



Solarsupport

Forschungsvorhaben

Michael Scharp | Hartmut Oswald | Martin Dinziol | Florian Kliche

Good Practice

Schlafende
Photovoltaik-Anlagen
für die Umweltkommunikation
nutzen



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)
CO₂ = 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.“⁽¹⁾

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.

⁽¹⁾ 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). 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 CO₂, 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.

Außer den Kooperationsschulen aus dem Projekt Solar-Support werden auch gute Beispiele aus anderen Projekten dargestellt, z.B. **Solar Schools** und **powerado**.

Unabhängig vom Alter der Schüler/-innen und den technischen Voraussetzungen gelten für diese Good Practice folgende Kriterien:

- Sind Schüler/innen überhaupt einbezogen?
- Wie viele Schüler/innen sind einbezogen (einzelne Schüler/innen, einzelne Klasse/-n, alle Schüler/innen)?
- In welchem Rahmen finden die Projekte statt (z.B. Arbeitsgemeinschaft, Projekttag, Wahl- oder Regelunterricht)?
- Welche Außenwirkung wird mit der Anlage erzielt (Ausstrahlung auf das Schulumfeld, Elternhäuser, Gemeinde etc.)
- In wie weit trägt das Schulprojekt zur Verbreitung des Klimaschutzgedankens bei?

4 Die pädagogische Nutzung von schulischen Solaranlagen

Im Rahmen der Befragung von Schulen über ihre Solaranlagen wurden auch zahlreiche Fragen zu der pädagogischen Nutzung gestellt. Im Mittelpunkt stand hierbei die **Einbindung der Anlage in den Schulunterricht**. Die pädagogische Nutzung der Anlagen ist sehr vielfältig. Mehrheitlich wurden die Fragen konkret mit Bezug auf einzelne Unterrichtsfächer beantwortet.

Wie nicht anders zu erwarten, wird die Anlage vor allem im Physikunterricht bzw. in den Naturwissenschaften, Informatik sowie WAT (Werken-Arbeiten-Technik) verwendet. In **Informatik** geht es zumeist um die Messdatenerfassung bzw. die Tabellenkalkulation. In **Physik und WAT** wird die Anlage im Zusammenhang mit der Behandlung der Themen Energie, Strom und Photovoltaik genutzt. Die Nutzung der Anlage als Anschauungs- oder Demonstrationsobjekt und für Führungen für Besuchergruppen im Rahmen der **Öffentlichkeitsarbeit** nimmt gleichfalls einen großen Teil der Antworten ein. Ein dritter Schwerpunkt liegt in der Nutzung der Anlage für **Projekte bzw. Projektwochen**.



Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur die Schüler sowohl im Unterricht, als auch in Projekten und AGs praktisch mit dem Thema EE vertraut gemacht werden, sondern dass die Anlagen auf den Schulen auch durch Demonstrationen und Führungen zu einer gesamtgesellschaftlichen Vermittlung des Themas EE genutzt werden.

Eine weitere Nutzungsmöglichkeit war die **Ausbildung von Schülerenergiesprechern**. Die oben benannten Einschränkungen hinsichtlich der Nutzung der Anlage schlagen sich auch in der Selbsteinschätzung der pädagogischen Nutzung nieder. 27 von 35 Schulen bewerteten die pädagogische Nutzung als eher nicht so gut oder als schlecht. Nur 7 von 35 bewerteten sie als gut. Dieses Ergebnis drückt deutlich die Unzufriedenheit der Schulen auf diesem Gebiet aus. Die Ursachen dieser Bewertung liegen vor allem in dem fehlenden pädagogischen Konzept und dem Desinteresse der Kolleg/innen. Weitere **Hindernisse** sind technisch-bauliche Ursachen (schlechter Standort/keine Zugänglichkeit) bzw. der Zeitmangel der Betreuer.

Auf die Frage nach den **Gründen für die gute pädagogische Nutzung** der Anlage wurden zumeist ganz praktische Dinge benannt. Als Hauptgründe wurden die praktische Anwendung der Anlage und in diesem Zusammenhang die Einbeziehung in den Unterricht genannt. Des Weiteren wurden Gründe wie das technische Design und die Anbringung der Anlage wie zum Beispiel ein großes Info-Display oder die Sichtbarkeit der Anlage genannt. Außerdem wurden die Relevanz der EE betont sowie die wirtschaftlichen Aspekte (Energieeinsparprogramm) genannt.

5 Hinweise zur Initiierung von Solarprojekten an Schulen

Für Schulen, die bislang noch keine Solaranlage besitzen, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, zu einer solchen zu kommen.

Viele Schulen mit **kleinen Präsentationsanlagen** haben diese über ihren örtlichen Energieversorger erhalten. D.h. der örtliche Energieversorger baut kleine Anlagen auf eigene Kosten auf das Dach der Schule. Diese kann die Anlage dann für pädagogische- sowie für Präsentationszwecke verwenden.

Der produzierte Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist, allerdings gibt es keine Vergütung nach EEG für die Schulen. Bei einigen Anlagen wird der Strom ins Schulnetz gespeist und reduziert damit die Stromkosten der Schule. Eine Regelung, wie der Strom genutzt wird, ist immer mit dem Energieversorger auf der einen Seite und dem Schulträger auf der anderen Seite zu finden.

Für den Bau von **größeren Anlagen**, die nicht gespendet werden, gibt es z.B. die Möglichkeit einer Bürgersolaranlage.

Als **Bürgersolaranlage** bezeichnet man eine von Privatpersonen gemeinschaftlich betriebene Photovoltaikanlage. Es handelt sich dabei um eine **Beteiligungsgesellschaft**, in der die einzelnen Gesellschafter Beiträge investieren, die zur Schaffung einer gemeinsamen Solaranlage genutzt werden. Die Motivation der Betreiber von Bürgersolaranlagen liegt typischerweise in dem Wunsch, Erneuerbare Energien zu fördern. Wenn Bürgersolaranlagen aufgrund der Förderung durch das Erneuerbare-Energie-Gesetz teilweise attraktive Renditen abwerfen, steht der finanzielle Erfolg immer mehr im Vordergrund.

Bürgersolaranlagen werden typischerweise in der Rechtsform einer KG oder Gesellschaft bürgerlichen Rechts betrieben. Die Gesellschafter leisten einen festen Beitrag. Die Rückzahlung des Beitrags sowie einer Verzinsung erfolgt aufgrund der Zahlungen des lokalen Elektrizitätswerks für den erzeugten Strom. Da diese Vergütung mit 35 bis 46,75 Cent pro kWh etwa 10 mal so hoch ist wie für Strom aus Kohlekraftwerken, kann die Investition durch **günstige Kredite der KfW** finanziert werden. Für die Gesellschafter ergibt sich ein Überschuss, der nach Abzug der Verwaltungsaufwendungen anteilig ausgeschüttet werden kann. Als Gesellschafter kommen bei Schulen die Schulen selbst, Eltern und Lehrer in Frage. Der Schule stehen, sofern sie sich finanziell beteiligt hat, die Mittel dann – z.B. für Umweltprojekte – zur freien Verfügung.

6 Askanische Oberschule (Berlin)

Name der Schule: Askanische Oberschule
PLZ, Ort, Straße: 12103 Berlin, Kaiserin-Augusta-Str. 19
Vor- und Nachname: Jörg Eschner
Telefon und Email: (030) 213 37 68, Joerg.Eschner@t-online.de
Internet: www.askanische-oberschule.de

Das Solarprojekt der Askanischen Oberschule

Das Schulgebäude der Askanischen Oberschule (Berlin-Tempelhof) wurde 1911 erbaut. Es ist weitgehend unverändert erhalten und wurde in den letzten Jahrzehnten nur geringfügig durch einen Anbau bzw. einen Pavillon vergrößert. Die Schule ist ein vierzünftiges Gymnasium. Ungefähr 75 Lehrer/innen sind an in dieser Schule tätig und unterrichten ca. 820 Schüler/innen. Im Schulprogramm ist als ein Schwerpunkt der Schularbeit die Hinführung zu den modernen Naturwissenschaften bzw. zu aktueller Technik benannt. Insbesondere sollen die Themen Energieeffizienz – regenerative Energien praxisnah mit den beiden Solaranlagen im Unterricht bearbeitet werden. Dies wird u.a. in den von der Schule entwickelten Physik-Grundkursen „Energieumwandlungen I und II“ für das 1. und 2. Semester der gymnasialen Oberstufe umgesetzt.

Die Schule hat eine **Photovoltaik-Anlage mit 1 kWp Leistung**, die aus dem Solar-Programm „Energie 2000“ finanziert und welches gemeinsam von der Bewag und dem Senat von Berlin getragen wurde. Außerdem ist an der Schule eine thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung installiert, die mit einem Latentwärmespeicher zur saisonalen Speicherung der Solarwärme gekoppelt ist.

Bewusster Umgang mit Energie, die Bedingungen für die Nutzung regenerativer Energiequellen finden sich an vielen Stellen im Unterricht der **natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächer**, sowie der **Mathematik** wieder. Fächerübergreifend sind auch immer wieder **Kunst** und **Sprachen** mit einbezogen: So werden bzw. wurden

- in Physik Halbleiter behandelt, Messungen an den Anlagen durchgeführt und ausgewertet
- mit mathematischen Methoden Zusammenhänge zwischen Messdaten untersucht, Beispiele von praxisnahen Rechenaufgaben zum Einsatz von Solarenergie bearbeitet
- im Informatikunterricht die Arbeitsergebnisse auf der Homepage der Schule eingestellt
- im Spanisch – und Englischunterricht Übersetzungen von Anlagenbeschreibungen erstellt
- Schülerinnen und Schüler zu „Anlagenführern“ ausgebildet

Für ihre Arbeit **nach der Optimierung der Anlage** mit den Solaranlagen speziell im (fächerübergreifenden) **Physikunterricht** hat sich die Schule folgende Ziele gesetzt:

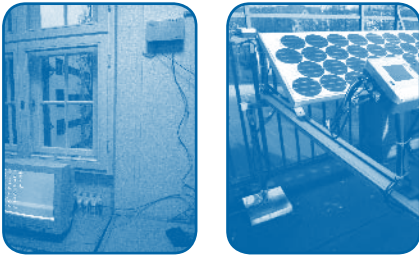
- Die Photovoltaikanlage soll zur Wirkungsgradbestimmung der Kollektoranlage nutzbar sein.
- Die aktuellen Daten der Anlage(n) sollen im Intranet der Schule allen Interessierten bei der Arbeit zur Verfügung gestellt werden; ausgewählte Ergebnisse sollen auf der Homepage der Schule veröffentlicht werden.
- Durch Führungen qualifizierter Lehrer/innen und Schüler/innen sollen die Anlagen auch einer interessierten außerschulischen Öffentlichkeit vorgestellt werden.



Abbildung 1 und 2/a: Photovoltaikanlage der Askanischen Oberschule
Quelle: Askanische Oberschule und eigene Aufnahme

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Optimierung der Anlage

Die Photovoltaikanlage ist zur messtechnischen manuellen Erfassung der eingespeisten elektrischen Energie lediglich mit einem Einspeisezähler am Übergang Wechselrichter/Hausnetz ausgestattet. Die ursprünglich vorgesehene **Datenerfassung durch Anschluss eines PC's** an den entsprechenden seriellen Schnittstellenanschluss am Wechselrichter funktionierte nicht. Zur Erfassung der solaren Einstrahlung auf die Photovoltaikanlage wurde ein Handmessgerät genutzt. Da damit nur Einstrahlungsdaten über kleine Zeiträume erfasst werden konnten, ist eine ganzjährige Erfassung nur mit großem Aufwand möglich. Zur Optimierung der Photovoltaikanlage, wurden **Sensoren zur Erfassung von Umweltdaten** installiert. Die Sensoren erfassen zum einen die solare Einstrahlung auf die Horizontale, sowie die Einstrahlung auf die Modulebene und zum anderen die Modul- sowie Außen-lufttemperatur. Weiterhin wurde ein **Datenlogger** zur Zwischenspeicherung der Betriebsdaten des Wechselrichters sowie der Umweltdaten installiert und über Ethernet auf das Schulintranet geschaltet. Neben der Visualisierung der Daten auf dem Schulintranet ist die **Visualisierung der Betriebsdaten der Photovoltaikanlage über das Internetportal „Sunny Portal“** möglich. Damit können sich interessierte Schüler/innen und Lehrer/innen jederzeit über das weltweit zugängliche Internet über den Betriebszustand der PV-Anlage informieren.



Durch die realisierten technischen Maßnahmen können nun die Betriebs- und Umweltdaten der Photovoltaikanlage für den Unterricht nutzbar gemacht werden. Hierdurch ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten einer erweiterten pädagogischen/ experimentellen Nutzung der Photovoltaikanlage.

Abbildung 3 und 4: Photovoltaikanlage mit installierten Einstrahlungssensoren und Anschluss des Datenloggers an den PC **Quelle:** DGS

7 Charlotte-Wolf-Kolleg (Berlin)

Name der Schule: Charlotte-Wolff-Kolleg

PLZ, Ort, Straße: 10627 Berlin, Pestalozzistr. 40/41

Vor- und Nachname: Dr. Wolfgang Frisch

Telefon und Email: (030) 902 92 88 25, sekretariat@charlotte-wolff-kolleg.de

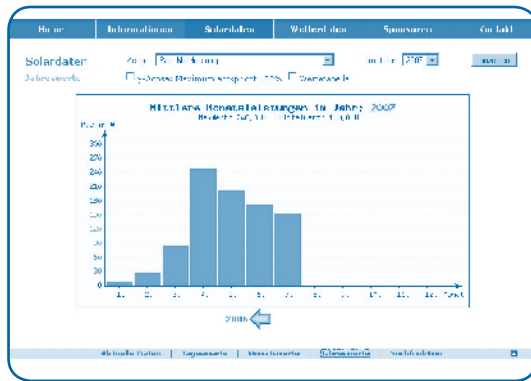
Internet: www.charlotte-wolff-kolleg.de und www.cwk-solar.de

Das Solarprojekt des Charlotte-Wolff-Kollegs

Das Charlotte-Wolff-Kolleg ist ein Institut des Zweiten Bildungsweges, das seit mehr als 30 Jahren Erwachsene jeden Alters zur Allgemeinen Hochschulreife führt. Der Gesamtlehrgang ist unterteilt in Vorkurs (ein Halbjahr), Einführungsphase (zwei Halbjahre) und Qualifikationsphase (vier Halbjahre). Mit welchem Abschnitt die Teilnehmer/innen beginnen, hängt von den vorherigen Schulabschlüssen ab. Am Ende der Qualifikationsphase legen sie die Abiturprüfung ab und erhalten damit das Zeugnis der Allgemeinen Hochschulreife. Im Jahre 2007 hatte das Kolleg ca. 400 Schüler. Seit den achtziger Jahren werden am Charlotte-Wolf-Kolleg Solar- und Windenergie-Projekte durchgeführt.

Die Solaranlage der Schule wurde über das Solar-Programm „Energie 2000“ finanziert, welches gemeinsam von der Bewag und dem Senat von Berlin getragen wurde. **Die Solaranlage wurde von Schülern in Eigenarbeit auf der Dachterrasse des Schulgebäudes aufgebaut.** Der Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Alle Messdaten der Solaranlage werden mit Hilfe eines von den Schüler/innen geschriebenen Programms aufgezeichnet. Die gespeicherten Messdaten der Solarmodule werden in eine MySQL Datenbank eingelesen. Die Datenbank befindet sich auf dem Schul- und auf einem Internet-Server.

Abbildung 5: Automatische Datenauswertung im Internet
Quelle: <http://www.cwk-solar.de/de/jahreswerte.html>



Sie können im Internet eingesehen werden. Die graphische und tabellenförmige dynamische Darstellung der Messdaten erfolgt mit Hilfe von PHP.

Die Messdaten lassen sich als Tages-, Monats- oder Jahresübersichten darstellen. Um die Abhängigkeit der Solarenergie von Wetterparametern untersuchen zu können, wurden Messsonden für die Luft-Temperatur, die Solarmodul-Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und den Luftdruck installiert. Seit dem 24. Februar 2006 werden die Messdaten über einen Datenlogger, der die Zeit mittels einer

Funkuhrsonde (DCF77) erhält, in die Datenbank des Solar-Computers und zeitgleich in eine Datenbank des Internetsevers gespeichert.

Abbildung 6 und 7: Die Solaranlage des Charlotte-Wolff-Kollegs und die Messstation
Quelle: <http://www.cwk-solar.de/de/informationen.html>



Das Bewusstsein für Energie und die Nutzung erneuerbarer Energien spiegelt sich auch im Unterricht der **natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächer** deutlich wider:

- In Physik werden Halbleiter behandelt sowie Messkurven ausgewertet.
- In Mathematik werden funktionale Zusammenhänge zwischen Messdaten untersucht sowie Berechnungen von Aufgaben zur Solarenergie, zum Flächenbedarf, zum Einstrahlungswinkel, zu den Wirkungsgraden u.a. durchgeführt.
- In Informatik erfolgt die Programmierung der Datenerfassung und die Darstellung des Solarprojektes im Internet sowie die kontinuierliche Optimierung der Software.
- In Spanisch und Englisch wird die Internetseite in diese Sprachen übersetzt.
- Regelmäßig werden Führungen für die Schüler veranstaltet, wenn das Thema Photovoltaik und Energieerzeugung im Unterricht behandelt wird.
- Weiterhin bietet die Schule auch Führungen für Externe wie z.B. die Volkshochschule an.

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Optimierung der Anlage

Die Anlage war eigentlich vollständig ausgestattet, es fehlte jedoch ein Display zur Darstellung des Ertrages. Dieses Display ist für die Öffentlichkeitsarbeit besonders wichtig, da die Anlage nicht von der Straße aus sichtbar ist. Um auf die Anlage aufmerksam zu machen, wurde deshalb ein **Display an der Fassade** installiert. Das Display zeigt nun die aktuelle Leistung, den Ertrag sowie die CO₂-Einsparung der Photovoltaikanlage an.

8 Freie Montessori-Schule (Berlin)

Name der Schule: Freie Montessori-Schule Berlin
PLZ, Ort, Straße: Köpenzeile 125, 12557 Berlin
Vor- und Nachname: Hartmut Oswald (UfU)
Telefon und Email: (030) 428 49 93 21, hartmut.oswald@ufu.de
Internet: www.monte-berlin.de

Die Freie Montessori-Schule ist eine private und staatlich anerkannte Bildungseinrichtung für Kinder und Jugendliche im Alter von zwei bis sechzehn Jahren mit einem Kinderhaus und einer Ganztagschule (Grundschule und Oberschule in der Sekundarstufe I). Sie umfasst die Klassenstufen 1 bis 10. Derzeit sind ca. 150 Schüler/innen in fünf altersgemischten Lerngruppen (zweimal 1. bis 3. Klasse, zweimal 4. bis 6. Klasse, einmal 7. bis 10. Klasse) an der Schule.

Das besondere Profil dieser Bildungseinrichtung liegt im handelnden Lernen. Bereits ab der Klasse 1 sollen sich die Kinder Fähigkeiten und Kenntnisse in Naturwissenschaften und musisch-ästhetischen Bereichen aneignen. Die Kinder und Jugendlichen lernen und arbeiten in jahrgangsübergreifenden Gruppen. Bevorzugte Arbeitsformen sind dabei die Freiarbeit, die Projektarbeit und in höheren Klassen die Arbeit in Kursen und Schülerfirmen.

Das Solarprojekt der Freien Montessori-Schule



Die Montessori-Schule hat ein Schulgebäude vom Berliner Senat angemietet. Mit vermietet wurde eine (defekte) **100 Wp-Insulanlage aus dem Jahre 1997 und eine 60 W-Windkraftanlage**. Hard- und Software waren kein Bestandteil der Anlage. Im Rahmen eines Solarprojektes wurden zunächst Sponsoren (Vattenfall) gewonnen, die neue Module bereitstellten. Anschließend erfolgte der Aufbau der Anlage mit einem hohen Anteil an Eigenleistung. Energieprojekte werden in den altersgemischten Klassenstufen 4 bis 6 (Energiesparen in der Schule) und 7 bis 10 (Reaktivierung der Solar-Wind-Hybridanlage und Aufbau eines Messplatzes zur Datenerfassung und -auswertung) durchgeführt. Die Projekte finden bisher im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften und Projektwochen (sog. „Expertenwochen“) statt.

Abbildung 8 und 9: Das Windrad der Montessori-Schule.

Quelle: Montessori-Schule

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Optimierung der Anlage

Das größte Defizit der Anlage war das **Fehlen von Hard- und Software sowie Messtechnik zur Datenerfassung**, so dass die Anlage zwar Strom erzeugte und für theoretische Diskussionen genutzt werden konnte, aber nicht für das praktische Arbeiten. Im Rahmen der Optimierung wurde ein **Datenlogger** zur Erfassung von Umweltdaten (solare Einstrahlung auf den PV-Generator, Modultemperatur, Außenlufttempe-

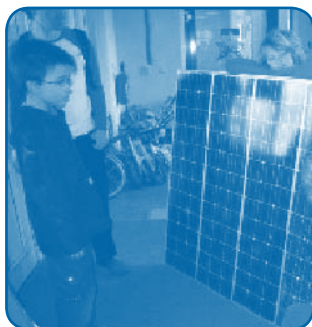


Abbildung 10 und 11

(links): Solarmodule vor dem Aufbau und Installation der Anlage **Quelle:** DGS/ Montessori-Schule



Abbildung 12 und 13 (mittig): Installation des neuen Windschwindigkeitssensors

Abbildung 14 und 15

(rechts): Experimentierplatz der Solar-Hybridanlage und Präsentation des Experimentierplatzes

Quelle: DGS

ratur sowie Windgeschwindigkeit) sowie der elektrischen Größen der PV-Inselanlage und Kleinstwindkraftanlage zur Auswertung der Anlagen über einen PC installiert.

Die pädagogische Nutzung ist nach der Optimierung als **Freiarbeit** geplant. Im Rahmen einer **Schüler-Arbeitsgemeinschaft** sowie an **Projekttagen** soll die Anlage in Projekte der Klassenstufe 7 bis 10 eingebunden werden. Die Schwerpunkte sollen hierbei die folgenden sein:

- Kennenlernen der Funktionsweise der Solar-Hybridanlage
- Erfassung und Auswertung der Energieverbrauchsdaten der Schule
- Nutzung des erzeugten Stromes (Springbrunnen, Hofbewässerung, Akkuladegerät usw.)
- Präsentation der gelieferten Energiemenge der Solar-Hybridanlage und der eingesparten Kohlendioxid-Emissionen an einer Pinnwand in der Schule und im Internet
- Verwendung des ausgetauschten Moduls als Energiequelle für den Bau eines Solarmobiles
- Vernetzung mit anderen Solarschulen zum Austausch von Projektideen
- Teilnahme an Schülerwettbewerben wie „Jugend forscht“ und „Schüler experimentieren“
- allmähliche Komplettierung und Erweiterung der Ausstattung des Energielabors

9 Grundschule „Am Pfefferberg“ (Biesenthal, Brandenburg)

Name der Schule: Grundschule „Am Pfefferberg“

PLZ, Ort, Straße: 16359 Biesenthal, Bahnhofstr.9-12

Vor- und Nachname: Heike Müller

Telefon und Email: (033 37) 430 86 30, heikemuller@gmx.de

Internet: www.grundschule.biesenthal.de

Die Grundschule ist eine ländliche Schule mit 240 Schüler/innen. Im Herbst 2007 wurde ein Schulprogramm für den erstrebten Ganztagschulbetrieb u.a. mit dem Schwerpunkt Natur- und Umweltbildung erstellt. Eine Besonderheit der Schule ist die flexible Schuleingangsstufe. Die Grundschule hat eine sehr aktive Umwelt-AG. Diese wurde auf Initiative der LA 21 Biesenthal gegründet. Die AG vernetzt das Engagement der Schüler/innen mit den Aktivitäten der Gemeinde. So haben die Schüler/innen im letzten Jahr einen Fühlpfad auf dem öffentlichen Spielplatz angelegt. Auf dem Amtsfest im September 2007 schenkten die Schüler/innen mit Solarwärme gebrühten Kaffee aus und haben über Themen des Klimawandels und des ökologischen Stromwechsels informiert. 2006 nahm die Umwelt-AG an dem bundesweiten Schülerwettbewerb „Bio find ich Kuh-I“ teil. Hierbei hat die AG ein Theaterstück „Die traurige Kuh“ frei nach den Geschichten Findus und Petterson von Sven Nordquist geplant und umgesetzt.

Das Solarprojekt der Grundschule „Am Pfefferberg“

Die Schule hat seit einigen Jahren eine **PV-Anlage von 1,1 kWp mit einer Stromeinspeisung in das öffentliche Netz**. Die Anlage ist gut sichtbar an der Fassade angebracht und hat eine Anzeigetafel im Eingangsbereich. Die Finanzierung erfolgte über den Schulträger und durch Spenden. Durch Eigenarbeit der Eltern (Verlegung der Kabel über den Schulhof) konnten Kosten eingespart werden. Der Erlös von knapp 600 € jährlich steht der Schule vollständig für Projekte aus dem Umweltschutzbereich zu Verfügung.

Bisher erfolgte im Rahmen des Unterrichts nur eine unregelmäßige Nutzung der Anlage aufgrund eines fehlenden pädagogischen Konzepts. Die Anlage wird vor allem pädagogisch für die **Umwelt-AG** bei Projekttagen genutzt. Im Rahmen der Umwelt-AG und zum Teil im Unterricht wird auch ein Solarexperimentierkoffer zum Experimentieren und Basteln genutzt, um das Prinzip der Stromerzeugung aus Sonne erfahrbar zu machen.

Beispiele für die Aktivitäten sind:

- Allen Schulklassen wurde im Jahre 2005 die Solaranlage und die Anzeigetafel erläutert, und die Schüler/innen konnten im Anschluss mit den Solarmodulen eines Solarkoffers experimentieren.
- Die Schüler/innen der Umwelt-AG setzten sich im Jahr 2006 in 3 AG-Doppelstunden mit der Thematik Sonne und Sonnenenergienutzung auseinander und experimentierten mit den Solarmodulen und Verbrauchern des Solarkoffers.
- Im Jahre 2007 wurde ein Projekttag mit der 5. Klasse zur Thematik Klimaschutz, Einführung in die Solartechnik mit Erläuterungen, Arbeitsblättern und einem Film, sowie Solarexperimente aus dem Solarkoffer durchgeführt.

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Optimierung der Anlage

Die PV-Anlage und die Ableseeinheit wurden bisher kaum im Unterricht genutzt, da eine Einbindung in das Schulkonzept und eine Verantwortlichkeit für die pädagogische Betreuung fehlt. Auf der Ablesetafel wurde den Schüler/innen manchmal erklärt, wie die Leistung mit dem Sonnenschein zusammenhängt und wie die Gesamtstrommenge zustande kommt. Eine kontinuierliche Auswertung der Messdaten findet bisher nicht statt, da dies mit der Anzeigetafel nicht möglich ist. Zur Optimierung wurden **Einstrahlungs- und Temperatursensoren an der PV-Anlage** installiert. Weiterhin wurde ein **Datenlogger** zur Zwischenspeicherung der Betriebsdaten des Wechselrichters sowie der Umweltdaten installiert, sowie der Datenlogger über Ethernet auf das **Schulintranet** aufgeschaltet. Neben der Visualisierung der Daten auf dem Schulintranet ist die Visualisierung der Betriebsdaten der Photovoltaikanlage über das Internetportal „Sunny Portal“ möglich. Damit können sich interessierte Schüler/innen und Lehrer/innen jederzeit über das weltweit zugängliche Internet über den Betriebszustand der PV-Anlage informieren.

Ein weiteres Defizit waren **fehlende Kenntnisse des Kollegiums** bezüglich der Möglichkeiten der Nutzung der Anlage. Hierbei handelt es sich um ein typisches Defizit bei vielen Schulen, in denen die Anlage zumeist vom Physiklehrer betreut wird. Um dem abzuhelpen, wurde eine **Lehrerfortbildung** entwickelt. Gemeinsam mit der Leiterin der Umwelt-AG wurde ein Konzept für die Nutzung der Anlage entwickelt. Hierbei soll vor allem eine Erfassung der Messdaten mit dem Auswertungsprogramm vorgenommen werden, damit die Daten zum praxisorientierten Unterricht in der 5. und 6. Klasse genutzt werden können. Auch die Schüler/innen der Umwelt-AG sollen kontinuierlich eine Auswertung der Daten durchführen. Hieraus soll eine Broschüre entstehen, die im Rahmen einer Öffentlichkeitsarbeit über die Vorteile von Sonnenenergie informieren soll.



Abbildung 16 und 17 (oben): Installation der Sensoren und die fertige Anlage **Abbildung 18 (oben rechts):** Installierter Datenlogger im PC-Raum **Quelle:** DGS; **Abbildung 19 und 20 (unten):** Schüler/innen vor dem Display der Anlage und beim Basteln mit Solarzellen **Quelle:** Heike Müller 2008

10 Grundschule an der Bäke (Berlin)

Name der Schule: Grundschule an der Bäke
PLZ, Ort, Straße: 12203 Berlin, Haydnstr. 15
Vor- und Nachname: Jens Haase
Telefon und Email: (030) 84 41 64 30, Fax (030) 84 41 64 59, schulleitung@baeke.net
Internet: www.baeke.net

Die Grundschule an der Bäke ist eine dreizügige staatliche Grundschule im offenen Ganztagsbetrieb mit einem Hort. Im Jahre 2007 waren ca. 470 Schüler/innen an der Schule in den Klassenstufen eins bis sechs. Im Mittelpunkt des Profils der Bäkeschule steht das Prinzip des sozialen Lernens aufgrund des sozialen Hintergrundes der Kinder. Das Leitbild des sozialen Lernens wird durch zahlreiche Projekte im regulären Unterricht in unterschiedlichen Klassenstufen umgesetzt. Hierzu gehören beispielsweise der Umgang mit Konflikten und Gefühlen, Mobbing, die interkulturelle Erziehung, geschlechtsspezifisches Rollenverhalten, Suchtprävention und das Freizeitverhalten. Neben diesem großen Projekt hat die Schule regelmäßig 30 bis 40 Arbeitsgemeinschaften in verschiedenen Bereichen. Einige dieser Projekte gehören zur Schulhofgestaltung, bei der die Schule sehr aktiv ist. Ein Beispiel ist das „Weidenzaun-Projekt“ auf dem Schulgelände. Die Schüler/innen standen hierbei vor der Aufgabe, wie man einen rund 50 Meter langen Zaun bauen kann, der nie gestrichen werden muss, nicht verrottet, nicht zum Klettern einlädt, nett anzusehen ist – und trotzdem nicht viel kostet und von Schülern gebaut werden kann. Ein anderes Projekt widmet sich der Schulhofgestaltung mit großen Sandsteinblöcken oder dem Bau eines Backofens auf dem Schulgelände.

Das Solarprojekt der Grundschule an der Bäke

Die Solaranlage wurde im Rahmen des Solaranlagenprogramms der BEWAG und durch Spenden finanziert. Bei der Anlage aus dem Jahre 2001 handelt es sich um eine typische **1 kWp-Anlage ohne Auswertereinheit auf dem Schuldach**. Die PV-Anlage speist den produzierten Strom ins Schulnetz ein.

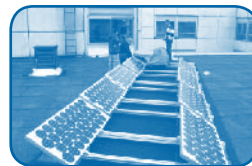


Abbildung 21 und 22 (links): Solaranlage der Bäkeschule und Schülerexperimente beim Anlagenaufbau.

Abbildung 23 und 24 (rechts): Aufbau der Anlage. **Quelle:** Grundschule an der Bäke

Bisher erfolgt die Nutzung der Solaranlage vor allem für Schüler-AGs im außerschulischen Unterricht unter Einbeziehung externer Kräfte. Hier wurden von den Schüler/innen u.a. kleine Elektromotoren einschließlich der Herstellung von Kollektoren aus Kupferrohr selbst gebaut.

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Optimierung der Anlage

Ein Schwachpunkt der derzeitigen Nutzung ist ein **fehlendes pädagogisches Konzept**, mit dem die Anlage in den Unterricht integriert werden könnte. Dies ergab sich u.a. durch den lange Zeit fehlenden naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule. Auch wenn dies inzwischen nicht mehr der Fall ist, erhalten die Schulen keinerlei Mittel für eine Lehrmittel-Grundausrüstung (Experimentiermaterial, Messgeräte) und es fehlen auch die Fachlehrer/innen hierfür. Ein weiterer Schwachpunkt ist die **fehlende Begehrbarkeit der Anlage** auf dem Dach, **fehlende Mess- oder Auswertungsmöglichkeit**, keine Anbindung der Anlage an den Computerraum sowie die Möglichkeit der schulinternen Nutzung des Stroms für Experimente oder Veranstaltungen.

Im Rahmen der Optimierung wurde zunächst **ein gut sichtbares Display an zentraler Stelle** im Eingangsbereich angebracht, aber die Netzanbindung konnte aufgrund hoher Kosten nicht erfolgen.



Abbildung 25 und 26:
Installierte Anzeigetafel
Quelle: DGS

Nach der Optimierung ist es nun möglich, auf die Anlage im Schulalltag hinzuweisen, da das Display für alle Schüler/innen und Besucher zugänglich ist. Auf dieser Basis ist nun geplant, den Schüler/innen wenigstens für den Aspekt Photovoltaik echte Einblicke in den Bereich Erneuerbare Energien geben zu können. Nebenaspekte wären die Unterstützung des Mathematikunterrichts (manuelle Auswertung der angezeigten Erträge und Erstellung von Messreihen, grafische Darstellung), der Anwendung von Standard-PC-Software (Tabellenkalkulation), des Deutschunterrichts (technische Sachverhaltsbeschreibungen) u.a.m.

11 Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium (Windsbach, Bayern)

Name der Schule: Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium
PLZ, Ort, Straße: Moosbacher Str. 9, 91575 Windsbach
Vor- und Nachname: Helmut Kirsch, Tel.: 09871/1295,
Telefon und Email: 09871/315, kirsch-h@web.de
Internet: www.jsbg.de

Das Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium Windsbach hat sowohl die sprachliche Ausbildungsrichtung (neusprachlich und humanistisch) sowie die naturwissenschaftlich-technische Ausbildungsrichtung, als auch eine musische Ausbildungsrichtung. Es ist zudem das Betreuungsgymnasium des weltbekannten Windsbacher Knabenchores. Zurzeit werden ca. 1.000 Schüler/innen von 82 Lehrkräften unterrichtet.

Das Solarprojekt des Johann-Sebastian-Bach-Gymnasiums

Die **PV-Anlage** wurde vor etwas mehr als 10 Jahren über das Programm „Sonne in die Schulen“ angeschafft. Einige Lehrer/innen und eine Schülergruppe haben die Anlage – unter Mithilfe des Hausmeisters – selbstständig montiert. Der Bausatz für eine Flachgestellmontage wurde zur Befestigung als Wandmontage an der Attika am Eingangsbau umgeändert. Dies wurde auf Wunsch der Baubehörde vom Landratsamt Ansbach so durchgeführt, da eine Begehung der Flachdächer vermieden werden sollte. Die Anlage hat eine sehr gute Südausrichtung mit gutem Energieertrag. Der Winkel der Module zur Horizontalen beträgt 60°. Der Vorteil hiervon besteht darin, dass anfallender Schnee leichter abrutscht und zudem eine Selbstreinigung der Module durch ablaufenden Regen sicherstellt. Nachteilig ist, dass im Hochsommer bei Sonnenhochstand der Einstrahlungswinkel nicht ideal ist. Dafür ist im Frühjahr und Herbst bei oft klarem Himmel und noch niedriger Außentemperatur ein sehr guter Einstrahlungswinkel vorhanden. Im Vergleich zu ähnlichen Anlagen in Bayern ist die Jahresenergieausbeute immer über dem Durchschnitt dieser Anlagen.

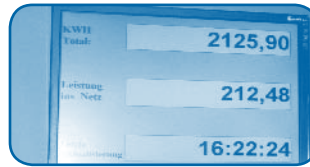


Abbildung 27 und 28: Klasse 8c bei der Teilbeschattung der PV-Anlage und Datenanzeige mit 22"-Flachbildschirm

Quelle: Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium

Die erzeugte Energie wird in das Schulnetz eingespeist. Es ist daran gedacht, nach Abschluss von Um- und Anbaumaßnahmen, die auch eine neue Stromhauptinspeisung erfordern, mit dem Energieversorger einen Einspeisevertrag in dessen Netz abzuschließen.

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Optimierung der Anlage

Bisher wurden die Daten der Anlage nur über das kleine Display am Wechselrichter in einem sehr kleinen Technikum angezeigt. Der Raum ist für eine ganze Schulklasse nicht begehbar. So wurden in den vergangenen Jahren die Daten der Anlage nur sporadisch im Physik-Unterricht der 10. Klassen genutzt, weil sie nur durch Ablesung im Technikum verfügbar waren. Auch für die Öffentlichkeit (Eltern, Besucher) war zwar das Vorhandensein der PV-Anlage durch die gute Einsehbarkeit der Paneele im Pausenhof und Eingangsbereich zu bemerken, **über Daten konnte man allerdings keine Informationen erhalten.**

Im Rahmen der Optimierung wurde das **Ausleseprogramm Horus** entwickelt und in der Aula ein 22" Flachbildschirm installiert. Die Entwicklung des Ausleseprogramms Horus wurde von der Schule selbst in Auftrag gegeben, da es damals keine derartigen Programme gab. Das Programm kann alle Werte, die der Wechselrichter speichert, z.B. über Powerpoint ausgeben und je nach Auswahl zu einer Monitor-Anzeige bringen. Die Anzeige verläuft parallel im Technikum, in dem die Schülersolargruppe den PC bedienen und auch eine Anzeigenauswahl treffen kann und über einen Videosplitter in der Aula auf den 22" Flachbildschirm leitet, wo die ausgewählten Daten angezeigt und von Schülern und Besuchern wahrgenommen werden können. Ein Zeitschaltprogramm setzt PC und Bildschirm zu ausgewählten Zeiten in Gang. Über eine **Intranetleitung** im Haus gelangen alle Daten auch in den Physikbereich. Dort können sie über Laptops und Beamer im Unterricht direkt verwendet werden.

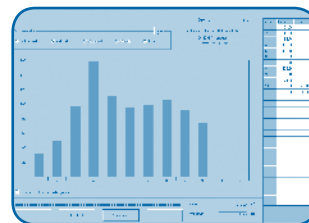


Abbildung 29 und 30: Einrichten von Horus für das Internet, Ertragsdiagramm **Quelle:** Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium

Eine mögliche Anwendung im Unterricht ist die **Besprechung des Einflusses einer Teilbeschattung** der Paneele auf die Leistung der Anlage. Auf dem Schulhof wirft eine entfernt stehende Birke am Nachmittag einen langen Schatten, der im Laufe der Zeit über die Paneele wandert. Dadurch kommt es während einer relativ kurzen Zeit zu einer kleinen Leistungsverminderung im PV-Bereich. Dies kann man z.B. durch eine Datenauflistung der Vortageswerte an einer kleinen Delle im t-P-Diagramm nachweisen. Auf Basis der Werte kann man mit den Schüler/innen über den Einfluss einer Teilbeschattung der Module diskutieren. Auch quantitative Aufgaben können von den Lehrer/innen mit schuleigenen PV-Daten berechnet werden. Ebenso können Diagramme, die Horus liefert und darstellt, auch in anderen Fächern wie z.B. Mathematik und Geographie für den Unterricht verwendet werden.

Durch das **Fach Natur und Technik** in der 7. Jahrgangsstufe des bayerischen Gymnasialtyps G8 ist eine weitere Einbindung der Themen Energie und Erneuerbare Energie im Unterricht gegeben. So wird zurzeit das Thema Energie in drei Altersstufen behandelt. Es besteht also vermehrter Bedarf über Daten und Diagramme.

12 Friedrich-Wilhelm-Gymnasium (Königs Wusterhausen, Brandenburg)

Name der Schule: Friedrich-Wilhelm-Gymnasium

PLZ, Ort, Straße: Köpenicker Straße 2b, 15711 Königs Wusterhausen

Vor- und Nachname: Uwe Peschel

Telefon und Email: 03375-293734 uwe.peschel@etsag.de.

Internet: www.etsag.de

Das Solarprojekt des Friedrich-Wilhelm-Gymnasiums

Das Friedrich-Wilhelm-Gymnasium liegt in Königs Wusterhausen etwa 30 Kilometer süd-östlich von Berlin. Im Jahre 1997 gründete sich an dem Gymnasium das Energie-Team, eine aktive Schülergruppe und interessierte Lehrer, die zusammen für die Installation der ersten Schulsolaranlage auf der Dachterrasse der Schule sorgten. Die erste polykristalline Solaranlage wurde über das Projekt „Sonne Online“ von Preußen Elektra (jetzt E.ON) und einem Zuschuss seitens des Fördervereins des Friedrich-Wilhelm-Gymnasiums finanziert. Der große Erfolg dieses Projektes führte dann dazu, dass in den Jahren 1999/2000 eine weitere **monokristalline Photovoltaikanlage** mit Zuschüssen aus Bundes- und Landesmitteln errichtet wurde. Um jedoch Strom nicht nur zu produzieren und kostenlos ins Schulnetz einzuspeisen, sondern auch verkaufen zu können, mussten Spenden für die Einspeiseleitung vom Schuldach bis in den Stromübergabepunkt im Erdgeschoss eingeworben werden. Seit 2002 konnten die solaren Erträge auch kommerziell genutzt werden.

Mit den anschließend erwirtschafteten Einnahmen und einer Anschubfinanzierung seitens der Deutschen Kinder- und Jugendstiftung (DKJS) wurden bis 2004 zwei weitere Anlagen angeschafft und installiert. Alle Anlagen wurden, um des besseren Verständnisses willen und um Kosten zu sparen, von den Schülern weitgehend selbst aufgebaut. Als Tragegerüst – ein wichtiger Kostenfaktor – wurden Holzgerüste gewählt. Nur wenige Arbeiten wie z.B. der Anschluss an das Stromnetz wurden von Fachfirmen durchgeführt. Günstig war hierbei die Installation der Anlagen auf einer großen Dachterrasse, die diese Selbstbauarbeiten ermöglichte. Ab dem Sommer 2003 begann auch die Gründung der Schülerfirma mit Unterstützung der DKJS, und im Sommer 2004 erfolgte dann endlich die **Gründung der Energie-Team Schüler-Aktiengesellschaft** im Rahmen der ersten Vollversammlung.



Abbildung 31: Die Anlagen des Energie Teams von Kyocera, Siemens, Mitsubishi II und I (von links nach rechts) und das Energie-Team.

Quelle: Friedrich-Wilhelm-Gymnasium 2006

Die Energie-Team Schüler-Aktiengesellschaft ist eine Schülerfirma.

Ihre Gründung wurde mit einer Satzung beschlossen, die Auskunft über die Struktur, das Anliegen und die Geschäftsidee gibt. Organe der Aktiengesellschaft sind die Vollversammlung der Aktionäre, der Vorstand und der Aufsichtsrat. Im Vorstand sind immer aktive Schüler des Gymnasiums vertreten. Im Aufsichtsrat „sitzt“ grundsätzlich der betreuende Lehrer. Das Anliegen der Aktiengesellschaft ist, dass die Schüler des Gymnasiums das im Unterricht erworbene Wissen in der Praxis anwenden (Energie-Team 2005, §1.3). Als Geschäftsidee liegt der Gesellschaft die Produktion und die Vermarktung von Strom zugrunde. Die Einnahmeverwendung ist gemäß Satzung beschränkt auf die Unterhaltung und den Ausbau der Photovoltaik-Anlagen, dem Ausbau der Ökoloabe als Firmensitz sowie Investitionen in eine Wind- und Wasserkraftanlage. Einnahmen können aber auch zur Gewinnausschüttung verwendet werden, wobei die Aktionäre bisher jedoch nur für das Geschäftsjahr 2004 hiervon Gebrauch machten. Teilhaber an der Aktiengesellschaft kann

jeder werden, der die vorhandenen Aktien zeichnet. Die Aktien haben einen – dauerhaft festgesetzten – Wert von 5 € und können als normale oder als Förderaktie erworben werden. „Normale Aktien“ erhalten auf Beschluss der Aktionärsversammlung Anspruch auf eine Dividende. Diese lag bei der letzten Ausschüttung in 2005 bei 4% und wird aus den Einspeisevergütungen bezahlt. Die Anzahl der Aktien ist derzeit auf 701 Stück limitiert, von denen 350 Stück im freien Umlauf sind. Die Aktien sind nicht frei handelbar, können jedoch unter Einbehaltung einer Bearbeitungsgebühr an die Aktiengesellschaft zurückgegeben werden. Darüber hinaus gibt es noch Förderaktien, die nicht dividendenberechtigt sind.

Neben der Betätigung im praktischen Umweltschutz wollen die Schüler unternehmerisches Denken lernen und in unternehmerisches Tun umwandeln, so dass sie nach dem **Motto „Mit ökonomischem Erfolg zum ökologischen Erfolg“** handeln. In die Tat umgesetzt bedeutet das, dass sich die Schülerfirma durch eigene Einnahmen weiterentwickelt. Nachdem die ersten PV-Anlagen von verschiedenen Programmen und Organisationen gefördert wurden (z.B. „Sonne online“, „Sonne in der Schule“, durch die Deutsche Kinder- und Jugendstiftung) ist die Energie-Team Schüler-Aktiengesellschaft jetzt in der Lage, sich über die Einnahmen aus Strom- und Aktienverkäufen sowie durch Wettbewerbsgewinnen selbst zu finanzieren. So wurde beispielsweise die vierte PV-Anlage komplett aus eigenen Mitteln finanziert. Im Durchschnitt beläuft sich der Ertrag pro Anlage auf etwa 700 kWh jährlich. Somit erwirtschaftet das Energie-Team jedes Jahr ca. 2.800 kWh Strom, den es für durchschnittlich 48 Cent/kWh an den Stromanbieter E.ON edis verkauft. Die Anlagendaten und Stromerträge werden vom Energie-Team mit einer Software zur Ertragsanalyse von Photovoltaikanlagen überwacht und für einen Systemvergleich der unterschiedlichen Anlagentypen hinsichtlich Störungsfreiheit, Effizienz und Leistung verwendet. Seit Beginn der Installation der ersten Anlage bis Ende 2005 gewann das Energieteam ca. 15.000 kWh Strom aus Sonnenlicht. Dies entspricht einer CO₂-Ersparnis von ca. 10,5 t.



Abbildungen 32 und 33:
Modulwechsel und Aufbau einer Solaranlage durch das Energieteam
Quelle: Energie-Team o.J.

Für ihr Engagement ist das Energie-Team mehrfach ausgezeichnet worden. So erhielt es auf dem Technologietag 2006 in Teltow den **Schülerpreis TECCI**, den **Innovationspreis von „Welt der Wunder“ (RTL II)** in der Sparte Jugend und den „Ideenmacher-Preis“ von Thyssen-Krupp. Im Rahmen des Wettbewerbs des Solarenergiefördervereins Bayern e.V. zum Thema **„Möglichkeit und Grenzen der Nutzung der Photovoltaik“** gewann das Projekt den **1. Preis**. In dem Wettbewerbsbeitrag dokumentierten die Schüler die Auswirkungen des Wetters auf die Erträge der Solaranlagen.

Photovoltaik-Anlagen, ihre Betreuung und ihre Nutzung zu wissenschaftlichen Zwecken ist ein dauerhaftes Projekt für die jährliche Projektwoche, bei dem jedes Jahr aufs Neue wieder Schüler/innen mitarbeiten können. Ebenso können alle Schüler/innen des Gymnasiums bei dem Energie-Team mitarbeiten. Die Mitglieder des Energieteams halten auch in den Klassen Vorträge zur Gewinnung neuer Mitglieder. Aus der Beschäftigung mit dem Thema Energie entsprangen auch weitere Unterrichtsprojekte in anderen Fächern wie z.B. der **Bau eines (thermischen) Solarkollektors** in Physik oder die **Entwicklung einer Software zur Analyse der Stromproduktion** im Informatik-Leistungskurs. Ein weiteres derzeit laufendes Projekt ist die Initiative **„KW macht Watt!“**, die an die Solarbundesliga anknüpft. Nach derzeitigem Stand nimmt Königs Wusterhausen den Rang 9 in der Landesliste von Brandenburg ein. Um diesen Rang zu verbessern, führen Mitglieder des Energie-Teams als „Botschafter“ eine Aktualisierung des Bestandes an PV- und Solarthermie-Anlagen durch und erfassen die Leistungsdaten im Interview mit den Bürgern. Weitere Ziele der Initiative sind der **Aufbau eines Solarnetzwerkes** durch die Ansprache von Handwerkern, Architekten und Anlagenbetreibern, sowie die Information der Bürger über Fragen zur solaren Stromerzeugung.

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Ziele einer Optimierung

Im Rahmen von Solarsupport wurde eine Anzeigetafel über dem Vertretungsplan installiert. Über die Anzeige werden permanent u.a. die eingespeiste elektrische Energie und die vermiedenen CO₂-Emissionen öffentlichkeitswirksam dargestellt.



Abbildung 34 und 35: Installation der Anzeigetafel und fertig installiert über dem Vertretungsplan

Quelle: Gymnasium KW

13 Staatliche Wirtschaftsschule Gunzenhausen (Bayern)

Name der Schule: Staatliche Wirtschaftsschule Gunzenhausen

PLZ, Ort, Straße: 91710 Gunzenhausen, Bismarckstraße 24

Vor- und Nachname: Robert Wiehn, Gymn.L. Physik/Sport, Betreuer der Schule

Telefon und Email: (098 31) 67 42 70, verwaltung@bsz-gun.de

Internet: www.bsz-gun.de

Das Solarprojekt der Wirtschaftsschule Gunzenhausen

Die Wirtschaftsschule Gunzenhausen wird in zwei Varianten geführt. Die vierstufige Wirtschaftsschule führt in vier Jahrgangsstufen (7. bis 10. Klasse) zur Mittleren Reife. Dabei wird ein besonderer Schwerpunkt in die kaufmännische Grundausbildung mit Datenverarbeitung und Textverarbeitung gelegt. Die zweistufige Wirtschaftsschule beginnt mit der 10. Jahrgangsstufe und bietet vor allem für Hauptschüler/innen mit qualifizierendem HS-Abschluss eine gute Gelegenheit, die Mittlere Reife zu erlangen.

Auf dem zugänglichen Flachdach der Schule wurden seit 1996 **drei Solaranlagen von Schülergruppen montiert**. Die erste Anlage wurde vom Schulträger finanziert, dem Landkreis Weißenburg – Gunzenhausen sowie vom örtlichen Energieversorger (Stadtwerke Gunzenhausen). Die Nennleistung beträgt 1,06 kWp. Die zweite Anlage wird vom Landkreis betrieben. Die Nennleistung beträgt 3,85 kWp. Sie wurde im Schuljahr 2003/04 durch Schüler der Projektgruppe „Photovoltaik“ errichtet. Die dritte Anlage wurde im Schuljahr 2005/06 gleichfalls durch Schüler der Projektgruppe „Photovoltaik“ aufgebaut. Betreiber der Anlage ist die BSZ Sonnenfreunde Gunzenhausen GbR. Gesellschafter der GbR sind sechs Lehrkräfte des Beruflichen Schulzentrums Gunzenhausen. Die Nennleistung dieser Anlage beträgt 8,40 kWp.



Abbildung 36 und 37: Schuldach mit Solaranlage und das Aufbauteam

Quelle: Staatliche Wirtschaftsschule Gunzenhausen

Die Nutzung der Anlage in der Schule wird vornehmlich durch bestehende Projektgruppen getragen. Das Fach „Projektarbeit“ ist seit 2001/02 reguläres Pflichtfach an Wirtschaftsschulen. An der Staatlichen Wirt-

schaftsschule Gunzenhausen wählen Schüler/innen eine Projektgruppe für ein ganzes Schuljahr. Ziele sind selbständiges, teamorientiertes Arbeiten, damit die gemeinsam erarbeiteten Projektziele erreicht werden. Darüber hinaus ergaben sich verschiedene Kooperationen mit dem Betreiberverein, mit EEG-Betrieben, in denen die Schüler/innen eingebunden wurden. Außerdem erfolgte eine Beteiligung an örtlichen Ausstellungen und Messen mit eigenen Projektarbeiten.



Abbildung 38:
Anzeigetafel der
Solaranlage **Quelle:**
Wirtschaftsschule
Gunzenhausen

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlagen und Ziele einer Optimierung

Die Anlage hatte verschiedene Schwachstellen, die die Nutzung behinderten. Zum einen **fehlte ein Display** zur Darstellung aktueller und kumulierter Daten. Dadurch war die Anlage den jüngeren Schülern, die nicht am Aufbau beteiligt waren, nicht bekannt. Weiterhin **fehlten eine Anbindung an das Schulnetz und geeignete Auswertungs- und Darstellungssoftware**. Diese Probleme konnten im Rahmen des Projektes Solarsupport behoben werden, indem eine Anzeige

zur Visualisierung der Photovoltaikanlagedaten installiert und die Anlage an das Schul-Intranet über einen Datenlogger angebunden wurde.

Es ist geplant, die aktuellen Themen um die Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere aber die an der Schule **vorhandene Photovoltaikanlage verstärkt in Projekte des Pflichtfaches einzubinden**. Dabei können in Zukunft durchaus verschiedene Schwerpunkte gesetzt werden:

- Rechtlich-organisatorischer Rahmen zum Betreiben von Anlagen
- Finanzwirtschaftliche und steuerrechtliche Aus- und Bewertungen
- Auswertung und Darstellung der Daten in physikalisch-technischer und kaufmännischer Hinsicht
- Kooperation innerhalb der Projekte mit Anbietern und Dienstleistern aus dem EE-Bereich
- Aufbereitung von Inhalten für den Unterricht in anderen Fächern der Schule
- Kooperation mit Klassen der Berufs- und Meisterschule am Beruflichen Schulzentrum Gunzenhausen

Außerhalb des Faches „Projektarbeit“ können in vielen anderen Fächern, in denen explizit die Umweltproblematik eine Rolle spielt, Erfahrungen und Daten aus dem Betreiben der PV-Anlage Eingang finden. Dies gilt insbesondere für **Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft, Sozialkunde und Deutsch**.

Der Umgang mit den **Folgen des Klimawandels und dessen Abmilderung** gehört zu den grundlegenden Aufgaben der Menschheit, dem sich die Schule pädagogisch stellen will. Dieser Thematik soll im Unterricht mehr Raum gegeben werden, nicht nur im naturwissenschaftlichen Fächern, sondern auch fächerübergreifend, z.B. in den Fächern **Deutsch, Erdkunde, Sozialkunde, Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft**. Demzufolge hat sich die Schule die folgenden Ziele gesetzt:

- bessere Nutzung der PV-Anlage im Physikunterricht der 10. Jahrgangsstufe,
- bessere Nutzung der PV-Anlage in allen Jahrgangsstufen in den Fächern Deutsch, Erdkunde, Biologie und Sozialkunde,
- besondere Berücksichtigung der PV-Anlage in den kaufmännischen Fächern der Wirtschaftsschule (Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft, Datenverarbeitung, Projektarbeit),
- Bildung einer Projektgruppe „Photovoltaik“, welche die bestehenden PV-Anlagen wirtschaftlich verwaltet.



14 Gymnasium Eckental (Bayern)

Name der Schule: Gymnasium Eckental

PLZ, Ort, Straße: 90542 Eckental, Neunkirchner Str. 1

Vor- und Nachname: OStR Holger Rösler

Telefon und Email: (091 26) 256 90, sekretariat@gymeck.de

Internet: www.gymnasium-eckental.de

Das Gymnasium Eckental wurde 1995 gegründet. Der Unterricht fand zunächst für 131 Fünftklässler/innen in einem Interimsgebäude statt, bevor 1999 dann der Neubau bezogen werden konnte. Inzwischen wird das Gymnasium von fast 1.200 Schüler/innen aus den Landkreisen Erlangen-Höchstadt und Forchheim besucht. Das Gymnasium, das eine sprachliche und eine naturwissenschaftlich-technologische Richtung besitzt, beginnt in der 5. Jahrgangsstufe, die Regelzeit bis zum Abitur beträgt 8 Jahre.

Das Solarprojekt am Gymnasium Eckental



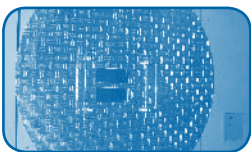
Im Rahmen des Neuaufbaus der Schule konnte eine **1kWp Photovoltaikanlage** angeschafft werden, die jedoch erst im Jahr 2006 in Betrieb genommen werden konnte. Weiterhin wurde beim Neubau eine **thermische Solaranlage** installiert. Die Installationsarbeiten führten Eltern, Lehrer und Schüler unter der technischen Leitung der Firma Ikratos aus Igensdorf gemeinsam durch, wobei die anfallenden Kosten vom Förderverein und Elternbeirat getragen wurden. Die Anlage ist an der Südfassade der Schule installiert. Die elektrische Energie wird ins öffentliche Netz eingespeist.



Abbildung 39 und 40: Installation der Photovoltaikanlage und nach Fertigstellung

Quelle: Gymnasium Eckental

Beim Aufbau der Anlage führte eine 10. Klasse ein **Projekt zum Thema „Photovoltaik“** durch. In Arbeitsgruppen wurden die Funktionsweise und wirtschaftliche Aspekte von Solaranlagen untersucht. Zwei Gruppen waren für die Dokumentation des Aufbaus und die Planung der Einweihungsfeier zuständig. Und auch die künstlerische Gestaltung der Anzeige in der Aula, an der die momentane Leistung und die eingespeiste Energie abgelesen werden kann, wurde von einer Gruppe übernommen. Im darauf folgenden Schuljahr wurden alle Klassen über die Solaranlage informiert. In einem ersten Schritt wurde für die Physik-



lehrer/innen und die Lehrer/innen des Fachs Natur und Technik eine **schulinterne Fortbildung** durchgeführt. Es wurden einige Unterrichtsmaterialien und Farbfolien zusammengestellt, die die wesentlichen Aspekte von Photovoltaik behandeln sowie die eigene Anlage und deren Aufbau beschreiben. Diese waren so konzipiert, dass in einer oder zwei Unterrichtsstunden das Thema Photovoltaik in einer Klassen behandelt werden konnte. In einem zweiten Schritt wurden dann von den Fachlehrer/innen die einzelnen Klassen über die **Solarenergie** informiert. Die Besichtigung der Anlage schloss die Unterrichtseinheit jeweils ab.



Abbildung 41 und 42: Das Kunst-Display in der Aula und die thermische Solaranlage

Quelle: Gymnasium Eckental

Ebenfalls fanden zum Thema „alternative Energien“ verschiedene Projekte statt. So wurde z.B. ein **jahrgangsübergreifendes Projekt mit den 8. und 10. Klassen** durchgeführt, bei der die Photovoltaikanlage der Schule im Mittelpunkt stand. Abschluss des Projekts war eine Posterausstellung in der Aula sowie eine Exkursion zur Firma Ikratos (Solar- und Energietechnik) und die Besichtigung einer Photovoltaikanlage in einem Einfamilienhaus. Die Photovoltaikanlage kann sehr gut im Fach Physik im Unterricht der 8. und 10. Klasse genutzt werden. Im Lehrplan finden sich die Themen Halbleiter, elektrische Energie, Leistung, Wirkungsgrad und Energieerzeugung. Mit der Photovoltaikanlage können diese Themen im Unterricht an einer in der Praxis eingesetzten Anlage veranschaulicht werden.



Abbildung 43: 50-kWp Anlage mit monokristallinen Zellen auf dem Dach der Turnhalle
Quelle: Gymnasium Eckental

Seit 2006 wird in der Schule das „Energiemanager-Projekt“ durchgeführt. Die dafür eingesetzten Schüler/innen werden in besonderen Fortbildungen über das Energiesparen und den Einsatz alternativer Energien geschult. Auch durch Veranstaltungen engagiert sich die Schule mit der Präsentation der Anlage oder durch die Teilnahme an Wettbewerben. Durch das gestiegene öffentliche Interesse an der Solarenergie wurde inzwischen im Landkreis die Möglichkeit geschaffen, auf öffentlichen Gebäuden Dachflächen für die Errichtung von Solaranlagen zu mieten. So ist auf dem Dach der Turnhalle 2007 eine beeindruckende 50 kWp Photovoltaikanlage entstanden.

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Ziele einer Optimierung

Bisher konnte eine optimale Anbindung des Datenloggers an das Computernetz noch nicht erreicht werden. Die Auswertung der Daten ist deshalb relativ aufwändig und kann nicht mit der tatsächlichen Sonneneinstrahlung verglichen werden. Die Einbindung der Solaranlage in einzelne Unterrichtsstunden oder Projekte würde durch die Darstellung aktueller Daten im Internet wesentlich vereinfacht. Einige Komponenten der Anlage wie der Wechselrichter und der Stromzähler befinden sich in Räumen, die nur schwer zugänglich sind und über das ganze Schulgebäude verteilt sind. Die Einspeisung ins Netz und die damit verbundene Vergütung sind für die Schüler relativ wenig anschaulich. Wesentlich greifbarer wäre eine Inselanlage. Alle Komponenten befinden sich nahe beieinander (Schulgarten), die Energie wird in Batterien gespeichert und kann bei Bedarf entnommen werden. Bei der Nutzung der elektrischen Energie aus den Batterien erfahren die Schüler, dass nicht beliebig viel Energie entnommen werden kann, sondern diese unmittelbar mit der Sonneneinstrahlung zusammenhängt. Es ist deshalb geplant, die Anlage mit einem Datenlogger für das Internet zugänglich zu machen. Durch die Datenerfassung und die Bereitstellung der Daten der Anlage im Internet ist es für die Schüler/innen sehr leicht möglich, quantitative Auswertungen im Unterricht durchzuführen. Hierbei bieten sich für Fächer wie Physik, Mathematik, Geographie und Wirtschaft viele Anknüpfungsmöglichkeiten im Unterricht. Die Planung entsprechender Unterrichtseinheiten und die Ausarbeitung für die einzelnen Lehrer wird so ebenfalls wesentlich vereinfacht. Im Rahmen der Optimierung wurde eine Inselanlage im Schulgarten installiert. Um den Aufbau möglichst effektiv zu gestalten, bildeten die Schule Gruppen, die sich um die verschiedenen Arbeiten kümmerten. So zum Beispiel um die Organisation und den zeitlichen Ablauf, die technischen Eigenschaften der verwendeten Komponenten und die photographische Dokumentation. Die wohl schwerste Arbeit hatte die Montagegruppe, die sich um die Kabelverlegung und die Befestigung der Paneele kümmerte. Neben dem Bau eines maßstäblichen Modells und der Gestaltung einer Internetseite für die Schulhomepage, wurde vor allem im Schulgarten schwer geschuftet. Meterweise wurden Kabel verlegt, Regale an die Wand des Geräteschuppens geschraubt, Steckdosen befestigt und auf dem Dach der Garage die Solarpaneele installiert. Ihre Neigung kann so verändert werden, dass sowohl für den Sommer- als auch den Winterbetrieb die optimale Ausrichtung zur Sonne eingestellt werden kann. Die Solaranlage erfüllt – neben ihrer Funktion als Demonstrationsanlage – einen praktischen Nutzen zur Bereitstellung von elektrischer Energie, für Arbeiten im Schulgarten, Einsatz im Unterricht (Mikroskopierkurse) und elektrische Temperaturregelung, Bewässerung und Beleuchtung. Ein größerer Schülerkreis kann den Nutzen der Solarenergie in der Praxis erleben, und so Photovoltaik viel anschaulicher erfahren. Daneben bietet die Inselanlage vielfältige Möglichkeiten der Einbindung in den Schulalltag. Die Tatsache, dass Energie nicht beliebig zur Verfügung steht, sondern abhängig von der Sonneneinstrahlung gespeichert wird, ermöglicht ein tieferes Verständnis für die physikalischen Vorgänge und macht unmittelbar erfahrbar, dass die Speicherung der elektrischen Energie ein grundsätzliches Problem von Photovoltaikanlagen ist. Schließlich können die Vor- und Nachteile von Inselanlagen bei einem Vergleich mit der 1kWp-Anlage gut veranschaulicht werden.

Abbildung 44 und 45: Klasse 9b beim Aufbau der Inselanlage und Modell der Inselanlage
Quelle: Gymnasium Eckental



15 Gymnasium Neutraubling (Bayern)

Name der Schule: Gymnasium Neutraubling

PLZ, Ort, Straße: 93073 Neutraubling, Gregor Mendel Str. 5

Vor- und Nachname: OStR Andreas Schnellbögl, OStR Klaus Berger

Telefon: (094 01) 704 04 87 (p); (094 01) 52 25 10 (d)

Email: andreas.schnellboegl@gymnasium-neutraubling.de

Internet: www.gymnasium-neutraubling.de/klimaveroin/start.php

Das Solarprojekt am Gymnasium Neutraubling

Das Gymnasium Neutraubling im Regierungsbezirk Oberpfalz wurde 1974 gegründet. Mehrmals musste das Schulgebäude vergrößert werden, um dem Bedarf in Neutraubling und im Umland gerecht zu werden. Das Gymnasium, das eine sprachliche und eine naturwissenschaftliche Ausbildungsrichtung anbietet, besuchen derzeit ca. 1.460 Schüler. Es beginnt mit der fünften Klasse, und die Regelzeit bis zum Abitur dauert acht bzw. neun Jahre. Mit der Einführung des achtjährigen Gymnasiums in Bayern 2004/05 wurde im Fach Natur und Technik ab dem ersten Jahr im Gymnasium das Interesse der Schüler/innen an naturwissenschaftlichen Themen gestärkt.

Im Jahre 1996 startete das Solarprojekt des Gymnasiums Neutraubling mit der Installation der ersten **Photovoltaikanlage**. Sie wurde mit Hilfe des Programms „Sonne in der Schule“ finanziert, die Einspeisung des Stroms erfolgte zunächst in das Schulnetz. Die Montage der Anlage leistete der Physiklehrer Peter Holzgartner gemeinsam mit Schülern eines Leistungskurses Physik. Die Anlage ist auf einem leicht zugänglichen Flachdach montiert, so dass die Module im Winter einfach vom Schnee befreit werden können (siehe Bild).

Die erste Erweiterung durch eine zweite Anlage fand im Frühjahr 2003 statt, die zweite Erweiterung im Frühjahr 2005. Zur **Vergrößerung des Neigungswinkels** erfolgte die Montage mit durch Schrauben verlängerten Haltewinkeln. Inzwischen speisen alle Anlagen den Strom in das öffentliche Netz ein, so dass aus den Erträgen auch Erweiterungen und Instandhaltung finanziert werden können. Pro Jahr werden ca. 14.500 kWh Strom von den Anlagen erzeugt. Damit wird eine CO₂-Einsparung von ca. 7.500 kg pro Jahr geleistet. In Bezug auf den Stromverbrauch der Schule konnten in 2005 ca. 3% des Schulstroms aus erneuerbaren Energien erzeugt werden.



Abbildung 46 und 47: Erste und zweite PV-Anlage des Gymnasiums **Quelle:** Gymnasium Neutraubling/Verein für Klimaschutz und Solarförderung

Um den Klimaschutz am Gymnasium voranzubringen, hat eine Gruppe von Lehrern im Jahr 2004 den **Verein für Klimaschutz und Solarförderung** am Gymnasium Neutraubling e.V. gegründet. Der Verein ist auch Eigentümer aller PV-Anlagen. Die Ziele des Vereins sind die Umwelterziehung am Gymnasium Neutraubling durch Projekte, Exkursionen, Gestaltung von Ausstellungen; die Betreuung der Energiemanager des Gymnasiums; die Betreuung und Auszeichnung von hervorragenden Facharbeiten oder Aktivitäten im Bereich Umweltschutz; der Ausbau der Photovoltaik am Gymnasium Neutraubling sowie die Information und Beratung der Schüler/innen, Kollegen, Eltern und Bevölkerung. Ein weiteres Vereinsziel ist die finanzielle Unterstützung von Projekten in unterentwickelten Ländern zur Verbesserung der lokalen Energieversorgung durch Nutzung erneuerbarer Energien.

Die Solaranlage wird vor allem für Projekte im Physikunterricht der Klassen 8 bis 10 genutzt. Beispielhafte Themen hierzu sind u.a. Energieversorgung und Elektronik. Für die anderen Jahrgangsstufen wird die Photovoltaik-Anlage vor allem für Referatsthemen oder Projektstage genutzt. In der Oberstufe können Schüler/innen zum Thema Photovoltaik Facharbeiten schreiben. Eine Facharbeit im Rahmen des Leistungskurses Physik hatte eine Langzeitauswertung der Erträge der zweiten PV-Anlage zum Thema.



Abbildung 48 und 49: Wechselrichter im Physiksaal und die Ausbildung der Energiemanager

Quelle: Gymnasium Neutraubling/Verein für Klimaschutz und Solarförderung

Insbesondere in Vertretungsstunden wird über das Thema regenerative Energieversorgung diskutiert und informiert. Eine Sammlung von Videos, DVDs und Computerpräsentationen veranschaulicht die technologischen Möglichkeiten. Die Entlastung der Atmosphäre vom Treibhausgas Kohlendioxid durch die Photovoltaikanlagen wird hier ebenso diskutiert wie auch andere Klima schonende Aktivitäten der Schule, die mit einer Gesamtbilanz der Kohlendioxidemissionen dargestellt werden. Erneuerbare Energien, Energiesparen und die Photovoltaik-Anlage werden vor allem im außerschulischen Unterricht und bei anderen Aktivitäten behandelt.

Zur Finanzierung der Erweiterungen wurden beispielsweise zwei „Solar-Sponsorenläufe“ durchgeführt, bei denen sich alle Schüler/innen beteiligen konnten. Dies stärkte das Interesse der Kinder an und die Identifikation mit „ihrer“ PV-Anlage. Der erste Webseitenaufttritt wurde von Schülern erstellt und auch von Schülern betreut. Im Juli 2006 fanden Projekttag statt, die der Klimaschutzverein unterstützte. Dazu konnten Solarkoffer von der Firma REWAG ausgeliehen werden, die eine Vielzahl von Experimenten ermöglichten. Darüber hinaus bauten die beteiligten Schüler aus einfachen Bauteilen ein Aufwindkraftwerk und führten Experimente mit einer Solarpumpe durch.

Seit 2004 läuft am Gymnasium auch das **„Energiemanager-Projekt“**. Hierzu werden in jeder Klasse zwei Schüler/innen zu Energiemanagern ernannt, deren Aufgaben es ist, für energiesparendes Lüften zu sorgen, die Heizung zu überwachen und am Ende des Unterrichts das Licht auszuschalten. Ein schulweiter Stromspartag ruft die Einsparregeln zu Beginn der kalten und dunklen Jahreszeit in Erinnerung. Er kann durch Bereitstellung des Lastganges auch genau ausgewertet werden und bringt ca. 10–20% Ersparnis. Das Engagement der Energiemanager wird durch den Verein u.a. mit dem Angebot von Exkursionen gefördert. Zur Schulung der Energiemanager werden Projektstunden angeboten, auf denen neben den Aufgaben der Energiemanager auch die alternative Stromversorgung behandelt werden.

Defizite bei der Nutzung der PV-Anlage und Ziele einer Optimierung

Die Anlagen der Schule befinden sich auf verschiedenen Schuldächern. Bei der Installation der ersten Anlage waren noch keine finanziellen Mittel für die Anschaffung eines Displays vorhanden, so dass nur die Leistung der Erweiterungsanlagen erfasst und dargestellt wird. Bisher ist es auch nicht möglich, die Anlagendaten mit dem Computer zu erfassen, da weder Software noch ein Datenlogger vorhanden sind. Es fehlen auch Messeinrichtungen für die Sonneneinstrahlung und die Modultemperatur. Die **fehlende Technik und die fehlende Anbindung an das Computernetz** der Schule ist eine der wichtigsten Ursachen dafür, dass an anderen Schulen übliche Schülerprojekte über die Leistung der Anlagen in Abhängigkeit des Wetters hier noch nicht möglich sind. Ein weiteres Defizit ist das **Fehlen von Experimentierkästen**, mit denen praktische Versuche zur Photovoltaik durchgeführt werden könnten. Hiermit wäre eine enge Verzahnung des Unterrichts mit der Thematisierung der PV-Anlage möglich.

Generelles Ziel einer Optimierung der Anlage sollte die bessere Einbindung der Anlage in den schulischen Unterricht und in das alltägliche Leben der Schüler/innen sein. Hierbei sollten die folgenden Ziele angestrebt werden:

- Durch eine Datenerfassung der Anlage können Schüler/innen im Unterricht mit den eigenen Schuldaten arbeiten.
- Mit einem Display der Erstanlage wird eine verbesserte Aufmerksamkeit für die Anlage erreicht. Schüler/innen können die Änderung der Leistung der Anlage im Laufe eines Tages beobachten oder beim Vorbeiziehen von Wolken verfolgen.

- Displays erzeugen auch Aufmerksamkeit für die Erzeugung von regenerativem Strom. Hiermit wird auch die Transparenz der Arbeit erhöht und die Schüler/innen erfahren, dass erneuerbare Energien ein Bestandteil des Alltags sind.
- Mit den Anlagen kann man jungen Menschen auch praktisch aufzeigen, dass es neue Berufsfelder gibt bzw. dass klassische Berufe wie „Installateur“ auch „Hightech“ bedeutet.

16 Solaranlagen auf Oberstufenzentren OSZ (Berlin)

Name der Schule: Oberstufenzentrum Technische Informatik, Industrieelektronik und Energiemanagement (OSZ TIEM)

PLZ, Ort, Straße: Goldbeckweg 8-14, 13599 Berlin

Vor- und Nachname: Bernd Röske

Telefon und Email: (030) 35 49 46-0, info@energie.be.schule.de

Internet: www.osztiem.com/ (keine Hinweise zur Solaranlage)

Name der Schule: OSZ BWD (Bürowirtschaft und Dienstleistungen)

PLZ, Ort, Straße: Mandelstr. 6, 10409 Berlin

Vor- und Nachname: Klemens Griesehop

Telefon und Email: (030) 42 18 54 11, oszbwd@gmx.de

Internet: www.oszbwd.de und www.solarverein-berlin.de/GbR3.html

Die Solarprojekte des OSZ Tiem und des OSZ BWD

Am 1.2.1981 teilte sich die Planck-Oberschule in einen energietechnischen (OSZ Energietechnik) und in einen nachrichtentechnischen Zweig (OSZ Nachrichtentechnik). Das OSZ Energietechnik gründete sich am Goldbeckweg in Haselhorst und ging mit damals 31 Lehrerinnen und Lehrern in Betrieb. Die Schule wuchs kontinuierlich, musste ab 1984 die erste Filiale eröffnen und erlebte die Wende 1989 mit ca. 2700 Schülerinnen und Schülern der energietechnischen Handwerks- und Industrieberufe. Im April 1993 erfolgte eine Reorganisation der schulischen Ausbildung – der handwerkliche Teil wechselte nach Lichtenberg, das OSZ Energietechnik II (heute Hein-Möller-Schule) entstand. Die industriellen energietechnischen Ausbildungsberufe verblieben im OSZ Energietechnik I im Goldbeckweg in Spandau. Am 1.5.2004 wurde das OSZ Energietechnik I in OSZ TIEM umbenannt. Zur Zeit sind am OSZ TIEM ca. 120 Lehrkräfte für ca. 2500 Schülerinnen und Schüler beschäftigt. Das OSZ BWD ist 1998 gegründet worden und beschäftigt zur Zeit ca. 100 Lehrer/innen. Diese unterrichten ca. 1500 Schüler/innen, mit den Ausbildungsschwerpunkten Bürokaufmann/-frau, Kaufmann/-frau für Bürokommunikation. Die Schule beschäftigt sich intensiv mit dem Thema Nachhaltigkeit und versucht diese Thematik mit Hilfe eines Lehrerteams in den Schulalltag einzubinden.



Ende 2007 wurde am OSZ TIEM ein **Ausbildungspavillon für regenerative Energien und Energiemanagement** errichtet. Das Lehrgebäude ist für die Ausbildung in dem neu eingerichteten bundesweit einzigartigen Berufsausbildungsgang „Assistent für Regenerative Energie und Energiemanagement“ und dem geplanten Ausbildungsgang „Elektroniker(in) für Gebäude- und Infrastruktursysteme“ bestimmt.

Abbildung 50: Ausbildungspavillon für regenerative Energien und Energiemanagement **Quelle:** DGS

Das Gebäude soll ein Lernort mit Labor- und Werkstattcharakter sein, in dem durch Mess- und Steuertechnik das Energiemanagement im eigenen Gebäude sowohl optimiert als auch gelehrt wird. Weiterhin sollen technische Einzelkomponenten, z.B. thermische Solarkollektoren oder Photovoltaikmodule aufgebaut und getestet werden. Es dient auch als Kooperationsstätte mit anderen Bildungsträgern und Firmen, die auf den Gebieten der regenerativen Energie tätig sind.

Es ist geplant, weitere Solaranlagen nach diesem Modell an Berliner Oberstufenzentren zu errichten. Außerdem ist vorgesehen, einen Ausbildungsverbund zum Thema erneuerbare Energien zwischen den Oberstufenzentren zu organisieren. Dabei sollen die Azubis alle dafür relevanten Kenntnisse und Fertigkeiten in speziellen Lehrgängen an dem jeweils darauf spezialisierten Oberstufenzentrum erwerben können.

Die Bürgersolaranlage auf dem OSZ

Die dritte Bürgersolaranlage Berlins, eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 30 kWp auf dem Dach des Oberstufenzentrums Technische Informatik, Industrieelektronik und Energiemanagement (OSZ TIEM) in Spandau, wurde im Jahre 2004 errichtet. Initiiert wurde die Anlage vom Solarverein Berlin e.V., finanziert wird sie von der „Bürger-Solar Berlin 3 GbR“ durch 80.000 € Gesellschafteranteile und ein Darlehen über 60.000 € von der Umweltbank.



Abbildung 51 und 52: Bürgersolaranlage auf dem OSZ BWD **Quelle:** <http://www.solarverein-berlin.de/GbR3.html>

Auf dem Oberstufenzentrum Bürowirtschaft und Dienstleistungen (OSZ BWD) wurde mit finanzieller Beteiligung von Lehrern und anderen Privatpersonen gleichfalls eine Solaranlage errichtet und hierzu die Mandel-Solar GmbH & Co. KG gegründet. Die Initiative ging von der Lehrer-Arbeitsgruppe „Nachhaltigkeit“ aus, und die Umsetzung erfolgte in Kooperation mit der abs concept GmbH Berlin. Am Aufbau der Anlage waren Azubis vom Ausbildungsprojekt „StrOHMerinnen“ von Life e.V. beteiligt. Bei einer Anlagengröße von 12,4 kWp und der prognostizierten „Solarernte“ von jährlich rund 800 kWh/kWp werden ca. 10.000 kWh/a Strom erzeugt, der ins Netz eingespeist wird. Mit der nach dem Erneuerbare Energien Gesetz garantierten Vergütung von 0,49 € pro kWh erwirtschaftet die Anlage ca. 4.900 € pro Jahr. Durch die Einspeisung des Solarstroms wird die Freisetzung von jährlich ca. 6.000 kg CO₂ vermieden.

17 Surheider Schule (Bremerhaven und Bremen)

Name der Schule: Surheider Schule,
PLZ, Ort, Straße: Isarstraße 58, 27574 Bremerhaven
Vor- und Nachname: Robert Thorsten Maaß, E-Mail: energiesparen.schulen@bremerhaven.de
Telefon und Email: (04 71) 391 39 00, Surheider@Schule.Bremerhaven.de
Internet: energiesparen.schulen@bremerhaven.de
Arbeitsblätter: <http://stabi.hs-bremerhaven.de/34plus/versuche/weiter/Stationen.htm>

Das Solarprojekt von ¾ plus-Projekt an der Surheider Schule

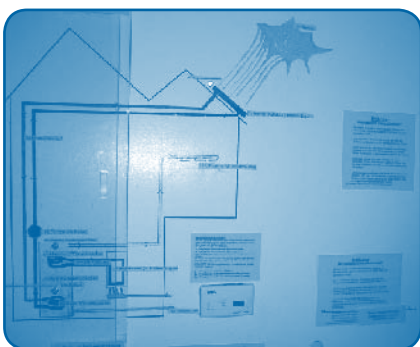
Das Projekt ¾plus- SPAR WAT(T) an Bremerhavener Schulen hilft Schulen, Energie und Wasser einzusparen und das Thema in den Unterricht zu integrieren. Inzwischen nehmen alle 40 Bremerhavener Schulen an

dem Projekt teil, und auch in Bremen machen alle 160 Schulen der Freien Hansestadt mit. In Bremerhaven kooperiert die Bremer Energie-Konsens GmbH mit dem Magistrat und den Seestadt Immobilien zur Förderung des Energie- und Wassersparens an Bremerhavener Schulen. Die Schulen werden über ein Anreizsystem an den Einsparungen beteiligt: **70% der eingesparten Mittel fließen für Re-Investitionen in Energiesparmaßnahmen und zur freien Verfügung wieder an die Schulen zurück.** Um den Schülerinnen und Schülern der 4. Jahrgangsstufe eine eigenständige Umsetzung des Themas Erneuerbare Energien zu ermöglichen, hat $\frac{3}{4}$ plus-Bremerhaven ein Set von zehn Versuchsstationen zu Erneuerbaren Energien entwickelt. Die Materialien werden von den Mitarbeitern von $\frac{3}{4}$ plus genutzt, um die Themen in den Bremerhavener Klassen in Unterrichtseinheiten zu behandeln. Durch Nutzung der Materialien und die Verankerung des Projekts in die Lehrpläne bekommen alle Bremerhavener Grundschüler/innen einmal jährlich Kontakt zu diesen Themen. Somit nimmt das Projekt eine Vorbildfunktion unter den bundesdeutschen Großstädten ein.

In den 1. Klassen führen die „**Energie-Detektive**“ von $\frac{3}{4}$ plus in das Thema Strom, Wasser und Heizung ein und führen hierzu eine Unterrichtseinheit durch. Hierbei werden auch Heizungsdetektive aus der Klasse benannt, die für die Ein- und Abschaltung der Heizungsthermostate und das Schließen der Fenster und Türen zuständig sind. In den 2. Klassen erhält jede Klasse eine Doppelstunde mit Versuchen zum Thema Heizung und Wärme, in den 3. Klassen zum Thema „Wasser sparen“ und in den 4. Klassen zu „Erneuerbare Energien“.

Die Surheider Schule wurde als Beispiel für die $\frac{3}{4}$ plus-Schulen ausgewählt, weil an ihr neben dem stadtweiten Unterricht in Bremerhaven auch viele Energiespar-Techniken praktisch umgesetzt werden. Zusätzlich sind an der Schule eine **solarthermische, eine PV- und eine Regenwassernutzungs-Anlage** installiert, die den Schüler/innen diese Technologien demonstrieren und die in den Schulalltag integriert werden.

Immer wieder ist die **Ökologisierung der eigenen Schule** auch Thema von Unterrichtsprojekten und Projekttagen. Um eine PV-Anlage oder eine thermische Solaranlage an einer Schule pädagogisch sinnvoll nutzen zu können, genügt es nicht, dass sie auf dem Dach steht und Strom produziert bzw. Wasser erwärmt. Ihre Funktionsweise muss den Schüler/innen erläutert und dabei auch bildlich möglichst anschaulich vermittelt werden. Am besten geschieht dies unter Mitwirkung der Kinder. Zusätzlich ist ein kindgerechtes Display notwendig, wenn die Erträge der Anlage zum Unterrichtsthema gemacht werden sollen oder um einfach nur festzustellen, wie die Erträge von der Uhrzeit, den Wetterverhältnissen und der Jahreszeit abhängig sind. Für Schüler/innen ab der Sekundarstufe I ist außerdem auf eine einfache und fehlerfreie Auslesung der Ertragsdaten zu achten, um diese auch mit Hilfe der schuleigenen EDV weiterverarbeiten zu können, was weitere Unterrichtsbezüge ermöglicht. Letzteres ist in der Surheider Schule, die Kinder nur bis zur 4. Klassenstufe unterrichtet, noch nicht sinnvoll. Die Darstellung der Funktionsweise der beiden Solaranlagen und des Ertrags der PV-Anlage stellen ihre pädagogischen Nutzungsmöglichkeiten aber sicher.



Abbildungen 53 und 54: Schema der Schulsolaranlage und Anzeigentafel der Solaranlage **Quelle:** Eigene Aufnahmen

Die Versuche und Modelle vom $\frac{3}{4}$ plus-Stationenlernen

Die Beschäftigung mit dem Thema Energie zieht sich durch alle vier Klassenstufen der Bremerhavener Grundschulen. Das Thema Erneuerbare Energien wird dabei in der 4. Klasse behandelt und mit der Methode des Stationenlernens von den Kindern in Kleingruppen – idealerweise mit nur zwei Kindern – eigenständig erarbeitet. Die ganze Schulklasse durchläuft dabei der Reihe nach alle Stationen, die von $\frac{3}{4}$ plus entwickelt worden sind. Die Ergebnisse der Experimente, die aufgrund des Ringbetriebes beim Stationenlernen

von den einzelnen Arbeitsgruppen in unterschiedlicher Reihenfolge durchlaufen werden, werden von den Schüler/innen in einem Arbeitsbogen protokolliert und ausgewertet (vgl. Anhang). Die Kinder beschäftigen sich zunächst mit Lichtmessungen als Grundlage für die später behandelte Sonnenenergie. Es folgen Versuche zum „selbst produzierten“ Strom beim Fahrraddynamo und bei einem Radio, das alternativ über einen Handkurbel-Generator oder über eine Solarzelle mit Strom versorgt werden kann. Anschließend folgen weitere Experimente zur Sonnenenergie, wobei die Stromerzeugung experimentell untersucht und mit Bastelarbeiten verbunden wird, wodurch die Schüler auch Ausstellungstücke produzieren können, die später in der Schule ausgestellt werden können.



Abbildungen 55 und 56 (oben): Radiohören mit einem Handkurbelgenerator und solares Basteln **Abbildungen 57 und 58 (unten):** Windbausatz für die Schüler und experimentierender Schüler **Quelle:** Eigene Aufnahmen



Die **Experimente zur Windenergie** behandeln zunächst – in einer für 9- bis 10-Jährige angemessenen Form – den Aufbau von Windkraftanlagen und die Erzeugung von elektrischem Strom aus dem Wind. Hierzu sind einfache Bausätze vorhanden, die die Kinder in kurzer Zeit zusammensetzen und nach

Durchführung einiger Experimente für die nächste Gruppe auch wieder zerlegen. Bei diesen Experimenten wird gleichzeitig auch auf das Thema Energieeffizienz eingegangen, indem zunächst eine Glühlampe und danach eine LED-Lampe mit den angeblasenen Windrädern elektrisch versorgt werden. Offensichtlich ist es wesentlich schwieriger, die Glühlampe zum Leuchten zu bringen.

Weitere Stationen beinhalten weiterführende **Lernmaterialien am PC**. Dies sind zum einen die Löwenzahn-CD „Wind“ sowie eine PC-Station zum Thema Wind im Internet. Abschließend werden noch andere Methoden der eigenen Stromproduktion, z.B. „Strom und Schorle“ vorgestellt. Neben dem Stationenlernen, bei dem jede Station nur ein oder maximal zweimal vorhanden sein muss, weil sie von den Schüler/innen nacheinander durchlaufen werden, verleiht $\frac{3}{4}$ plus auch Klassensätze für einzelne Experimente, wenn diese von allen gemeinsam durchgeführt und intensiver besprochen werden sollen. Das Projekt „Erneuerbare Energien“ ist vollständig in den Unterricht integriert, da es Bestandteil in allen 4. Klassen Bremerhavens ist. Von Schule zu Schule wird es jedoch hinsichtlich der Einbettung in andere Unterrichtsinhalte unterschiedlich gehandhabt. Aufgrund des umgesetzten Konzeptes, bei der in jeder Klassenstufe etwas zum Thema „Energie“ angeboten wird, hat das Projekt aber auch einen eigenen Rahmen geschaffen, den die Lehrer/innen ausfüllen können.

18 Grundschule Estorf (Niedersachsen)

Name der Schule: Grundschule Estorf

PLZ, Ort, Straße: Osterberg 1, 21727 Estorf (Niedersachsen)

Vor- und Nachname: Peter Wortmann

Telefon und Email: (041 40) 433, gs.estorf@t-online.de; p-wortmann@t-online.de

Das Solarprojekt an der Grundschule Estorf

Die Grundschule mit ca. 110 Schüler/innen und zehn Lehrer/innen verfolgt ein umfassendes Konzept der Nutzung Erneuerbarer Energien. Sie betreibt eine **solarthermische Anlage zur Erwärmung des Duschwassers und zur Heizungsunterstützung der Turnhalle**. Die PV-Anlage auf dem Turnhallendach deckt zu 60% den Strombedarf der Schule. Die bisherige Heizung im Schulgebäude wird mit Mineralöl betrieben,

aber es ist geplant, auch hier mit einer **Biomasse-Heizung** auf Erneuerbare Energien umzustellen. Erklärte Ziele der Schule sind es, zum einen den gesamten Energiebedarf mittelfristig auf regenerative Energien umzustellen und zum anderen konsequent Energie zu sparen. In dieses Projekt sind alle Schüler/innen, die Lehrer/innen und die Elternschaft mit einbezogen. Wie viele andere Schulen stand auch die Grundschule vor einem Problem: Wie finanziere ich meine Solaranlage? Die Gemeinde wollte kein Geld zur Verfügung stellen. Um die Anlage finanzieren zu können, wurde deshalb eine **Bürgerbetreibergesellschaft** gegründet. In der Gesellschaft sind Lehrer/innen, Eltern und andere Bürger von Estorf vertreten. Alle Beteiligten gaben Geld in einen gemeinsam Topf: von 500 € bis zu 5.000 €. Mit weiteren Spenden kamen so mehr als 50.000 € zusammen.

Über der Turnhalle wurde nach dem Bau eine große **Anzeigentafel** angebracht. Auf der Tafel kann jeder ablesen, wie viel Strom die Anlage bis heute und wie viel sie am Tag produziert hat. Die Daten können auch mit einem Schulcomputer ausgelesen werden. Dann können die Schüler mit den Werten rechnen: Wie viel Strom hat sie im Monat erzeugt oder wie viel Strom wird sie in zehn Jahren erzeugen. Wie viel Strom wird im Winter und wie viel im Sommer erzeugt? Können wir so schädliche Treibhausgase wie CO_2 vermeiden? Hiermit kann die Solaranlage auch in den Schulunterricht eingebunden werden. Die besondere Herausforderung, der sich die Schule gestellt hat, ist die praktische Integration der Erneuerbaren Energien in den Schulalltag. Hierbei geht die Schule einen spielerischen Weg. Von der ersten Klasse an bauen Kinder mit Legosteinen Modelle und integrieren hierbei die Solartechnik mit Elektromotoren. Aber auch Holzmodelle als Bausätze werden verwendet, um die Kinder zu begeistern. In höheren Klassen der Primarstufe können die Kinder auch eigene Modelle im Werkunterricht entwerfen und bauen wie z.B. ein Flugzeug-Mobile. Durch den spielerischen Umgang der Grundschüler mit Photovoltaik, dem Basteln von Solarspielzeug und Experimentieren mit der Sonneneinstrahlung und deren Umsetzung in elektrische Energie sollen die Kinder die Bedeutung und die Nutzung der EE erleben können. Begleitet wird dies durch einfache Lerneinheiten über Elektrizität und Photovoltaik, um den Kindern ein Grundverständnis beizubringen, wieso ihre Modelle mit der Kraft der Sonne fahren oder schwimmen können. Themen der Unterrichtseinheit sind: Was ist Strom?; Wie wird Strom erzeugt?; Welche Energie braucht ein Haus?; die Sonne als Energiequelle! Und die Erstellung von Lernpostern.

Dieses Engagement für die Erneuerbaren Energien wird auch im außerschulischen Unterricht weitergeführt: Die Schüler präsentierten beispielsweise mit Unterstützung der Lehrer/innen ihre Modellbauten und die Aktivitäten der Schule auf regionalen Messen in Hamburg, Lüneburg und Bremen sowie auf zahlreichen Veranstaltungen in der Region. Aber auch die Eltern werden durch Schulungen zum Basteln mit Solarzellen mit einbezogen, um insbesondere den kleinsten Schülern mit Rat und Tat zur Hilfe stehen zu können.



Abbildungen 59 und 60: Solarspielzeug und Solarmobile der Grundschule Estorf
Quelle: Eigene Aufnahme und Aufnahme Wortmann, Modell der Firma Winkler

Das Solarboot-Projekt

Eines von vielen Beispielen ist das **Basteln von Solarbooten** aus einfachen Materialien. Hierzu werden nur wenige Dinge benötigt: Ein Solarset, Styropor, Klebstoff, Zahnstocher und Klebeband. Das Solarset enthält eine kleine Solarzelle von fünf mal fünf Zentimeter, einen Elektromotor und ein Gehäuse mit einem Propeller. Als Werkzeug braucht man nur Messer, Schere und vielleicht ein wenig Acrylfarbe. Zunächst muss sich der Schüler Gedanken machen, wie sein Boot aussehen könnte. Soll es ein Boot mit einem flachen Rumpf sein wie ein Luftkissenboot oder soll es ein Katamaran sein? Alles ist möglich, solange der Rumpf



Abbildungen 61 und 62 (oben/mittig): Kleines Kind mit Solarboot und Solarbootmodell

Quelle: Eigene Aufnahme (International Workshop Renewable Energy for Children and Youth) und Wortmann

Abbildung 63 (unten): Solar-Modellboot-Wettbewerb in Stade 2005

Quelle: Wortmann 2005

flach im Wasser liegt und sich nicht dreht. Das Styropor lässt sich leicht mit einem Messer schneiden. Zwei Rumpfe bei einem Katamaran können mit einem Mittelblock und Zahnstocher zusammengehalten werden. Das Solarset ist schnell montiert: Die Solarzelle wird flach auf den Rumpf gelegt und der Motor mit dem Windrad am Ende des Rumpfes auf einem kleinen Türmchen befestigt. Mit wenigen Handgriffen kann solch ein Boot hergestellt werden. Die Idee, mit einfachen Materialien die Nutzung von Erneuerbaren Energien zu demonstrieren, ist nicht nur eine spannende Aufgabe für die Schüler, sondern auch pädagogisch wertvoll. Praxis und Wissensvermittlung gehen Hand in Hand. Hierzu kommt noch Freude am Spiel. Und weil die Idee so tragfähig ist, hat die Grundschule Estorf einen Solarwettbewerb veranstaltet. Im Sommer 2005 wurde zu einem Wettbewerb für drei Altersgruppen aufgerufen. Jedes Team, welches sich beteiligen wollte, konnte ein einheitliches Solarset bestehend aus Motor, Luftpropeller, Solarmodul und Motorhalterung preiswert erwerben. Die Rumpfkonstruktion war freigegeben, wobei jedoch die Größe des Bootes auf eine Fläche von DIN A4 begrenzt war.

An zwei Schulen wurden jeweils 20 Teams gebildet und für diese Schülergruppen Vorläufe veranstaltet. Die anderen Kinder und Jugendlichen meldeten sich einzeln nach einer Reihe von Zeitungsberichten. Im September 2005 fand dann der **öffentliche Wettbewerb** auf dem Marktplatz von Stade statt. Mit Strohhallen (bessere Alternative: Holzplanken) und einer Polyethylen-Teichfolie wurde ein vier mal zehn Meter großes Wettkampfbecken errichtet. Die Teilnehmer traten in drei Altersgruppen gegeneinander an. Ziel war es, sein ungelenktes Solarboot möglichst schnell dreimal im Becken von Rand zu Rand fahren zu lassen. Es war zulässig, mit Spiegeln Sonnenlicht auf die Solarmodule zu lenken. Weitere Aufgaben der Teams waren die Erstellung einer Dokumentation und das Zeichnen zweier Bilder zum Thema „Sonne ist Leben“. Zur Bestimmung des Gewinners wurden sowohl die Zeit der Solarboote als auch die Dokumentation und die Bilder einbezogen. Insgesamt beteiligten sich mehr als 200 Kinder und Jugendliche an dem Wettbewerb und den Vorausscheidungen. Hierbei waren fast die Hälfte der Teilnehmer/innen Mädchen.

19 Europaschule Regine-Hildebrandt-Grundschule (Cottbus, Brandenburg)

Name der Schule: Europaschule Regine-Hildebrandt-Grundschule

PLZ, Ort, Straße: Theodor-Storm-Straße 22, 03050 Cottbus

Vor- und Nachname: Lothar Nagel (Schulleiter) und Martina Hösel (Projektleiterin)

Telefon und Email: (03 55) 52 40 14, grundschule-2-cottbus@t-online.de

Internet: www.rhg-cottbus.de

Das Solarprojekt der Regine-Hildebrandt-Grundschule

Die Regine-Hildebrandt-Grundschule ist eine anerkannte Europa- und Umweltschule. Mit ihren Partnerschulen veranstaltet sie gemeinsame Projekte wie z.B. Ökocamps und Projektstage wie „Save the Whales“ oder „Kids for Nature“. In der Zeit von 1990 bis 2000 hat sich die Schule intensiv der Schulhofgestaltung und -begrünung mit Stein- und Experimentiergarten gewidmet. Die Zuwendung zu den Erneuerbaren Energien entsprang eigentlich einer spontanen Bemerkung eines Schülers bei der Besichtigung eines Braunkohleletagebaus: „Wenn Braunkohle so alt ist, muss sie doch ins Museum!“ Aber wenn Braunkohle ins Museum gehört, wie kann man Kindern eine andere Energieversorgung nahe bringen? Es war von Anfang an klar, dass man den Kindern zeigen will, wie man Probleme lösen kann. Das Thema Energie musste nur so aufbereitet werden, dass Energie nicht abstrakt, sondern ein Alltagsthema für die Schüler werden kann. Im Fokus der Umweltaktivitäten steht deshalb die **Integration der Solarenergie im Schulunterricht**, die in allen Klassenstufen und fächerübergreifend behandelt werden soll. Ihre Projekte stellen die Schüler regelmäßig auf Messen und Veranstaltungen vor. Für ihre Aktivitäten erhielt die Schule im Jahr **2001 den Brandenburg Umweltpreis**, sie wurde **Bundessieger bei den Schulen im Wettbewerb „Saubere Landschaft“** in 2002, sie erhielt das **Agenda 21-Gütesiegel in 2002**, mit dem Solarballon wurden sie **Bundessieger im Wettbewerb des BMU „Jugend mit unendlicher Energie“ in 2006** und wurde gleichfalls mit dem Thema Solarenergie an der Schule als offizielles Dekadeprojekt der Bildung für nachhaltige Entwicklung der **UNESCO** anerkannt.

Als erster Schritt auf dem Weg zur Integration von Energie in den Schulunterricht wurde ein **Experimentierkasten „Wärme von der Sonne“** für ein Unterrichtsprojekt einer sechsten Klasse angeschafft. Ziel des Projektes war es, bei den Schülern Verständnis für die Nutzung der Solarenergie zu gewinnen. Die Aktion kam bei den Schülern sehr gut an. Daraufhin beschlossen das Kollegium und die Elternvertretung, sich intensiver mit Erneuerbaren Energien auseinander zu setzen und Wege zu finden, wie Solarenergie für die Schüler praktisch erfahrbar gemacht werden kann. Eine eigene Solaranlage war deshalb auch naheliegend, denn an der Anlage können Schüler gut erfahren, wie die moderne Technik einfach und nutzbringend zur Stromgewinnung angewendet werden kann. Um die Photovoltaik-Anlage zu ermöglichen, halfen auch die Schüler mit: Sie suchten und fanden Sponsoren für die Schulanlage. Im Jahr 2001 wurde dann die **1,1 kWp Anlage** errichtet. Alle Leitungen und Installationen wurden an den Wänden gut sichtbar und beschriftet verlegt, um die Anlage für den Unterricht nutzbar zu machen. Nach einiger Zeit wurde auch eine große Anzeigetafel errichtet. Auf der Anzeige kann man sehen, wie viel Strom im Augenblick, am Tag und insgesamt erzeugt wird. Die Anlagendaten können auch in den Computerraum übertragen werden. Hierzu wird ein von der Brandenburgischen TU Cottbus entwickeltes altersgerechtes System für Grundschüler verwendet. Damit ist die Photovoltaik-Anlage eine Anlage zum Anfassen: Für Schüler/innen und auch für Lehrer/innen und Eltern.



Abbildung 64 und 65: Montage der Photovoltaik-Anlage und die Anzeigetafel der PV-Anlage. **Quelle:** Regine-Hildebrandt-Grundschule und eigene Aufnahme

Erneuerbare Energien im Regelunterricht

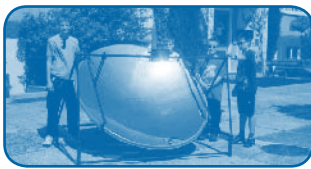
Doch bei den beiden Projekten blieb es nicht. Die Begeisterung der Schüler/innen und Lehrer/innen war so groß, dass „Sonne“ und „Energiegewinnung aus Sonnenkraft“ dauerhaft im schulinternen Lehrplan verankert werden sollten. Das Kollegium erarbeitete hierzu **fächerübergreifende Unterrichtsbausteine** für die Klassen 1 bis 6. Einige Beispiele sind die folgenden:

- **Klasse 1:** In der ersten Klasse werden einfache Versuche gemacht. Sie zeigen, was die Sonne alles kann. Die Sonne erwärmt die Erde und Dinge, sie ist der Grund für einen Sonnenbrand, sie schmilzt Eis und Schokolade. Die Sonne macht auch Licht und kann mit Solarmodulen Uhren aufladen.
- **Klasse 2:** Im Frühjahr werden Sonnenblumenkerne ausgesät. Die Schüler/innen schauen bis zum

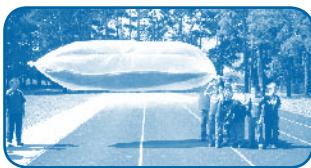
Sommer zu, wie die Sonnenblumen wachsen und wachsen. So lernen sie, dass die Sonne die Pflanzen wachsen lässt. In der zweiten Klasse führen sie auch ein Theaterstück auf: Die Sonne und das Muffeltier.

- **Klassen 3 und 4:** Im Sachunterricht wird das Projekt „Sonnenschlau“ durchgeführt. Im Kunstunterricht werden Sonnenbrillen und Solaruhren gebastelt.
- **Klasse 5:** In der fünften Klasse wird die Sonne in Erdkunde behandelt. Die Schüler/innen lernen das Planetensystem und die wichtige Bedeutung der Sonne kennen.
- **Klasse 6:** In der sechsten Klasse planen diese Klassen einen Projekttag, an dem sie ausgewählte Projekte präsentieren. In 2000/2001 haben die Klassen Solarkollektoren gebaut, in 2001/2002 Solaröfen, in 2002/2003 Sonnenuhren, in 2003/2004 Solarballons und in 2004/2005 ein Treibhaus aus Müll. Hierzu wurden von den Klassen zum einen Modelle geplant und gebaut. Darüber hinaus organisierten sie einen Projekttag für die 2. Klassen, an dem sie ihre Ergebnisse präsentierten, u.a. durch Theateraufführungen, Erzählungen von Geschichten, Vorführungen von Modellen und Poster. Die Umsetzung dieses Projekttagges erfolgt fächerübergreifend.

Das besondere hierbei ist der fächerübergreifende Unterricht, bei dem Solarenergie eben nicht nur in im Sachunterricht vorkommt, sondern auch in Deutsch, Musik und Kunst. Ab der vierten Klasse findet sich das Thema Energie auch in der Mathematik, ab der fünften Klasse in Technik, Biologie, Englisch, Geschichte, Erdkunde und Physik (6. Klasse). Die Europaschule Regine-Hildebrandt-Grundschule hat auch eine eigene **Versuchswerkstatt für Solarenergie**. Hier üben die sechsten Klassen den Umgang mit Solartechnik.



Abbildungen 66 und 67: Selbstgebauter Solarofen und Unterricht in der Versuchswerkstatt
Quelle: Regine-Hildebrandt-Grundschule



Abbildungen 68 und 69: Solarballon und Solarmodelle
Quelle: Regine-Hildebrandt-Grundschule

Im Physikunterricht der 6. Klassen wird die Solarenergie umfassend behandelt. Optik und Wärmelehre bieten viele Möglichkeiten. Hier werden auch jedes Jahr Schülerprojekte durchgeführt wie z.B. Bau eines Sonnenkollektors, eines Solarkochers oder eines Solarballons. Der Solarballon ist eine Plastikhülle, die in Ballonform zugeschnitten und verklebt wird. Wird dieser Ballon in das Sonnenlicht gebracht, erwärmt sich die Luft und dehnt sich aus. Die Luftdichte wird geringer und der Ballon fängt an zu schweben. Ein weiteres Projekt der Schüler/innen der Regine-Hildebrandt-Grundschule war der Bau von Sonnenuhren in 2002/2003. Hierzu bekamen die Schüler/innen langfristige Projektaufgaben. Sie sollten sich Fachkenntnisse erwerben, Projektmappen und Sonnenuhrmodelle gestalten. Darüber hinaus wurde auf dem Schulhof ein Klassenmodell errichtet.

20 Wentzinger Gymnasium und Realschule (Freiburg, Baden-Württemberg)

Name der Schule: Wentzinger Gymnasium Freiburg

PLZ, Ort, Straße: Falkenbergerstr. 21, 79110 Freiburg i. Br.

Vor- und Nachname: Emil Günnel (Leiter der Solar-AG)

Telefon und Email: (07 61) 201 77 00, sekretariat.wgvn@freiburger-schulen.bwl.de

Internet: www.wentzinger-gymnasium.org

Name der Schule: Wentzinger Realschule
PLZ, Ort, Straße: Falkenbergerstr. 21, 79110 Freiburg i. Br.
Vor- und Nachname: Herr Gillen (Schulleiter)
Telefon: (07 61) 201 76 21
Internet: www.wentzinger-rs.de

Das Solarprojekt des Wentzinger Gymnasiums und der Realschule

Die Idee zu dem Solarprojekt entstand u.a. durch eine Analyse der Bewirtschaftungskosten 1995 für das Schulzentrum West und aus der Planung des 25-jährigen Schuljubiläums. Es war offensichtlich, dass die Bewirtschaftungskosten nicht nur ein erdrückender Kostenblock der Schulen war, sondern auch, dass viel Geld hierbei eingespart und für andere Zwecke genutzt werden kann. Aus finanziellen und steuerlichen Erwägungen wurde nach einiger Zeit im Februar 1997 „**WentzSolar – Verein für Klimaschutz an den Wentzinger Schulen e.V.**“ gegründet, um das Solarprojekt zu institutionalisieren. Der Verein wird inzwischen von mehr als 200 Schüler/innen, Eltern und Lehrkräften unterstützt.

1998 wurde die erste kleine Photovoltaik-Anlage mit 1,15 kWp auf den Dächern der Wentzinger Schulen errichtet. Im Laufe der folgenden Jahre kamen immer mehr und unterschiedliche Anlagen hinzu, so dass die Wentzinger Schulen inzwischen den **größten Solarpark aller Freiburger Schulen mit ca. 44 kWp Leistung** und auch eine der größten Anlagen auf Schulen bundesweit haben. Inzwischen verfügt die Schule über 16 verschiedene Anlagen mit einer breiten technischen Palette, mit denen die Schulen ungefähr 11% des eigenen Energiebedarfs mit der Solarenergie abdecken.

Die Wentzinger Schulen verfügen auch über Anlagen, die bisher nur selten an anderen Schulen errichtet wurden und die einen interessanten Leistungsvergleich zwischen unterschiedlichen Anlagen ermöglichen.



Abbildung 70 und 71: PV-Anlage auf Drehgestell und V-Trog-Spiegelsystem

Quelle: Wentzinger Schulen

Hierbei handelt es sich zum einen um eine PV-Anlage mit Nachführung auf einem frei drehbaren Gestell und mit einer Leistung von ca. 1,1 kWp, die in 2004 errichtet wurde. Durch die Nachführung der Anlage über zwei Drehachsen können der Stand der Sonne, die Tages- und die Jahreszeit berücksichtigt werden. Zum anderen wurde eine Anlage mit einem V-Trog-Spiegelsystem ausgestattet [bine 2000 S.2]. Hierdurch wird der Lichteinfall der Module durch die Reflexion und Lenkung des Sonnenlichts auf die Solarzellen erhöht. Um einen optimalen Ertrag zu erzielen, muss die Anlage aber – wie auch die anderen – im Neigungswinkel „nachjustiert“ werden, d.h. dem Stand der Sonne im Jahresverlauf angepasst werden. Ein Vergleich der Leistung der Anlage mit anderen Kollektoren gleichen Typs zeigt, dass die Anlage im Durchschnitt 20 bis 30% mehr Leistung erbringt.

Zur Finanzierung der Anlagen nutzen die Schulen vielfältige Möglichkeiten. So wurden aus entsprechenden Förderprogrammen des Bundes und der Länder Fördermittel und Kredite akquiriert, die anfänglich eingesparten Energiekosten wurden von der Stadt Freiburg erstattet, Spenden wurden von privaten Bürgern und Unternehmen eingeworben, der Strom wurde ins Netz der Badenova eingespeist und verkauft und durch WentzSolar wurden Mitgliedsbeiträge investiert. Darüber hinaus wurden durch viel Eigenleistung Kosten gespart.

Sehr erfolgreich zum Geldsammeln sind auch Solarsporttage der beiden Wentzinger Schulen, die seit 1997 alle zwei Jahre durchgeführt werden. Bei den fünften Solarsporttagen in 2005 konnten durch einen Spendenlauf 11.000 € Sponsorengelder eingeworben werden. Jeder Schüler bekam die Aufgabe, einen Sponsor für seinen Lauf zu gewinnen und einen Kilometerpreis mit dem Sponsor auszuhandeln. Insgesamt nahmen dann 414 Fünft- und Sechstklässler an dem Spendenlauf zu Fuß, mit dem Fahrrad oder schwimmend teil.

Jeder Schüler und jede Schülerin wird im Laufe der Wentzinger Schullaufbahn mit dem Thema Erneuerbare Energien und Energieeinsparung konfrontiert. Die Schule besitzt Experimentierkästen zur Photovoltaik mit Messgeräten, um den Energieverbrauch unterschiedlicher Verbraucher zu messen und Computerprogramme, mit denen die Photovoltaikanlagen überwacht und ausgewertet werden können. Des Weiteren nimmt die Schule auch gerne am jährlichen Sommerangebot der Stadt Freiburg teil: Hierbei kommt die „mobile Solarwerkstatt“ an die Schule und bietet Projektunterricht für mehrere Schulklassen an.

Aus den erwirtschafteten Geldern wurde im August 2006 eine Windenergieanlage auf dem Dach der Schule installiert. Sie hat eine maximale Leistung von 1000 Watt, die über einen Datenlogger erfasst und ausgewertet wird. Hiermit ist die Wentzinger Schule eine der ganz wenigen, die über eine (Modell-)Windenergieanlage verfügt.



Abbildung 72 und 73: Experimente zu Energie und PV an der Schule. **Quelle:** Wentzinger Schulen

Abbildung 74 und 75: Experimente an den Energiesprecher-Tagen **Quelle und Anmerkung:** Ökostation 2006 (links oben) und Wentzinger Schulen. Das rechte Bild zeigt eine thermographische Aufnahme der Energiesprecher.



Das Energiesprecher-Projekt

Parallel zur Solar-AG gibt es seit 2005 die Energiesprecher in den Klassen 5–8 an den Wentzinger Schulen. In jeder Klasse werden zumeist zwei Schüler/innen von ihren Mitschüler/innen am Beginn des Schuljahres gewählt und sollen dafür Sorge tragen, dass in ihren Klassen möglichst keine Energie verschwendet wird, d.h. dass in den Klassenräumen Licht nur bei Bedarf brennt, dass besonders in der Heizperiode vor allem Stoßlüften stattfindet und insgesamt in der Klasse ein umweltschonendes Verhalten gelernt und praktiziert wird. Damit die Energiesprecher diese Aufgaben auch gegenüber ihren Mitschülern gut vertreten können, organisiert WentzSolar mehrmals im Schuljahr die Energiesprecher Tage.

Diese Tage sind jeweils besonderen Schwerpunkten gewidmet und werden zusammen mit der Öko-Station Freiburg durchgeführt. An vier Terminen im Jahr werden die Energiesprecher für einen Tag in die Öko-Station eingeladen. Die Fortbildung umfasst drei Programmblocke: Einführung in das Fortbildungsthema, Durchführung von Experimenten an Stationen mit Präsentation der Experimente in der Gruppe sowie eine Exkursion. Auf jedem der Energiesprecher-Tage konnten die Schüler/innen auch zu den jeweiligen Schwerpunktthemen an den Experimentier-Stationen eigene Versuche durchführen. Die Stationen wurden zuvor von der Öko-Station aufgebaut. Zu jeder Station gab es ein Infoblatt für die Experimente und zur Dokumentation der Versuchsergebnisse. Zum Abschluss der Versuche mussten die Gruppen jeweils ein Experiment mit den Ergebnissen der gesamten Gruppe vorstellen und diskutieren.

21 Alexander-von-Humboldt-Schule (Viernheim, Hessen)

Name der Schule: Alexander-von-Humboldt-Schule, Viernheim

PLZ, Ort, Straße: Franconville Platz, 68519 Viernheim

Telefon und Email: (062 04) 966 80, poststelle@avh.viernheim.schulverwaltung.hessen.de

Internet: www.schulserver.hessen.de/viernheim/alexander-von-humboldt/index.htm

Das Solarprojekt der Alexander-von-Humboldt-Schule

Die Alexander-von-Humboldt-Schule ist eine Europaschule. Das Konzept der hessischen Europaschulen folgt einem friedenspädagogischen Ansatz, der sich in fünf Arbeitsfeldern realisiert, vor allem aber in Kooperation und Ergänzung der Bereiche untereinander: Das **Arbeitsfeld Ökologie** hat eine Basisfunktion, mit dem Ziel, die Gefährdung der Lebensgrundlagen auf unserem ganzen Planeten bewusst zu machen und das positive Engagement der Schüler zu fördern. Hinzu tritt die gemeinsame Verpflichtung, zur Konsensfindung und Konfliktregulierung zwischen Menschen und Staaten beizutragen. Das Aufgabenfeld der „Europäischen Dimension des Lernens“ beinhaltet die Förderung des Prozesses der europäischen Vereinigung, ohne dass damit eurozentrische oder -egoistische Verengungen des Denkens und Handelns bewirkt werden dürfen. Das Arbeitsfeld Austausch und Begegnung hat in diesem Zusammenhang die Aufgabe der Entwicklung und Organisation von Projekten, die gemeinsam mit ausländischen Partnerschulen geplant, durchgeführt und nachbereitet werden sollen. Veränderte Zielsetzungen und Qualifikationsanforderungen verlangen nicht nur nach neuen Unterrichtsinhalten, sondern auch nach neuen Formen des Lehrens und Lernens. Dem dient die Einbeziehung einer Reformpädagogischen Orientierung in das Programm der Europaschule. Es geht den Hessischen Europaschulen nicht etwa nur um ein bisschen mehr Schüleraustausch und etwas Europa im Unterricht. Vielmehr handelt es sich um die Integrierung der Internationalität in den Unterricht.

Die Schülerfirma der Schule

Sieben Schüler/innen und ein Lehrer der Alexander-von-Humboldt-Schule (AvH) in Viernheim betreiben seit Dezember 1994 eine „Firma“. Startschuss für diese schuleigene Energieagentur waren die Finanzierungsschwierigkeiten beim Bau des Sonnenkollektors zum Erwärmen des Duschwassers. Der Schulträger konnte damals die Eigenmittel von 3500 € im Investitionshaushalt nicht auftreiben, obwohl er im Verwaltungshaushalt durch die vorgeschlagene Anlage jährlich 1.750 € hätte sparen können. Solche Verwaltungsschwierigkeiten überwindet man leicht mit einer „Energieagentur“. Das dachten sich auch die Schüler/innen und Lehrer der AvH-Schule und gründeten eine solche Schülerfirma in Vereinsform (Satzung und Mustervertrag auf der Homepage). Diese Energieagentur schlägt dem Schulträger Kreis Bergstraße Projekte zur Energieeinsparung und zum Einsatz regenerativer Energie vor und finanziert und verwirklicht sie nach dessen Zustimmung. Die eingesetzten Mittel werden über die eingesparten Energiekosten refinanziert. Dieses moderne Konzept, das sich in der Wirtschaft bewährt hat, findet seitdem bundesweit in Schulen Nachahmung. Da die Viernheimer Schüler die ersten waren, zeigt sich nach zehn Jahren Betriebszeit an der „AvH“ inzwischen die Dynamik der Idee: Die eingesparten Energiekosten fließen zu 20% an die Schulleitung und zu 80% an die Energieagentur zurück und werden von der Agentur für neue Sparinvestitionen genutzt (Nach Ende der Laufzeit eines Projektes erhält die Schulleitung bzw. der Schulträger auch diesen Anteil). Es bildet sich Kapital in Schülerhand. Mit zunehmendem Eigenkapital der Energieagentur geben die Banken auch größere Kredite. So werden die Projekte immer größer. Bisher wurden folgende durchgeführt:

- Tageslichtgeführte Beleuchtung im Treppenhaus
- Sonnenkollektor zum Erwärmen des Duschwassers
- Thermostatventile einschließlich Schulung von „Energieagenten“ in den Klassen
- Neue Steuerung der Heizung und drehzahlgeregelte Umwälzpumpen
- Galeriebeleuchtung
- Wasserspartechnik
- Lampenprojekt (Stilllegung überdimensionierter Beleuchtungsanlagen)
- Photovoltaikanlage von 4,86 kWp
- Beteiligung an zwei Windkraft-Anlagen in Kandrich



Abbildung 76: Aufbau der Solaranlage an der Schule
Quelle: Alexander-von-Humboldt-Schule

→ → → → → → → → → **Viele Schulen in Deutschland nutzen inzwischen die Sonnenenergie, um einen Beitrag zur Klimaentlastung beizusteuern. Sie sind ausgestattet mit Photovoltaikanlagen, die von der kleinen 1kWp Anlage bis hin zum Minikraftwerk in Größenordnungen von bis zu 60 kWp reichen. Leider „schlafen“ etliche dieser Anlagen vor sich hin und werden pädagogisch nicht genutzt. Dabei sind es oft nur kleine Hürden, die überwunden werden müssen, um die Anlage zu „wecken“ und in den Schulalltag einzubeziehen.**

Die vorliegende Broschüre richtet sich an Lehrerinnen und Lehrer aber auch andere Akteure an Schulen, die Solarprojekte durchführen oder initiieren wollen. Sie soll Anregungen liefern, die vorhandenen Hemmnisse zu überwinden und helfen die Solaranlage in den Unterricht zu integrieren.

→ → → → → → → → → **UfU ist ein wissenschaftliches Institut und eine Bürgerorganisation. Es initiiert und betreut angewandt wissenschaftliche Projekte, Aktionen und Netzwerke, die öffentlich und gesellschaftlich relevant sind, auf Veränderung ökologisch unhaltbarer Zustände drängen und die Beteiligung der Bürger benötigen und fördern. 15 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten seit 1990 in den Fachgebieten Klimaschutz und Umweltbildung, Umweltrecht und Partizipation sowie Ressourcenschutz und Landschaftsökologie in verschiedenen Projekten im In- und Ausland. Die UfU-Werkstatt als offener Bereich mit verschiedenen Themen und Projekten fungiert als beständige Keimzelle für neu entstehende Bereiche.**

→ → → → → → → → → **Impressum**

Autoren Hartmut Oswald, Michael Scharp, Martin Dinziol, Florian Kliche

Solarsupport – Good Practice erstellt im Rahmen des Projektes Solarsupport

Herausgeber



UfU
Unabhängiges Institut
für Umweltfragen

Greifswalder Straße 4 · 10405 Berlin
Tel.: (030) 428 4993 - 22
www.ufu.de

gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

in Zusammenarbeit mit dem Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH
Schopenhauerstr. 26 · 14129 Berlin



IZT
Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

und der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie Berlin
Erich-Steinfurth-Str. 6 · 10243 Berlin

