

## 3 Auswahl von Good Practice und Optimierungen

**Die Schulen wurden zur Beschreibung der Good Practice in einem mehrstufigen Verfahren ermittelt.**

In einem ersten Schritt erfolgte zunächst die **Erfassung der schulischen Solaranlagen**. Hierzu wurden Expertengespräche mit den Netzbetreibern in Berlin-Brandenburg und in der Region Mittelfranken durchgeführt, die Schulträger der Länder bzw. Regionen befragt sowie Programme von Bund, Ländern und Energieversorgern zur Förderung schulischer Solaranlagen ausgewertet. Hierbei konnten 304 Schulen ermittelt werden. Ein zweiter Schritt bestand in einer **Internet-Befragung** der Schulen mit Solaranlagen in den beiden Modellregionen Berlin/Brandenburg und Mittelfranken (vgl. auch [www.izt.de/solarsupport](http://www.izt.de/solarsupport)). Darüber hinaus wurden **Vor-Ort-Termine** zur Besichtigung der Anlagen und Gespräche über ihre pädagogische Nutzung durchgeführt. In einem vierten Schritt wurden alle Schulen, die sich an der Online-Befragung beteiligt hatten, noch einmal angeschrieben mit der Bitte einer **ausführlichen Darstellung ihrer schulischen Aktivitäten** zur Förderung der Photovoltaik sowie der Defizite in der Nutzung der Anlagen. Im letzten Schritt wurden die Schulen, deren Anlage sich am besten zur Optimierung eignete, ausgewählt. Hierbei musste berücksichtigt werden, dass im Rahmen des Projektes Solarsupport nicht alle Mängel behoben werden konnten, d.h. es konnten nur Schulen ausgewählt werden, deren

technische Optimierung finanziell tragbar war. Dabei wurden zudem solche Projekte ermittelt, die für eine Nachnutzung durch andere Schulen interessant sind. **Nachnutzbare Projekte oder Projektbestandteile** wurden schließlich nach inhaltlichen und didaktischen Gesichtspunkten systematisiert und bilden die Grundlage für die Zusammenstellung der Good Practice. Auf dieser Basis wurden die Projekte von 28 Kooperationschulen aus Berlin/Brandenburg und Mittelfranken ausgewählt, von denen einige hier vorgestellt werden und deren Anlagen optimiert wurden.

**Im Rahmen der Optimierung der Anlagen zeigte sich, dass zumeist gleichartige Mängel vorhanden sind.**

Bei den meisten Optimierungen wurde die Schulsolaranlage mit einer **Anzeigetafel** (Darstellung des aktuellen Ertrags, der Sonneneinstrahlung und der eingesparten Menge an CO<sub>2</sub>, etc.) oder mit Sensoren (zur Messung der Einstrahlung, Temperaturen, etc.) nachgerüstet. Zusätzlich wurden **Datenlogger** installiert, die permanent die Betriebswerte der Anlage und die gemessenen Umweltdaten der Sensoren erfassen und über einen längeren Zeitraum speichern. Der Datenlogger kann jederzeit über eine Schnittstelle ausgelesen und die Daten für die weitere pädagogische Nutzung aufbereitet werden. Darüber hinaus ist es möglich, die ermittelten Werte im Internet auf der Schulseite zu präsentieren.

**Die Kooperationsschulen im Solarsupport-Projekt verteilen sich wie folgt auf die Schultypen:**

**Tabelle 1: Grunddaten der Kooperationsschulen**

Schultyp	Berlin/Brandenburg	Mittelfranken
Anzahl der ausgewählten Schulen	18	10
Grundschulen	6	0
Oberschulen	9	7
Berufsschulen/Erwachsenenbild	3	2
Sonstige	1	1

**Quelle und Anmerkung:** Eigene Darstellung. Bei der Angabe der Schultypen ist zu berücksichtigen, dass zwei Gesamtschulen in Berlin/Brandenburg sowohl bei den Grundschulen als auch bei den Oberschulen mitgezählt wurden und dass die Oberschulen in Mittelfranken bereits mit der 5. Klasse beginnen. Weil erst ab diesem Alter naturwissenschaftlich-technische Grundlagen vermittelt werden, sind in Mittelfranken keine Grundschulen ausgewählt worden.