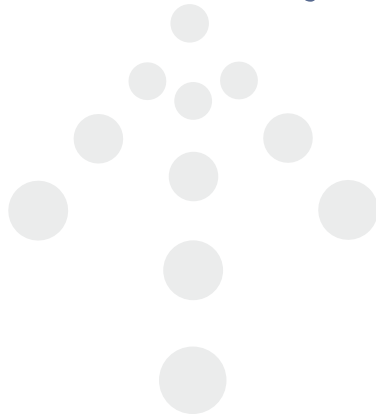


Leitfaden Photovoltaikanlagen an Schulen



Technische, organisatorische und rechtliche Voraussetzungen am Beispiel Leverkusen



Energielux ist ein Projekt der Stadt Leverkusen, durchgeführt vom Förderverein NaturGut Ophoven und gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Rahmen der BMU Klimaschutzinitiative.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Leitfaden PV

Einleitung

1. Technik
 - 1.1. Leistungsdaten
 - 1.2. Aufbau einer PV-Anlage
 - 1.3. Unterschiedliche PV-Module
 - 1.4. Art der Nutzung
 - 1.5. Netzgekoppelte Systeme - Einspeisung
 - 1.6. Einspeisemanagement
2. Anlagenplanung
 - 2.1. Standortwahl
 - 2.2. Montageart
 - 2.2.1. Flachdachmontage
 - 2.2.2. Aufdachmontage
 - 2.2.3. Sonstige Montagearten
 - 2.3. Dimensionierung der geplanten Anlage
 - 2.4. Investitionskosten
 - 2.5. Betriebskosten (Wartung, Reparatur und Versicherung)
3. Projektplanung
 - 3.1. Finanzierung
 - 3.1.1. Finanzierung und Betrieb über den Schulförderverein
 - 3.1.2. Gründung eines eigenen Vereins für Finanzierung und Betrieb
 - 3.1.3. Gründung einer Schülerfirma für den Betrieb
 - 3.1.4. Sonstige Betriebsmodelle
 - 3.2. Fördermöglichkeiten
 - 3.2.1. Öffentliche Mittelgeber
 - 3.2.2. Förderung durch die Wirtschaft und Stiftungen
4. Rechtliches
5. Installation, Übergabe und Betrieb der Solaranlage

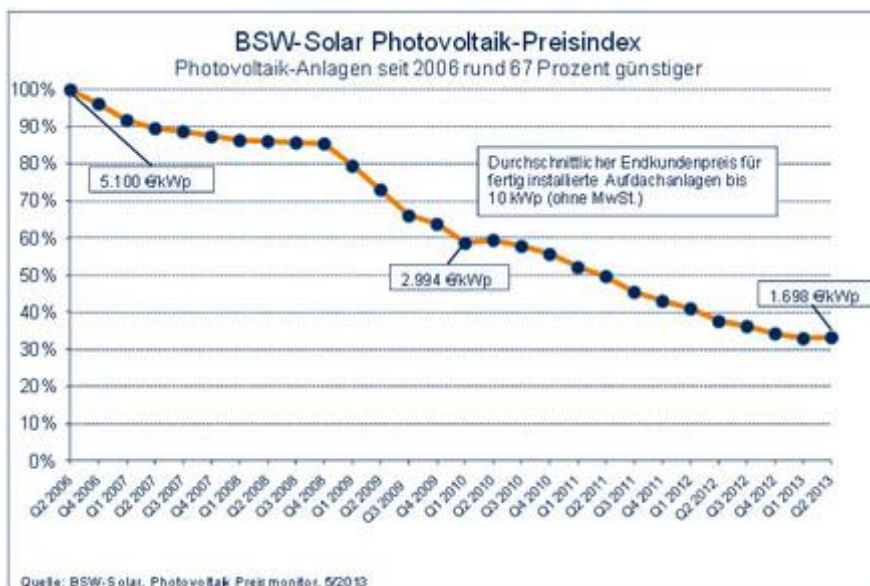
Einleitung

Eine Solaranlage zur Stromerzeugung verbindet die Einsparung von CO₂ mit wirtschaftlichem Ertrag und dient gleichzeitig der pädagogischen Bildung zum Thema „regenerativen Energie“.

Dieser Leitfaden soll Leverkusener Schulen bei ihren Überlegungen unterstützen, ob und wie eine eigene Photovoltaikanlage (PVA) auf dem Schulgelände installiert und betrieben werden kann.

Teile der gewonnenen Energie können beispielsweise selbst genutzt und Überschüsse gegen Vergütung nach dem EEG 2014 in das allgemeine Stromnetz eingespeist werden.

Die garantierte Einspeisevergütung ist zwar seit einigen Jahren rückläufig, allerdings sind auch die Installationskosten durch den Fortschritt der Technik, gestiegene Produktionszahlen, aber vor allem durch die aktuelle Wettbewerbssituation ebenfalls deutlich gesunken.



1. Technik

Es gibt zwei Nutzungsprinzipien der solaren Strahlung, die Solarthermie und die Photovoltaik.

Bei der Solarthermie handelt es sich um ein System zur Gewinnung von Wärme aus der Sonnenenergie. Diese Wärme wird dann beispielweise zur Unterstützung einer Warmwasserheizungsanlage oder für die allgemeine Warmwasserbereitung genutzt. Dabei werden Kollektoren auf dem Dach installiert, die die Wärme der Sonne über eine Trägerflüssigkeit übertragen und darüber z.B. einen Pufferspeicher bedienen.

Eine Photovoltaikanlage (PVA) funktioniert, indem sie direkt aus den Sonnenstrahlen elektrischen Strom produziert, der entweder in das öffentliche Stromnetz eingespeist oder selbst verbraucht wird. In PVA wird über PV-Module Gleichstrom produziert, der anschließend von einem Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt wird.

1.1. Leistungsdaten

Die Angabe der Leistung einer Fotovoltaik-Anlage wird in Kilowatt peak (kWp) angegeben. Dabei bezeichnet „Peak“ die maximale Leistung Anlage unter genormten und somit auch idealisierten Bedingungen.

Im Betrieb werden nur selten ideale Bedingungen herrschen und die tatsächliche Leistung von den Nennwerten entsprechend abweichen.

So wird die Nennleistung beispielsweise bei 25°C bestimmt, mit steigender Modultemperatur nimmt allerdings die Leistung ab, was sich an sonnenstarken Tagen negativ auf die Leistungswerte auswirkt.

Je nach Standort können in unseren Breitgraden mit einer 1 kWp-Fotovoltaik-Anlage etwa 700 bis 1.200 Kilowattstunden (kWh) Strom pro Jahr erzeugt werden. In Leverkusen kann man an geeigneten Standorten von 900 bis 1.000 kWh / 1kWp ausgehen.

Welche Erträge standortbezogen zu erwarten sind, ermittelt das webbasierte Solarpotenzialkataster-Portal der Stadt Leverkusen nach Eingabe der Adresse: <http://www.solare-stadt.de/leverkusen/Solarpotenzialkataster>

1.2. Aufbau einer PV-Anlage

Eine Solaranlage zur Stromerzeugung besteht aus den Modulen, Wechselrichter, Montagegestell, Verkabelung und Stromzählern.

Nicht notwendig, aber sinnvoll ist eine technische Einrichtung zur Überwachung der Leistung der PV-Anlage, um rechtzeitig auf technische Defekte oder Leistungseinbußen durch Verschmutzung reagieren zu können. Gegebenenfalls ist ein Freischalten/Abschalten der PV-Module erforderlich.

Module:

Es gibt mono- und polykristalline Module sowie Dünnschichtmodule (siehe 1.4.), die mittlerweile aus globaler Produktion stammen können.

Diese Module verfügen über mit einem Metallrahmen oder werden auch als rahmenlose Version angeboten. Letztere haben den Vorteil geringerer Verschmutzung durch Moosansatz am Übergang zum Rahmen.

Typ und Anzahl der Solarmodule bestimmen die Leistungsfähigkeit der PV Anlage.

Wechselrichter

Der Wechselrichter, auch Netzeinspeisegerät genannt, hat die Aufgabe, den von den Modulen kommenden Gleichstrom möglichst verlustarm in Wechselstrom umzuwandeln, der dann ins Netz eingespeist oder im Haushalt bzw. der Schule verbraucht werden kann.

Die Auswahl des Wechselrichters hängt von den verwendeten Modulen, ihrer Leistung und ihrer Verschaltung ab und erfolgt in der Regel durch den Betrieb, der Anlagenplanung und -montage.

Montagegestell

Die optimale Dachneigung beträgt grundsätzlich immer 90° zum aktuellen Sonnenstand.

In unseren Breiten variiert der Sonnenstand im Jahresverlauf allerdings stark und es hat sich ein Neigungswinkel von 30-35° als optimal herausgestellt.

Prozentanteil vom maximal möglichen Ertrag in Abhängigkeit der Ausrichtung und der Dachneigung																			
Dachneigung		Ausrichtung (Abweichung in Grad von Süden)																	
		Süd		SüdOst SüdWest						Ost West		NordOst NordWest						Nord	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
0°	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
10°	93%	93%	93%	92%	92%	91%	90%	89%	88%	86%	85%	84%	83%	81%	81%	80%	79%	79%	79%
20°	97%	97%	97%	96%	95%	93%	91%	89%	87%	85%	82%	80%	77%	75%	73%	71%	70%	70%	70%
30°	100%	99%	99%	97%	96%	94%	91%	88%	85%	82%	79%	75%	72%	69%	66%	64%	62%	61%	61%
40°	100%	99%	99%	97%	95%	93%	90%	86%	83%	79%	75%	71%	67%	63%	59%	56%	54%	52%	52%
50°	98%	97%	96%	95%	93%	90%	87%	83%	79%	75%	70%	66%	61%	56%	52%	48%	45%	44%	43%
60°	94%	93%	92%	91%	88%	85%	82%	78%	74%	70%	65%	60%	55%	50%	46%	41%	38%	36%	35%
70°	88%	87%	86%	85%	82%	79%	76%	72%	68%	70%	58%	54%	49%	44%	39%	35%	32%	29%	28%
80°	80%	79%	78%	77%	75%	72%	68%	65%	61%	56%	51%	47%	42%	37%	33%	29%	26%	24%	23%
90°	69%	69%	69%	67%	65%	63%	60%	56%	53%	48%	44%	40%	35%	31%	27%	24%	21%	19%	18%

(<http://www.photovoltaik-web.de>)

Bei Flachdachmontage sind Aufständerungen notwendig, um die PV Module in diesem idealen Winkel zu befestigen.

Aber auch bei Nutzung eines Schrägdaches sind spezielle Montagesysteme nötig, denn es ist sehr wichtig, dass die Module ausreichend belüftet werden, denn je wärmer sie werden, desto weniger Leistung bringen sie.

Diese Montagesysteme stellen sicher, dass zwischen den Modulen und der Dacheindeckung ausreichend „Luft“ bleibt.

Verkabelung

Der im Modul erzeugte Strom muss zum Wechselrichter transportiert werden, wobei bei der Auswahl des Materials auf die Qualität der Kabel und Steckverbinder, aber auch auf kurze Leitungswege geachtet werden sollte, um Materialkosten und Leitungsverluste gering zu halten.

Mit zu berücksichtigen sind Verlegeart, Umgebungseinflüsse (Temperatur, Feuchte etc.) sowie ausreichender Leitungsquerschnitt.

Stromspeicher

Um den Anteil des selbst genutzten Stromes zu steigern, bietet sich noch die Integration eines Stromspeichers an. Unter ökonomischen Gesichtspunkten gesehen ist das aber nicht unbedingt sinnvoll und besonders an Schulen auch nicht notwendig.

1.3. Unterschiedliche PV-Module

Es gibt verschiedene Arten von PV-Modulen, die entsprechend der baulichen Voraussetzungen und der vorgesehenen Nutzungsart ausgewählt werden sollten.

Kristalline PV-Module haben einen Marktanteil von über 85% und werden überwiegend für den netzgekoppelten Betrieb eingesetzt, sind also erste Wahl für Schulprojekte, wenn es primär auf die Wirtschaftlichkeit ankommt.

Monokristalline PV-Module

- Werden aus einem Siliziumblock gesägt, der aus einem einzigen Kristall besteht - monokristallin
- sehr effektiv und hoher Wirkungsgrad (13 bis 17 % können erreicht werden)
- Eignung besonders für Dachflächen, bei denen nur eine geringe Fläche zur Verfügung steht

- Lebensdauer etwa dreißig Jahre
- erkennbar an einer gleichmäßig blauen oder schwarzen Oberfläche

Polykristalline PV-Module

- häufigster Modultyp
- hergestellt aus einem multikristallinen Siliziumblock
- Günstiger als monokristalline PV-Zellen
- Grundsätzlich geringerer Wirkungsgrad als monokristalline PV-Zellen, durch technischen Fortschritt gibt es mittlerweile auch multikristalline PV-Module mit deutlich verbessertem Wirkungsgrad.
- Eignung besonders für Anlagen, bei denen reichlich Dachfläche zur Verfügung steht
- Lebensdauer ca. 30 Jahre
- Erkennbar an einer marmorartigen Struktur

Dünnschicht-PV-Module

- Preiswert
- Wirkungsgrad von bis zu 12 %
- ideal bei kleinen Anwendungen (z.B. in Taschenrechnern, für Uhren, mobile Solarlader, Solarspielzeug, etc.)
- Verwendung aber auch bei Systemen mit Dachintegration
- Größerer Platzbedarf, mehr Module -> dadurch auch höher Montagekosten

Als Faustformel für den Flächenbedarf gilt je 1 kWp:

- 6-9m² bei monokristallinen Modulen
- 7-10m² bei polykristallinen Modulen
- 15-20m² bei Dünnschichtmodulen

1.4. Art der Nutzung

Es gibt vielfältige Gründe eine PV Anlage auf das Dach einer Schule zu montieren. Neben pädagogischen Zielen und der Leuchtturmfunktion einer Solaranlage, kann auch eine Einsparung von Betriebskosten oder ein nachhaltiger wirtschaftlicher Erfolg im Vordergrund stehen. Je nach Zielsetzung sollte zwischen einer Netzeinspeisung oder einer „Inselanlage“ entschieden werden.

- a) Eine „Inselanlage“ besteht ohne Anschluss an das allgemeine Stromnetz und kann ausschließlich für den Eigenverbrauch genutzt werden. Inselanlagen werden üblicherweise als autarkes System dort betrieben, wo keine Anschlüsse an das öffentliche Stromnetz existieren, wie auf einem Schiff oder abgelegenen Ferienhäusern.
- b) Netzgekoppelte Systeme werden genutzt für eine Kombination von Eigenverbrauch und Einspeisung in das öffentliche Netz. Da die Einspeisevergütung deutlich niedriger ist als der aktuelle Strompreis, empfiehlt sich grundsätzlich ein möglichst hoher Eigenverbrauch. Schulen haben daher einen Vorteil, da sie mit hoher Wahrscheinlichkeit mehr Energie benötigen als sie durch eine PV Anlage produzieren können.

In Privathaushalten werden in der Regel zwischen 25% und maximal 40% Eigenverbrauch realisiert, die Installation eines Speichers zur Erhöhung des selbst genutzten Anteils klingt zunächst verlockend, ist momentan aber nicht wirtschaftlich.

Ein netzgekoppeltes System ist wahrscheinlich für PV-Anlagen auf Schuldächern die praxisgerechtere Variante.

Die Größe eines netzgekoppelten Systems wird primär durch die geeignete Fläche und das verfügbare Investitionskapital bestimmt, da das Energiemanagement (Ausgleich von Bedarfsspitzen) beim Netzbetreiber (EVU) liegt.

1.5. Netzgekoppelte Systeme - Einspeisung

Bei netzgekoppelten Systemen wird der erzeugte Strom im Idealfall möglichst komplett selbst genutzt und nur Überschüsse in das allgemeine Stromnetz eingespeist, also für einen festgelegten Preis an den lokalen Stromversorger verkauft, wobei für die Stromversorger eine Abnahmepflicht besteht.

Für den Betreiber von neuen PV-Anlagen besteht eine Meldepflicht bei der Bundesnetzagentur und nur dann besteht auch Anspruch auf die Einspeisevergütung.

Die Meldung erfolgt über folgende Webseite: <https://app.bundesnetzagentur.de/pv-meldeportal/>

Die Vergütungen sind im Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien, dem sogenannten Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) festgelegt, in der Regel wird die Vereinbarung 20 Jahre lang garantiert, in jedem Jahr sinkt der Vergütungssatz um einen bestimmten Prozentsatz (Degression).

Einspeisevergütung für eine typische Aufdachanlage bis 10 kWp

Dachanlagen bis einschließlich 10 kWp installierter Leistung sind übliche PVA auf Ein- bis Zweifamilienhäusern oder Mietshäusern. Diese Anlagen erhalten die höchste Einspeisevergütung von 12,43 Cent / kWh (Mai 2015), deshalb empfiehlt sich auch für Schulprojekte eine Größenordnung bis 10 kWp.

Einspeisevergütung für Dachanlagen bis 10 kWp in Cent/kWh				
ab 1. Mai '15:	ab 1. Jun '15:	ab 1. Juli '15:	ab 1. Aug '15:	ab 1. Sep '15:
12,43	12,40	12,37*	12,34*	12,31*

Weitere Infos: <http://www.photovoltaiksolarstrom.de/einspeiseverguetung#Anker1>

1.6. Einspeisemanagement

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt in §6, dass seit Januar 2013 alle ab Anfang 2012 in Betrieb genommenen kleinen Photovoltaikanlagen (bis zu 30kWp) am vereinfachten Einspeisemanagement teilnehmen müssen. Damit soll verhindert werden, dass in kritischen Momenten, in denen die Netze sehr belastet sind, nicht zu viel Solarstrom ungebremst hinein gelangt.

Diese Pflicht gilt solange, bis die Stromversorger die Netze entsprechend ausgebaut haben.

Die Betreiber sind dafür verantwortlich, dass ihre Photovoltaik-Anlage das öffentliche Netz nicht überlastet.

Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Leistungskappung auf max. 70%
Leistungskappung entweder technisch durch den Installateur, dann allerdings ohne finanziellen Ausgleich durch den Netzbetreiber, oder Kappung durch hohen Eigenverbrauch oder natürliche Gegebenheiten, (ungünstige Ausrichtung, unvorteilhafte Dachneigung oder Verschattung durch Bäume und Gebäude).
- Teilnahme am Einspeisemanagement
Der Betreiber installiert einen gekauften oder vom Netzbetreiber gemieteten Funkrundsteuerempfänger (FRE) über den der Netzbetreiber im Bedarfsfall die Leistung der Anlage ferngesteuert zurücknehmen kann.
Vorteil für den Solarstromproduzenten: finanzieller Ausgleich durch den Netzbetreiber.
- Ausnahme: Befreiung des PV-Betreibers durch den Netzbetreiber
-> schriftlich bestätigen lassen!

Welche Methode im Einzelfall sinnvoller ist, sollte vor Ort ermittelt werden.

Kosten Einspeisemanagement:

Niedrige Kosten bei Leistungskappung (wenn die Leistung der Anlage bereits durch natürliche Begebenheiten und/oder Technik auf 70 Prozent gekappt ist – Nachweis erfolgt durch den Installateur)

Einspeisemanagement: Kosten ab 150 Euro, mit hoher Spannweite je nach Netzbetreiber.

Ablauf Teilnahme Einspeisemanagement:

Der Solarstromanbieter ist verantwortlich und muss sich darüber informieren, was der Netzbetreiber für das Einspeisemanagement fordert.

Entscheidung für Kappung oder Einspeisemanagement erfolgt durch den Solarstromanbieter, der seine eigenen Kosten und die des Netzbetreibers zu tragen hat, falls solche anfallen. Der Netzbetreiber muss seine Kosten dann aber auch nachweisen.

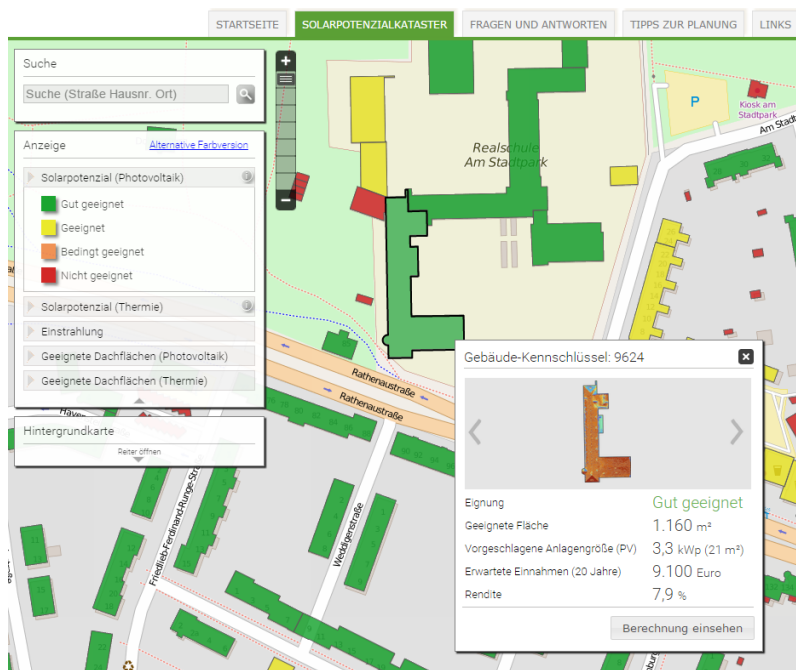
Weitere Informationen zum Thema bietet die Verbraucherzentrale NRW: <http://www.vz-nrw.de/photovoltaikanlagen>

2. Anlagenplanung (Vor Projektierung der Anlage)

2.1. Standort

Welche Erträge standortbezogen zu erwarten sind, kann man nach Eingabe der Adresse über das Solarpotenzialkataster ermitteln: <http://www.solare-stadt.de/leverkusen/Solarpotenzialkataster>

Mit Hilfe dieses Katasters gelangt man schnell zu einer Abschätzung, welche Flächen geeignet sind und erhält eine Idee zur Wirtschaftlichkeit.



2.2. Montageart

Die genannten Werte sind unter Berücksichtigung einer optimalen Ausrichtung zur Sonne zu sehen, daher sollte man die Art der Montage so wählen, dass man bei gegebenen Verhältnissen optimale Resultate erzielen kann.

2.2.1. Flachdachmontage

Die Aufständering erfolgt entweder durch auf dem Dach befestigte Metallgestelle, die die einzelnen Module tragen oder durch Gewichten, die die Konstruktion beschweren.

Vorteile:

- Optimale Südausrichtung -> optimaler Ertrag
- Optimaler Neigungswinkel -> optimaler Ertrag
- Gute Hinterlüftung -> niedrige Leistungseinbußen
- Gute Erreichbarkeit -> Vereinfachung von Wartung und Reinigung

Nachteile:

- Hohe Belastung des Daches durch hohe Windlasten
- Bei Dachbefestigung: Durchdringung der Dachhaut an den Befestigungspunkten -> Risiko von Undichtigkeiten und Wärmebrücken
Alternative: Befestigung am Dachrand und Verschraubung untereinander
- Bei Beschwerung: hohes Gewicht -> Statik beachten!
- Verschattung der Module untereinander-> Abstände berücksichtigen
- Höhere Kosten durch die Aufständering

Alternativ kann mit Dünnschichtmodulen auch ohne Aufständering eine Montage auf dem Flachdach erfolgen.

- Keine Statikprobleme durch sehr geringes Gewicht

- Auch bei diffusem Licht vergleichsweise guter Wirkungsgrad
- Hoher Flächenbedarf und damit verbunden höher Montageaufwand

2.2.2. Aufdachmontage

Die PV Anlagen werden direkt oberhalb der Dachhaut montiert und in der Regel muss nur an wenigen Stellen in die Dachhaut eingegriffen werden.

Vorteile:

- Optimaler Neigungswinkel durch Montagegestell -> optimaler Ertrag
- Gute Hinterlüftung realisierbar-> niedrige Leistungseinbußen
- Kostengünstige und unkomplizierte Montage

Nachteile:

- Optimale Südausrichtung ist abhängig von der Lage des Daches und nicht variabel
- Zugänglichkeit schwierig -> Probleme bei Wartung und Reinigung

2.2.3. Sonstige Montagearten

Neben der Flach- und Aufdachmontage gibt es Sonderlösungen wie z.B. Indachmontage beim Schrägdach oder auch Fassadenmontage.

Diese Varianten sind jedoch mit z.T. hohem Aufwand verbunden und bieten sich in der Regel nur bei Neubau oder umfassender Renovierung an. Daneben ist die Hinterlüftung bei der Indachmontage eher schwierig zu realisieren, wodurch es zu Wirkungsgradeinschränkungen kommt.

Ein weiterer Sonderfall sind nachgeführte Anlagen, die aber für Schulprojekte eher nicht geeignet sind.

2.3. Dimensionierung der geplanten Anlage

Allgemein bestimmt die zur Verfügung stehende Dachfläche die maximal mögliche Anzahl der Solarmodule.

Die zur Verfügung stehende Fläche hat auch direkte Relevanz bei der Auswahl des Modultyps. Monokristalline Module sind teuer in der Anschaffung und sind aufgrund der höheren Effizienz eher für kleine Dachflächen geeignet.

In Schulprojekten bieten sich daher die kostengünstigeren polykristallinen Module an.

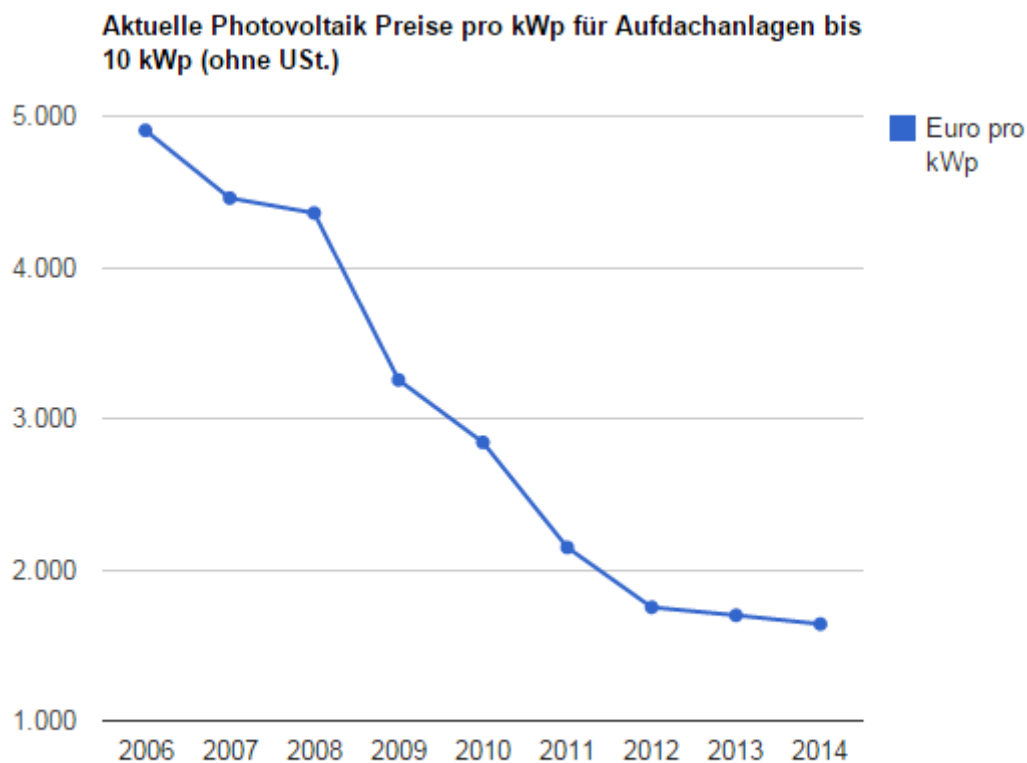
Dünnschichtmodule könnten ebenfalls geeignet sein; sie sind noch preiswerter, erfordern aber höheren Montageaufwand. Welche Lösung kostengünstiger ist, hängt vom jeweiligen Einzelfall ab und muss individuell berechnet werden.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass größere Module weniger Installationspunkte benötigen und bei der Montage preiswerter sind, die Variationsmöglichkeiten bei der Anordnung sind aber geringer. Bei großen Schuldachflächen ist dieser „Nachteil“ nicht von großer Bedeutung.

2.4. Investitionskosten

In den letzten Jahren sind die Kosten für PVA stark gesunken, was einerseits auf die sogenannten Skaleneffekte zurückzuführen ist, d.h. bei höheren Stückzahlen in der Fertigung sinken die

Einzelpreise, andererseits mit der besonderen Wettbewerbsentwicklung zusammenhängt. Starke Konkurrenz aus Asien hat die Preise fallen lassen, daneben entsteht zusätzlicher Preisdruck durch die degressive Einspeisevergütung.



Quelle: BSW-Solar/EuPD Research

2.5. Betriebskosten und Rückstellungen

Beim Betrieb einer PVA entstehen nach der Anschaffung und Montage weitere Kosten für Wartung, Reparaturen und ggfs. Versicherungen. Eine PV Anlage ist nicht über die Schule abgesichert.

Daneben hat die Stadt Leverkusen als Eigentümer der Gebäude kein eigenes Interesse an PV Anlagen, es ist also sicher zu stellen, dass neben den Betriebskosten auch ein etwaiger Rückbau durch Rückstellungen sichergestellt wird.

Die jährlichen Betriebskosten einer PV Anlage machen ca. 2% der Investitionssumme aus. Zu den Betriebskosten gehören beispielsweise die Aufwendungen für die Reinigung der PV Module. Da der Ertrag der Anlage stark von optimalen Bedingungen abhängt, sollte die Reinigung der Moduloberflächen von Blättern, Moos, Vogelkot, Umweltstäuben etc. regelmäßig erfolgen. Durch Regen oder Schnee werden diese Verschmutzungen zwar zu einem gewissen Anteil auch immer wieder entfernt, bei sehr flachem Montagewinkel kann der Effekt aber auch zu gering sein und die Verschmutzungen akkumulieren sich auch im Laufe der Zeit, wirken dann wie Verschattungen.

Reinigung der Module

Um eine regelmäßige Reinigung der Module durchführen zu können, sollte die Anlage gut zugänglich sein. Die Reinigung selbst erfolgt mit klarem Wasser und einer weichen Glasbürste. Reinigungsmittel sind nur selten notwendig und wenn, dann sollten milde ökologische Reiniger verwendet werden. Bei leichten Verschmutzungen kann die Reinigung eventuell selbst durchgeführt werden, bei größeren Flächen oder starker Verschmutzung bieten sich Fachbetriebe an. Eine professionelle PV Reinigung kostet ca. 2,50 €/m².

Der Grad der Verschmutzung hängt auch von der Nachbarschaft zu Industrie oder stark befahrenen Straßen ab. Ein normaler Reinigungszyklus erfolgt alle zwei Jahre, bei starker Verschmutzung kann die Reinigung jährlich notwendig sein.

Modellhaft betrachtet sind Schüler/Lehrer die Nutzer der Schule. Den Schulträger könnte man als „Mieter“ bezeichnen und die Gebäudewirtschaft ist der Eigentümer der Gebäude. Deshalb ist die Gebäudewirtschaft als Eigentümer mit einzubinden.

Weil das Interesse zur Errichtung einer PV-Anlage beim Nutzer, also den Schülern und Lehrern, liegt, ist von ihm die Anlagenplanung weitestgehend vorzubereiten.

3. Projektplanung (Eigentliche Anlagenplanung)

Die Planung des Projektes ist ein wichtiger Baustein, um ein Solarprojekt erfolgreich abzuschließen. Als Orientierung dient folgender grober Überblick:

Vor dem Projekt:

- Standort ermitteln
- Absprache mit Schulträger und Freigabe, Statik, Brandschutz etc.
- Abschluss eines Pachtvertrages der Dachfläche sobald Erträge zu erwarten sind
- Genehmigungen notwendig? Denkmalschutz?
- Zusammenstellung Projektgruppe und Projektplan
-> Legen Sie für alle Projektschwerpunkte die Verantwortlichkeiten fest.
- Einspeisesituation mit dem Energieversorgungsunternehmen (EVU) abstimmen (Zählerantrag)

Während des Projektes:

- Kostenanalyse
- PR und Finanzierung
- Angebotsphase (Anfragen und Angebotsvergleich)
- Organisation des Betriebs über Schülerfirma, Förderverein, oder....
- Klärung der steuerlichen Aspekte
- Abnahme durch Fachunternehmen

Nach dem Projekt:

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

3.1. Finanzierung und Trägerschaft

Natürlich stellt die Finanzierung einer Schulsolaranlage eine Herausforderung dar, deshalb ist die mögliche Anlagengröße auch von den finanziellen Möglichkeiten abhängig.

Eine Möglichkeit für Leverkusener Schulen ist die Verwendung des Geldes, das durch erfolgreiche Teilnahme am „energieLux“ erwirtschaftet wurde.

Auch wenn die Finanzierung dadurch möglich sein kann, stellt sich die Frage nach der Organisation des Betriebs bzw. Trägerschaft einer Schulsolaranlage.

3.1.1. Finanzierung und Betrieb über den Schulförderverein

Grundsätzlich können Fördervereine aus Vereinsmitteln eine PVA finanzieren und Überschüsse aus der Einspeisevergütung wiederum für Schulzwecke einsetzen.

Wichtig: Deckt die Satzung des Fördervereins diesen Zweck ab? Müssen Erträge versteuert werden?

Manchmal kann eine Satzungsänderung notwendig sein, die hinsichtlich der steuerlichen Fragen, insbesondere hinsichtlich der Gemeinnützigkeit und der Umsatzsteuerabzugsfähigkeit, mit dem Finanzamt im Vorfeld abgestimmt werden muss!

Generell sehen die Finanzämter in einer Solaranlage einen "wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb", was für den Verein Probleme und Schwierigkeiten nach sich ziehen kann.

Einige Finanzämter erkennen Solaranlagen von Schulfördervereinen zumindest als "Zweckbetrieb" an. Grundlegend ist auch hier, das Finanzamt davon zu überzeugen, dass die Solaranlage so gut wie ausschließlich pädagogischen und keinesfalls wirtschaftlichen Zwecken dient. Eine Vorabklärung ist hier unerlässlich!

Nachstehend werden einige wichtige Sichtweisen der Steuerverwaltung im Wortlaut zur Orientierung wiedergegeben:

- Steuerbegünstigte Körperschaften, die eine Photovoltaikanlage betreiben und den erzeugten Strom ins allgemeine Stromnetz einspeisen, begründen damit einen wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb, da sie eine selbständige nachhaltige Tätigkeit ausüben, durch die Einnahmen erzielt werden. Der Betrieb der Photovoltaikanlage ist daher grundsätzlich als steuerpflichtiger wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb zu beurteilen.
- Ausnahmsweise kann der Betrieb einer Photovoltaikanlage als Zweckbetrieb zu beurteilen sein, wenn sie von der steuerbegünstigten Körperschaft (z.B. von einem gemeinnützigen Schul- oder Umweltschutzverein) in erster Linie zu Lehr- oder Demonstrationszwecken betrieben wird und nicht überdimensioniert, d.h. größer als für die Lehr- und Demonstrationszwecke erforderlich, ist.
- Für die Errichtung eines Zweckbetriebs können sämtliche (zeitnah und nicht zeitnah zu verwendende) Mittel (also auch Spenden) eingesetzt werden.
- Wird die Solaranlage vom Finanzamt nicht als Zweckbetrieb, sondern als steuerpflichtiger wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb eingestuft, dürfen eigentlich auch keine Spenden dafür eingesetzt werden, es sei denn, die Spendenmittel sind zweckgebunden für die Erhöhung des Vermögens (Errichtung des steuerpflichtigen wirtschaftlichen Geschäftsbetriebs) eingeworben worden (§ 55 Nr. 11c AO).

Somit ist folgendes Vorgehen zu empfehlen:

- Das Solarprojekt sollte vorab mit dem Finanzamt durchgesprochen werden und die Satzungsformulierung abgeklärt werden - bei neu zu gründenden Solarfördervereinen unbedingt vor der Gründungsversammlung! Über die Einschätzung des Finanzamts sollte man sich eine verbindliche Auskunft (Achtung: neuerdings evtl. kostenpflichtig!) schriftlich geben lassen! Mündliche/telefonische Aussagen sind im Zweifelsfall wertlos!
- Dem Finanzamt ist glaubhaft zu machen, dass die pädagogischen Aspekte im Vordergrund stehen. Wann eine Solaranlage dafür überdimensioniert ist, ist im Einzelfall zu klären. -> Viele Finanzämter sehen Anlagen bis 5 kWp Leistung hier als unproblematisch.
- Bei Solaranlagen dieser Größenordnung ist allein aus den erzielten Einspeisungserlösen kein Gewinn zu erzielen, der in dieser Höhe tatsächlich mit Gewinnsteuern belegt wird, da die steuerlichen Bagatellgrenzen nicht erreicht werden.
- Unabhängig davon besteht bei der Einstufung der Solaranlage als wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb oder Zweckbetrieb die Möglichkeit, sich die dem Solarinstallateur bezahlte Mehrwertsteuer vom Finanzamt wieder erstatten zu lassen! Das macht schon einen Großteil der Kosten (19 %) aus! Zwar muss dann auch auf die erzielten Einspeisungserlöse Umsatzsteuer berechnet und an das Finanzamt abgeführt werden. Diese Umsatzsteuer ist jedoch vom Stromnetzbetreiber zu übernehmen, stellt also nur einen durchlaufenden Posten für den Verein dar. Lediglich ein wenig Arbeit für die Umsatzsteuervoranmeldungen kommt zumindest für zwei Jahre auf den Verein zu.

Weitere Informationen zu Betrieb und Finanzierung: www.solarschulen.net

3.1.2. Gründung eines eigenen Vereins für Finanzierung und Betrieb

Die Gründung eines eigenen Vereins zur Finanzierung und für den Betrieb einer PV Anlage bietet sich an, wenn der Schulförderverein nicht als Investor auftreten will/kann. Auch hier sind unbedingt o.g. Fragen vorab mit dem Finanzamt zu klären!

Eine Mustersatzung für einen „Solar-Verein“ finden Sie unter www.solarschulen.net/global/download

3.1.3. Gründung einer Schülerfirma für den Betrieb

Der fortlaufende Betrieb einer Solaranlage kann einer Schülerfirma übertragen werden. Eine langfristige Betätigung der Schülerfirma kann verwirklicht werden, wenn diese z.B. jedes Jahr den Ausbau der Solaranlage um weitere Module organisieren soll.

Infos zu Schülerfirmen finden Sie z.B. unter www.nasch21.de

3.1.4. Sonstige Betriebsmodelle

- Gründung einer Betreibergesellschaft durch Lehrer, Eltern und sonstige Interessierte (GbR)

- Solargenossenschaft (e.G.)
Weiter ausführliche Infos zu den Vor- und Nachteilen und der Gründung von Genossenschaften finden Sie unter www.geno-verband.de
- Gründung einer GmbH oder GmbH & Co. KG (sinnvoll erst ab einer gewissen Größenordnung)
- Anbieter von "Solaranlagenfonds" organisieren für die Schulsolaranlage eine Beteiligungsgesellschaft
- Private Investoren

3.2. Fördermöglichkeiten

In der Vergangenheit gab es verschiedene öffentliche Fördertöpfe aus denen Solaranlagen in Schulen finanziell unterstützt wurden. Denkbar sind aber auch die Unterstützung durch lokale Unternehmen oder Crowdfunding

3.2.1. Öffentliche Mittelgeber

- Bundesumweltministerium und Bundeswirtschaftsministerium bieten auf ihren Internetseiten www.klimaschutzschule.de und www.bafa.de aktuelle Informationen zu Fördermöglichkeiten in Schulen alle Klimaschutzangebote des BMU.
- Informationen finden Sie auch unter: <http://www.solaranlagen-portal.com/solar/solarfoerderung/aktuell>
- Eine interessante Möglichkeit ist die Finanzierung über Crowdfunding. Die Deutsche Umweltstiftung hat dazu eine Crowdfunding Plattform ins Leben gerufen: <https://www.ecocrowd.de/en>

3.2.2. Förderung durch die Wirtschaft und Stiftungen

- Regionale Energieversorgungsunternehmen
Unterstützung finanziell oder technisch
- Volks- und Raiffeisenbanken (und deren Stiftungen)
Um durch die VR-Stiftung Volksbanken Raiffeisenbanken Stiftung gefördert werden, muss bei der Volks- bzw. Raiffeisenbanken vor Ort ein Antrag eingereicht werden.
- Sparkassen (und Sparkassenstiftung)
Die Bürgerstiftung Leverkusen ist eine Initiative von Stadt und Sparkasse. Sie ermöglicht nach eigener Angabe engagierten Bürgern, sich für ihre Stadt einzusetzen und Verantwortung für das Gemeinwesen zu übernehmen. Unter anderem werden auch Klimaprojekte unterstützt, es gibt aber auch gewisse Einschränkungen bezüglich der Förderfähigkeit.
Informationen unter www.buergerstiftung-leverkusen.de
- Unternehmen vor Ort
Es kann durchaus sinnvoll sein, größere Unternehmen anzusprechen, dies gilt besonders, wenn über Mitarbeiter Beziehungen zwischen Schule und Unternehmen bestehen.
- Sponsoring
Hersteller, Planer und Handwerksbetriebe der Solarwirtschaft haben eventuell die Bereitschaft, Schulen kostenlos oder kostengünstig in der Planung oder Realisierung zu unterstützen, daher ist eine Anfrage auf jeden Fall ratsam.
- Bankdarlehen
Oft ist ein Kredit zur Vorfinanzierung notwendig, daneben kann ein Kredit dann sinnvoll sein, wenn die PVA nicht über den Schulförderverein finanziert und betrieben und ein wirtschaftlicher Zweck im Vordergrund steht.
Die Erträge über die Einspeisevergütung stellen sicher, dass Kredite bedient werden können

und nach deren Tilgung, die Erträge vollständig dem Betreiber zufließen.
Besonders zinsgünstige Kreditprogramme für Solaranlagen bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau: [KfW Förderratgeber](#)
Die Umweltbank bietet spezielle Konditionen und viel professionelles Know-How, was die Finanzierung von Solaranlagen anbelangt: www.umweltbank.de

4. Rechtliches

Grundsätzlich sind PV Anlagen auf Dächern oder an Fassaden nicht genehmigungspflichtig. Ausnahmen gibt es beispielsweise bei der Installation auf oder im Zusammengang mit denkmalgeschützten Gebäude, dann bedarf es einer Genehmigung. Sollte Ihr Gebäude denkmalgeschützt sein, hilft Ihnen der Fachbereich 631 der Stadt Leverkusen (Bauaufsicht/Denkmalpflege):

Herr Schier / Stadtgebiet Nord – 0214 / 406-6315

Herr Simon / Stadtgebiet Süd – 0214 / 406-6314

Auch örtliche Bebauungspläne können die Installation einer Anlage beschränken, zudem sind Freianlagen wegen ihrer starken Auswirkungen auf das Landschaftsbild immer genehmigungspflichtig.

In NRW ist in der Bauordnung (BauO NRW § 65 Abs. 1) geregelt, dass auch bei Nutzungsänderung des Gebäudes ebenfalls eine Genehmigungspflicht besteht.

Auch wenn für die Montage der PV Anlage keine Genehmigung erforderlich ist, hat der Bauherr die Verantwortung für die Einhaltung der gültigen Bauvorschriften. Dies betrifft zum Beispiel die Statik des Gebäudes und die Sicherstellung, dass keine Gefahr von der PV Anlage ausgeht.

Werden bspw. über mit Gewichten beschwerte Konstruktionen verwendet, kann das Gewicht der Montagesysteme zu Problemen mit der Statik führen.

Zur Prüfung der baulichen Konstruktion und bei Fragen zu Brandschutz, Statik oder technischen Aspekten, erfolgt die Unterstützung durch die Gebäudewirtschaft der Stadt.

Erscheint es nötig, einen Baum zur Vermeidung von Verschattung zu fällen, sind auf jeden Fall die jeweils aktuellen Regelungen zu beachten. Weitere und aktuelle Informationen: [Baumschutz Leverkusen](#)

5. Installation, Übergabe und Betrieb der Solaranlage

Als elektrische Anlagen sind Photovoltaikanlagen entsprechend den geltenden Unfallverhütungsvorschriften zu konzipieren und zu installieren.

Deshalb erfolgt die Installation durch Fachleute, eventuell können Teilarbeiten auch von Schülern durchgeführt werden, das bedarf allerdings der Abstimmung mit dem Fachbetrieb und dürfte sich in der Regel auf Hilfstätigkeiten bei der Montage der Module beschränken.

Nach der Installation erfolgt die Übergabe. Dazu wird die PVA nach vorgeschriebenen Verfahren geprüft und protokolliert. Zusätzlich müssen eine komplette Dokumentation der Technik und eine Einweisung in den Betrieb der PV erfolgen. Die DIN EN 62446 definiert dazu die Mindestanforderungen an die Inbetriebnahme und Systemdokumentation.

- Vollständige Funktionsprüfung der Anlage
- Dokumentation der Prüfergebnisse
- vollständige Dokumentation der Anlagentechnik
- Einweisung in den Betrieb der Photovoltaikanlage

1. Inbetriebnahme Prüfung: Messungen und Prüfschritte

- Montage und Installation der Photovoltaikanlage muss nachweislich gemäß IEC 60364-6 erfolgt sein
- die Prüfung schließt das **Gleichstromsystem** (DC-seitig), das **Wechselstromsystem** (AC-seitig) sowie den Schutz gegen Überspannung ein
- Schritt 1: Prüfung aller Wechselstromkreise
- Schritt 2: Prüfung aller Gleichstromkreise
- Schritt 3: Durchgängigkeit der Schutz- und Potenzialausgleichsleiter (DC-seitig)
- Schritt 4: Polaritätsprüfung jedes Strings (DC-seitig)
- Schritt 5: Prüfung der Leerlaufspannung jedes Strings (DC-seitig)
- Schritt 6: Prüfung des Kurzschlussstroms jedes Strings (DC-seitig)
- Schritt 7: Funktionsprüfung der Schalt- und Steuergeräte, Wechselrichter und Schutzeinrichtungen bei Netzausfall
- Schritt 8: Isoliervermögen der Bauteile der Gleichstromkreise sowie Eignungsprüfung eines PV-Strings

2. Dokumentation der Prüfergebnisse: Inhalte und Prüfbericht

- Grundlage hierfür ist die VDE 0126-23, die auch Vorlagen für Prüfberichte und Prüfbescheinigungen enthält
- genauer **Standort** der Photovoltaikanlage, **Name des Anlagenbetreibers**
- **Personen**, die für die Konstruktion, den Bau und die Prüfung der Photovoltaikanlage verantwortlich waren inkl. ihrer Verantwortlichkeiten
- besichtigte und geprüfte **Stromkreise** inkl. Bericht der Besichtigung und Prüfung
- **nächster Prüftermin** sowie Intervall für die darauf folgenden Prüfungen
- Unterschrift des Prüfers

3. Vollständige Dokumentation der Photovoltaikanlage: Inhalte und Dokumente

- **Typenschildangaben** (grundlegende Angaben zum System): Projektidentifikation, Bemessungsleistung, Installationsdatum, Datum der Inbetriebnahme, Name des Kunden, Anschrift des Anlagenstandorts
- **Kontakt Daten sämtlicher beteiligter Unternehmen** und Personen, die für die Entwicklung und den Bau der Photovoltaikanlage verantwortlich waren inkl. Verantwortungsbereiche
- **Stromlaufplan** (Verschaltungsplan): vollständige Dokumentation des DC- und AC-Stromkreises inkl. aller Schutzeinrichtungen und Lageskizze der Solarkabel im Haus
- **Dachbelegungsplan**
- **Stringaufteilung**
- **Datenblatt** des Photovoltaikmoduls, Wechselrichters und Montagesystems
- **Gewährleistungsangaben** für Module und Wechselrichter (Geber, Beginn, Dauer)
- Nachweis über die Dichtheit der Dachhaut
- Kennzeichnung aller elektrischen Bauteile, die im Haus frei erreichbar sind

4. Einweisung des Anlagenbetreibers:

- Kontrollmöglichkeiten, die auf einen korrekten Betrieb der Anlage hinweisen

- Erklärung des Einspeisezählers
- Schneeräumung im Winter
- Wartungsintervalle
- Notwendigkeit, die Photovoltaikanlage reinigen zu lassen
- Was ist zu tun, wenn die Anlage ausfällt? (Notabschaltung)
- Verhalten im Brandfall
- Einspeisemanagement falls notwendig

Die in diesem Leitfaden dargestellten Informationen beruhen im Wesentlichen nicht auf eigener Erkenntnis oder Erfahrung, sondern sind folgenden Informationsquellen entnommen und sollen interessierten Lehrern einen Überblick zum Thema Photovoltaik geben.

Baunetzwissen Solar:

www.baunetzwissen.de/index/Solar_34520.html

Energetisch Bauen und Sanieren – Enbausa.de:

www.enbausa.de/solar-geothermie/fotovoltaik.html

Solaranlagen Portal:

www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik

Verbraucherzentrale NRW:

www.vz-nrw.de/photovoltaikanlagen

Literatur

Für die Zusammenstellung des Leitfadens wurden folgende Quellen genutzt. Hier eine Auswahl:

- Solarkataster Leverkusen
www.solare-stadt.de/leverkusen/Solarpotenzialkataster
- www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik
- Energetisch Bauen und Sanieren
www.enbausa.de/solar-geothermie/fotovoltaik.html
- www.baunetzwissen.de/index/Solar_34520.html
- www.photovoltaiksolarstrom.de/einspeiseverguetung#Anker2
- diybook.de/bauen-renovieren/elektroarbeiten/elektroinstallation/photovoltaik-auswirkungen-verschattung-solarmodulen
- www.stromtip.de/rubrik2/20071/So-schuetzen-Sie-Ihre-Solaranlage-vor-Diebstahl.html
- www.photovoltaik.org/
- Agentur für Erneuerbare Energien
<http://www.unendlich-viel-energie.de/>

Impressum

Hrsg.: Förderverein NaturGut Ophoven e.V.

Talstr. 4

51379 Leverkusen

Tel. 02171/734990

FAX 02171/30944

www.naturgut-ophoven.de

zentrum@naturgut-ophoven.de

Recherche und Zusammenstellung:

Stefan Brandt

Redaktion:

Stefan Brandt, Britta Demmer

Fachliche Beratung: Norbert Plaga, Stadt Leverkusen

März 2015

Die Recherche wurde im Rahmen des Projektes „energieLux - Klimaschutz an Leverkusener Schulen und Kindergärten“ durchgeführt. EnergieLux ist ein Projekt der Stadt Leverkusen, durchgeführt vom Förderverein NaturGut Ophoven und gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Rahmen der BMU Klimaschutzinitiative.