



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Solarsupport – Ein Leitfaden



Solaranlagen auf die Schulen!





Inhalte

| | |
|----|--|
| 3 | Vorwort |
| 5 | 1. Solarstrom vom Schuldach – Grundlagen zur Photovoltaik |
| 12 | 2. Der Weg zur Solaranlage |
| 15 | 2.1 Organisation |
| 21 | 2.2 Platzbedarf |
| 26 | 2.3 Finanzierung |
| 38 | 2.4 Installation |
| 40 | 2.5 Die Anlage steht! Und nun? |
| 42 | 3. Öffentlichkeitsarbeit |
| 40 | 3.1 Anzeigetafel |
| 42 | 3.2 Klimaschutzschulenatlas |
| 43 | 4. Einbindung der Anlage in den Unterricht |
| 50 | Literatur |
| 50 | Abbildungen und Tabellen |

Danksagung Danken möchten die Autoren und Autorinnen Hartmut Oswald, freier Mitarbeiter des UfU e.V., der bereits einige Bürgersolaranlagen initiiert hat und für Gespräche zu den Themen Organisation, rechtliche Grundlagen und Verpachtung offen war. Ein herzlicher Dank geht auch an Norbert Bothe von der brandenburgischen Servicestelle für Schülerfirmen bei kobra.net, der zu rechtlichen Fragen bei Solarprojekten von Schülerfirmen Rede und Antwort stand. Ohne diese Personen wäre dieser Leitfaden sicherlich nicht so informativ geworden!

Vorwort



„Weckt Eure Solaranlage!“ prangt in großen Lettern auf dem Flyer der Kampagne „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“ zur Unterstützung schulischer Solaranlagen. In dem Projekt, das zusammen vom Unabhängigen Institut für Umweltfragen e.V. (UfU) und der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) durchgeführt und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert wird, konnten seit 2008 bereits über 600 Schulen ihre Solaranlage wecken. Wecken – das steht für eine Sichtbarmachung der Solaranlage. Sichtbar wurde die Solaranlage zum Beispiel durch eine Anzeigetafel für den Stromertrag und die Kohlendioxidemissionen, aber auch durch Unterrichtsmaterialien, die die Solaranlage in den Schulalltag zu integrieren halfen. Sichtbar wurden die Anlagen so für die Schüler und Schülerinnen, deren Eltern und für die Beschäftigten der Schule, die in einigen Fällen selbst nicht von der Solaranlage auf ihrem Schuldach wussten.

Doch das UfU erreichte im Laufe der letzten sechs Jahre immer wieder Schulen, die sich nicht nur Hilfe bei der Sichtbarmachung ihrer Solaranlage wünschten, sondern Unterstützung beim Bau einer eigenen Anlage benötigten. Oftmals sind Lehrerinnen und Lehrer viel zu sehr eingebunden, als sich „ganz nebenbei“ mit einem Solarprojekt zu beschäftigen und alle notwendigen Informationen selbst zusammen zu tragen. Da treten Fragen nach der Finanzierung und dem Platzbedarf auf, Fragen nach rechtlichen Lösungen und der pädagogischen Nutzbarkeit einer Solaranlage.

Der vorliegende Leitfaden „Solarsupport – ein Leitfaden“ soll diesen Anfragen Rechnung tragen und stellt einen Versuch dar, interessierte Personen aus dem Schulumfeld bei der Planung einer schulischen Solaranlage zu unterstützen. Adressiert werden Schülerinnen und Schüler genauso wie deren Eltern und Lehrerinnen und Lehrer. Der Leitfaden bietet jedem – auch ohne Vorwissen – eine informative Grundlage zur Durchführung eines Solarprojekts. Zunächst werden Grundlagen zur Photovoltaik vermittelt, um anschließend die Organisation und die wichtigsten Arbeitsschritte zu besprechen. Zusätzlich werden Hilfestellungen für eine gelungene Öffentlichkeitsarbeit und zur Einbindung der Solaranlage in den Unterricht gegeben.

Neben der Stromerzeugung und der Einsparung von Kohlendioxid ist der wichtigste und nachhaltigste Nutzen einer schulischen Solaranlage der pädagogische: Bildung für erneuerbare Energien – zum Anfassen und Mitmachen! Durch die Arbeit mit der Solaranlage im Unterricht, in einer AG oder vielleicht sogar in einer Schülerfirma, die die Anlagen betreut, erwerben die Schüler und Schülerinnen nachhaltiges, anwendungsbezogenes Wissen zur Photovoltaik und bilden sich eine eigene Meinung zur Nutzung erneuerbarer





Energieträger. Sie erkennen, welche Bedeutung die Energieversorgung in ihrem Alltag hat, welche Verantwortung jeder Mensch für die Gestaltung unserer Umwelt trägt und wo sie mitwirken können. Für die Schule ergibt sich die einzigartige Möglichkeit das Potential der Anlage in den Alltag einzubauen und einen positiven Beitrag zur Außenwirkung zu gewinnen.

Damit auch Ihre Schule für eine klimaschonende und dezentrale Energieversorgung entstehen kann und die Schüler von diesem Potential profitieren können, unterstützt Sie dieser Leitfaden bei der Planung und Anschaffung einer eigenen Solaranlage. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei der Realisierung Ihres Solarprojekts!

Support the climate, we Solarsupport you!

Tipps zum Lesen des Leitfadens?

Dieser Leitfaden benötigt kein Vorwissen! Die wichtigsten Informationen sind in diesem Leitfaden zusammengefasst. Die einzelnen Schritte auf dem Weg zur Solaranlage sind aufeinander aufbauend. Es empfiehlt sich daher das Durcharbeiten entsprechend der Kapitelnummerierung. Bei Vorwissen oder einer Aufgabenteilung innerhalb der Projektgruppe können natürlich die entsprechenden Kapitel ausgewählt werden.

Innerhalb des Leitfadens werden Ihnen die folgenden Kästen begegnen, die entweder Hintergrundinformationen bieten oder auch Beispiele zur Verdeutlichung anführen. Achten Sie auch auf das Laptop-Symbol, das auf hilfreiche Internetseiten verweist.

In diesen Kästen finden Sie Hintergrundinformationen!

In diesen Kästchen finden Sie hilfreiche Beispiele!



Der Laptop verweist auf hilfreiche [Links im Internet!](#)

1. Solarstrom vom Schuldach – Grundlagen zur Photovoltaik

Wenn man sich dazu entschieden hat, eine Solaranlage auf dem eigenen Schuldach zu installieren, ist der erste und wichtigste Schritt bereits getan! Um sie bei der Wahl der richtigen Anlage zu unterstützen, verschafft Ihnen dieses Kapitel einen grundlegenden Überblick zur Solarenergie: Wie funktioniert eine Solaranlage? Wie ist sie aufgebaut? Und welche unterschiedlichen Technologien gibt es?

Was ist Strom?

Strom entsteht, wenn sich negativ geladene Teilchen, die Elektronen, in eine bestimmte Richtung bewegen. Bei einer Batterie werden die Elektronen auf einer Seite, dem Minuspol, gesammelt. Sind Minus- und Pluspol durch ein Kabel miteinander verbunden, so können die Elektronen über das Kabel zum anderen Pol wandern. Der Strom fließt.

Auf dem Weg kann ein „Verbraucher“ die Energie des Stromflusses nutzen. So kann beispielsweise eine Glühlampe aufleuchten oder ein Motor angetrieben werden.

Vom Sonnenstrahl zum Strom – Wie wird Strom mithilfe der Sonnenenergie erzeugt?

Solaranlagen sind bereits auf vielen Dächern vorhanden und sehen auf den ersten Blick alle ziemlich gleich aus. Jedoch ist Solaranlage nicht gleich Solaranlage. Es werden zwei Gruppen unterschieden: Anlagen die Strom erzeugen (Photovoltaik) und Anlagen die Wärme erzeugen (Solarthermie), um ein Gebäude zu beheizen oder warmes Wasser bereit zu stellen. Dieser Leitfaden beschäftigt sich vor allem mit dem Solarstrom. In einer solchen Anlage kann Strom mithilfe des Photovoltaischen Effekts erzeugt werden, weshalb sie auch als „Photovoltaik-Anlage“ bezeichnet wird („Photo-“ ist von dem altgriechischen Wort für „Licht“ abgeleitet; „-voltaisch“ von der elektrischen Spannung „Volt“).

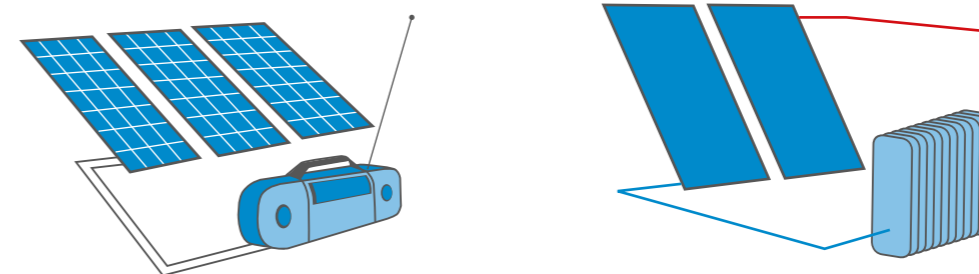


Abbildung 1 Photovoltaik und Solarthermie

Leiter, Nicht-Leiter, Halbleiter?

Jedes Material besitzt Elektronen. Bei nicht leitendem Material (sog. Isolatoren) wie zum Beispiel Gummi oder Glas sind die Elektronen so fest im Material, dass kein Strom fließen kann. Im Gegensatz dazu haben Leiter wie Kupferdraht frei verfügbare Elektronen.

Halbleiter besitzen nur unter bestimmten Bedingungen freie Elektronen. Durch Wärme oder Licht können Elektronen gelöst werden.

Das kleinste Bauteil einer Photovoltaik-Anlage ist die Solarzelle. Sie besteht häufig aus zwei Schichten eines **Halbleiter**materials. Lichtenergie die auf dieses Material trifft, ist in der Lage Elektronen aus ihrem natürlichen Standort innerhalb des Materials zu lösen (Photovoltaischer Effekt). Trifft also Sonnenstrahlung auf die Solarzelle, so werden Elektronen aus der unteren Schicht in die obere katapultiert, wodurch, ähnlich wie bei der Batterie, die Elektronen auf einer Seite in höherer Konzentration auftreten. Die Elektronen können nun genutzt werden, um Strom zu erzeugen.

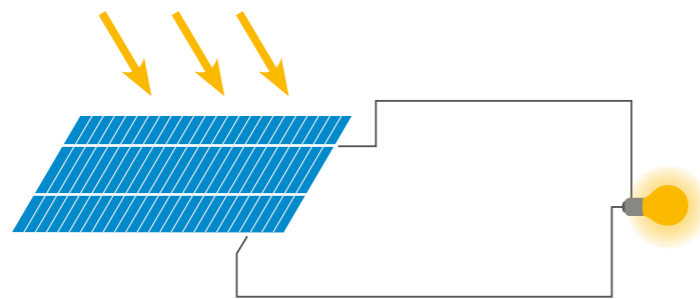


Abbildung 2 Schema einer Solarzelle

Die Solarzellen sind in sogenannten **Modulen** zusammengefasst, um eine höhere Leistung zu erzielen. Eine ganze Anlage besteht je nach erforderlicher Leistung aus mehreren Modulen und weiteren Komponenten. Der Aufbau einer Photovoltaik-Anlage wird im nächsten Punkt gezeigt.

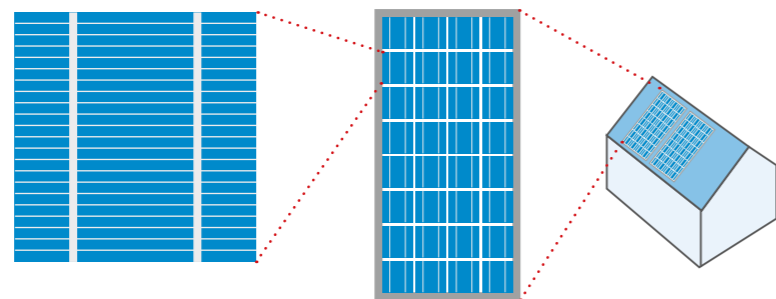


Abbildung 3 Von der Zelle zur Solaranlage

Von der Solarzelle zum Minikraftwerk – wie ist eine Photovoltaik-Anlage aufgebaut?

Photovoltaikanlagen oder PV-Anlagen wandeln Sonnenlicht in elektrischen Strom um. Diese Aufgabe übernehmen Solarzellen, die zu Solarmodulen verschaltet werden. Je mehr Module eine Photovoltaikanlage hat, desto höher ist die Gesamtleistung. Eine größere Anlage erzeugt also mehr elektrische Energie. Neben den Solarmodulen gehören noch weitere Bauteile zu einer Photovoltaikanlage. Die Abbildung 4 zeigt die einzelnen Bestandteile. Hinzu kommt bei einigen Anlagen ein Gestell, das die Solarmodule zur Sonne ausrichtet.

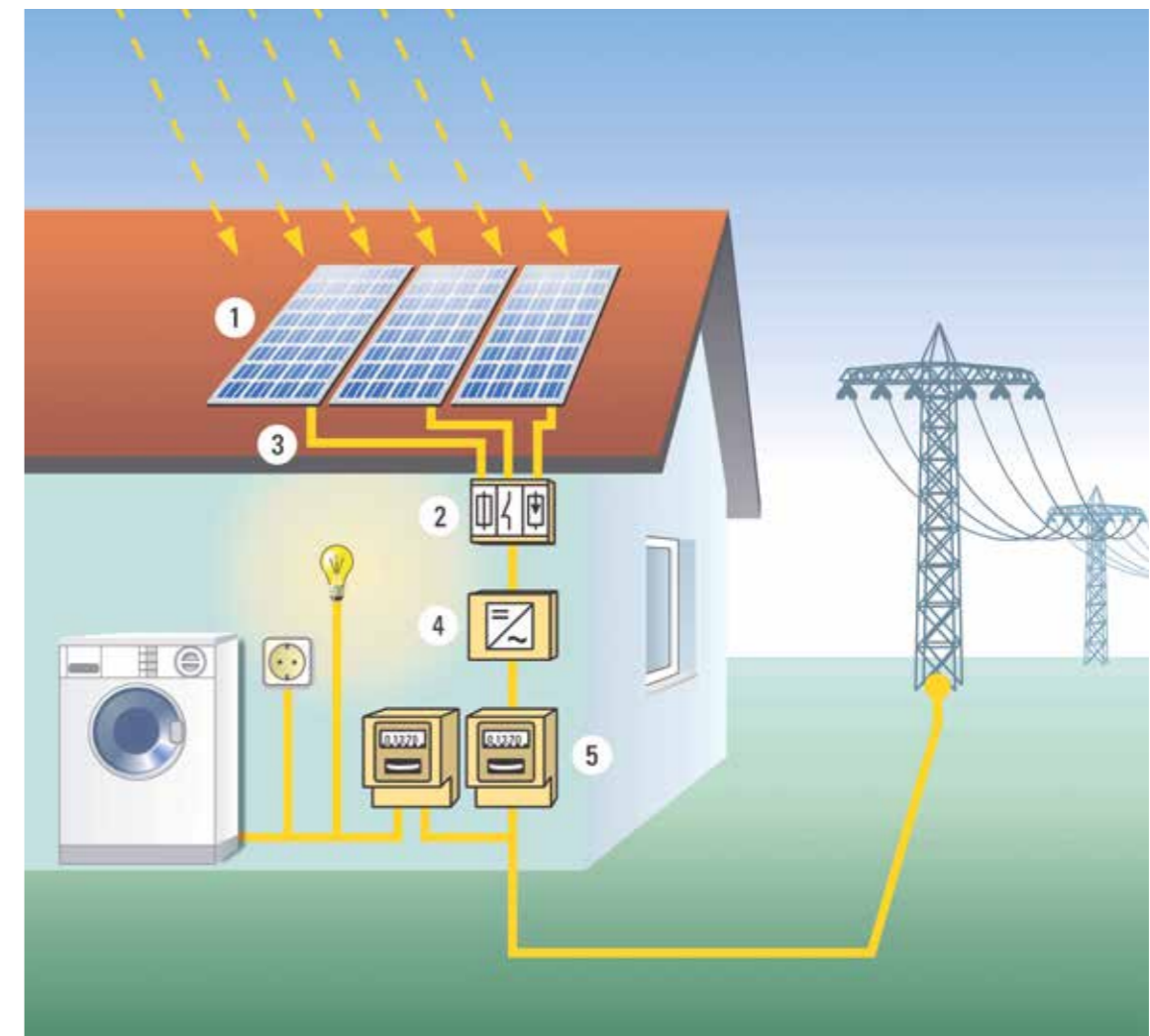


Abbildung 4 Bestandteile einer Solaranlage
(1. Solarmodule, 2. Anschlusskasten, 3. Leitungen, 4. Wechselrichter, 5. Stromzähler)

Da Photovoltaikanlagen **Gleichstrom** erzeugen, muss dieser in Wechselstrom umgewandelt werden, um den Strom ins öffentliche Stromnetz einspeisen zu können. Diese Aufgabe übernimmt der Wechselrichter.

Kristalline Solarzellen oder Dünnschichttechnik?

Auf Gebäuden werden meistens **monokristalline** oder **polykristalline** Solarzellen verbaut. Sie haben einen Wirkungsgrad von 13–17 %, das heißt, sie können unter optimalen Bedingungen bis zu 17 % der Strahlungsenergie der Sonne in elektrischen Strom umwandeln. Monokristalline und polykristalline Solarzellen unterscheiden sich hauptsächlich in der Fertigungsart. Bei der Fertigung polykristalliner Zellen entstehen Silizium-Kristallgefüge, die diese Solarzellen bläulich schimmern lassen. Monokristalline Zellen werden sehr aufwändig hergestellt, wodurch sie einen geringfügig besseren Wirkungsgrad aufweisen, jedoch auch teurer sind.

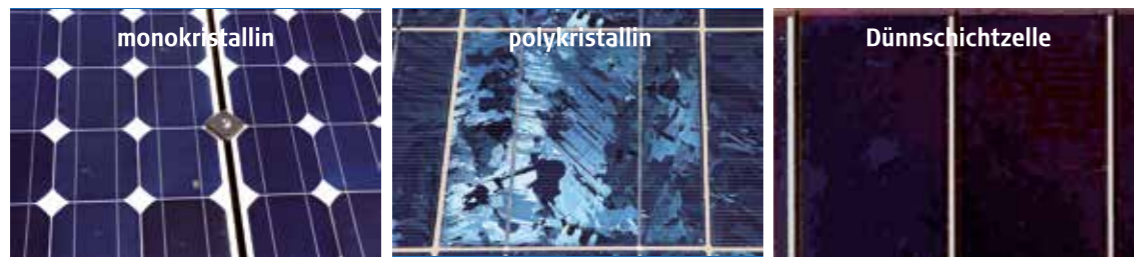


Abbildung 5 Zellarten

Als preiswertere Alternative gibt es inzwischen auch **Dünnschichtzellen** (sog. amorphes Silizium, CIS- oder Cadmium-Tellurid-Zellen) mit einem Wirkungsgrad von bis zu 12 %. Dünnschichtzellen benötigen wenig oder gar kein Silizium. Amorphe Solarzellen findet man häufig bei kleinen Anwendungen (Taschenrechnern, Uhren, usw.) aber



Abbildung 6 Beispiele für amorphe Solarzellen

auch bei Systemen mit Dachintegration. CIS- und Cadmium-Tellurid-Zellen werden mittlerweile auch für Standardmodule angeboten. Der Vorteil der Dünnschichtzellen ist vor allem die kostengünstige Herstellung. Da der Wirkungsgrad geringer ist, benötigen Anlagen, die aus Dünnschichtzellen bestehen, mehr Platz bei gleicher Leistung im Vergleich zu Anlagen aus kristallinem Silizium. Hinzu kommen erhöhte Montagekosten, da mehr Module für die gleiche Anlagenleistung installiert werden müssen. Hier muss also abgewogen werden! Will man eine kleine Demonstrationsanlage zur pädagogischen Nutzung bauen, so kann eine Photovoltaik-Anlage aus Dünnschichtzellen die günstigere Alternative sein. Ansonsten lohnen sich Dünnschicht-Solaranlagen eher nicht.

Tabelle 1 fasst die derzeitigen Kosten für ein Modul in einer schlüsselfertigen Anlage zusammen. Mithilfe dieser Endkundenpreise können sie abschätzen, wie viel Kapital sie ungefähr zur Verfügung haben müssen. Da die Preise in Euro je Kilowatt Leistung der Solaranlage angegeben sind, hilft Ihnen der Kasten auf der nächsten Seite, sollten Sie mit der Einheit Watt nicht so viel anfangen können.

| Produktionsland | Kristalline Solarzellen | Dünnschichtzellen |
|-----------------|-------------------------|-------------------|
| Deutschland | 1400 € bis 1900 € | 1040 € bis 1450 € |
| China | 1300 € bis 1600 € | |

Tabelle 1 Endkundenpreise in €/kW für eine schlüsselfertige Solaranlage (Juni/August 2012).



Der aktuelle Preissatz für Photovoltaik-Module ist auf dem Solarserver ersichtlich. Für Endkundenpreise müssen die Preise noch mit angegebenen Faktoren verrechnet werden. Jedoch sind die angegebenen Preise zu gering:
www.solarserver.de/service-tools/photovoltaik-preisindex.html
 Eine realistischere Einschätzung bieten die Angebote im Photovoltaik-Forum:
www.photovoltaikforum.com/angebote-f41

Wat ist Watt? Eine kurze Einführung in die Begriffe Leistung und Energie.

Die physikalische Einheit für die Leistung heißt „Watt“ (W), benannt nach James Watt. Wenn ein Auto 70 kW Leistung hat (1000 W = 1 kW), kann der Motor maximal diese Leistung zur Verfügung stellen, um z.B. eine Geschwindigkeit von 160 km/h zu fahren. Leistung ist zeitunabhängig! Will man jedoch wissen, wie viel Energie in einem Prozess über einen Zeitraum verbraucht oder produziert wird, so wird die Einheit „Kilowattstunde“ (kWh) verwendet. Fährt das Auto eine Stunde lang mit der konstanten Leistung von 70 kW, hat es $70 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 70 \text{ kWh}$ verbraucht.

Der **Energieverbrauch** bzw. die **Energieerzeugung** wird zudem häufig über den Zeit-raum eines Jahres (a) angegeben. Eine Energiesparlampe, die mit einer Leistung von 11 Watt 6 Stunden lang brennt, hat 66 Wh Energie oder Strom verbraucht. Wird sie ein Jahr lang täglich 6 Stunden genutzt, hat sie $66 \text{ Wh} \cdot 365 \text{ Tage} = 24,09 \text{ kWh/a}$ verbraucht.

Netzeinspeisung oder Inselanlage?

Es gibt zwei unterschiedliche Möglichkeiten den Strom seiner Photovoltaik-Anlage zu nutzen. Man kann ihn direkt selbst verbrauchen, indem man den Strom innerhalb der Schule nutzt. Solche Systeme nennt man Inselsysteme, da die Solaranlage nicht mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden ist. In vielen ländlichen Gebieten in Entwicklungsländern werden **Inselsysteme** genutzt, um Menschen fernab vom Stromnetz Zugang zur Elektrizität zu verschaffen. Dank Solarstrom konnte beispielsweise das Dorf Oboadaka in Ghana die Fußball WM 2010 live am Bildschirm verfolgen. Inselsysteme finden aber auch in Deutschland Anwendung: zum Beispiel in Parkscheinautomaten, Taschenrechnern, Solarleuchten oder auch in Wochenendhäusern. Ein Vorteil von Inselanlagen ist, dass sie nicht notwendigerweise einen Wechselrichter zur Umwandlung des Gleichstroms in Netz-Wechselstrom benötigen, wenn Gleichstromverbraucher verwendet werden. So können zum Beispiel die Beleuchtung, Radios oder Fernseher über eine Inselanlage betrieben werden. Das bietet sich natürlich insbesondere für kleinere Demonstrationsanlagen an, da so auch direkt erfahrbar gemacht wird, dass der Solarstrom tatsächlich etwas in „Bewegung“ setzt.

Eine andere Möglichkeit ist die **Einspeisung** des erzeugten Stroms in das öffentliche Stromnetz. Dabei ist eine Kombination von Eigenverbrauch und Netzeinspeisung empfehlenswert. Die Photovoltaikanlage wird an das Stromnetz angeschlossen. Ein Teil des Stroms wird selbst verbraucht, wodurch die höheren Kosten für den sonst benötigten Strombezug gespart werden. Dieser Anteil sollte so hoch wie möglich sein. Meist werden jedoch nur 25% Eigenverbrauch erreicht. Der nicht selbst verbrauchte Strom wird eingespeist und zu einem festgelegten Satz vergütet. Nähere Informationen zu diesem Punkt sind unter Punkt 2.3 (Finanzierung) zu finden.

Wann sich eine Photovoltaikanlage schließlich wirtschaftlich rechnet, also amortisiert, ist stark abhängig von der Anlagengröße und der Nutzung des erzeugten Solarstroms. Der Kasten informiert über die Amortisierung.

Amortisierung

Wenn sich eine Solaranlage amortisiert, dann bedeutet das, dass der Gewinn, der aus der Anlage erzielt wurde nun die Investitionskosten übersteigt.

| | |
|----------------------|---------|
| Gewinn nach X Jahren | 2000€ |
| Investitionskosten | - 3000€ |
| Insgesamt | - 1000€ |



Noch nicht amortisiert!

| | |
|----------------------|---------|
| Gewinn nach Y Jahren | 5000€ |
| Investitionskosten | - 3000€ |
| Insgesamt | 2000€ |



Amortisiert!

2. Der Weg zur Solaranlage

Nachdem nun die Grundlagen klar sind, hilft dieses Kapitel den Weg zur eigenen Solaranlage zu beschreiten. Sie erhalten praktische Tipps, worauf bei der Finanzierung und dem Bau der Anlage zu achten ist.



Auf der Internet-Seite www.solartechnikberater.de kann man sich schnell die ersten Daten zur Dimensionierung seiner Anlage berechnen lassen!

Grundsätzlich sollte zunächst geklärt werden, wie viel **Geld** zur Verfügung steht. Denn hieraus lässt sich ableiten, welche Größenordnung die zukünftige Anlage haben kann bzw. soll. Stecken Sie frühzeitig Ihr Ziel fest – zu welchem **Zweck** soll die Anlage gebaut werden: Möchten Sie eine nennenswerte Strommenge erwirtschaften und diese ins Stromnetz einspeisen? Möglicherweise sollen nur kleinere Geräte an Ihrer Schule mit Solarstrom betrieben werden (siehe Inselanlage)? Oder möchten Sie die Anlage hauptsächlich zu pädagogischen oder demonstrativen Zwecken im Unterricht einsetzen

Für den ersten Fall gilt, je größer die Anlage, desto wirtschaftlicher kann sie betrieben werden. Hier bieten sich Größenordnungen ab ca. 30 kW_p an. Wollen Sie eine Demonstrationsanlage bauen, so sollte die Leistung bei maximal 10 kW_p liegen, da sonst der finanzielle Aufwand zu groß wird. Die meisten Demonstrationsanlagen sind jedoch viel kleiner und beginnen bei 0,1 kW_p. Über die Einheit „Watt“ (W) bzw. „Kilowattstunde“ (kWh) informiert der Kasten auf Seite 10.

Ein kurzer Vergleich mit dem Schulverbrauch macht die Möglichkeiten einer Solaranlage anschaulicher.

Verbrauch einer Schule:

50000 – 100000 kWh pro Jahr

Ertrag einer Solaranlage mit installierter Leistung von:

1 kW_p: 800 – 1000 kWh pro Jahr

30 kW_p: 24000 – 30000 kWh pro Jahr

Bevor Sie mit den Themen Organisation und Platzbedarf beginnen, können Sie sich im folgenden Abschnitt einen Überblick verschaffen, was andere Schulen zum Bau einer Anlage bewogen hat und wo sie Ihre Anlage tatsächlich installiert haben.

Das UfU (Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.) hat im Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“ viele Schulen zu ihrer Solaranlage befragt. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Befragung sollen Ihnen helfen, ihren Standpunkt zur eigenen Solaranlage zu definieren. Zur Auswertung wurden 553 ausgefüllte Fragebögen aus dem ersten Durchlauf und 314 Fragebögen des derzeit laufenden, zweiten Durchgangs des Projektes analysiert.

Wo ist der Standort der Photovoltaik-Anlage?

Mit 72% bis 75% (in beiden Durchläufen) bauten die meisten Schulen ihre Solaranlage auf den **Schuldächern**. Wurden im ersten Durchlauf ca. 6,5% der Solaranlagen auch an den Fassaden installiert, so ging diese Bauart im zweiten Durchlauf auf 2,2% zurück. Dafür stieg die Anzahl der Installationen auf **Turnhallendächern** um 3% auf 8,6% im zweiten Durchlauf, womit die Turnhalle der zweitwichtigste Standort schulischer Solaranlagen ist. Der Schulhof wird eher selten für Solaranlagen genutzt.

Welche Leistung hat die Photovoltaik-Anlage?

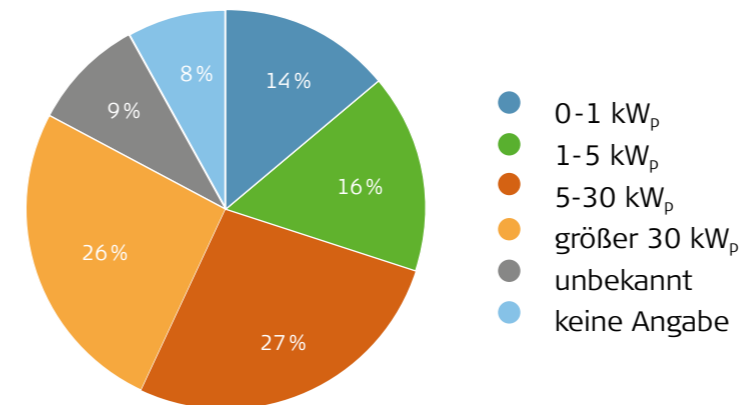


Abbildung 7 Leistungswerte schulischer Solaranlagen im Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“

Wie wird der Solarstrom genutzt?

Bei der Nutzung des Solarstroms gab es eine starke Entwicklung hin zur **Einspeisung in das öffentliche Energienetz**. Lag dieser Wert im ersten Durchgang bei ca. 1,4% so stieg er auf aktuelle 69,3% an. Im Gegensatz dazu nahm die reine Nutzung des Stroms als Demonstrationsanlage von ca. 94% auf 4% ab. Ein weiterer Anstieg auf ca. 13% ist zudem im Bereich der **schulinternen Nutzung** zu verzeichnen. Hier wird in Zukunft mit einem größeren Wachstum gerechnet, da der Eigenverbrauch des Solarstroms im Gegensatz zur Netzeinspeisung attraktiver geworden ist.

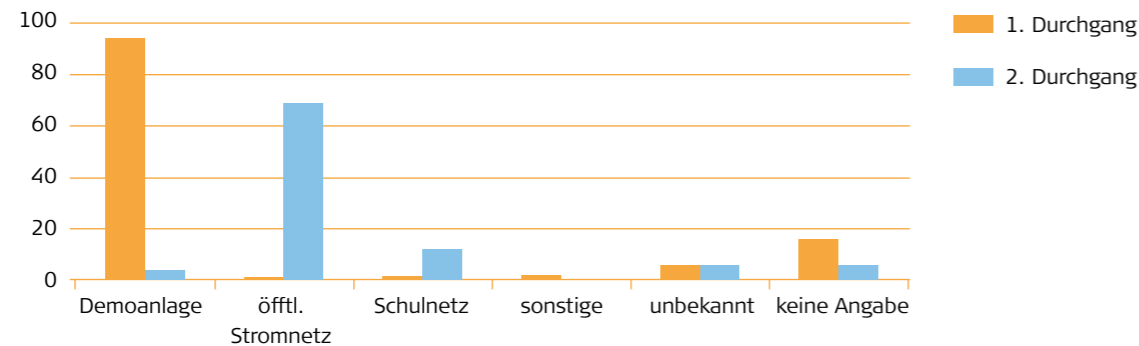


Abbildung 8 Nutzung des Solarstroms schulischer Solaranlagen im Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“ (Angaben in Prozent)

Was waren die Ziele bzw. Gründe für die Errichtung der Photovoltaik-Anlage?

Herausstechende Ziele, die mit dem Bau einer Solaranlage verfolgt wurden, waren zum einen der Beitrag zur **Minderung von Treibhausgasemissionen** und die Nutzung der Anlage als **Demonstrationsanlage**, um ein Bewusstsein für Erneuerbare Energien zu schaffen. Beide Gründe wurden mit ca. 60% oder mehr in beiden Projektdurchläufen bewertet. Mit 40% bis 50% lagen der „grüne“ Imagegewinn der Schule und die Nutzung der Anlage für pädagogische Zwecke knapp dahinter (Mehrfachnennungen waren möglich). Interessant ist, dass die Reduzierung der Energiekosten im ersten Durchgang nur für ein Viertel der Schulen ein Grund für die Planung der Anlage war. Auch wenn sich im zweiten Durchgang dieser Wert auf knapp 30% an hob, so sind die **Energiekosten kein wichtiger Grund für den Großteil der Schulen**.

Gab es Hemmnisse bei der Errichtung der Photovoltaik-Anlage? Welche waren es?

Hemmnisse, die die Schulen bei der Planung einer eigenen Solaranlage überwinden mussten, wurden eher gering eingeschätzt. Dennoch sind die beiden gewichtigsten Gründe zum einen die **Finanzierung** des Projektes und die **Statik bzw. die Bausubstanz des Gebäudes** auf das die Solaranlage gebaut werden soll. Beide Gründe wurden mit jeweils ca. 5% angegeben. Sie betreffen somit insgesamt 90 der befragten Schulen.

2.1 Organisation

Organisation ist alles! Was einfach klingt, kann ziemlich schwierig sein, denn um spätere Probleme und Missverständnisse zu vermeiden, sollten Verantwortungsbereiche bereits zum Projektstart festgelegt werden. Dabei muss vor allem beachtet werden, welche Aufgaben es zu bewältigen gibt und wer welchen Aufgabenbereich übernimmt. Hinzu kommt, dass neben der Schule auch Institutionen wie die Stadtverwaltung, das Finanzamt, der Schulträger, Fördervereine und die Medien eine wichtige Rolle spielen werden. Das folgende Kapitel soll Ihnen bei der Planung Ihres Projektes „Solaranlage“ helfen und gibt zudem Hinweise zu unterschiedlichen rechtlichen Modellen für die Trägerschaft und den Bau der Anlage.

Wer macht mit?

Zunächst soll geklärt werden, wer alles am Bau der Solaranlage beteiligt ist. Im Verlauf des Leitfadens werden unterschiedliche Akteure angesprochen. Diese werden an dieser Stelle überblicksartig mit ihrer wichtigen Eigenschaft benannt. Die Liste erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da jede Schule häufig sehr individuelle Ansprüche hat. Sie soll Ihnen einen ersten Eindruck vermitteln.

| Akteur | Wichtig für... |
|---|--|
| Stadtverwaltung (Bauamt) | Gebäudeunterlagen und Genehmigung zum Bau der Anlage |
| Schulträger | Gebäudeunterlagen und Grundstücksfragen (auch bei Verpachtung) |
| Mitglieder der Schule (Schüler, Eltern, Lehrer) | Mitarbeit in Projektgruppe und im Verein bzw. dem Projektträger, Spendenakquise bzw. Spendenbeteiligung, Öffentlichkeitsarbeit |
| Projektträger | Eigentümer der Solaranlage (z.B. Projektgesellschaft, Schulträger, Förderverein) |
| (Förder-) Verein | Spendenakquise, Öffentlichkeitsarbeit, kann Vertragspartner für Dritte bzgl. Bau und Betrieb der Anlage sein |
| Presse & Medien, Meinungsbildner (z.B. Kirche, regionale Umweltschutzgruppen) | Öffentlichkeitsarbeit, zusätzliche Unterstützung |
| Personen öffentlichen Lebens | Öffentlichkeitsarbeit (z. B. als Pate) |
| Bürger der Gemeinde | finanzielle Unterstützung |
| Industrie und Handwerksbetriebe | Planung und Installation der Solaranlage, Sponsoring-Partner, finanzielle Unterstützung |
| ... | |

Tabelle 2 Akteure beim Bau einer Solaranlage

Wer macht was?

Folgende Aufgabenbereiche werden im Verlauf des Projektes auf die Beteiligten zukommen. Hilfestellungen zu den einzelnen Bereichen finden Sie in den folgenden Kapiteln des Leitfadens. Lassen Sie sich nicht von der Aufgabenflut abschrecken, **Aufgabenteilung** ist hier das Stichwort. Zudem sollten für komplexe technische, betriebswirtschaft-

liche oder juristische Angelegenheiten Fachleute zu Rate gezogen werden, denn die Anschaffung einer Solaranlage geht mit einem höheren finanziellen Aufwand und Risiko einher, als dies im Schulalltag üblich ist.

Vor dem Projekt:

- Potentielle Plätze für die Solaranlage ausfindig machen, um zu klären, ob eine Solaranlage auf dem Schulgelände realisiert werden kann und dies mit dem Schulträger abstimmen.
- Mitstreiter finden und eine Projektgruppe aufstellen.

Während des Projektes:

- Abschätzen der Kosten
- Öffentlichkeitsarbeit und Spendenakquise
- Angebote lokaler Handwerker vergleichen
- Je nach finanzieller und rechtlicher Lage: Gründung eines externen Trägers oder einer Schülerfirma, Suche nach einem Investor, Pächter, usw.
- Dokumentation des Projektes (siehe Kapitel 2.5 Die Anlage steht! Und nun?)

Nach dem Projekt:

- Reinigung und Betreuung der Anlage
- Pädagogische Nutzung der Anlage im Unterricht und in Schulprojekten
- Dokumentation des Projektes

Viele Schulen haben eine sehr individuelle Lösung gefunden, weshalb auch diese Aufstellung nicht vollständig sein kann. Insbesondere die Einbindung der SchülerInnen kann sehr spannend sein, denn sie können wichtige Aufgaben wie Öffentlichkeitsarbeit und Spendenakquise übernehmen (z.B. in Schülerfirmen oder Projekt-AGs). Wie andere Schulen ihre SchülerInnen in das Projekt eingebunden haben, erfahren Sie im letzten Kapitel des Leitfadens. Als Projektleiter empfiehlt sich in der Regel jedoch eine Person aus dem Schulumfeld (Lehrer, Direktor, Eltern). Dies gilt umso mehr bei der Frage nach dem rechtlichen Eigentümer der Solaranlage, denn diesem fließen die Gewinne aus der Solarstromerzeugung zu, er ist aber auch häufig Vertragspartner für Außenstehende. Mögliche Modelle werden im nächsten Abschnitt erläutert.

Wer ist der rechtlicher Eigentümer?

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten diese Frage zu beantworten. Gleich ist allen das zentrale Glied eines **Projektträgers**. Dieser ist für die Arbeit am Projekt Solaranlage hauptverantwortlich und meist rechtlicher Eigentümer der Anlage.

Projektträger kann sein...

- der Schulträger oder der Förderverein der Schule
- externe Unternehmen oder Gesellschaften (z.B. bei Verpachtung)
- eine Personengesellschaft
- eine Schülerfirma (in Verbindung mit dem Schulträger/Förderverein)

Sollten Sie in der Lage sein die finanziellen Mittel für eine eigene Anlage aufzubringen, so bieten sich der **Schulträger** oder der **Förderverein der Schule** als rechtliche Eigentümer der Solaranlage an. Beide Varianten weisen in Bezug auf den Bau und Betrieb einer Solaranlage unterschiedliche Vor- und Nachteile auf: Bei einem öffentlichen Schulträger, wie zum Beispiel dem Schulverwaltungsamt, wird auf die Beteiligten eine nicht zu unterschätzende Auseinandersetzung mit den bürokratischen Strukturen des Schulträgers zukommen. Dies kann bei einem privaten Schulträger etwas einfacher sein. Bei dem schulischen Förderverein fällt der bürokratische Aufwand geringer aus. Der Nachteil des Fördervereins liegt jedoch in der Summe seiner steuerpflichtigen Umsätze pro Jahr. Bei Jahresumsätzen über 17000 € ist der Förderverein meist umsatzsteuerpflichtig. Dies ist abhängig von den steuerrechtlichen Gegebenheiten. Beim Schulträger trifft dies überwiegend erst ab einer Summe von 30000 € pro Jahr und Kostenstelle zu. Folglich ist es bei größeren Solaranlagen ratsam den Schulträger als Kooperationspartner zu gewinnen.

Sollten Sie nicht die Mittel für eine eigene Sonnenstromanlage aufbringen können, so kann eine Verpachtung des Daches an **externe Unternehmen oder Gesellschaften**, die eine Anlage bauen möchten, sinnvoll sein. Hierfür muss lediglich ein Pachtvertrag abgeschlossen werden, der insbesondere die pädagogische Nutzung der Solaranlage regelt. Da der Hauseigentümer häufig der Schulträger ist, kann ein Pachtvertrag direkt über diesen Weg geschlossen werden. Genauere Informationen finden Sie in Kapitel 2.3.

Es bietet sich auch an eine Bürgersolaranlage auf das Schuldach zu installieren, wenn sich beispielsweise Lehrer und Eltern an der Solaranlage in Form einer **Personengesellschaft** beteiligen möchten. Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine Verpachtung (siehe oben). Personengesellschaften werden sehr häufig bei Bürgersolaranlagen als rechtlicher Eigentümer gegründet und können sich auch für den Bau einer schulischen

Solaranlage anbieten. Sie sind ein Zusammenschluss von natürlichen bzw. juristischen Personen, die sich mit Eigenkapital an der Finanzierung einer Solaranlage beteiligen. Der Gewinn aus der solaren Stromerzeugung kann anschließend auf die Gesellschafter aufgeteilt werden. Übliche Beträge sind, abhängig von den eigenen Möglichkeiten, zwischen 500 € und 10.000 €. Die beiden häufigsten Formen sind dabei die GbR (Gesellschaft bürgerlichen Rechts) und die KG (Kommanditgesellschaft, auch GmbH & Co. KG). Der Vorteil von Personengesellschaften ist die Möglichkeit zur Gewinnerwirtschaftung, die Schulen oder Fördervereinen meist nur in begrenztem Maße gestattet ist. Zudem zeichnet sich insbesondere die GbR durch einen geringen Verwaltungsaufwand aus, weshalb sie beispielsweise vom Solarverein Berlin-Brandenburg e.V. zum Bau von Bürgersolaranlagen empfohlen wird. Problematisch ist jedoch, dass in einer Personengesellschaft alle Gesellschafter (also alle Mitglieder der Gesellschaft) mit dem Gesellschaftsvermögen



Der Solarverein Berlin-Brandenburg e.V. bietet Beratung und Links zu Bürgersolaranlagen in Deutschland: www.solarverein-berlin.de

und ihrem Privatvermögen haften. Um hier Nachteile für die Gesellschafter zu vermeiden und das Risiko zu minimieren, wird empfohlen professionelle Hilfe zum Beispiel bei den Betreibern einer Bürgersolaranlage, einem Solarverein, einem Steuerberater oder einem Wirtschaftsanwalt in Anspruch zu nehmen.

Der größte pädagogische Nutzen für die Schülerinnen und Schüler, im Vergleich zu einer Projektgruppe die nur aus Vertretern des Schulträgers oder des Fördervereins bestünde, ist die Einbindung einer **Schülerfirma** in den Planungsprozess der Solaranlage. Da diese keine juristische Person ist, kann sie nicht als rechtlicher Eigentümer der Solaranlage auftreten. Es gibt jedoch trotzdem Möglichkeiten Solaranlagen im Rahmen einer Schülerfirma zu bauen und zu betreiben. Die Verantwortlichkeit für das wirtschaftliche Handeln einer Schülerfirma wird im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung festgelegt. Diese besteht in den meisten Fällen entweder zum Schulträger oder zum Förderverein der Schule, der dann als Vertragspartner für Dritte und als rechtlicher Eigentümer auftritt. Beide Varianten weisen in Bezug auf den Bau und Betrieb einer Solaranlage unterschiedliche Vor- und Nachteile auf, wie sie bereits weiter oben besprochen wurden. Sollten Schulträger und Förderverein nicht gewillt sein, für das wirtschaftliche Handeln der Schülerfirma die Verantwortung zu übernehmen bzw. sollte es keinen Förderverein an der Schule geben, so gibt es die Möglichkeit einen Förderverein zu initiieren oder einen Bildungsträger aus der Nachbarschaft bzw. einen Träger der Jugendhilfe (z.B. eine Jugendbildungsstätte) für die Kooperationsvereinbarung zu gewinnen. Bei der Gründung einer Schülerfirma hilft





Servicestelle Schülerfirmen: www.kobranet.de
Handbuch Schülerunternehmen „Firmensitz 9b“: www.dkjs.de/publikationen/publikationen/perspektiven-schaffen.html

Ihnen beispielsweise die Servicestelle Schülerfirmen von kobra.net, sowie die Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (DKJS). Wenn Sie Fragen zu Fördervereinen haben, so wenden Sie sich an die Landesverbände schulischer Fördervereine.

2.2 Platzbedarf

Noch bevor man mit der Planung beginnt, sollte man sich eine Übersicht davon verschaffen, wo die zukünftige Anlage stehen könnte. Neben dem Platzbedarf ist natürlich auch wichtig, ob der Standort bautechnisch für eine Solaranlage geeignet ist (z.B. bei einem Dach). In der Regel wird dies vom Schulträger festgelegt. Trotzdem kann es nicht schaden vorab Vorschläge zu erarbeiten.

Gesucht ist ein schattenfreier Ort, an dem ganzjährig eine direkte Sonneneinstrahlung ohne Beschattung durch Bäume, Häuser oder andere Hindernisse herrscht. Bei Bäumen sollte man außerdem darauf achten, dass die Anlage im Herbst nicht durch den Blätterfall beeinträchtigt wird.

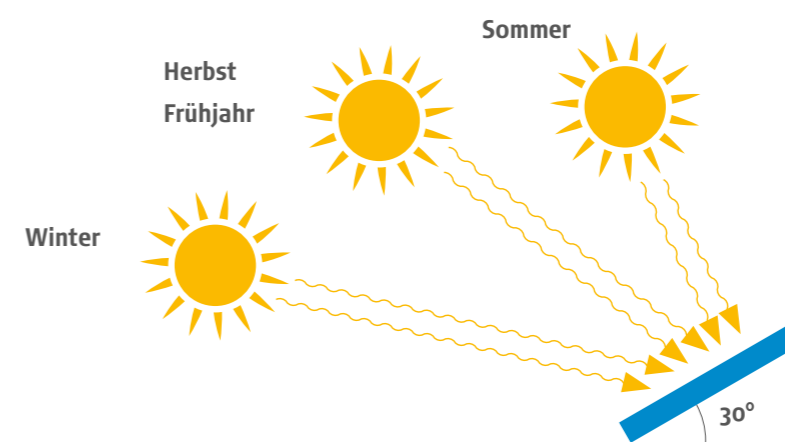


Abbildung 9 Sonnenstand

Optimal ist ein Dach, eine Fassade oder eine freie Fläche mit südlicher Ausrichtung! Je besser die Anlage ausgerichtet ist, desto höher ist der Ertrag. Dies gilt auch für die Neigung der Anlage entsprechend dem Winkel in dem die Sonnenstrahlen auf der Erde eintreffen. Dieser Winkel ändert sich je nach Tages- und Jahreszeit. In Deutschland hat eine Anlage bei 30° Neigung den höchsten Ertrag pro Jahr. Ein positiver Nebeneffekt ist, dass sich eine geneigte Anlage bei Regen selbst reinigt, da das Regenwasser den gelösten Schmutz mitnimmt.



Wie viel Platz Sie nun aber tatsächlich für Ihre Anlage benötigen, ist von zwei Faktoren abhängig:

| Zellmaterial | Benötigte PV-Fläche für 1 kW _p |
|---|---|
| Monokristallin (Hochleistungszellen: 6-7 m ²) | 7-9 m ² 6-7 m ² |
| Polykristallin | 7,5-10 m ² |
| Kupfer-Indium-Diselenid (CIS) | 9-11 m ² |
| Cadmiumtellurid (CdTe) | 12-17 m ² |
| Dünnschichtzelle (Amorphes Silizium) | 14-20 m ² |

Die **Gesamtleistung von Solar-modulen** wird in Watt_{peak} (W_p) angegeben. »Peak« kommt aus dem Englischen und bedeutet Spitze. Bei der Spitzenleistung in W_p handelt es sich um einen Idealwert, der unter optimalen Bedingungen – bei hoher Sonneneinstrahlung, senkrechter Be-strahlung der Solarmodule und einer bestimmten Modultemperatur – erreicht wird. Die reale Leistung weicht in der Regel von diesem Idealwert ab. Grob rechnet man in Deutschland mit 1.000 kWh Solarertrag im Jahr pro 1 kW_p installierte Leistung.

Abbildung 10 Zelltypabhängige Fläche pro kW_p

Zunächst gibt die von Ihnen ausgewählte **Gesamtleistung** der Anlage vor, wie viel Modulfläche sie benötigen (im Rückschluss gibt die vorhandene Fläche vor, wie viel Gesamtleistung Sie installieren können – was der Regelfall ist). Dies ist zudem abhängig vom Wirkungsgrad der ausgewählten Zelltypen (siehe Kapitel „Solarstrom vom Schuldach – Grundlagen zur Photovoltaik“), denn eine Anlage mit einem geringeren Wirkungsgrad (z.B. aus Dünnschichtzellen) benötigt für dieselbe Leistung mehr Fläche als eine Solaranlage aus kristallinen Zellen mit besserem Wirkungsgrad. Abbildung 10 zeigt, wie viel Fläche für eine Leistung von 1 kW_p für Module des jeweiligen Zelltyps benötigt wird. Wird diese Fläche nun auf ein südlich ausgerichtetes, schräges Dach gebaut, das idealer

Soll Ihre Anlage beispielsweise eine Leistung von 5 kW_p haben, so wird bei polykristallinen Modulen mit einem Wirkungsgrad von 10 % (Der Wirkungsgrad eines Moduls ist geringer als der einer Zelle, da hier zusätzlich Verluste zum Beispiel an Kontakten auftreten können) mindestens eine Fläche von 50 m² benötigt.

Weise sogar noch ungefähr 30° Neigung besitzt, so müssen sie nichts weiter beachten. Falls Ihre zukünftige Solaranlage aber auf einer Freifläche, oder einem Flachdach stehen soll, so sollten die Module aufgeständert werden, um eine Neigung von 30° zu erreichen. Sie werden also in mehreren Reihen hintereinander aufgestellt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass möglichst wenig **Verschattung** der Module untereinander stattfindet. Sind die Photovoltaik-Module zu nah aneinander gebaut, verringert der Schatten des vorderen Moduls den Ertrag des dahinter stehenden. Daher muss ein Abstand gewahrt werden, der der dreifachen Modulbreite entspricht und mit der folgenden Gleichung berechnet werden. Damit wird die Verschattung zwar nicht gänzlich vermieden, aber auf einen akzeptablen Wert reduziert. Der benötigte Platzbedarf für eine aufgeständerte Anlage ist ungefähr dreimal höher als die reine Modulfläche. Werden die Module nur um 15° geneigt, so ergibt sich ein geringerer Platzbedarf (zweimal so viel wie die reine Modulfläche). Dies ist beispielsweise bei Flachdächern üblich, wenn der Platz begrenzt ist.

Abschließend noch ein Tipp: Bedenken Sie, dass die Anlage auch gewartet werden muss. Zum Beispiel kann es nötig sein, ein Modul zu reparieren oder auszutauschen. Daher sollte ein **Abstand zu den Dachkanten von 1,5 m** ebenfalls beachtet werden, was zudem aus Gründen der Statik relevant ist.

Das folgende Beispiel soll Ihnen helfen, den benötigten Platzbedarf Ihrer Anlage besser einschätzen zu können bzw. die Größenordnung Ihrer Anlage auf einer vorhandenen Fläche abzuschätzen.

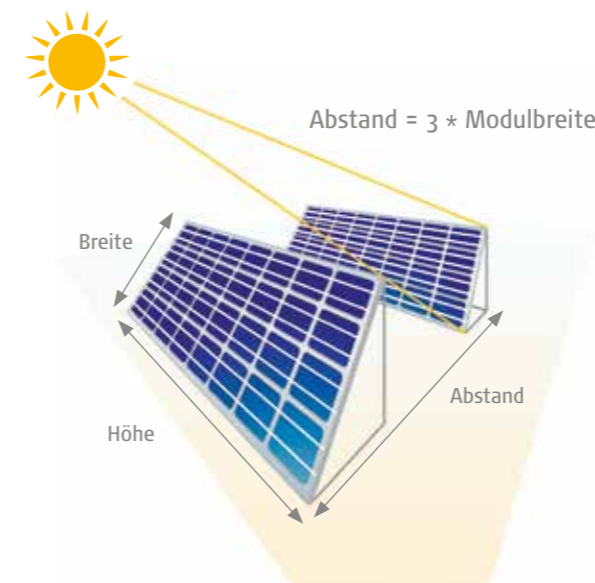


Abbildung 11 Reihenabstand bei aufgeständerten Modulen



Abbildung 12 Aufgeständerte Photovoltaikanlage der Moses-Mendelssohn-Oberschule Berlin

Beispiel „Platzbedarf“

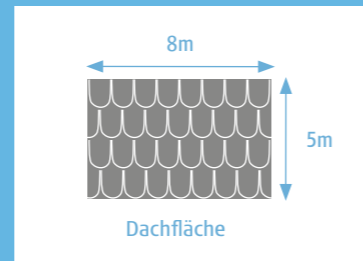
Das folgende Rechenbeispiel soll Ihnen einen Eindruck vermitteln, was auf Ihrem Dach möglich ist. Sie können mithilfe des Beispiels schon vor der Berechnung durch einen Planer ungefähr abschätzen, welche Anlagengröße Ihr Dach gestattet. Häufig ist der verfügbare Platz der limitierende Faktor, was die Wirtschaftlichkeit der Anlage betrifft.

Gegeben

Modul:

Länge = 1,65m, Breite = 1m, Zelltyp Polykristallin

Die verfügbare Dachfläche für beide Varianten (siehe nächste Seite) beträgt 40m². Dabei wurden zu den Dachkanten bereits 1,5m Abstand angenommen. Die Ausmaße sind der Skizze zu entnehmen.



Maximal mögliche Leistung

Die maximal mögliche Leistung der gegebenen Dachfläche ist abhängig von dem gewählten Zelltyp. Da die nötige Fläche pro kW_p bereits in Abbildung 10 zu finden ist (polykristallin: 10 m² je kW_p), kann bereits direkt die mögliche Leistung errechnet werden.

$$\text{mögliche Leistung} = \frac{\text{verfügbare Fläche}}{\text{Fläche pro kW}_p} = \frac{40 \text{ m}^2}{10 \frac{\text{m}^2}{\text{kW}_p}} = 4 \text{ kW}_p$$

Variante 1) Dach mit einer Neigung von 30°

Bei einem Dach mit der optimalen Neigung von 30° muss die Anlage nicht aufgeständert werden. In Abhängigkeit von der Modulgröße muss jedoch beachtet werden, dass die 40m² möglicherweise nicht komplett ausgenutzt werden können. Es sollte so wenig Platz wie möglich verschenkt werden. Für das vorgegebene Dach wurden unterschiedliche Montagearten betrachtet. Zur Betrachtung ihres eigenen Daches empfiehlt sich eine Skizze.

| | |
|--|---|
| | Bei einer Quermontage passen nur 4 Module auf 8m Dachbreite neben- und 5 Module übereinander. So werden nur 33m ² der vorhandenen Fläche genutzt. Es ergibt sich eine reale Leistung von ca. 3,3 kW _p . |
| | Bei einer Hochmontage passen 8 Module auf 8m Dachbreite neben- und 3 Module übereinander. So werden 39,6m ² der vorhandenen Fläche genutzt. Die reale Leistung kommt den 4 kW _p sehr nahe. |

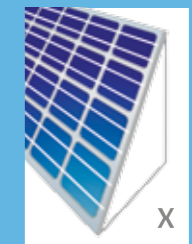
Variante 2) Flachdach

Bei einem Flachdach sollte die Anlage aufgeständert werden, damit der Ertrag optimiert wird. Um Verschattung zu vermeiden, muss ein Mindestabstand zwischen den Modulreihen gewährleistet werden. Abhängig von der gewünschten Neigung der Module ergeben sich unterschiedliche Mindestabstände.

30°: Reihenabstand = 3 · Breite = 3m

15°: Reihenabstand = 1 · Breite = 1m

Diese Angaben gelten für eine **Quermontage**. Eine Hochmontage ist nicht zu empfehlen, da so der Abstand aufgrund des längeren Schattens größer gewählt werden muss. Insbesondere bei Platzmangel wird auf eine Neigung von 15° zurückgegriffen, obwohl diese nicht optimal ist. So kann mehr Leistung installiert werden.



Das aufgeständerte Modul verbraucht weniger Fläche, da sich die benötigte Fläche nun aus der Strecke x und der Länge des Moduls zusammensetzt:

$$x = \text{Breite} \cdot \cos(\alpha)$$

Da der Reihenabstand jedoch verhältnismäßig groß ist, verringert sich die ausgenutzte Fläche trotzdem erheblich im Vergleich zum Schrägdach.

| | |
|--|---|
| | Der Länge nach passen 4 Module auf 8m Dachbreite (vgl. Quermontage), jedoch können aufgrund des Abstandes nur 2 Reihen installiert werden, da eine Reihe allein fast 3,9m (x=0,866m) benötigt. Somit ergibt sich eine Modulfläche von 13,2m ² . Die Leistung ist somit auf ca. 1,3kW _p begrenzt. |
| | Auch hier können 4 Module nebeneinander installiert werden. Eine Reihe braucht nur knapp 2m Platz (x=0,966m), sodass insgesamt 3 Reihen verbaut werden können (der Schatten der letzten Reihe muss nicht auf die Dachfläche passen). Dies ermöglicht eine Modulfläche von 19,8m ² , was eine Leistung von ungefähr 2kW _p erlaubt. |

2.3 Finanzierung

Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) garantiert, dass die in das Stromnetz eingespeiste Energie vergütet wird. Damit lässt sich die Investition refinanzieren. Zuvor muss jedoch das notwendige Kapital für die Errichtung der Solaranlage verfügbar sein. Zur Finanzierung muss zu Beginn erst einmal klar sein, was die Photovoltaikanlage kostet. Hierzu können Angebote mehrerer Installationsbetriebe eingeholt und verglichen werden. Anschließend sollte geprüft werden, ob Fördermittel zur Verfügung stehen, da insbesondere der Klimaschutz an öffentlichen Einrichtungen in verschiedenen Förderprogrammen des Bundes oder der Länder berücksichtigt wird. Das übrige Kapital wird über zinsgünstige Kredite bereitgestellt. Um den Kreditrahmen möglichst gering zu halten gibt es verschiedene Möglichkeiten um den Eigenkapitalanteil zu erhöhen.

Kosten einer Photovoltaikanlage

Anhand der zuvor bestimmten 5 kW_p Photovoltaikanlage soll eine Beispielrechnung zur Finanzierung erfolgen. Zuerst stellt sich die Frage, wie viel eine Solaranlage kosten wird.

Wenn Sie sich ein Angebot bei einem Unternehmen einholen, so wird dieses nicht den Einzelpreis der jeweiligen Komponenten beinhalten sondern lediglich zusammengefasste Preise. Dabei sollten grundsätzlich die folgenden Punkte aufgeführt sein:

- Solarmodule
- Wechselrichter
- Gleichstromseitige Verkabelung
- Montagesystem
- Ggf. Planungsleistungen
- Ggf. Zählerschrank
- Ggf. Datenlogger
- Wechselstromseitige Installation
- Dacharbeiten und Einrüstung
- Inbetriebnahme
- Dokumentation

Beispiel „Kosten einer 5 kW_p Solaranlage“

Gegeben

| | |
|-----------------------------|--|
| gewünschte Anlagenleistung: | 5 kW _p |
| Kostenbestandteile: | Preis pro kW _p Wartungs-, Betriebs- und Versicherungskosten Austausch des Wechselrichters |

Berechnung

Mit 5 kW_p zählt die Beispiel-Photovoltaikanlage zu den kleineren Systemen. Hier ist mit mittleren Preisen von ca. **1.600 € pro kW_p** (brutto) zu rechnen (eine Preisübersicht ist im Abschnitt „Kristalline Solarzellen oder Dünnschichttechnik?“ des ersten Kapitels enthalten). Für 5 kW_p ergibt sich somit ein Gesamtpreis von 8.000 € (brutto). Des Weiteren sollten **Wartungs-, Betriebs- und Versicherungskosten** in Höhe von ca. 1% der Anfangsinvestitionen pro Jahr berücksichtigt werden. Für den eventuellen **Austausch des Wechselrichters** sollten für einen Zeitraum von 20 Jahren weitere 300 € pro kW_p berücksichtigt werden. Ausgehend von einem mittleren Anlagenpreis von 8.000 € für 5 kW_p berechnen sich somit über einen Zeitraum von 20 Jahren folgende Gesamtkosten:

$$\text{Kosten} = 8.000\text{€} + 8.000\text{€} \cdot \frac{1\%}{\text{Jahr}} \cdot 20 \text{ Jahre} + 5 \text{ kW}_p \cdot \frac{300\text{€}}{\text{kW}_p} = 11.100\text{€}$$

Abgesehen von Zinseffekten steht unseren Kosten in Höhe von circa 11.100 Euro ein Ertrag von 17.974 (Berechnung siehe Beispiel EEG) Euro gegenüber. Aus der Differenz ergibt sich der **Gewinn in Höhe von 6.874 Euro**.



Programm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaik-Anlage:

<http://umweltinstitut.org/energie--klima/wirtschaftlichkeit-von-solaranlagen/berechnungstabellen-der-wirtschaftlichkeit-von-solar-anlagen-zum-herunterladen-212.html>

Eine explizite Wirtschaftlichkeitsberechnung ist im Rahmen dieses Leitfadens nicht vorgesehen. Interessierten empfiehlt sich ein Blick auf die Seiten des Umweltinstitut München e.V. Dieses bietet auf seiner Homepage ein kostenfreies excelbasiertes Programm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung an. Darüber hinaus steht dort auch ein Onlinevortrag zur genauen Erläuterung der Funktionsweise zur Verfügung.

Neben dem Anlagenpreis sollte beim Einholen von Angeboten auch darauf geachtet werden, dass die angebotenen Solarmodule die gängigen **Prüfzertifikate** IEC 61215 und IEC 61730 bzw. IEC 61646 und die **Schutzklasse II** aufweisen. Die entsprechenden Angaben befinden sich auf dem Produktdatenblatt des Moduls und geben Auskunft darüber, ob das Modul sicher ist und die Qualitätstests, in denen z.B. die Haltbarkeit der Module gegenüber Witterungseinflüssen getestet wird, erfolgreich absolviert hat. Darüber hinaus bietet es sich an den Installateur nach zuvor realisierten Anlagen zu befragen. Frühere Kunden geben zumeist gern ihre Erfahrungen mit der Firma weiter.

Fördermöglichkeiten und Kredite

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Da Erneuerbare Energien preislich (noch) nicht mit ihrer fossilen Konkurrenz mithalten können hat der Gesetzgeber mit Hilfe des EEG dafür gesorgt, dass eine Investition in solche Anlagen dennoch attraktiv wird und in Folge Massenproduktion und Wettbewerb zu stetig sinkenden Preisen führen. Das Gesetz besagt im Wesentlichen, dass die Energie die zum Beispiel von einer Photovoltaikanlage in das Stromnetz eingespeist wird vom Stromnetzbetreiber zu einem gesetzlich festgelegten Preis, der sogenannten Einspeisevergütung, abgenommen werden muss. Dieses Geld wird dem Stromnetzbetreiber dann wiederum von allen Stromkunden (bis auf einige Ausnahmen) erstattet, was allgemein als EEG-Umlage bekannt ist. So leistet jeder deutsche Stromverbraucher indirekt seinen Beitrag für die Energiewende. Die Vergütung wird dem Photovoltaikanlagenbetreiber 20 Jahre plus das Jahr der Inbetriebnahme der Anlage gewährt. Sie entspricht für den gesamten Zeitraum dem Vergütungssatz zu Betriebsbeginn. Im Laufe der Jahre werden dem Betreiber somit die Anschaffungskosten erstattet und es ergibt sich desweiteren ein Überschuss als Investitionsanreiz.



Abbildung 13 Der Bundestag

Für den Besitzer einer Photovoltaikanlage ist es wirtschaftlich sinnvoll, **möglichst viel des Solarstromes selbst zu verbrauchen**. Diesen Strom braucht er nicht aus dem Stromnetz beziehen, wodurch Geld gespart wird. Die Kosten für eine kWh (Kilowattstunde) Solarstrom sind weit niedriger als die Kosten für Strom aus dem Netz, sodass eine Privatperson ca. **3 Cent pro kWh** spart. Je mehr Solarstrom selbst verbraucht wird, desto größer wird dieser Vorteil. Zukünftig kann hier sogar mit einem weiteren Vorteil zu Gunsten der Solarenergie gerechnet werden, da die Kosten für Strom aus dem Netz steigen werden.

Anträge für den Netzanschluss und die Einspeisevergütung nach dem EEG werden bei dem zuständigen Verbundnetzbetreiber (VNB) gestellt.

Die Einspeisevergütung

Durch den Erfolg des EEG ist eine Massenproduktion entstanden. Die Preise für Photovoltaikanlagen sinken kontinuierlich. Damit sich die Anlagenbetreiber nicht eine „goldene Nase“ auf Kosten der Allgemeinheit verdienen und die finanzielle Belastung der Stromkunden gering bleibt, wird die Einspeisevergütung immer weiter gesenkt. Diese Absenkung wird als Degression bezeichnet. Seit dem 1. Mai 2012 beträgt die monatliche Basisdegression 1% gegenüber dem jeweiligen Vormonat. Ab 1. November 2012 hängt die Degression von der Anzahl neu gebauter Photovoltaikanlagen in Deutschland innerhalb eines bestimmten Zeitraumes ab. **Je höher der Zubau, desto höher die Degression.** Die folgende Tabelle zeigt die gültigen Vergütungssätze ab April 2012. Die Vergütung für eine 5 kW_p Solaranlage wird in der folgenden Beispielbox berechnet.

| Datum der Inbetriebnahme | < 10 kW _p | 10 bis 40 kW _p | 40 kW _p bis 1 MW _p | 1 bis 10 MW _p |
|--------------------------|----------------------|---------------------------|--|--------------------------|
| 01.04.2012 | 19,50 | 18,50 | 16,50 | 13,50 |
| 01.05.2012 | 19,31 | 18,32 | 16,34 | 13,37 |
| 01.06.2012 | 19,11 | 18,13 | 16,17 | 13,23 |
| 01.07.2012 | 18,92 | 17,95 | 16,01 | 13,10 |
| 01.08.2012 | 18,73 | 17,77 | 15,85 | 12,97 |
| 01.09.2012 | 18,54 | 17,59 | 15,69 | 12,84 |
| 01.10.2012 | 18,36 | 17,42 | 15,53 | 12,71 |
| 01.11.2012 | 17,84 | 16,93 | 15,10 | 12,35 |
| 01.12.2012 | 17,35 | 16,46 | 14,68 | 12,01 |

Tabelle 3 Einspeisevergütung pro kWh für PV-Anlagen bei einer Inbetriebnahme zwischen April und Dezember 2012.

Beispiel „Vergütung für eine 5 kW_p Solaranlage“

Die Beispielsolaranlage hat eine Anlagenleistung von 5 kW_p und wurde am 1.7.2012 in Betrieb genommen. Die mittleren Kosten der Solaranlage wurden in der Beispielbox im Kapitel „Kosten einer Photovoltaikanlage“ auf 11.100 € berechnet. Die Vergütung wird berechnet mithilfe der Anlagenleistung, dem Ertrag der Anlage in Deutschland über den Vergütungszeitraum und dem Vergütungssatz ab dem Inbetriebnahmezeitpunkt. Der Vergütungssatz ist fest für die 20 Jahre.

Gegeben

| | |
|---|---|
| Anlagenleistung: | 5 kW _p |
| Vergütungszeitraum: | 20 Jahre |
| Vergütungssatz ab Inbetriebnahme (siehe Tabelle 3): | 18,92 Cent/kW _p = 0,1892 €/kW _p |
| Ertrag: | 950 kWh/kW _p und Jahr |

Berechnung

$$\text{Einspeisevergütung} = 5 \text{ kW}_p \cdot 950 \frac{\text{kWh}}{\text{kW}_p \cdot \text{Jahr}} \cdot 20 \text{ Jahre} \cdot 0,1892 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 17.974\text{€}$$

Bundesweite Förderprogramme

Der Projektträger Jülich/Forschungszentrum Jülich wurde von der öffentlichen Hand beauftragt auf Grundlage des „Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung“ Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen mit einem Zuschuss zu fördern. Anträge können ausschließlich innerhalb des Antragszeitraums vom 01. Januar bis 31. März eines Jahres beim Projektträger Jülich gestellt werden.

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau bietet im Rahmen ihres Förderprogramms „Erneuerbare Energien – Standard“ unter der Programmnummer 274 günstige Kreditkonditionen an. Diese beinhalten effektive Zinssätze ab 2,07 % (Stand 2012) pro Jahr, langfristige Finanzierung und eine tilgungsfreie Anlaufzeit. Ein Antrag auf einen solchen Kredit kann bei der Hausbank gestellt werden. Informationen dazu gibt es unter:



Internetseiten für Bundesweite Förderprogramme
Jülich: www.ptj.de, Kreditanstalt für Wiederaufbau: www.kfw.de

Landesspezifische Förderprogramme

Zusätzlich zu bundesweiten Förderprogrammen bieten auch einige Bundesländer separate Förderprogramme an, die im Folgenden aufgezählt sind (Stand: 09.2012):

Saarland

Im Rahmen des Förderprogramms „Klima Plus Saar“ werden unter anderem Photovoltaikanlagen auf Schuldächern mit einem Zuschuss von 800 Euro je kW_p bis Dezember 2014 gefördert (max. 10.000 Euro). Nähere Informationen unter:



Förderprogramm in Saarland
www.saarland.de/632.htm

Thüringen

Anlagen mit einer Mindestgröße von 10 kW_p werden im Rahmen des „1000-Dächer-Programm“ bis Ende 2013 gefördert. Es werden Zuwendungen in Höhe von bis zu 20% der Kosten (Anschaffung für Anlage, Installation, Hausanschluss, Kosten für Ingenieurleistungen) gewährt. Nähere Informationen unter:



Förderprogramm in Thüringen
www.aufbaubank.de

Hessen

Über den Energiekredit der Landesbausparkasse Hessen-Thüringen können netzgekoppelte Photovoltaikanlagen in Hessen und Thüringen sogar gänzlich ohne Eigenkapital mit einem zinsgünstigen Darlehen finanziert werden. Das Darlehen ist kombinierbar mit anderen Förderprogrammen. Nähere Informationen unter:



Förderprogramm in Hessen
www.lbs.de/ht/die-lbs/aktionen/energiekredit-solarstrom

Nordrhein-Westfalen

Die Landesförderung progres.nrw 2012 fördert regenerative Energieanlagen in NRW. Photovoltaikanlagen bis maximal 10 kW_p werden mit 500€ je kW_p bezuschusst. Das Förderprogramm endet 2015. Anträge müssen jedoch im Zeitraum von Februar und November gestellt werden.



Förderprogramm in NRW
www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/f/foerderprogramm_progres_nrw/index.php

Baden-Württemberg

Im Rahmen des Programms „Klimaschutz-Plus“ werden bis zum 31.03.2012 bauliche und technische Maßnahmen sowie besonders innovative Projekte gefördert, die der Einsparung von CO₂-Emissionen dienen. Nähere Informationen unter:



Förderprogramm in Baden-Württemberg

www.l-bank.de/lbank/inhalt/nav/oeffentlicheeinrichtungen/_umweltschutz/klimaschutz-plus.xml?ceid=100164



Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

www.foerderdatenbank.de

Aktuelle Förderprogramme selber erschließen!

Über die aktuellen Förderprogramme der EU, des Bundes und der Länder gibt die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie einen Überblick werden.



Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

www.solartechnikberater.de

www.solarserver.de

www.energiefoerderung.de

www.dgs.de

www.kfw-foerderbank.de

Es ist zu beachten, dass sich aufgrund der Dynamik besonders bei den Förderprogrammen der Länder aber auch der Banken die Randbedingungen kurzfristig ändern können. Deshalb sollte vor Antragstellung die jeweils gültige Richtlinie bei der zuständigen Stelle erfragt werden. Darüber hinaus können zeitnahe die Konditionen im Internet unter den folgenden Adressen abgerufen werden.

Aktionen – Eigenkapital erhöhen

Selbst beim besten Kredit muss man das Geld auch wieder zurückzahlen können. Und staatliche Zuschüsse finanzieren meist nur einen Teil des Projekts. Daher: je weniger Geld man leihen muss, desto besser! Eigenkapital ist das Stichwort. Falls die Schüler noch vom letzten Spendenlauf außer Puste sind, sollte man sich mal eine andere Aktion einfallen lassen. Die eigene Kreativität ist also gefragt! Hier ein paar Ideen, Anregungen und Beispiele, wie man zusätzliche Mittel für Schulsolaranlage einnehmen kann.

Die Klassiker:

- Basare (selbstgemachter Kuchen, Crepes, geschmierte Brote, frisch gepresster Saft in der Schulpause und bei Veranstaltungen)
- der alt bewährte Spendenlauf
- Veranstaltungen mit Eintritt oder Bitte um Spende (z.B. Theaterveranstaltungen der Theater AG, Umwelt-Benefizkonzert des Schulchors oder der Schulband, Weihnachtskonzert, Schulkino in der Aula ...)
- Schulpartys – Beim Sommerfest, Frühlings- und Herbstball werden Aula oder Turnhalle zur Disco (vielleicht sogar unter dem Motto „Regenerative Energien“!)

Ideen, auf die Sie vielleicht noch nicht gekommen sind:

- Energie- und Wassereinsparung an der Schule! Direkt Geld einsparen, durch Energie sparen. Mit Projekten wie fifty/fifty, kann Ihre Schule Energie einsparen und erhält die Hälfte der eingesparten Kosten als Gewinn vom Schulträger. Dieses Geld kann direkt in die Finanzierung einer Solaranlage fließen.



Einen spannenden Film und genauere Infos zu fifty/fifty finden Sie unter:

www.ufu.de/de/bildung/filme.html

sowie www.ufu.de/de/fifty-fifty/fiftyfifty-film.html

- Preisgeld durch Teilnahme an Wettbewerben
- Spendenbox im Foyer mit Plakat für das Projekt Solaranlage
- Gemeinsam Musizieren: Schüler- und Lehrergruppen, die in der Fußgängerzone musizieren und das Projekt mithilfe von Plakaten und mit Bitte nach einer Spende bewerben. Dazu sollte man sich vorher kurz beim Ordnungsamt informieren, ob das auch in Ihrer Gemeinde/Stadt erlaubt ist.
- Entwerfen eines Jahreskalenders mit Zeichnungen der Schüler (z.B. Karikaturen von Schulsituationen, oder einfach die besten Werke der letzten Jahre). Der Kalender kann bei Veranstaltungen nebenbei verkauft werden.
- Flohmarkt



- Sammeln und Verkauf leerer Druckerpatronen, jedoch werden nicht alle Patronen gegen Zahlung zurückgenommen.

 Abnehmer leerer Druckerpatronen, z. B.:


www.sammel-mit.de
www.geldfuermuell.de

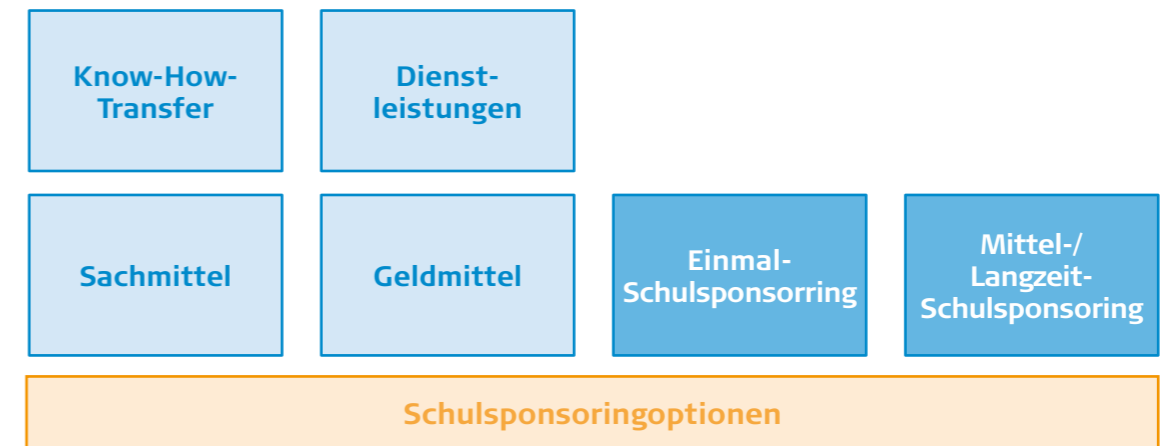
- Eintägige Schnupperpraktika in Betrieben – auch hier erhält man einen kleinen Lohn. Es könnten auch direkt interessierte Sponsoringpartner ausfindig gemacht werden. Beachten Sie unbedingt das Jugendarbeitsschutzgesetz. Der Lohn sollte nicht bar ausgezahlt werden, sondern am besten direkt an das Konto für das Solarprojekt gehen.
- Verkauf symbolischer Solaraktien für die Solaranlage (Spenden)
- Aktienbeteiligung von Privatanlegern (Eltern, Großeltern der Schüler, Interessierte) oder eines Fördervereins, die an der Gewinnausschüttung beteiligt werden.

Noch keine passende Idee dabei? Dann werden Sie einfach selber kreativ.

Sponsoring

Schulsponsoring ist eine weitere Möglichkeit, Hilfe bei der Durchführung des Projekts Schulsolaranlage zu bekommen. Es steht für eine projektbezogene Förderung durch Unternehmen. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten bei einer solchen Sponsoringpartnerschaft, von denen die Schule profitieren kann.

 Ein guter Leitfaden zum Thema Schulsponsoring inkl. Sponsoring-Mustervertrag wurde vom Schulministerium NRW veröffentlicht:
www.partner-fuer-schule.nrw.de/leitfaden.php



Da beim Schulsponsoring die Gefahr besteht, die Schule als Werbeträger zu missbrauchen, ist es sehr wichtig klare Grenzen und Regeln festzusetzen: Der Bildungs- und Erziehungsauftrag, also der klare pädagogische Nutzen einer Sponsoringpartnerschaft sollte immer im Vordergrund stehen. Die Schule ist kein Ort für Werbekampagnen und sollte daher stets werbefrei bleiben! Grundsätzlich gilt daher das folgende Prinzip beim Schulsponsoring: **Förderung der Schule gegen Imageförderung des Unternehmens.**

Schulsponsoring sieht also durchaus eine Gegenleistung für das fördernde Unternehmen vor. Der Nutzen für Unternehmen liegt aber nicht in Absatzsteigerung eines Produktes (was Werbung bedeuten würde), sondern vor allem im Imagegewinn. Das Unternehmen kann so beispielsweise Beziehungen zum regionalen Umfeld aufbauen und verbessern, häufiger und positiv in der regionalen Presse (und in der Schulzeitung) erwähnt werden, Vorurteile gegenüber der Wirtschaft oder dem Unternehmen beseitigen und seinem Bewusstsein für gesellschaftspolitische Verantwortung nachdruck verleihen. So stärkt eine Unterstützung beim Bau einer Solaranlage vor allem auch das Image eines Unternehmens in Bezug auf Umweltthemen. Des Weiteren kann ein Unternehmen auch von der

Die Oberwald-Hauptschule in Karlsruhe konnte erfolgreich Computer- und Energieberatungsleistungen durch Sponsoring finanziert bekommen. Nähere Informationen finden Sie auf der SchulInternetseite:

www.oberwaldschule.de/sponsoren

Die Integrierte Gesamtschule Linden in Hannover konnte bereits Sachspenden, wie Computer und Finanzspenden von bis zu 50.000 € von verschiedenen Unternehmen einwerben. Allerdings äußert sich die Schule auf ihrer Internetseite auch kritisch zum Sponsoring:

www.schulelternrat.de/tigspoons

Partnerschaft profitieren, indem Kontakt zu potentiellen Nachwuchskräften aufgebaut wird: zukünftige Auszubildende oder Praktikanten könnten so gewonnen werden. Der Leitfaden „Schulsponsoring heute“ des Schulministeriums NRW (siehe Internettipp) gibt zudem folgende Hinweise für konkrete legale Gegenleistungen der Schulen:

- Präsenz des Sponsors während Schulveranstaltungen
- Erwähnung des Sponsors und Nutzung des Sponsorenlogos bei Schulpublikationen (z.B. Schuljahrbuch und Schülerzeitung)
- Erwähnung des Sponsors bei Pressemitteilungen und Pressekonferenzen
- Firmenlogo auf gesponserten Gegenständen
- Präsenz des Firmenlogos in Schaukästen und Vitrinen der Schule
- Freigabe des Sponsoringprojektes für die Unternehmensinterne Kommunikation

Dem Imagegewinn des Unternehmens kann natürlich durchaus auch ein messbarer wirtschaftlicher Gewinn folgen. Bei der Suche nach potentiellen Sponsoringpartnern sollte man vor allem darauf achten, ob das Image des Partners auch zur Schule passt. Partner können sein: Handwerksbetriebe (die zum Beispiel beim Aufbau der Anlage helfen), Vereine, Stiftungen, Banken, Bauversicherungen, Städte und Gemeinden, Energieversorgungsunternehmen und umweltbewusste Firmen aus allen Branchen.

Verpachtung

Sofern man sich vor der eigenen Investition scheut, nicht das notwendige Kapital aufbringen kann oder aus sonstigen Gründen die Photovoltaikanlage nicht selbst errichten möchte, so bietet sich noch die Verpachtung des Daches an. Je größer die zur Verfügung stehende Dachfläche ist desto lukrativer kann eine Verpachtung werden. Eine pädagogische Nutzung der Anlage sollte jedoch auf jeden Fall im Voraus mit dem Anlagenbetreiber abgesprochen werden.

Pacht und Miete

Der Unterschied zwischen Pacht und Miete besteht in der sogenannten „Fruchtziehung“. Der Pächter darf die Sache nicht nur nutzen, sondern auch die Früchte, also die Erträge aus der Sache einbehalten. Verpachten Sie ihr Schuldach, so darf der Pächter seine Anlage bauen und die Stromerträge einbehalten.

Was ist zu tun?

Um ein Dach potenziellen Investoren anzubieten, können zum Beispiel Internetplattformen wie die Dachbörse genutzt werden. Dort kann ein Vermarktungsauftrag erteilt werden. Anschließend wird genau geprüft, ob die angebotene Dachfläche vermarktungsreif ist. Ist dies der Fall, so wird die Dachfläche möglichen Investoren angeboten. Um allen Parteien Sicherheit zu gewährleisten wird ein Pachtvertrag abgeschlossen. Um sich ein Bild davon machen zu können, wie ein solcher Pachtvertrag aussehen kann bietet z.B. der Solarserver ein kostenloses Muster zum Download an. Neben dem Abschluss eines Pachtvertrages erfolgt in der Regel auch eine Eintragung des Betreibungsrechtes in das Grundbuch, so dass der Investor abgesichert ist, sollte das Schulgebäude eines Tages den Eigentümer wechseln und dieser keine oder vielleicht eine eigene Photovoltaikanlage auf dem Dach wollen. Grundbuch, so dass der Investor abgesichert ist, sollte das Schulgebäude eines Tages den Eigentümer wechseln und dieser keine oder vielleicht eine eigene Photovoltaikanlage auf dem Dach wollen.



Dachbörse zur Verpachtung: www.dachboerse.net

Muster-Pachtvertrag: www.solarserver.de/service-tools/dachmietvertrag.html

Pachthöhe

Die Höhe der Pacht muss selbstverständlich geringer sein als der Gewinn der durch den Photovoltaikanlage erwirtschaftet wird. Anderenfalls bestünde kein Anreiz für den Investor. Um eine spätere Unzufriedenheit des Verpächters zu vermeiden, sollte er sich ggf. darüber informieren welchen Gewinn er erwirtschaften würde, wenn er selbst investiert. Die Höhe der Pacht ist letztlich abhängig vom Gewinn der mit der Photovoltaikanlage erzielt werden kann. Sie ist insbesondere vom Inbetriebnahmezeitpunkt und dem erzielbaren Ertrag abhängig, da die Einspeisevergütung zukünftig weiter sinkt. Es können fixe Pachtbeträge, ertragsabhängige oder auch Kombinationen aus beidem eingesetzt werden. Im Allgemeinen beträgt die Pacht ca. 3–5 % der erzielten Einspeisevergütung. Wichtiger ist hier jedoch die pädagogische Nutzung der Solaranlage, die ebenfalls vertraglich geregelt werden sollte.

2.4 Installation

Die Finanzierung steht, die Installation rückt näher und Sie sind bereits in verdienter Vorfreude in Gedanken an die kommende Einweihungsfeier versunken - Sekt oder Champagner, Häppchen oder ...? Doch halt, da war noch was. Spätestens wenn die Handwerker gerade die Photovoltaik-Module auf das Dach tragen, fällt Ihnen ein: Gibt es eigentlich etwas zu beachten bei der Installation? Ja, gibt es.

Installation und Dach

Zunächst muss vor der Installation geklärt werden, ob das Dach den Belastungen durch die Anlage standhält. Sie benötigen also einen **Statik-Nachweis**, der häufig in Bauunterlagen des Gebäudes einzusehen ist. Sofern Sie diese Unterlagen nicht selber haben, sind sie teilweise auch bei der Stadtverwaltung einsehbar. Im ungünstigsten Fall muss ein Statiker beauftragt werden, der Ihr Dach prüft. Die größten Schwierigkeiten treten übrigens bei Flachdächern auf, da diese statisch ungünstig sind.

Sollte ihr Dach tatsächlich nicht für eine Anlage geeignet sein, so muss möglicherweise eine **Dach-Sanierung** in Betracht gezogen werden. Dies kann zudem bei alten Dächern von Nöten sein, auch wenn sie den Unterlagen zufolge der Anlage standhalten würden.

Des Weiteren sollten Sie auch Denkmalschutzbelange beachten. Möglicherweise steht die Dachfläche, die Sie für ihre Solaranlage ausgewählt haben, unter **Denkmalschutz**. Dies erschwert die Installation und die Finanzierung zusätzlich.

Installation Allgemein

Photovoltaikanlagen dürfen nur von einem eingetragenen Elektroinstallateur oder unter seiner Anleitung und Aufsicht errichtet, geprüft und in Betrieb genommen werden. Darüber hinaus sollten die Unfallverhütungsvorschriften der Bauberufsgenossenschaft berücksichtigt werden. Dort finden sich insbesondere Hinweise zu Arbeiten auf Dachflächen. Für die Montage einer Photovoltaikanlage müssen Dächer vorbereitet und Kabel verlegt werden. Dafür sind Bohrungsarbeiten für die Dachbefestigungen und Leitungsdurchführungen von Nöten. Eventuell lassen sich bereits vorhandene Leerrohre oder ähnliches nutzen, um eine Dachdurchdringung zu vermeiden. Die Photovoltaikmodule werden auf einem Untergestell befestigt. Das wiederum muss einen festen Sitz auf dem Dach haben, um den auftretenden Windlasten gerecht zu werden. Das Gestellsystem kann dazu entweder direkt mit dem Dach verschraubt werden oder es wird durch schwere Elemente wie Betonplatten fixiert. Dies hat den Vorteil, dass eine Dachdurchdringung vermieden werden kann. Die genaue Auslegung des Gestellsystems erfolgt vom Installationsbetrieb. Die Montageanleitungen der Gestell- und Modulhersteller müssen genau beachtet werden, um die Gewährleistung nicht zu verlieren. Für eventuelle Wartungsarbeiten muss die Anlage zugänglich sein. Hierzu muss zu den Dachkanten und bei Flachdächern auch zwischen den Modulen etwas Freiraum eingeplant werden. Bei der Inbetriebnahme ist zudem ein Inbetriebnahmeprotokoll zu erstellen, in dem die wichtigsten Anlagendaten und Messwerte erfasst werden.

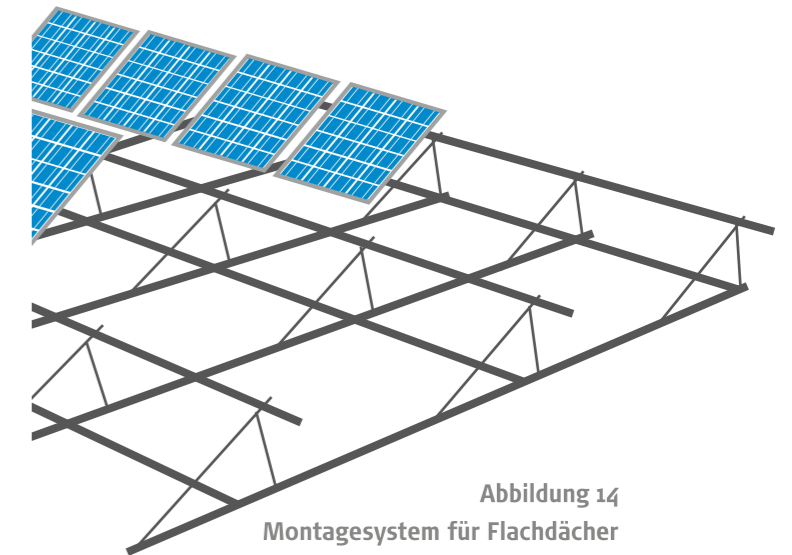


Abbildung 14
Montagesystem für Flachdächer

2.5 Die Anlage steht! Und nun?

Herzlichen Glückwunsch – wenn Sie es bis hierher geschafft haben, ist der schwierigste Teil bereits überstanden! Nun können sie sich auf ihren Lorbeeren ausruhen, oder? Leider nicht ganz, denn die neue Solaranlage auf dem Schuldach erfordert auch weiterhin Aufmerksamkeit – Ihre und vor allem die der Schüler, der Eltern und der Einwohner ihrer Stadt oder Gemeinde.

Stellen Sie sich vor niemand nähme Notiz von der Anlage. Sie würde zwar trotzdem CO₂ vermeiden, allerdings wüsste niemand, dass ihre Schule damit für eine zukunftssichere Energieversorgung einsteht. Nutzen Sie dieses Potential, um zu zeigen, wie Klimaschutz praktisch aussieht!

„Ganz anders feierte das Hilda-Gymnasium Koblenz in Rheinland-Pfalz die Inbetriebnahme seiner thermischen Solaranlage: Ein ganzer Schulvormittag wurde der Thematik „Erneuerbare Energien“ gewidmet. [Es] waren insgesamt acht Lernstationen aufgebaut: Solarzellen, Sonnenkollektoren, Stirlingmotor, Brennstoffzelle, Wind- und Wasserkraft, Bioenergie, Energiesparen und Energie-Links im Internet. Jede Klasse konnte 10 Minuten lang an den Stationen experimentieren und Informationen sammeln. Anschließend konnten sie beim Solarquiz ihr Wissen testen. Die Siegerklasse gewann eine Exkursion zu Wind- und Wasserkraftanlagen im Westerwald. Die offizielle Einweihung der Anlage fand in einem kleinen Kreis geladener Gäste statt.“

Quelle: zitiert, siehe Literatur

Eine **Einweihungsfeier** ist ein guter Anlass die Öffentlichkeit über ihr Projekt zu informieren. Dafür gibt es ganz verschiedene Möglichkeiten. Die Kästen auf dieser und der nächsten Seite enthalten Beispiele des Leitfadens der Allianz Umweltstiftung „Sonnenenergie für Schulen“, die zeigen, wie andere Schulen ihre Solaranlage eingeweiht haben.

Auch über die Einweihungsfeier hinaus ist **Öffentlichkeitsarbeit** wichtig. Machen Sie die CO₂-Einsparung, die Ihre Anlage erreicht, am Schuleingang und im Internet sichtbar (z.B. auf der Schulhomepage) und informieren Sie über die lokale Presse. Ganz nebenbei erzielen Sie so auch einen grünen Imagegewinn für ihre Schule, der Ihnen möglicherweise auch bei weiteren Klimaprojekten hilft. Bedenken Sie dabei auch, dass eine Schule mit grünem Image zur Finanzierung der Anlage oder weiterer Umweltprojekte möglicherweise einfacher Mittel durch Spenden erhält. Informationen zum Thema Öffentlichkeitsarbeit finden Sie im nächsten Punkt dieses Leitfadens.

Nicht zu vernachlässigen ist auch der **pädagogische Nutzen** der Solaranlage. Sie kann in vielen Unterrichtsfächern, vor allem natürlich in den Naturwissenschaften ein spannendes Anschauungsobjekt sein. Energieversorgung hautnah!

Es gibt noch zwei praktische Dinge, die von großer Wichtigkeit sind. Zunächst sollten sie, falls sie das nicht sowieso schon getan haben, einen **Dokumentenordner** anlegen. Hi-nein gehört zunächst die Dokumentation der Inbetriebnahme (Inbetriebnahmeprotokoll) der Solaranlage, welche die Wetterdaten zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme und die Prüfung der Bestandteile der Anlage beinhaltet. Außerdem enthält der Dokumentenordner:

- Übersicht der technischen Daten
- den bisherigen Schriftwechsel
- Versicherungsunterlagen
- Montageanleitung
- Inbetriebnahmeprotokoll
- Laufende Betriebsdaten

Für die Zukunft ist nur noch zu beachten, dass in regelmäßigen Abständen die Zähler und Sicherheitselemente kontrolliert werden sollten und die Anlage ein paar Wisch-Einheiten bekommt, damit Verschmutzung und Schnee nicht zur Ertragsminderung führt. Ansonsten können Sie sich wohlverdienter Weise auf die Stromernte freuen!

„In einem Festakt zur offiziellen Einweihung taufte das Lessing-Gymnasium in Nordstedt in Schleswig-Holstein seine Fotovoltaik-Anlage. Vor großem Publikum wurde in der Aula der Name „Solaris“ enthüllt und das „Staffelholz der Partnerschaft“ für die Anlage vom Solarteam 2001 an das Nachfolgerteam übergeben.“

Quelle: zitiert, siehe Literatur

„Das Hegel-Gymnasium Stuttgart-Vaihingen in Baden-Württemberg lud zur Einweihung seiner Solarwärmeanlage [...] Forschungsinstitute, Handwerksbetriebe und staatliche Einrichtungen ein, die sich dann selbst präsentieren konnten. Unter anderem haben sich das Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Uni Stuttgart, das Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstofftechnik und das Fraunhofer Institut für Bauphysik beteiligt. Dadurch wurde das Einweihungsfest zu einem umfassenden Informationsforum über die Themen „Solarenergie“ und „nachhaltiges Wohnen“.“

Quelle: zitiert, siehe Literatur

„Sehr, sehr sonnig ging es bei den Berufsbildenden Schulen Osterholz-Scharmbeck in Niedersachsen zu: Sonnenkekse, Sonnencocktails und eine Sonnen-Performance mit der von Schülern eigenes komponierten Musik „Sonne für Warmduscher“ sowie solar erhitze Würstchen waren geboten. Und spannend wurde es in einer Talkrunde zum Thema „Energie von der Sonne“, an der sich die Schulleitung, die Projektleiter, Vertreter des Landkreises und der Bezirksregierung, der Umweltbeauftragte der Evangelischen Kirche und Vertreter der Sponsoren beteiligten.“

Quelle: zitiert, siehe Literatur



3. Öffentlichkeitsarbeit

Auch wenn die Öffentlichkeitsarbeit erst zum Schluss dieses Leitfadens thematisiert wird, so kann bereits vor und während der Planung der Solaranlage mit ihr begonnen werden. Zum einen erscheint es sinnvoll, bereits vor dem Einwerben von Spendengeldern ein grünes Image aufzubauen bzw. zu haben, da Ihre Mitmenschen sehen, dass Sie sich tatsächlich auch für die Umwelt einsetzen und ihr Geld nicht einfach im neuen Kopiergerät oder in der Kaffeekasse der Schule verschwindet. Vielleicht kann so eine höhere Spendensumme eingeworben werden. Zum Beispiel kann man vorher mit dem Energiesparen und der aktiven Änderung des Nutzerverhaltens der SchülerInnen und LehrerInnen in der Schule beginnen (siehe „Aktionen – Eigenkapital erhöhen“), was dann natürlich auch öffentlichkeitswirksam nach außen getragen werden sollte.

Zum anderen sollte das Projekt Solaranlage schon vor und während der Planung in der Region vorgestellt werden. Das hilft bei der Suche nach einem Sponsor. Dabei gilt es vor allem das Interesse der Presse zu wecken, was am besten mithilfe zweier Methoden funktioniert. Die erste wäre ein konkreter Anlass. Laden Sie Pressevertreter zu einer Infoveranstaltung ein oder, wenn sie schon mitten in der Spendenwerbung sind, zu einem Umweltbenefiz-Konzert oder der Straßenmusik des Musikurses (weitere Ideen zur Spendeneinwerbung finden sie unter „Aktionen – Eigenkapital erhöhen“). So ist auch für jeden ersichtlich, dass Sie mit Engagement bei der Sache sind. Die zweite Methode ist die Unterstützung von Lokalprominenz. Fragen Sie den Bürgermeister, den Landrat oder eine andere berühmte Persönlichkeit aus der Umgebung, ob sie eine Patenschaft für die Anlage übernimmt. Dies hilft natürlich nicht nur Ihnen – eine schulische Solaranlage ist auch ein Prestigeobjekt für jeden Politiker.

Pressemitteilung

Inhalt

- Ort, Datum
- Kernaussage in der Überschrift
- Das Wichtigste im ersten Satz
- Die sechs „W's“ beantworten (Wer? Was? Wann? Warum? Wo? Wie? Warum?)
- Kernfakten benennen (anschauliche, nachprüfbare Zahlen)
- Kernzitate
- Fließtext – als Artikel in der Zeitung verwendbar
- Ansprechpartner mit Anschrift, Telefon- und Faxnummer und E-Mail-Adresse.

Form

- Zeilenabstand 1,5-Zeilig
- Nicht länger als ein DIN-A4-Seite
- Einseitig bedrucken
- Einen ausreichenden Korrekturrand für Anmerkungen des Redakteurs lassen
- Keine Wertungen
- Aktive Formulierungen und kurze Sätze
- Zeichenzahl mit angeben, so kann der Redakteur sofort erkennen, ob und wo er Platz hat

Quelle: zitiert, siehe Literatur

Um die Kommunikation mit der Presse zu vereinfachen, sollten Sie bereits vorab eine Pressemitteilung schreiben, die sie dann bei Bedarf rausgeben können. Im Kasten finden sie eine Checkliste, die Ihnen dabei helfen soll. Insbesondere bei Veranstaltungen kann auch eine Mappe mit Informationen zum Thema Solarenergie, den Daten ihrer Anlage und dem aktuellen Stand des Projektes von Interesse sein.

Um die Öffentlichkeit auf dem Laufenden zu halten können Sie zudem auf der Schulhomepage einen Bereich für das Projekt einrichten. Hier bietet sich eine Zeitleiste an (z.B. Aktuelles oder Chronik), die zeigt, welche Neuigkeiten es bezüglich der Schulsolaranlage gibt. Dazu könnte vielleicht sogar ein Spendenzähler implementiert werden, der angibt, wie viel Geld noch fehlt (bzw. wie viel schon gespendet wurde), bis die Anlage finanziert werden kann! So können sich interessierte Bürger aus der Umgebung ein besseres Bild über die Lage machen.

Aber nicht nur während der Planung, sondern auch nach der Fertigstellung der Anlage kann fleißig kommuniziert werden. Zum Beispiel wäre nach Fertigstellung interessant, wie hoch die aktuelle Leistung der Anlage ist, wie viel Energie sie bisher insgesamt erzeugt hat und wie hoch die CO₂-Einsparung ist. Es gibt einige Instrumente, die Ihnen helfen das Projekt in der Öffentlichkeit sichtbar zu machen und nicht zuletzt an der Schule im Unterricht einzusetzen. Neben dem pädagogischen Einsatz der Solaranlage (siehe Punkt „Einbindung der Anlage in den Unterricht“) im Unterricht oder in einem Energieprojekt kann die Solaranlage zum Beispiel mit einer Anzeigetafel und dem Klimaschutzschulatlas nach außen sichtbar gemacht werden.

3.1 Anzeigetafel

Die wichtigsten Daten der Solaranlage auf einen Blick. Dazu noch an einem öffentlich wirksamen Ort, wie dem Schulfoyer oder am Schuleingang angezeigt und Sie haben das Überraschungsmoment auf Ihrer Seite: „Ach hier steht also eine Solaranlage! Und was kann die so?“

Eine Anzeigetafel beantwortet auf einen Blick die wichtigsten Fragen: Wie viel Strom produziert die Solaranlage auf dem Schuldach? Und wie viel Kohlendioxid (CO₂) wird dadurch eingespart? So wird klar, dass sich Ihre Schule für das Klima engagiert und aktiv die Energiewende vorantreibt. Zudem können Sie in Nähe der Anzeigetafel weitere Informationen zur Solaranlage bereithalten.

Eine solche Anzeigetafel ist sinnvoll, um die Solaranlage zu präsentieren. Allerdings muss auch die Anzeigetafel beschafft und finanziert werden. Wie? Die Antwort darauf fällt im Vergleich zum Gesamtprojekt Solaranlage kurz aus.



Abbildung 15 Anzeigetafel für eine Solaranlage

Das Unabhängige Institut für Umweltfragen e.V. (UfU) stellt in Zusammenarbeit mit der DGS (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.) und gefördert durch das BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) bis 2013 insgesamt 800 Anzeigetafeln zur Verfügung. Die Schulen werden dabei **ohne eigene Kosten** mit einer Anzeigetafel (siehe Abbildung 15) für die Ertragsdaten sowie

einem Datenlogger zu deren Speicherung und bei Bedarf einem Solarstrahlungs- und Umgebungstemperatursensor ausgestattet. Zusätzlich erhalten Sie Unterrichtsmaterialien für die Klassenstufen 4–6 bzw. 7–10, um die Solaranlage in den Unterricht einzubeziehen (mehr im Kapitel „Einbindung der Anlage in den Unterricht“). Über 600 Schulen aus ganz Deutschland konnten schon von dem Projekt profitieren. Es sind jedoch noch Plätze frei für die sich **alle Bildungseinrichtungen** im Projekt „**Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen! 2**“ bewerben können!



Bewerbung für „Solarsupport - Erneuerbare Energie sichtbar machen!2“ unter: www.klimaschutzschulenatlas.de/Fragebogen

Insbesondere für Kindergärten bietet sich jedoch häufig eine kindgerechtere Version der Anzeigetafel an, wie sie beispielsweise von IKS Photovoltaik angeboten wird. Für Anzeigetafeln außerhalb des oben benannten Projektes können sie Mittel über das BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) beziehen. Hier besteht allerdings der Nachteil, dass Sie den Antrag erst stellen können, nachdem sie die Anzeigetafel installiert haben, sodass Sie nicht sicher gehen können, ob die die Förderung tatsächlich genehmigt wird. Der Vorteil der BAFA-Förderung ist, dass auch Anzeigetafeln für andere Energieträger (z.B. Solarthermie, Wasserkraft und Biomasse) gefördert werden.



Abbildung 16 Anzeigetafel für Kindergärten

Die Anzeigetafel dient nicht nur zur Präsentation nach außen. Sie eignet sich auch gut, um das Thema Sonnenstrom in den Unterricht zu integrieren. Zusätzlich werden beim Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen! 2“ die Daten der Solaranlage auch direkt an ein Internetportal, den „**Klimaschutzschulenatlas**“ weitergeleitet, von dem aus Sie die Daten ebenfalls auf die Schulhomepage stellen können. Neben der Darstellung, wie sie in Abbildung 18 zu sehen ist, werden auch Diagramme zur Veranschaulichung der Erträge im Jahr erstellt. Das Prinzip von „Erneuerbare Energien sichtbar machen!“ ist zudem in der folgenden Abbildung veranschaulicht.



Die sehr gelungene Internetseite des Charlotte-Wolf-Kollegs in Berlin enthält neben Informationen zur Anlage auch aktuelle Ertragsdaten: www.cwk-solar.de

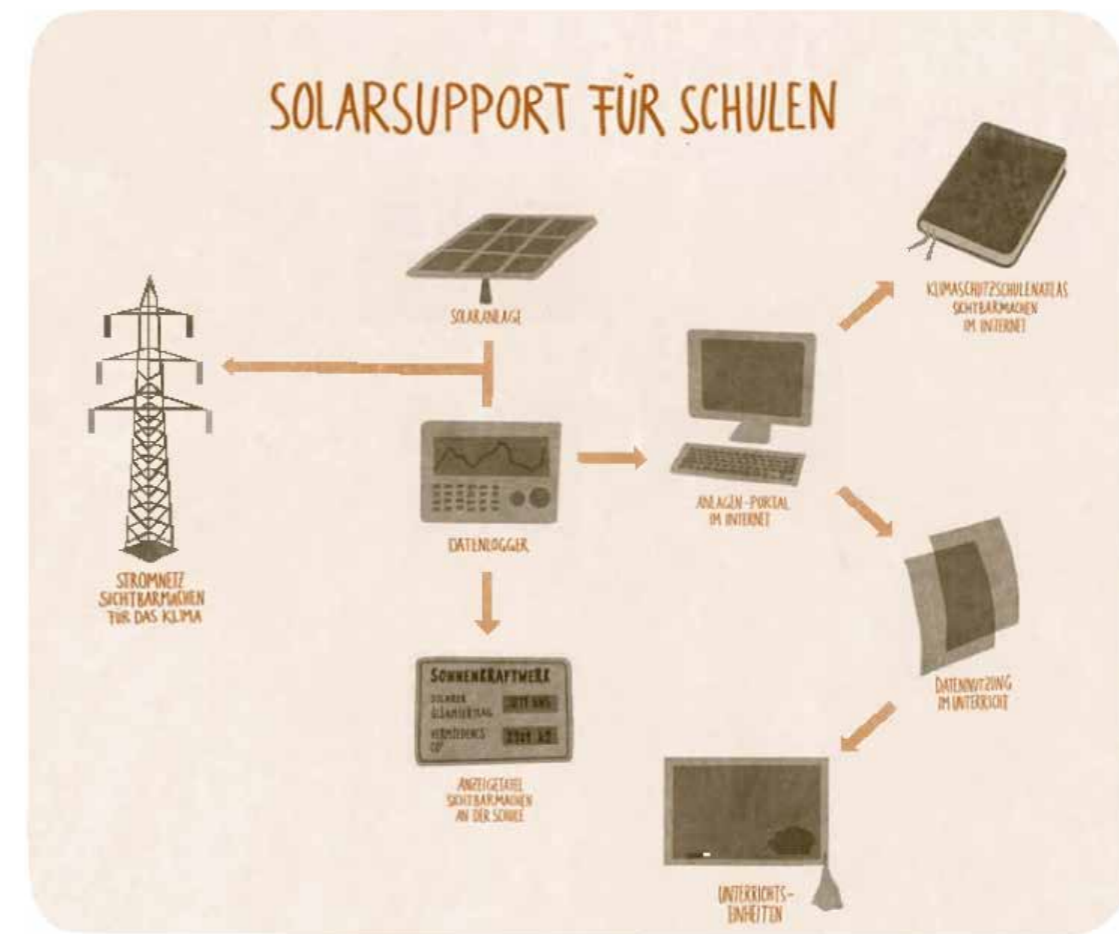


Abbildung 17 Prinzip der Datennutzung bei Solarsupport

3.2 Klimaschutzschulenatlas

Ein wichtiger Teil für die Sichtbarmachung von Solarenergie an Schulen ist die Darstellung im Internet. Hierfür ist der Klimaschutzschulenatlas des BMU ein wichtiges Instrument. Im Atlas können die CO₂-Minderungen und die Energieertragsdaten der schuleigenen PV-Anlage kommuniziert und öffentlichkeitswirksam präsentiert werden. Die Solardaten sind dabei online abrufbar, sodass diese dann in die Unterrichtsabläufe eingebunden werden können.

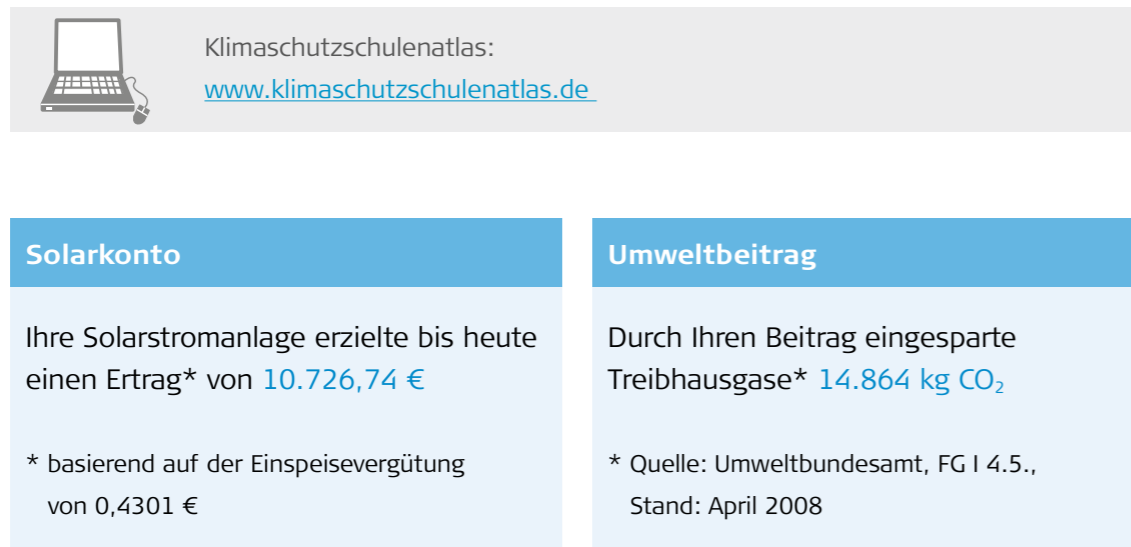


Abbildung 18 Solardaten einer Schule im Klimaschutzschulenatlas

Aber nicht nur Schulen mit eigenen Solaranlagen sind im Atlas vertreten: Vielmehr dient der Klimaschutzschulenatlas dazu, Berichte und Fotos möglichst vieler Klimaschutz- und Umweltprojekte an Schulen zu veröffentlichen. Hierbei können Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler oder andere Verantwortliche an den Schulen den Atlas nutzen und die Profilseiten pflegen. Diese sollte auch auf Ihrer Schulhomepage verlinkt sein, sodass jeder Besucher direkt auf Ihre Klimaschutz-Projekte aufmerksam wird.



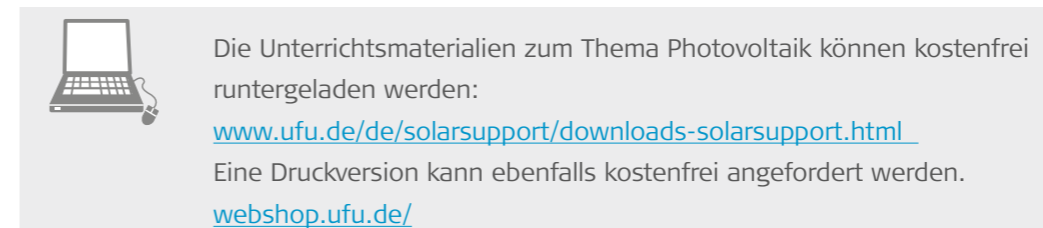
Der Klimaschutzschulenatlas bildet somit ein Netzwerk in dem sich Schulen und Bildungseinrichtungen in Deutschland zu klimaschutzrelevanten Themen austauschen können. Die Schulprofilseiten im Atlas sind öffentlich einsehbar, sodass eine Kontaktaufnahme zwischen den Einrichtungen (z. B. mit Einrichtungen in Ihrer Umgebung) möglich ist.

Abbildung 19 Karte Klimaschutzschulenatlas

4. Einbindung der Anlage in den Unterricht

Die Einbindung der Solaranlage in den Unterricht kann schon vor- und während der Planung, z.B. mit einer Projektgruppe aus Schülern verwirklicht werden.

Speziell für das Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“ wurde am Unabhängigen Institut für Umweltfragen e.V. das Schulpaket Solarsupport für zwei verschiedene Altersstufen entwickelt: Unterrichtsmaterialien für die Grundschule und Mittelstufe (Klassen 4–6) und für die Sekundarstufe (Klassen 7–10).



„Die Schüler des Lessing-Gymnasiums Norderstedt in Schleswig-Holstein haben im Rahmen von Projektunterricht vier Arbeitsgruppen (AG) gebildet: Die AG Presse- und Öffentlichkeitsarbeit machte das Projekt innerhalb der Schule bekannt und repräsentierte es nach außen vor Stadtvertretern und Medien. Das Team warb Sponsoren und organisierte das Einweihungsfest mit.

Um Hersteller- und Montageangebote einholen und fachlich bewerten zu können, führte die AG Angebote und Gespräche mit Anbieterfirmen, Betreibern von Photovoltaik-Anlagen und Fachinstituten.

Für die Einschätzung der finanziellen Möglichkeiten arbeitete sich die AG Finanzen in die Welt der Zahlen und Geldscheine ein. Dazu gehörten unter anderem das Kennenlernen verschiedener Finanzierungsmöglichkeiten und das Prüfen der Verträge. Und eine AG hat sich ausschließlich mit der Förderung von Solaranlagen befasst – ein vielschichtiges und sehr umfangreiches Thema: von der Recherche über Förderprogramme bis hin zur Antragsstellung.“

Quelle: zitiert, siehe Literatur



Abbildung 20 Unterrichtseinheiten zum Thema Photovoltaik

Beide Schulpakete zielen darauf ab, das Thema Photovoltaik und die ggf. an der Schule vorhandene Photovoltaikanlage in den Unterricht einzubinden. Neben dem theoretischen Wissenserwerb zum Thema Solarenergie stehen praktische Übungen und Experimente im Vordergrund. Über verschiedene handlungsorientierte Methoden und Medien sollen die Jugendlichen forschend tätig werden und sich Fachinhalte selbständig in Teamarbeit aneignen. Das Thema Solarenergie kann in verschiedenen Fächern und fächerübergreifend in den Unterricht integriert werden. Neben der thematischen Einbindung in die naturwissenschaftlichen Fächer gibt es vielfältige Schnittstellen zu den Bereichen Geografie, Soziologie, Mathematik, Kunst, Deutsch und Informatik. Die Unterrichtsinhalte sind

„Die Lotta-Lichtstrom-Schule führte eine Projektwoche zum Thema Sonnenenergie durch, in deren Rahmen die Installation einer Solaranlage vorbereitet und geplant wurde. Es gab ein Energieteam, eine Modellbaugruppe, das Planungsteam für die Anlage usw. Aufgrund der Projektwoche fand sich ein klassenübergreifendes Solarteam zusammen, das die Realisierung der Solaranlage von Anfang bis Ende betreute.“

Quelle: zitiert, siehe Literatur

„Verwaltung, Technik, Computerauswertung, Wirtschaftlichkeit und Dokumentation hießen die Arbeitsgruppen der Klasse 8a an der Geschwister-Scholl-Realschule Sülzen in Baden-Württemberg. Außerdem gab es die Arbeitsgruppe Koordination, die Schüler und Lehrer untereinander informiert hat. Die Installation der Solaranlage führte eine Klasse mit ihren Lehrern in dem projektorientierten Fach „Wirtschaften Verwalten Recht“ durch.“

Quelle: zitiert, siehe Literatur

so konzipiert, dass sie auch von Lehrerinnen und Lehrern, die nicht im naturwissenschaftlichen Bereich tätig sind, durchgeführt werden können.

Neben der Integration der Anlage in den „normalen“ Unterrichtsablauf, sind weitere Unterrichtsformen geeignet besonders nachhaltig Wissen über Solarenergie zu vermitteln. Dies kann vor, während oder auch nach dem Bau der Solaranlage geschehen. In den Kästen werden Beispiele aus dem Leitfaden „Sonnenenergie für Schulen“ der Allianz Umweltstiftung gezeigt, die deutlich machen, wie sich andere Schulen ihre SchülerInnen an dem Bau der Anlage mitwirken ließen. Eine weitere sehr interessante Einbindung der Solaranlage in den Unterricht stellen Schülerfirmen da. Schülerfirmen können, wie in Kapitel 2.2 Organisation bereits beschrieben wurde, zum Beispiel als Projektträger (jedoch nicht als rechtlicher Eigentümer) aber auch für andere Aufgaben rund um die Solaranlage eingebunden werden. Möglich wären zum Beispiel Aufgaben in den Bereichen Bau und Wartung der Solaranlage, Bildungsprojekte für andere Schüler oder die Öffentlichkeitsarbeit für das Projekt Solaranlage. Ein sehr erfolgreiches Beispiel einer Schülerfirma ist das „Energie-Team“ des Friedrich-Wilhelms-Gymnasiums in Königs Wusterhausen. Informationen finden Sie im unteren Kasten.



Abbildung 21 Das Energie-Team: „Wir lieben unsere Energie!“

Die Schülerfirma „Energie-Team“ des Friedrich-Wilhelms-Gymnasiums in Königs Wusterhausen ist als Arbeitsgruppe mit offener Projektarbeit konzipiert. Es konnten bereits mehrere Solaranlagen gebaut werden. Daneben wurde eine „Ökoloabe“ initiiert und mit der Projektierung einer Windkraftanlage begonnen. Die Schülerfirma arbeitet ohne eigenen Gewinnanspruch. Der Ertrag aus der erzeugten Energie, die in das Netz eines großen Energieversorgers gespeist wird, wird allerdings genutzt, um die Projekte innerhalb der Firma zu finanzieren. Weitere finanzielle Unterstützung erarbeitet sich das „Energie-Team“ durch die Vergabe von „Aktien“ und der Teilnahme an Umwelt-Wettbewerben.

Literatur

S.7, Aufbau einer Solaranlage:

Projekt „e-fit – Sich lebenslang beruflich qualifizieren im Zukunftsfeld erneuerbare Energien“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

S.8–9, Wirkungsgrade der Solarzellen und Informationen zu Zellarten:

Projekt „e-fit – Sich lebenslang beruflich qualifizieren im Zukunftsfeld erneuerbare Energien“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Internet: <http://www.dgs.de/135.0.html>, 11.01.2012
Fachmagazin SBZ, Artikel „Welches PV-Modul für welchen Einsatz?“, Ausgabe 20/2009, Internet: http://www.sbz-online.de/gentner.dll/-42-45-2023-pv-s_MjYwNjI4.PDF, 04.01.2012

S.9, Endkundenpreise für Solarmodule, Tabelle 1:

Solarserver, Internet: www.solarserver.de/service-tools/photovoltaik-preisindex.html, 26.07.2012
Photovoltaik-Forum, Internet: www.photovoltaikforum.com/angebote-f41, 24.08.2012

S.10–11, Einspeisungsvarianten:

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Internet: <http://www.dgs.de/134.0.html>, 11.01.2012

S.15 ff., Akteure, Tabelle 2:

„Erneuerbare-Energie-Projekte in Kommunen – Erfolgreiche Planung und Umsetzung“, S.26, Informationskampagne für Erneuerbare Energien, Berlin, 2008.

S.18–19, Personengesellschaft als Rechtsform für eine Bürgersolaranlage:

„Bürgersolaranlagen – Mit Anteilsscheinen die Sonne anzapfen“, S.9 ff., Solarverein Berlin-Brandenburg e.V., Internet: <http://www.solarverein-berlin.de/Tips.pdf>, 12.04.2012.

S.19, Schülerfirmen:

„Firmensitz 9b – In zehn Schritten zum Schülerunternehmen“, S.29 ff., Deutsche Kinder und Jugendstiftung gemeinnützige GmbH, Berlin, 2009.

S.21 ff., Informationen zum Platzbedarf:

Leitfaden „Sonnenenergie für Schulen – Ein Leitfaden zur eigenen Solaranlage“, S.12, Allianz Umweltstiftung, München, 2004.

S.22, Kasten zur Gesamtleistung von Solarmodulen:

Projekt „e-fit – Sich lebenslang beruflich qualifizieren im Zukunftsfeld erneuerbare Energien“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

S.29, Einspeisevergütung, Tabelle 3:

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., 2012.

S.35–36, Sponsoring:

„Schulsponsoring heute – Leitfaden für Schulen, Schulträger und Unternehmen“, Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Internet: <https://services.nordrheinwestfalendirekt.de/broschuerenservice/download/70895/schulsponsoring.pdf>, 14.03.2012.

S.36, Beispiele zum Schulsponsoring (siehe Beispielbox):

Beispiele der Website des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden Württemberg, Internet: <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/47101>, 23.11.2011.

S.38–39, Installation:

Leitfaden „Sonnenenergie für Schulen – Ein Leitfaden zur eigenen Solaranlage“, S.20–21, Allianz Umweltstiftung, München, 2004.

S.40–41, Einweihungsfeier, Beispiele und weitere Informationen:

Leitfaden „Sonnenenergie für Schulen – Ein Leitfaden zur eigenen Solaranlage“, S.22–23, Allianz Umweltstiftung, München, 2004. (Die Beispiele wurden aus dem Leitfaden zitiert.)

S.42, Pressemitteilung:

Leitfaden „Sonnenenergie für Schulen – Ein Leitfaden zur eigenen Solaranlage“, S.25, Allianz Umweltstiftung, München, 2004. (Der Inhalt der Box Pressemitteilung wurde zitiert.)

S.47–49, Beispielkästen für Schülereinbindung:

Leitfaden „Sonnenenergie für Schulen – Ein Leitfaden zur eigenen Solaranlage“, S.11, Allianz Umweltstiftung, München, 2004. (Der Inhalt der Kästen wurde zitiert.)

Abbildungen & Tabellen

Abbildung 1, S.5:

Photovoltaik und Solarthermie, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Internet: www.dgs.de/129.0.html, 17.01.2012. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 2, S.6:

Schema einer Solarzelle, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., geändert vom Autor, Internet: www.dgs.de/136.0.html, 17.01.2012. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 3, S.6:

Von der Solarzelle zur Solaranlage, Deutsche Gesell-

schaft für Sonnenenergie e.V., Internet: www.dgs.de/136.0.html, 17.01.2012. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 4, S.7:

Bestandteile einer Solaranlage, Projekt „e-fit – Sich lebenslang beruflich qualifizieren im Zukunftsfeld erneuerbare Energien“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

Abbildung 5, S.8:

Zellarten, Projekt „e-fit – Sich lebenslang beruflich qualifizieren im Zukunftsfeld erneuerbare Energien“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

Abbildung 6, S.8:

Beispiele für amorphe Zellen, Projekt „e-fit – Sich lebenslang beruflich qualifizieren im Zukunftsfeld erneuerbare Energien“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

Abbildung 7, S.13:

Leistungswerte schulischer Solaranlagen im Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“, Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., 2012. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 8, S.14:

Nutzung des Solarstroms schulischer Solaranlagen im Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“, Projekt „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., 2012. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 9, S.21:

Sonnenstand, Leitfaden „Sonnenenergie für Schulen – Ein Leitfaden zur eigenen Solaranlage“, S.15, Allianz Umweltstiftung, geändert durch Autor, München, 2004. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 10, S.22:

Zelltypabhängige Fläche pro kW_p, R. Haselhuhn et al.: Leitfaden Photovoltaische Anlagen, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Berlin, 4. Auflage 2010. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 11, S.23:

Reihenabstand bei aufgeständerten Modulen, R. Haselhuhn et al.: Leitfaden Photovoltaische Anlagen, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., geändert vom Autor, Berlin, 4. Auflage 2010.

Abbildung 12, S.23:

Aufgeständerte Photovoltaikanlage der Moses-Mendelssohn-Oberschule Berlin, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., 2012.

Abbildung 13, S.28:

Der Bundestag, Deutscher Bundestag/ Lichtblick/ Achim Melde, Bildarchiv Deutscher Bundestag,

Internet: [http://bilderdienst.bundestag.de/archives/btgpict/search/_1348131434/?search\[view\]=detail&search\[focus\]=1](http://bilderdienst.bundestag.de/archives/btgpict/search/_1348131434/?search[view]=detail&search[focus]=1), 20.12.2012.

Abbildung 14, S.39:

Montagesystem für Flachdächer, R. Haselhuhn et al.: Leitfaden Photovoltaische Anlagen, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Berlin, 4. Auflage 2010. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 15, S.44:

Anzeigetafel für eine Solaranlage, Projekt „Solar-support – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2012.

Abbildung 16, S.44:

Anzeigetafel für Kindergärten, IKS Photovoltaik, Internet: www.iks-photovoltaik.de/mess_und_prueftechnik/visikid.php, Kassel, 26.07.2011.

Abbildung 17, S.45:

Prinzip der Datennutzung bei Solarsupport, Zeitschrift UfU Themen und Informationen, Nr. 70, Ausgabe 02/2011, S.22, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

Abbildung 18, S.46:

Solardaten einer Schule im Klimaschutzschulenas-atlas, Internet: www.klimaschutzschulenasatlas.de, 02.02.2012. (Grafik adaptiert von E. Hölzinger)

Abbildung 19, S.46:

Karte Klimaschutzschulenasatlas, Internet: www.klimaschutzschulenasatlas.de, 27.07.2012

Abbildung 20, S.48:

Unterrichtseinheiten zum Thema Photovoltaik, Iken Draeger, Florian Kliche, Unabhängiges Institut für Umweltfragen, Solarsupport, Berlin, 2. Auflage, 2012.

Abbildung 21, S.49:

Das Energieteam: „Wir lieben unsere Energie!“, Internetseite der Energie-Team Schüler-Aktiengesellschaft am Friedrich-Wilhelm-Gymnasium Königs Wusterhausen: www.etsag.de, 20.09.2012.

Sonstiges:

Piktogramm Laptop, Sclera NPO, Zweijndrecht, Belgien, Creative Common Lizenz CC BY-NC 2.0, Internet: www.sclera.be/index.php?page=search&picto=1322, 18.01.2012

Kasten „Amortisierung“:

Bild Sonnenblume, Projekt „e-fit – Sich lebenslang beruflich qualifizieren im Zukunftsfeld erneuerbare Energien“, Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin, 2011.

Piktogramm Geldbörse, Sclera NPO, Zweijndrecht, Belgien, Creative Common Lizenz CC BY-NC 2.0, Internet: www.sclera.be/index.php?page=search&picto=2861, 16.01.2012

→ → → → → → → → → „Weckt Eure Solaranlage!“ prangt in großen Lettern auf dem Flyer der Kampagne „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“ zur Unterstützung schulischer Solaranlagen. Über 600 deutsche Schulen mit einer Solaranlage profitieren von diesem Projekt zur besseren Eingliederung der Anlage in den Unterricht. Doch was machen Schulen und Bildungseinrichtungen, die keine Solaranlage ihr Eigen nennen können?

Dieser Leitfaden informiert über die wichtigsten Schritte zur Planung einer schulischen Solaranlage. Wo kann die Anlage gebaut werden? Wie teuer ist sie und welche Größenordnung kann die Solaranlage haben? Wie können auch Schülerinnen und Schüler in die Planung eingebunden werden? Diese und viele andere Fragen werden in den einzelnen Kapiteln des Leitfadens beantwortet. Zudem bildet die Einbindung der Solaranlage in den Unterricht ein wichtiges Themengebiet. Entsprechende Unterrichtsmaterialien finden sich im Schulpaket Solarsupport des Unabhängigen Instituts für Umweltfragen e.V. Durch eine Einführung in die Grundlagen der Sonnenenergie ist der Leitfaden auch für Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler und Interessierte ohne technisches Vorwissen interessant.

→ → → → → → → → → Das 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. 28 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**

Autorinnen und Autoren

Maik Birnbach
Ulrike Koch
Malte Schmidthals

Uwe Hartmann
Gordon Karg
Tatiana Abarzua
Martin Dinziol

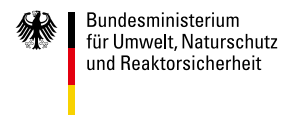
Gestaltung

Enrica Hölzinger,
www.ricmedia.de

Herausgeber

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. (UfU)
Greifswalder Straße 4, 10405 Berlin
Telefon: 030/428 49 93-0
E-Mail: mail@ufu.de
Internet: www.ufu.de

Teil des Projekts „Solarsupport – Erneuerbare Energien sichtbar machen!“ – Gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.



1. Auflage, Berlin 2012
Alle Rechte vorbehalten.
ISBN: 3-935563-26-4

