



Photovoltaik-Systeme Planungsleitfaden



Der Ausbau und die Nutzung erneuerbarer Energien geht mit großen Schritten voran. Die bieten erneuerbaren Energien bieten somit sinnvolle Alternativen zur klimaschädlichen Verbrennung fossiler Rohstoffe und zur Kernenergie. Bei der Erzeugung von Solarstrom spielen Flachdächer eine immer größere Rolle.

Um ein Flachdach als Standort für eine Photovoltaikanlage nutzen zu können, sind hochwertige dauerhafte Abdichtungen und Wärmedämmungen zur Energieeinsparung eine wesentliche Voraussetzung.

Nicht selten wird jedoch beim Aufbringen von Abdichtungen, Wärmedämmungen und Photovoltaikanlagen die Schnittstelle dieser drei Komponenten zum Schwachpunkt. Die Folgeschäden sind vorprogrammiert.

Ebenso kritisch sind Dächer zu betrachten, auf denen Photovoltaik-Anlagen installiert werden sollen, deren Abdichtung nur noch eine geringe Lebensdauer oder eine nach der EnEV unzureichende Wärmedämmung haben. In der energetischen Gesamtbetrachtung können diese Dächer nicht bestehen. Dieser Planungsleitfaden soll helfen, die Belange der Dämmung und Abdichtung mit denen einer Photovoltaik-Anlage in Einklang zu bringen.

1	Objekteignung	4
1.1	Beurteilung des Flachdaches	4
1.1.1	Zustandskontrolle	
1.1.2	Aufbau der Dachkonstruktion	4
1.1.3	Statik	4
1.1.4	Tragkonstruktion	4
1.1.5	Wärmedämmung	4
1.2	Ausrichtung und Neigung der Module	5
1.3	Geografische Lage	5
2	Planung	7
2.1	Genehmigungen	7
2.2	Auswahl der Komponenten	7
2.2.1	Montagesystem	7
2.2.2	Module	10
2.2.3	Wechselrichter	10
2.2.4	Leitungsführung	11
3	Inbetriebnahme und Anlagenübergabe	12
4	Wartung der Anlage	13
	Solar-Lexikon	14
	Förderprogramme	15

Photovoltaik-Systeme

Planungsleitfaden

1 Objekteignung

Ob ein Flachdach aus wirtschaftlichen Gründen generell zur Installation einer Photovoltaik-Anlage geeignet ist, hängt wesentlich ab von der geografische Lage, der Verschattung und dem Zustand von Wärmedämmung und Dachabdichtung.

Ertragseinbußen durch Verschattung sollten generell vermieden werden. Für den Ertrag einer Anlage ist es sinnvoller, das Dach nicht vollständig zu belegen wenn Verschattungen durch Aufbauten auftreten. Dies muss bereits in der Planungsphase einer Photovoltaik-Anlage beachtet werden.

Bei der Aufnahme der Projektdaten sollte folgendes überprüft werden:

- Überprüfung des Objekts ob eine Beschattung aus der Umgebung vorliegt (Bäume, Gebäude, Berge etc.).
- Überprüfung der Dachfläche ob Beschattung durch Dachaufbauten vorliegt (Kamine, Lichtkuppeln, etc.).
- Überprüfung ob Gefährdungen aus der Umgebung, wie zum Beispiel aggressive Stoffe (Dämpfe, Stäube), Nagetierfraß oder eine exponierte Lage (Gefährdung durch Blitzeinschlag) bestehen.

1.1 Beurteilung des Flachdaches

1.1.1 Zustandskontrolle

Eine Zustandskontrolle der bestehenden Flachdachkonstruktion soll durch den Flachdachbauer oder/und Architekten erfolgen. Der Zustand der Abdichtung muss überprüft werden. Die Lebensdauer der Abdichtung soll mindestens weitere 20 Jahre betragen, da in aller Regel dies die Nutzungsdauer neuer Solaranlagen ist. Gegebenenfalls ist die Altabdichtung zu ersetzen oder zu überarbeiten. Besonderes Augenmerk muss hier auf die Durchdringungen, Details und Anschlüsse gelegt werden. Wird eine neue Abdichtung aufgebracht, ist

gegebenenfalls auch die Energieeinsparverordnung zu beachten. Durch eine Dachöffnung kann z.B. nachgewiesen werden, wie funktionstüchtig der Flachdachaufbau insgesamt ist, also ob z. B. Wasser unter der Abdichtung eingeschlossen ist oder wie dick und leistungsfähig die verbaute Wärmedämmung ist.

1.1.2 Aufbau der Dachkonstruktionen

Der Aufbau der einzelnen Funktionsschichten des Flachdaches ist auf technische und bauphysikalische Richtigkeit zu prüfen. Dies gilt besonders, wenn die Flachdachkonstruktion umgebaut, ergänzt oder auch die Nutzung unter dem Dach verändert wird.

1.1.3 Statik

Solarsysteme bringen zusätzliche Lasten auf die Dachabdichtung und somit auch auf die Wärmedämmung und auch auf die Unterkonstruktion in das Gebäude.

1.1.4 Tragkonstruktion

Es ist auf jeden Fall zu prüfen, wie viel die bestehende Tragkonstruktion an zusätzlicher Auflast vertragen kann. Gegebenenfalls ist ein statischer Nachweis zu erbringen.

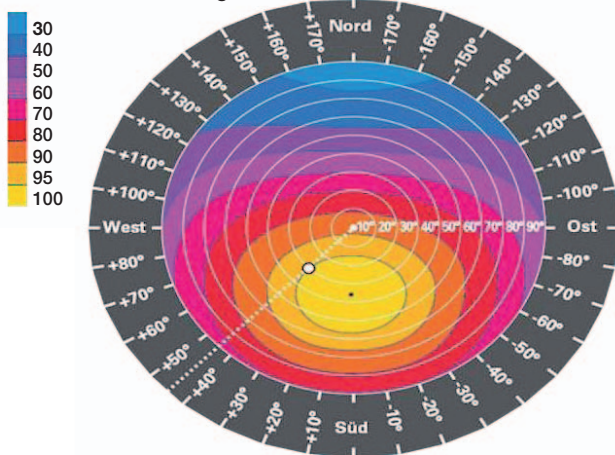
1.1.5 Wärmedämmung

Die zulässige Druckspannung der Wärmedämmung muss unter der Abdichtung mindestens 120 kPa betragen und sollte sich nicht stärker als 2 % seiner Dicke zusammendrücken lassen. Die Auflagerpunkte der Solaranlagen sind ggf. mit Lastverteilplatten zu unterlegen. Besonders weiche Wärmedämmstoffe sind hier nicht geeignet.

1.2 Ausrichtung und Neigungswinkel der Module

Die Ausrichtung und der Neigungswinkel der Module sind ebenfalls entscheidend für den Ertrag. Die Auswirkung bzw. Änderung der Aufstell- und Neigungswinkel auf den Ertrag von Solaranlagen verdeutlicht die folgende Grafik

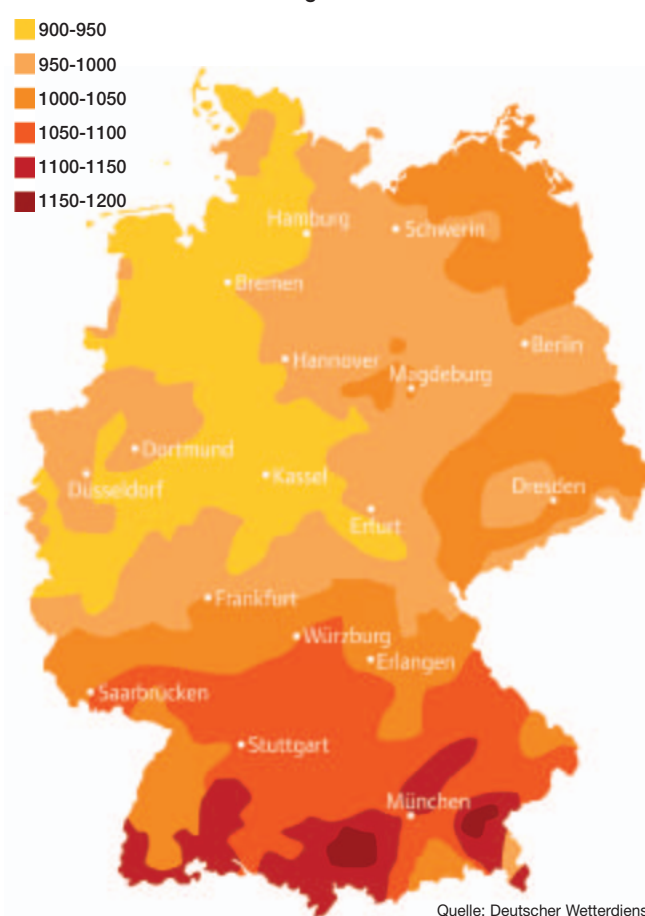
Jährliche Einstrahlung in %



1.3 Geografische Lage

Die geografische Lage einer Solaranlage hat ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf den Ertrag und damit auf die Rendite. Die Sonneneinstrahlung ist je nach Landesgegend unterschiedlich.

Jährliche mittlere Einstrahlung in kWh/m²





2 Planung

2.1 Genehmigungen

Die Planung sollte in Abstimmung mit allen am Bau beteiligten Personen stattfinden. Einzubeziehen sind:

- Bauherr
- Planer der Anlage
- Dachdecker
- Elektriker
- Blitzschutzbauer (bei öffentlichen Gebäuden zwingend notwendig)

Bei den Gemeinden muss zusätzlich abgeklärt werden, ob eine Baugenehmigung für die Photovoltaik-Anlage beantragt werden muss.

Vor dem Baubeginn muss mit dem örtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU) geklärt werden, wo und wie viel Leistung die Solaranlage ins öffentliche Netz abgeben darf und wo der Einspeisepunkt (die Übergabe des erzeugten Stroms ins öffentliche Netz) liegt.

Sind diese Planungsvoraussetzungen geschaffen, sollten die Schnittstellen für den Bau der Anlage geklärt werden.

2.2. Auswahl und Standort der Komponenten

Wenn die allgemeinen Planungsgrundlagen geschaffen worden sind, ist die Auswahl der einzusetzenden Komponenten wichtig.

2.2.1 Montagesystem

Es gibt unterschiedliche Befestigungsmöglichkeiten der Montagesysteme:

- Befestigung an tragende Baukonstruktionen (z.B. Dachhaken, Aufstellung mit Verankerungen, Schellen etc.)
- Beschwerung der Unterkonstruktion
- Systemspezifische Modulbefestigungen

Bei der Befestigung der Photovoltaik-Anlage an tragende Baukonstruktionen muss auf Materialverträglichkeit und fachgerechte Abdichtung der Durchdringung geachtet werden. Bei einer Lösung mit Beschwerung, ist immer die Einwirkung der Eigenlast (Gewicht der Module und der Unterkonstruktion inkl. der Beschwerung) und der Verkehrslasten (Wind- und Schneelasten) zu beachten.

Ein Gebäude wird mit der Errichtung einer Solaranlage nicht grundsätzlich Blitzschutzpflichtig (Ausnahmen sind öffentliche Gebäude). Wenn auf dem Projekt bereits eine Blitzschutzanlage besteht, sollte die Solaranlage dort grundsätzlich eingebunden werden. Wenn Solaranlagen auf Gebäuden errichtet werden, die keinen durchgehenden Hauptpotenzialausgleich haben, müssen die metallischen Bauteile (z.B. die Unterkonstruktion) an einen direkten Erdleiter angeschlossen werden. Dieser muss außen an der Gebäudehülle zu einem Erdungspunkt geführt werden.

Durch die Montage einer Photovoltaik-Anlage dürfen die angrenzenden Bauteile in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden. Besonders sind hierbei Kontaktkorrosion und Temperaturexpansion zu berücksichtigen. Außerdem ist bei der Planung einer Photovoltaik-Anlage der erforderliche Platzbedarf für Instandhaltung und Wartung angrenzender Bauteile zu beachten.





Photovoltaik-Systeme

Planungsleitfaden

Module | Wechselrichter | Leitungsführung

2.2.2 Module

Die Förderung über die EEG-Umlage ist auf 20 Jahre ausgelegt. Daher sollte darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Module diese Lebensdauer erwarten lassen. Photovoltaik-Module sollten nach folgenden Normen zertifiziert sein:

- Kristalline Module sollten zertifiziert sein nach DIN EN 61215 VDE 0126-36
- Dünnschicht Module sollten zertifiziert sein nach DIN EN 61646 VDE 0126-32

Bei der Installation der Module ist ein Mindestabstand von 0,5 m zu Brandwänden einzuhalten. Es empfiehlt sich Modulflächen durch modulfreie Streifen zu unterbrechen. Diese dienen zum einen als Wartungswege, zum anderen wird dadurch im Brandfall eine wirksame Brandbekämpfung möglich.

Bei der Belegung ist ebenfalls darauf zu achten, dass Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) nicht beeinträchtigt werden. Vom Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V. gibt es hierzu Planungshinweise.

2.2.3 Wechselrichter

Je nach Installationsort ist die geeignete Schutzart des Wechselrichters zu wählen (Schutzart für den Innenbereich IP 20; Schutzart für den Außenbereich sollte mindestens IP 54 oder höher sein). Auch Wechselrichter werden nach Normen zertifiziert. Diese sind:

- DIN EN 62109 (Sicherheit von Leistungsumrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen)

Bei der Auswahl der Wechselrichter und des Montageorts sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Generell sind die Angaben des Herstellers zu beachten (zulässige Umgebungstemperatur, Abstand der Geräte untereinander).
- Es sollte ein Standort mit möglichst geringen Temperaturschwankungen gewählt werden.
- Die Wechselrichter sollten vor aggressiven Dämpfen geschützt werden.
- Wechselrichter im Außenbereich sollten vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden.

Neben dem Installationsort muss darauf geachtet werden, dass die maximale Leerlaufspannung der zusammengeschalteten Module die zulässige Spannungsgrenze des Wechselrichters nicht überschreitet. Die Anschlussbedingungen der Netzbetreiber sind zu beachten.



2.2.4 Leitungsführung

Bei der Leitungsführung ist zu aller erst auf einen sinnvollen Kabelquerschnitt zu achten. Sind die Leitungswege von den Modulen zu den Wechselrichtern lang, sollten höhere Kabelquerschnitte gewählt werden. Neben den Kabelquerschnitten sollte darauf geachtet werden, dass sogenannte Solarkabel eingesetzt werden. Diese sind UV- und witterungsbeständig. Die Kabel sollten in einem Kabelkanal verlegt werden, da dieser zusätzlichen Schutz (auch vor anderen Einflüssen z.B. Marderbisse etc.) bietet.

Um eine Brandfortleitung zu verhindern, sollten Solarkabel nicht über oder durch eine Brandwand geführt werden. Wenn sich eine solche Verlegung nicht vermeiden lässt, müssen die Leitungen auf jeden Fall geschützt verlegt werden, z.B. mit einem Leitungsschott oder einer Brandschutzumhüllung. Damit die Schutzfunktion langfristig bestehen bleibt, ist darauf zu achten, dass die verwendeten Baustoffe nachweislich für die Außenanwendung geeignet und UV- und witterungsbeständig sind.

Die Verlegung der Kabel auf der Gleich- und auf der Wechselstromseite hat nach den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Bei der Gleichstromseite muss die Verarbeitung besonders sorgsam erfolgen, da der übliche Kurzschlusschutz mit Überstromschutzeinrichtung nicht wirksam ist. Das Risiko eines Erd- oder Kurzschlusses ist durch eine sichere Verlegung von einadrigen Leitungen minimiert. Außerdem sollte vermieden werden, dass Kabel durch eine Verlegung über scharfe Kanten beschädigt werden.

Wird auf Grund des Wechselrichterstandorts eine Leitungsführung durch die Abdichtung in das Gebäude erforderlich, muss diese Durchführung wieder fachgerecht abgedichtet werden.

Photovoltaik-Systeme

Planungsleitfaden

Inbetriebnahme

3 Inbetriebnahme und Anlagenübergabe

Das Modulfeld einer Photovoltaik-Anlage kann ohne den Einbau von Schaltgeräten nicht abgeschaltet werden. Wenn die Module untereinander verbunden sind, liegt direkt Gleichspannung an!

Die Inbetriebnahme darf gemäß der Norm für den Betrieb elektrischer Anlagen (VDE 0105-100) und der Berufsgenossenschaftlichen Regel für Arbeiten unter Spannung (BGR A3) nur durch eine Elektrofachkraft mit besonderer Ausbildung und Erfahrung auf diesem Arbeitsgebiet durchgeführt werden. Die Vorgehensweise der Erstprüfung einer elektrischen Anlage ist in der Norm für Prüfungen (VDE 0100-60) festgehalten. Zusätzlich gibt es bei der Inbetriebnahme von Photovoltaik-Anlagen weitere Besonderheiten zu beachten die in der DIN EN 62446 (VDE 0126-23) festgelegt sind.

Vor der Inbetriebnahme und der Übergabe an den Betreiber sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Vollständige Sichtprüfung des Aufbaus (mechanische Befestigung der Konstruktion, Sichtkontrolle aller elektrischen Anschlüsse, Kabelführung und Kabelverlegung)
- Messtechnische Überprüfung der Leerlaufspannung und der Polarität vor dem Anschluss des Wechselrichters und ein Abgleich mit den Gerätedaten
- Isolationsmessung nach DIN EN 62446 bzw. VDE 0126-23
- Kurzschlussmessung aller Stränge
- Funktionsprüfung

Außerdem empfiehlt sich eine Untersuchung mittels einer Thermografiekamera um Fehlerstellen der Module oder der elektrischen Verbindungen festzustellen.

Wenn die Inbetriebnahme abgeschlossen ist, sollte eine vollständige Dokumentation der Photovoltaik-Anlage inklusive aller Planungs- und Geräteunterlagen sowie aller Messprotokolle an den Betreiber übergeben werden. Ein Musterprüfbericht ist an die Norm DIN EN 62446 (VDE 0126-23) angehängt.

4 Wartung der Anlage

Eine fachtechnische Kontrolle und eine eventuell notwendige Instandsetzung der Photovoltaik-Anlage muss durch eine ausgebildete Fachkraft erfolgen.

Der Betreiber einer Anlage kann auch unabhängig von fachtechnischen Kontrollen einiges dazu beitragen, den sicheren Betrieb der Anlage über Jahre zu erhalten. Dazu gehören:

- Regelmäßige Sichtkontrollen
- Ereignisabhängige Sichtkontrollen (nach Stürmen oder Gewittern)

Durch regelmäßige Sichtkontrollen können offensichtliche Beschädigungen (Isolationsschäden bei Kabeln, Beschädigungen der Verteilerkästen, Beschädigungen an Wechselrichtern etc.) frühzeitig erkannt und behoben werden.

Bei einer ereignisabhängigen Sichtkontrolle nach einem Gewitter oder Sturm ist besonders auf folgende Punkte zu achten:

- Haben Äste die Dachabdichtung oder die Photovoltaik-Anlage beschädigt?
- Sind Halterungen mit denen die Unterkonstruktion oder die Module gesichert werden beschädigt oder zerstört worden?
- Sind Beschädigungen durch Blitzeinschläge oder Überspannungen sichtbar?

Für einen dauerhaft sicheren Betrieb einer Photovoltaik-Anlage sollte jährlich eine Sichtprüfung durch einen Fachbetrieb durchgeführt werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Prüfung der Abdichtung und Dachdurchdringungen sowie der Kontrolle aller Anlagenteile auf Schädigungen (Witterungseinflüsse, Tierfraß, Ablagerungen, Bewuchs etc.). Ebenso ist die Standfestigkeit der Unterkonstruktion zu prüfen.

Alle vier Jahre sollte eine wiederkehrende Prüfung nach DIN EN 62446 durchgeführt werden. Ist die Photovoltaik-Anlage in eine Blitzschutzanlage des Gebäudes eingebunden, sollte alle fünf Jahre eine Überprüfung der Blitzschutzanlage stattfinden.

Photovoltaik-Systeme

Planungsleitfaden

Solar Lexikon | Glossar | Förderprogramme

Amorphe Zelle

Eine amorphe Zelle ist eine Solarzelle, bestehend aus einer auf Glas aufgedampften Fläche von Silizium. Die Atome verteilen sich dort nicht in einer Kristallstruktur, sondern ungeordnet. Der Vorteil dieser Zellen ist, dass verschiedenste Formen, Farben und Größen umsetzbar sind.

Amortisationszeit

Zeit, in der eine Photovoltaik-Anlage durch die Einspeisevergütung die Investitionskosten wieder erwirtschaftet. Die Amortisationszeit hängt von den Investitionskosten, der Laufzeit und der spezifischen Jahreseinstrahlung am Standort der Anlage ab.

Azimut (Sonnenazimut, Azimutwinkel)

Winkel zwischen der geografischen Südrichtung und senkrechten Projektion der Strecke Beobachter – Sonne auf die Horizontale.

Bypass-Diode

Zellreihen eines Moduls werden mit einer Bypass-Diode überbrückt, um seine Funktion bei Teilbeschattung zu erhalten.

DC- Direct Current

Englische Abkürzung für Gleichstrom.

Diffuse Strahlung

Diffuse Strahlung ist die Strahlung, die nicht auf geometrisch gradlinigem Weg von der Sonne auf den Beobachtungspunkt fällt, sondern z.B. durch die Bestandteile der Atmosphäre gestreut oder reflektiert werden.

Direkte Einstrahlung

Sonnenstrahlung, die auf dem direkten Weg von der Sonne die Erdoberfläche erreicht.

Dotieren

Silizium wird bei der Herstellung einer Solarzelle „dotiert“. Es wird entweder ein positiver oder ein negativer Ladungsüberschuss im Silizium erzielt. An diesem Übergang (pn-Übergang) zwischen positiver und negativer Ladung entsteht Solarstrom.

Einspeisevergütung

Ist der auf 20 Jahre garantierte Betrag, den man pro eingespeister kWh erhält.

Gleichstrom / Gleichspannung

Im Gegensatz zu Wechselstrom ist Gleichstrom elektrischer Strom gleichbleibender Richtung. Gleichstrom hat eine zeitlich konstante elektrische Spannung und wird für das Laden von Batterien und zur Stromversorgung elektronischer Schaltungen und Geräten benutzt. Gleichspannungsquellen sind z.B. Batterien, Akkumulatoren und Photovoltaikmodule.

Globalstrahlung

Summe aus der direkten Sonnen- und diffuser Himmelsstrahlung auf die Horizontale. Die Bestrahlungsstärke auf der Erdoberfläche in unseren Breiten liegt bei ca. 1000W/m².

Kilowattstunde (kWh)

Maßeinheit der Energie/Leistung
(1kWh = 1.000W)



Leistung

Die pro Zeiteinheit verbrauchte oder zur Verfügung gestellte Energie.

Neigungswinkel

Winkel zwischen einer geneigten Empfangsebene und der Horizontalen. Je nach Breitengrad des Aufstellungsortes einer Photovoltaik-Anlage gibt es unterschiedliche optimale Neigungswinkel.

Nennleistung, -spannung

Nennleistung: max. Leistung in Watt

Nennspannung: Spannung bei maximaler Leistung in Volt. Beide sind nicht von der Sonnenbestrahlung, sondern auch von der Betriebstemperatur abhängig.

Photovoltaik

Technik mit deren Hilfe aus Sonneneinstrahlung Strom erzeugt wird.

Primärenergie

Aus natürlichen Quellen gewinnbare Energie (Sonne, Wind, Wasser, Erdöl, Erdgas usw.)

Sekundärenergie

Entsteht durch Primärenergieumwandlung.

Silizium-Module

Silizium ist Quarzsand, eines der am häufigsten auf der Erde vorkommenden Elemente. Man unterscheidet in monokristalline und polykristalline Module. Monokristalline Module (optisch ebene Zelloberfläche) haben einen Wirkungsgrad der um ca. 2% höher als bei polykristallinen Modulen (optisch fleckige Zelloberfläche) liegt.

Systemnutzungsgrad

Effizienz der gesamten Solaranlage über einen längeren Zeitraum, also das Verhältnis von Solarertrag zur Einstrahlung.

Temperaturkoeffizient

Gibt an, um wieviel Prozent die Modulleistung bei steigenden Temperaturen abnimmt.

Wechselrichter

Wandelt den Gleichstrom der Module in Wechselstrom, der dann ins öffentliche Netz eingespeist werden kann.

Wechselstrom, -spannung

Wechselstrom ändert wie Wechselspannung seine Größe und Richtung nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten.

Wirkungsgrad

Der Modulwirkungsgrad gibt an, wieviel Prozent der auftreffenden Strahlungsenergie tatsächlich in elektrische Leistung umgewandelt wird.

Weitere Informationen zum Thema Nutzung von Sonnenenergie sowie zu entsprechenden Fördermitteln finden Sie hier:

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie

(www.dgs.de)

Bundesverband Solarwirtschaft BSW e.V.

(www.solarwirtschaft.de)

Deutsche Energie-Agentur dena

(www.thema-energie.de)

Bundesverband Dt. Baustoff-Fachhandel e.V.

(www.energie-fachberater.de)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

(www.ise.fhg.de)

Bundesanstalt für Wiederaufbau KfW

(www.kfw.foerderbank.de)



Paul Bauder GmbH & Co. KG
Korntaler Landstraße 63
D-70499 Stuttgart
Telefon 0711/88 07-0
Telefax 0711/88 07-300
stuttgart@bauder.de

www.bauder.de

Werk Bernsdorf

Paul Bauder GmbH
Dresdener Straße 80
D-02994 Bernsdorf
Telefon 03 57 23/2 45-0
Telefax 03 57 23/2 45-10
bernsdorf@bauder.de
www.bauder.de

Werk Landsberg/Halle

Paul Bauder GmbH & Co. KG
Brehnaer Straße 10
D-06188 Landsberg b. Halle
Telefon 03 46 02/3 04-0
Telefax 03 46 02/3 04-38
landsberg@bauder.de
www.bauder.de

Werk Bochum

Paul Bauder GmbH & Co. KG
Hiltroper Straße 250
D-44807 Bochum
Telefon 02 34/5 07 08-0
Telefax 02 34/5 07 08-22
bochum@bauder.de
www.bauder.de

Werk Achim

Paul Bauder GmbH & Co. KG
Zeppelinstraße 1
D-28832 Achim
Telefon 0 42 02/5 12-0
Telefax 0 42 02/5 12-115
achim@bauder.de
www.bauder.de

Schweiz

Paul Bauder AG
Alte Zugerstraße 16
CH-6403 Küssnacht a.R.
Telefon 0 41/8 54 15 60
Telefax 0 41/8 54 15 69
info@bauder.ag
www.bauder.ag

Österreich

Bauder Ges.m.b.H.
Gewerbepark 16
A-4052 Ansfelden
Telefon 0 72 29/6 91 30
Telefax 0 72 29/6 55 18
info@bauder.at
www.bauder.at

Alle Angaben dieses Prospektes beruhen auf dem derzeitigen Stand der Technik. Änderungen behalten wir uns vor. Informieren Sie sich ggf. über den im Zeitpunkt Ihrer Bestellung maßgeblichen technischen Kenntnisstand.

0910BR/0112 DE