VIESMANN

climate of innovation

Fachreihe Photovoltaik

Inhalt

Inhaltsverzeichnis

1	**Einleitung**	**Seite 04**
1.1	Strom von der Sonne	
1.2	Solare Rahmendaten	
1.3	Sonnenstrom hat Zukunft	
2	**Funktionsweise der Solarzelle**	**Seite 08**
2.1	Aufbau der Zelle	
2.2	Solarzelle – Solarmodul – Solargenerator	
3	**Netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage**	**Seite 10**
3.1	Vorteile netzgekoppelter Photovoltaik-Anlagen	
3.2	Integration in die öffentliche Energieversorgung	
3.3	Eigenverbrauch von Solarstrom	
3.4	Auslegung	
	– Ausrichtung und Neigung	
	– Aufteilung in mehrere	
	– Solargeneratorflächen	
	– Schatten vermindert	
	– Energieertrag	
3.5	Langlebige Solarmodule	
3.6	Der Wechselrichter (Netzeinspeisegerät)	
4	**Viessmann Systemtechnik**	**Seite 16**
4.1	Vitovolt 100 und Vitovolt 200	
4.2	Zuverlässige Wechselrichter	
4.3	Einfache Anlagenkontrolle	
4.4	Sichere Befestigung	
4.5	Geringer Verkabelungsaufwand	
4.6	Vorkonfektionierte Vitovolt Pakete	
5	**Planungscheckliste**	**Seite 20**
6	**Betrieb und Wartung**	**Seite 21**
6.1	Regelmäßige Kontrolle	
6.2	Wodurch wird der Anlagenertrag beeinflusst?	
6.3	Wartung	
7	**Finanzierung**	**Seite 22**
7.1	Einspeisevergütung	
7.2	Zuschüsse von Ländern, Kommunen und Energieversorgern	
8	**Wirtschaftlichkeit**	**Seite 24**
8.1	Betriebskosten	
8.2	Steuervorteile	
8.3	Versicherungsschutz	
8.4	Einspeisevertrag	
9	**Zusammenfassung**	**Seite 28**
10	**Glossar**	**Seite 30**

Stromerzeugung mit Photovoltaik

Die Sonne zur Stromerzeugung nutzen:

Bereits eine Modulfläche von 380 x 380 km würde ausreichen, um den Weltstrombedarf zu decken. Unsere Sonne ist damit nicht nur eine unerschöpfliche, sondern zudem auch eine umweltfreundliche Energiequelle. Und das Beste: Sie scheint gratis.

Obwohl Vitovolt ebenso wie Vitosol Solarsysteme die Sonneneinstrahlung zur Energiegewinnung nutzt, unterscheiden sich die Systeme sowohl technisch als auch in Planung und Betrieb voneinander. Während bei thermischen Solaranlagen die in den Kollektoren gewonnene Wärme hydraulisch über ein Wärmeträgermedium abtransportiert wird und dann für die Trinkwassererwärmung oder die Raumheizung verwendet wird, entsteht direkt im Photovoltaik-Modul elektrische Energie.

Mit einer Vitovolt Photovoltaik-Anlage auf dem Dach wird jeder Hausbesitzer zu einem Stromerzeuger: Photovoltaik-Module aufs Dach, Leitungen zusammenstecken, Wechselrichter anschließen, fertig.

1.1 Strom von der Sonne

Etwa ein Drittel des Primärenergieaufwandes fließt in die Stromversorgung. Davon gehen rund zwei Drittel bei der Erzeugung des Stroms in den zentralen Kraftwerken und bei der Verteilung über das Stromnetz verloren. Bei der Bereitstellung von elektrischer Energie entstehen in der Regel hohe Umweltbelastungen. Es lohnt sich also ganz besonders, Strom durch erneuerbare Energien wie Sonne, Wind, Wasserkraft und Biomasse zu erzeugen und die elektrische Energie verbrauchernah und dezentral zu gewinnen.

Die Photovoltaik – also die Gewinnung elektrischen Stroms direkt aus Sonnenenergie – ist eine elegante und zuverlässige Möglichkeit. Photovoltaik-Anlagen erzeugen Energie tagsüber, also genau dann, wenn ein hoher Bedarf besteht. Um in etwa die Strommenge zu produzieren, die dem mittleren Jahresverbrauch eines Bundesbürgers entspricht, sind ca. 10 m^2 Solarzellenfläche erforderlich.

1.2 Solare Rahmendaten

Auf die Fläche der Bundesrepublik Deutschland trifft jährlich beispielsweise eine Energiemenge, die etwa dem 80-fachen des Gesamt-Energieverbrauchs entspricht. Rund die Hälfte davon erreicht die Erdoberfläche als direkte Sonnenstrahlung, die andere Hälfte als diffuses Licht.

Jedes Jahr treffen so in der Summe etwa 950 bis 1200 kWh/m^2 auf eine horizontale Fläche (Abb. 1-1). Solarzellen wandeln davon über 13 % in elektrische Energie um, wobei rund zwei Drittel der Energie im Sommer und ein Drittel im Winter „geerntet“ werden. Unsere Sonne ist somit ganzjährig nicht nur eine unerschöpfliche, sondern zudem auch eine umweltfreundliche Energiequelle.

Abb. 1-1 Jährliche Globalstrahlung

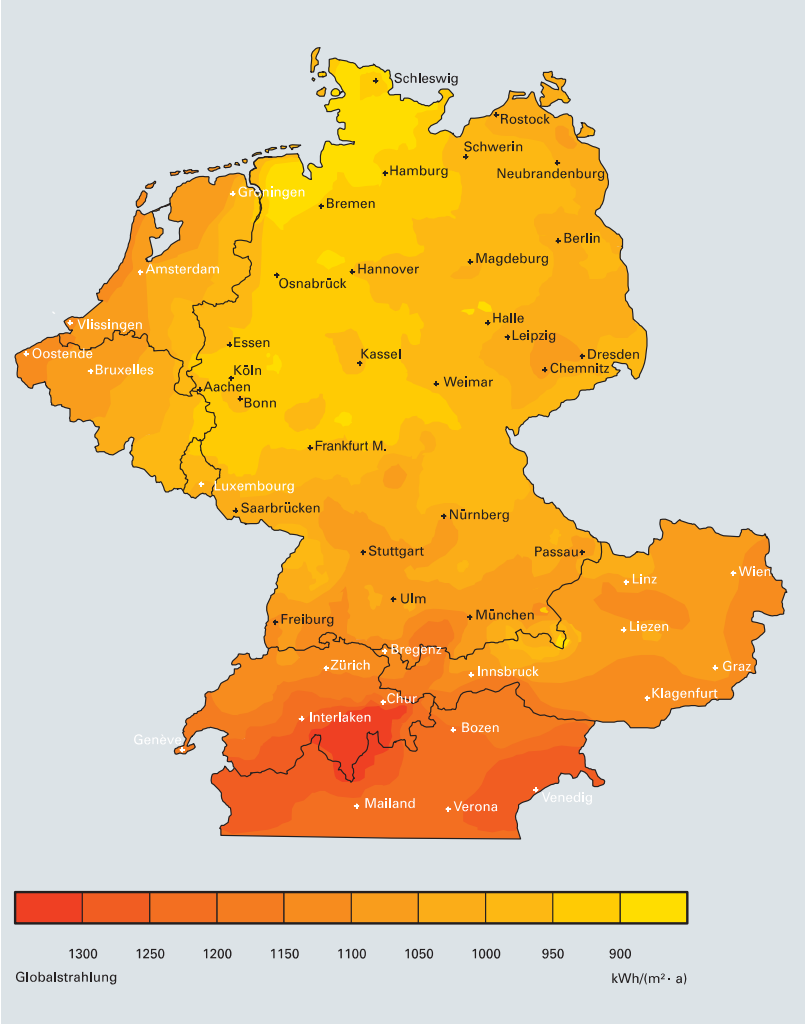
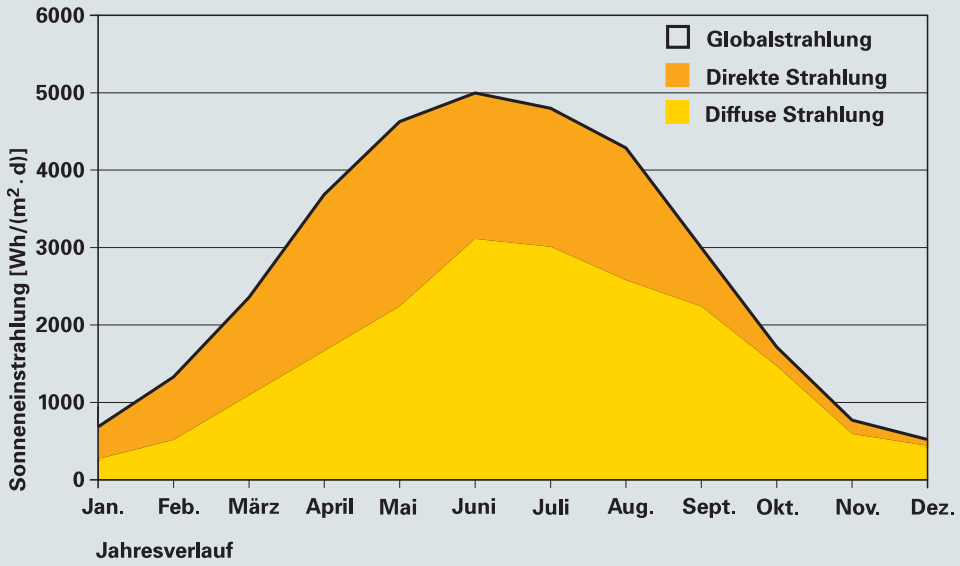


Abb. 1-2 Sonneneinstrahlung auf die Horizontale über ein Jahr



Auf die Horizontale eingestrahlten Energie-Tageswerte über ein Jahr

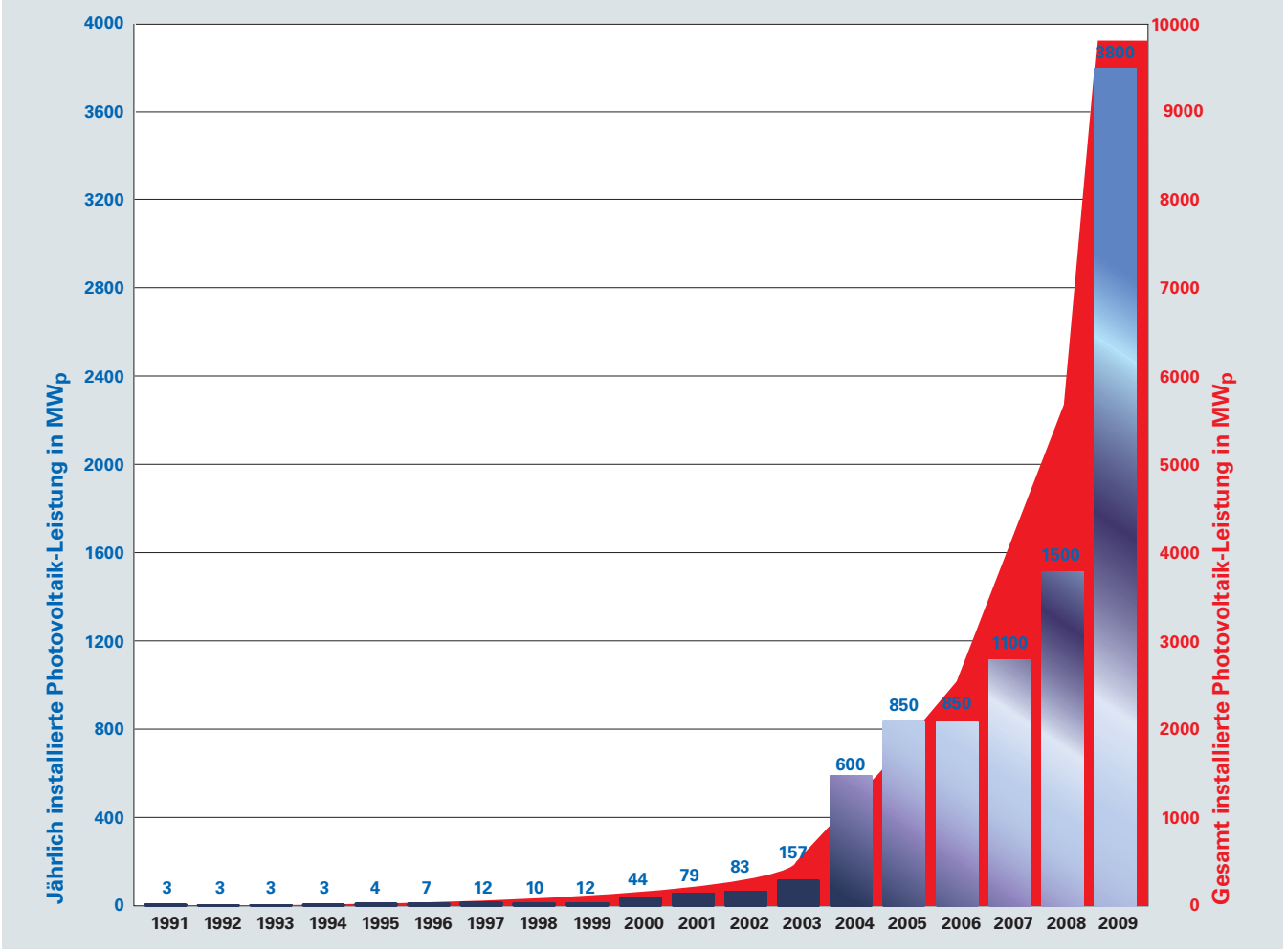
1.3 Sonnenstrom hat Zukunft

Mit einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach wird jeder Hausbesitzer zum Stromerzeuger. Und das ganz einfach: Module montieren, Verbindungsleitungen zusammenstecken, Wechselrichter anschließen, fertig. Der Strom wird direkt ins öffentliche Netz eingespeist. Immer mehr Bauherren interessieren sich heute für diese Art der Stromerzeugung.

Folgende Motive haben Kunden zum Kauf einer Photovoltaik-Anlage:

- Deutlich sichtbarer Beitrag zum Umweltschutz – Photovoltaik-Anlagen reduzieren die Schadstoffbelastung und schonen die natürlichen Ressourcen. Damit stellen sie eine Alternative zu konventionellen Energieträgern dar.
- Finanziell interessant durch Einspeisevergütung und Förderprogramme
- Wertsteigerung des Gebäudes
- Technikbegeisterung.

Abb. 1-3 Entwicklung des Photovoltaik-Marktes in Deutschland



Quelle: BMU

Viessmann Photovoltaik-Anlagen arbeiten mehrere Jahrzehnte lang, denn die Produkte sind erprobt und wegen des einfachen Funktionsprinzips sehr zuverlässig im Betrieb.

Regierung und Europäische Union setzen ehrgeizige Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien und unterstützen das Handwerk beim Absatz der neuen Technologien mit Breitenförderprogrammen (in Deutschland) und Gesetzesvorgaben wie dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das die Einspeisevergütung für Photovoltaik-Anlagen über 20 Jahre regelt.

Schon heute erreicht der Markt für netzgekoppelte Photovoltaik-Anlagen die Größenordnung der thermischen Solarenergienutzung. Marktbeobachter erwarten für die kommenden Jahre ein weiteres kontinuierliches Wachstum der jährlich installierten Photovoltaik-Leistung. Hohe, zweistellige Steigerungsraten sorgen für neue Umsatzchancen im Handwerk, sichern und schaffen weitere Arbeitsplätze (Abb. 1-3).

Marktdaten 2009 (Deutschland)

Neu installierte Photovoltaik-Leistung: rund 3 800 MW_p

Gesamt installierte Photovoltaik-Leistung: 9 800 MW_p

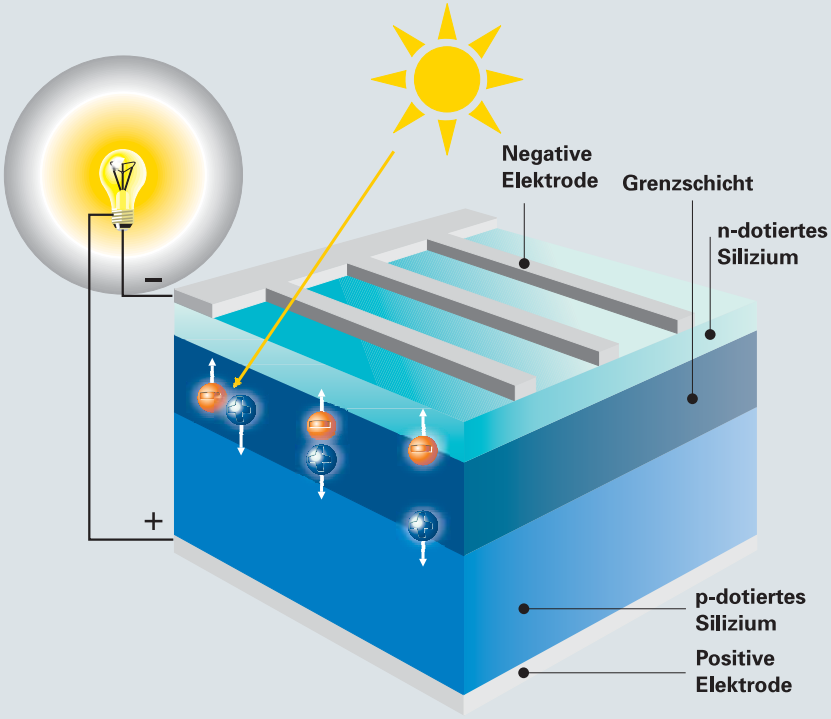
Einsparung des Klimagases CO_2: rund 4 Mio. t

Industrieumsatz: rund 9,5 Mrd. Euro

Arbeitsplätze: rund 54000

Wertschöpfungsanteil Inland: > 65 %

Abb. 2-1 Schnitt durch eine Solarzelle



2.1 Aufbau einer Zelle

Unter Photovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie mit Hilfe von Solarzellen. Hierzu werden Halbleitermaterialien wie Silizium, Gallium-Arsenid, Cadmium-Tellurid oder Kupfer-Indium-Diselenid eingesetzt. Am weitesten verbreitet ist die kristalline Siliziumsolarzelle.

Die Solarzelle gewinnt Elektrizität durch den photoelektrischen Effekt aus der Energie des Lichts – ohne mechanische oder chemische Vorgänge, verschleiß- und wartungsfrei.

Abb. 2-2
Photovoltaik-Anlage auf einem Wohngebäude in Ludwigshafen

Deshalb ist die Lebensdauer einer Solarzelle theoretisch unbegrenzt, denn bei der Stromgewinnung wird das Material nicht abgenutzt oder verbraucht.

Die Siliziumsolarzelle setzt sich aus zwei unterschiedlich dotierten Silizium-Schichten zusammen. Die dem Sonnenlicht zugewandte Schicht ist mit Phosphor negativ dotiert, d. h. mit Elektronenüberschuss gezielt verunreinigt, die darunter liegende Schicht ist mit Bor positiv dotiert (Elektronenmangel). An der Grenzschicht entsteht ein entgegen der Dotierung gepoltes elektrisches Feld, das zur Trennung der durch das Sonnenlicht freigesetzten Ladungen führt. Dadurch verstärkt sich bei Lichteinfluss der Elektronenüberschuss bzw. -mangel.

Wenn Licht auf eine Solarzelle trifft werden durch die Strahlungsenergie Ladungen aus dem Material freigesetzt. Durch ihre Trennung in der Grenzschicht entsteht ein Energiepotenzial in Form einer elektrischen Spannung. Schließt man den Stromkreis zwischen den beiden Polen über einen Verbraucher, fließt Strom (Abb. 2-1).

Abb. 2-3
1000 Photovoltaik-Module mit je 175 Watt Leistung auf einer Industriehalle bei Stuttgart

Um der Solarzelle Strom entnehmen zu können, sind auf der Vorder- und Rückseite metallische Kontakte aufgebracht. In der Regel wird hierzu die Siebdrucktechnik eingesetzt. Auf der Rückseite ist das Aufbringen einer ganzflächigen Kontaktschicht durch Aluminium- oder Silberpaste möglich. Die Vorderseite muss hingegen möglichst gut lichtdurchlässig sein. Hier werden die Kontakte meist in Form eines dünnen Gitters aufgebracht.

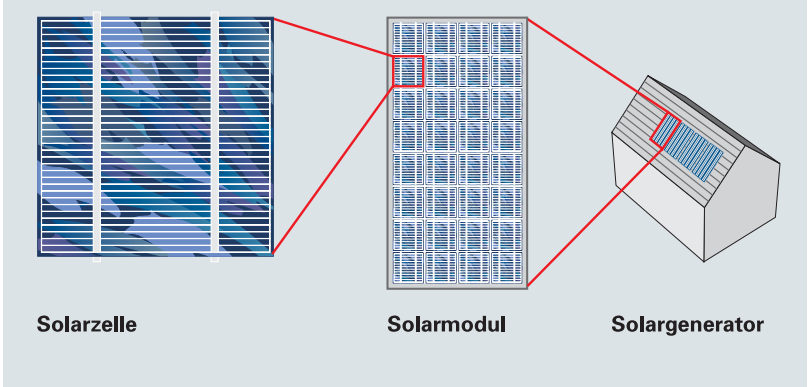
Durch Aufdampfen einer dünnen Schicht (Antireflexschicht) aus Siliziumnitrid oder Titandioxid auf der Solarzellenvorderseite lässt sich die Lichtreflexion verringern und so der Ertrag steigern.

2.2 Solarzelle – Solarmodul – Solargenerator

Der kleinste Baustein der Photovoltaik-Anlage ist die Solarzelle, hergestellt aus Silizium. Mehrere elektrisch verbundene Solarzellen werden in ein „Solarmodul“ gekapselt, um sie vor Witterungseinflüssen, Luft und Feuchtigkeit zu schützen. Über die Lebensdauer und damit den Energieertrag eines Solarmoduls entscheidet die Qualität dieser Einkapselung.

Die Anordnung vieler derartiger Module innerhalb einer Solaranlage nennt man auch „Solargenerator“, analog zum Kollektor und Kollektorfeld bei thermischen Solaranlagen. Normalerweise wird der Solargenerator mit Hilfe des sogenannten Wechselrichters als netzgekoppelte Anlage betrieben (Abb. 2-4).

Abb. 2-4 Solarzelle – Solarmodul – Solargenerator



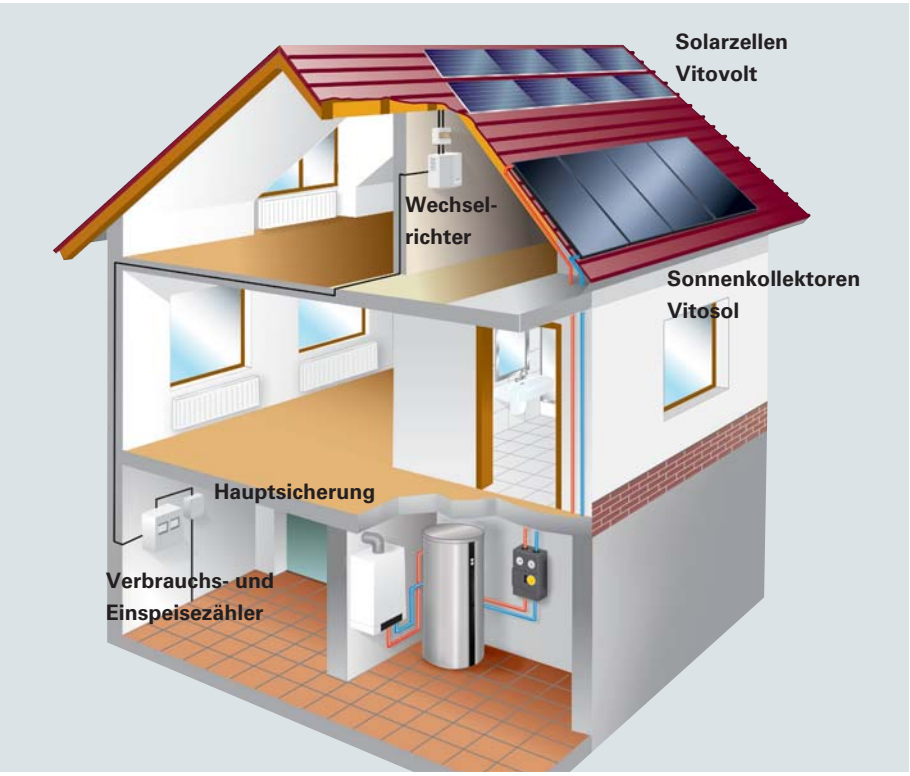


Abb. 3-1
Schnitt durch ein Haus mit einer Vitovolt Photovoltaik-Anlage

Prinzipiell arbeitet eine netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage (Abb. 3-1) in drei Schritten:

Energiegewinnung
Die Solarzellen im Solargenerator erzeugen auf direktem Weg elektrische Energie aus dem auftreffenden Licht. Es handelt sich dabei um Gleichstrom, wie er auch aus Batterien entnommen werden kann.

Stromwandlung
Der vom Solargenerator erzeugte Gleichstrom wird anschließend vom Wechselrichter (häufig auch als Netzeinspeisegerät (NEG) bezeichnet) in netzkonformen Wechselstrom (230 Volt Wechselspannung bei 50 Hz) umgewandelt.

Energienutzung
Im Gegensatz zu Inselanlagen, bei denen der Solarstrom in Akkumulatoren gespeichert werden muss, speisen netzgekoppelte Solaranlagen die gewonnene Energie unmittelbar in das öffentliche Stromnetz ein. Für die Einspeisung ins Netz wird ein separater Stromzähler eingerichtet. Die erzeugte Energie wird vom Netzbetreiber nach den geltenden Einspeisetarifen vergütet.

Eine Photovoltaik-Anlage von 5 kW_p (p für peak – Spitze unter Standard-Test-Bedingungen) erzeugt ca. 4 000 bis 5 000 kWh Strom jährlich, je nach Standort, Ausrichtung und Neigung. Das entspricht ca. 100 % des durchschnittlichen Strombedarfs eines 4-Personen-Haushaltes bzw. einer Umweltentlastung durch CO_2-Minderung von ca. 2 200 kg/Jahr. Denn z. B. im deutschen Kraftwerksmix werden pro erzeugter Kilowattstunde Strom etwa 0,59 kg des Treibhausgases CO_2 ausgestoßen.

3.1 Vorteile netzgekoppelter Photovoltaik-Anlagen

- Einfaches Prinzip: Photovoltaik-Anlagen sind unkomplizierte Kleinkraftwerke, die jeder Bauherr auf dem eigenen Haus errichten und betreiben kann. Dezentrale und umweltfreundliche Energiegewinnung wird damit für jedermann greifbar.
- Modularer Aufbau: Die Anlage kann klein begonnen und später erweitert werden.
- Kein Energiespeicher notwendig: Da der Strom im öffentlichen Netz sofort verbraucht wird, entfallen Speicherakkus.
- Kaum Wartung: Netzgekoppelte Photovoltaik-Anlagen haben keine beweglichen Teile und sind somit verschleiß- und wartungsfrei.
- Attraktive Rahmenbedingungen: Die Netzeinspeisung des solar erzeugten Stroms wird durch einen Vertrag mit dem EVU (Elektrizitätsversorgungsunternehmen) geregelt, die Einspeisevergütung ist durch gesetzliche Regelungen z. B. das „Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sichergestellt.

3.2 Integration in die öffentliche Energieversorgung

Das öffentliche Stromnetz kann man sich als einen Wasserbehälter vorstellen, in den viele Wasserhähne ständig Wasser speisen: wie die Kraftwerke, die Strom ins Netz einspeisen. An der Unterseite des Behälters befinden sich ebenfalls viele Wasserhähne: die Verbraucher, die dem Netz Strom entnehmen. In der Wand des Behälters befindet sich eine Markierung, die den Soll-Wasserstand angibt: die Soll-Netzspannung von 230 Volt Wechselstrom. Werden nun Verbraucher abgeschaltet (Verbraucher-Hähne zugedreht), dann steigt die Netzspannung (der Wasserspiegel im Behälter) über den Sollwert und die Kraftwerke müssen entsprechend heruntergeregelt (bzw. die Zuflusshähne zugedreht) werden, bis der Sollwert wieder erreicht wird. Das Gleiche geschieht, wenn Photovoltaik-Anlagen ins Netz einspeisen, also aus den „Solarstromhähnen“ Wasser in den Behälter fließt (Abb. 3-3).

Da Photovoltaik-Anlagen über die Mittagszeit die höchsten Erträge aufweisen, deckt sich dies ausgesprochen gut mit den Spitzenlast-

zeiten des Stromnetzes (Abb. 3-2). Dies führt bereits heute zu einer Reduktion der Spotmarktpreise zu dieser Zeit an der Leipziger Strombörse. Steigt der Stromverbrauch oder speisen die Solaranlagen weniger Strom ein, dann sinkt die Spannung und die übrigen Kraftwerke müssen mehr liefern. An dieser Modellvorstellung kann man leicht erkennen, dass jede von einer Photovoltaik-Anlage erzeugte Kilowattstunde Strom in einem herkömmlichen Kraftwerk tatsächlich eingespart wird.

Abb. 3-2 Stromverbrauch, untertägiges Lastprofil

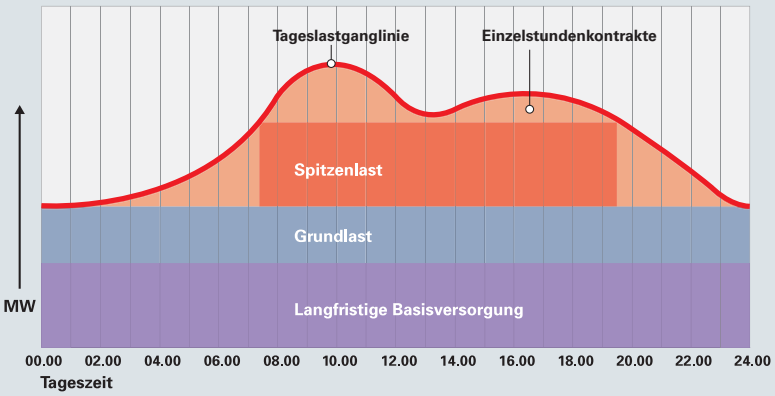
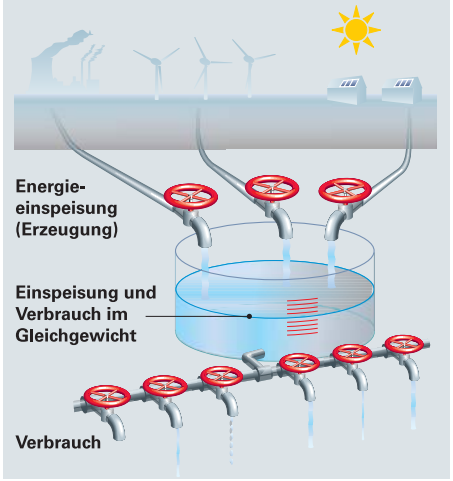


Abb. 3-3 Modellvorstellung des Stromnetzes



3.3 Eigenverbrauch von Solarstrom

Für Photovoltaik-Anlagen bis 30kW$_p$, die ab dem 01.01.09 angeschlossen werden, bietet das deutsche EEG in §33 Abs. 2 die Möglichkeit den erzeugten Strom in räumlicher Nähe zur Anlage selbst zu verbrauchen und dafür eine wirtschaftlich interessante Vergütung zu bekommen. Dabei müssen Gebäudeeigentümer, Anlagenbesitzer und Stromabnehmer (z. B. Mieter) nicht die gleiche Person sein, lediglich die räumliche Nähe muss gegeben sein. Der nicht genutze Anteil des Stroms wird ganz normal in das öffentliche Stromnetz eingespeist und auch so vergütet. Durch diese Vergütung des Direktverbrauchs will der Gesetzgeber die Gleichzeitigkeit von Stromverbrauch und -erzeugung und die damit verbundene Netzentlastung fördern. Darüber hinaus entspricht eine derartige Regelung dem Grundprinzip der dezentralen Energieversorgung.

Steuerlich ist es dem Anlagenbetreiber weiterhin möglich nicht von der Kleinunternehmerregelung (Befreiung von der USt.-Pflicht) Gebrauch zu machen und kann sich so die Mehrwertsteuer für den Kauf und die Installation der Anlage als Vorsteuer erstatten lassen. Für den selbstverbrauchten Solarstrom erhält der Betreiber dann 25,01 ct/kWh (2009, Degression wie netzgekoppelte Anlagen), auf die jedoch Umsatzsteuer zu zahlen ist. Gemäß dem Bundesfinanzministerium wird umsatzsteuerrechtlich die gesamte vom Anlagenbetreiber aus solarer Strahlungsenergie erzeugte Elektrizität an den Netzbetreiber geliefert.

Dies gilt unabhängig davon, wo die Elektrizität tatsächlich verbraucht wird. Auch wenn der gesamte erzeugten Solarstrom eigenverbraucht wird, bleibt die Unternehmereigenschaft des Anlagenbetreibers bestehen.
Die Wirtschaftlichkeit der Solaranlage wächst mit der Erhöhung der Strompreise. Steigt der Bruttobezugspreis auf über 0,2142 €/kWh (0,18 €/kWh + 19 % MwSt. = 0,2142 €/kWh) wird es wirtschaftlich sinnvoll, den erzeugten Solarstrom selbst zu verbrauchen. Dabei sollte man aber die Grundgebühren, die viele Versorger veranschlagen, nicht in diese Rechnung integrieren und berücksichtigen, dass der Strompreis oft an eine Mindestabnahmemenge gekoppelt ist. Neben der Abrechnung mit dem Energieversorger für den eingespeisten Strom ist dann noch eine Abrechnung der Umsatzsteuer für die rechnerische Rücklieferung des Eigenverbrauchsstrom notwendig.

Die technischen Anschlussbedingungen an das Niederspannungsnetz (TAB) wurden als empfehlendes Regelwerk bereits auf diese neuen Anforderungen angepasst. Dabei wird neben den bekannten Einspeise- und Bezugszähler noch ein zusätzlicher Solarzähler notwendig. Dieser kann auch vom Betreiber gestellt werden, muss jedoch geeicht sein. Da in der TAB gefordert wird, dass nur ein Zähler mit Rücklaufsperre genutzt werden darf, bietet sich ein Zweirichtungszähler für Einspeise- und Bezugsstrom an, der dann meist vom Energieversorger gestellt wird.

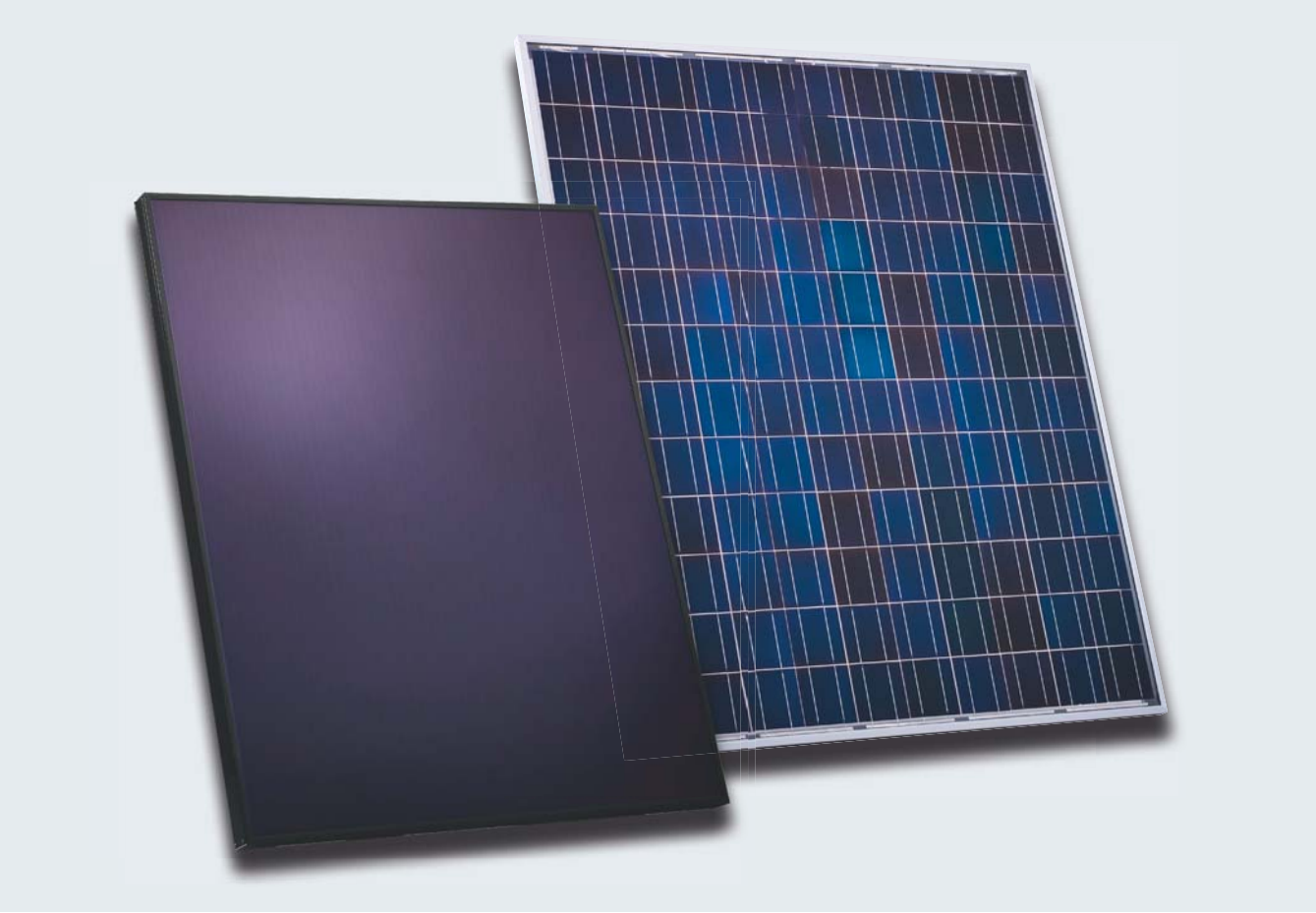


Abb. 3-4
Vitovolt 100 und 200
Solarstrommodule

Abb. 3-5
Vitosol Sonnenkollektoren

3.4 Auslegung

Im Gegensatz zu thermischen Sonnenkollektoranlagen handelt es sich bei Photovoltaik-Anlagen meist nicht um eine autarke „Inselanlage“, sondern der erzeugte Strom fließt ins öffentliche Netz. Die erzeugte Solarstrommenge muss deshalb nicht auf den individuellen Strombedarf abgestimmt sein, was die Anlagendimensionierung stark vereinfacht. Die Anlagengröße hängt deshalb im Wesentlichen von der verfügbaren Fläche und dem Investitionsbudget ab. Meist werden größere Flächen installiert, die je nach Platz auch modular erweitert werden können. Bei thermischen Sonnenkollektoranlagen ist dagegen die Auslegung der Kollektorfläche nach Endenergiebedarf des Betreibers wichtig für die optimale Funktion.

Die nachträgliche Installation von Photovoltaik-Anlagen gestaltet sich meist problemlos, weil eine Anbindung an die vorhandene Anlagentechnik entfällt.

Photovoltaik-Module (Abb. 3-4) sind generell beschattungsempfindlicher als thermische Sonnenkollektoren (Abb. 3-5). Diese Tatsache ist bei der Wahl des Montageorts zu beachten. Demgegenüber haben Photovoltaik-Anlagen eine minimale Anlaufschwelle und liefern z. B. morgens bereits Strom, wenn der Sonnenkollektor noch „warmläuft“.

Ausrichtung und Neigung

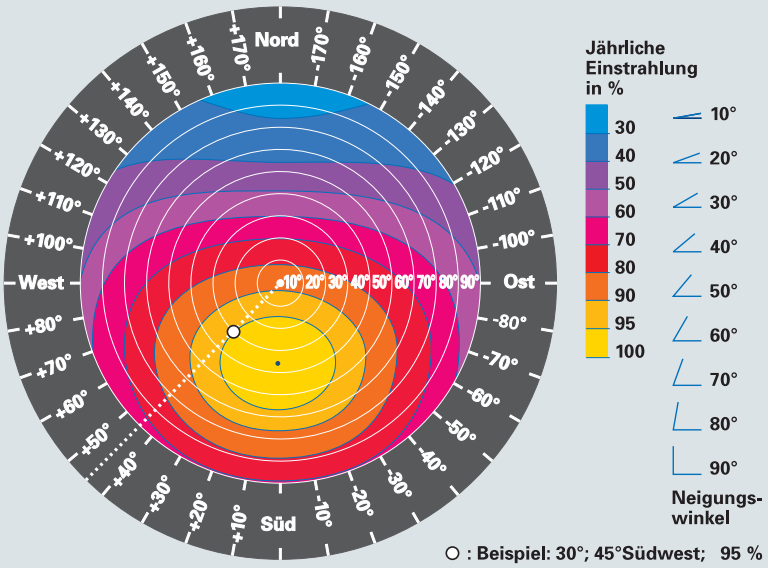
Die optimale Ausrichtung des Solargenerators liegt in unseren Breiten in Südrichtung bei einem Aufstellwinkel von 30 bis 35°, je nach geografischer Breite. Unter diesen Bedingungen erreicht den Generator im Jahresmittel die größte Lichtmenge.

Abbildung 3-6 veranschaulicht, welche Ertragseinbuße in Kauf genommen werden muss, wenn der Solargenerator nicht optimal aufgestellt werden kann. Das Bild zeigt, dass eine flachere Neigung günstig ist, wenn der Solargenerator nicht nach Süden ausgerichtet werden kann. So liegt bei einem Neigungswinkel von 30° selbst bei 45° Südwestausrichtung noch bei knapp 95 % der optimalen Einstrahlung. Und selbst bei Ost- oder Westausrichtung kann man noch mit 85 % der optimalen Einstrahlung rechnen, wenn die Dachneigung zwischen 25° und 40° liegt.

Aufteilung in mehrere Solargeneratorflächen

Große Photovoltaik-Anlagen werden manchmal auf verschiedene Dachflächen aufgeteilt. Wenn diese Flächen unterschiedliche Ausrichtung oder Neigung haben, sollten die einzelnen Flächen entsprechend auf einzelne Strings oder separate Wechselrichter aufgeteilt werden. Dadurch können die besten Leistungserträge erzielt werden (vergleiche Kapitel 3.5).

Abb. 3-6 Einfluss von Ausrichtung, Neigung und Verschattung auf die eingestrahlte Energie

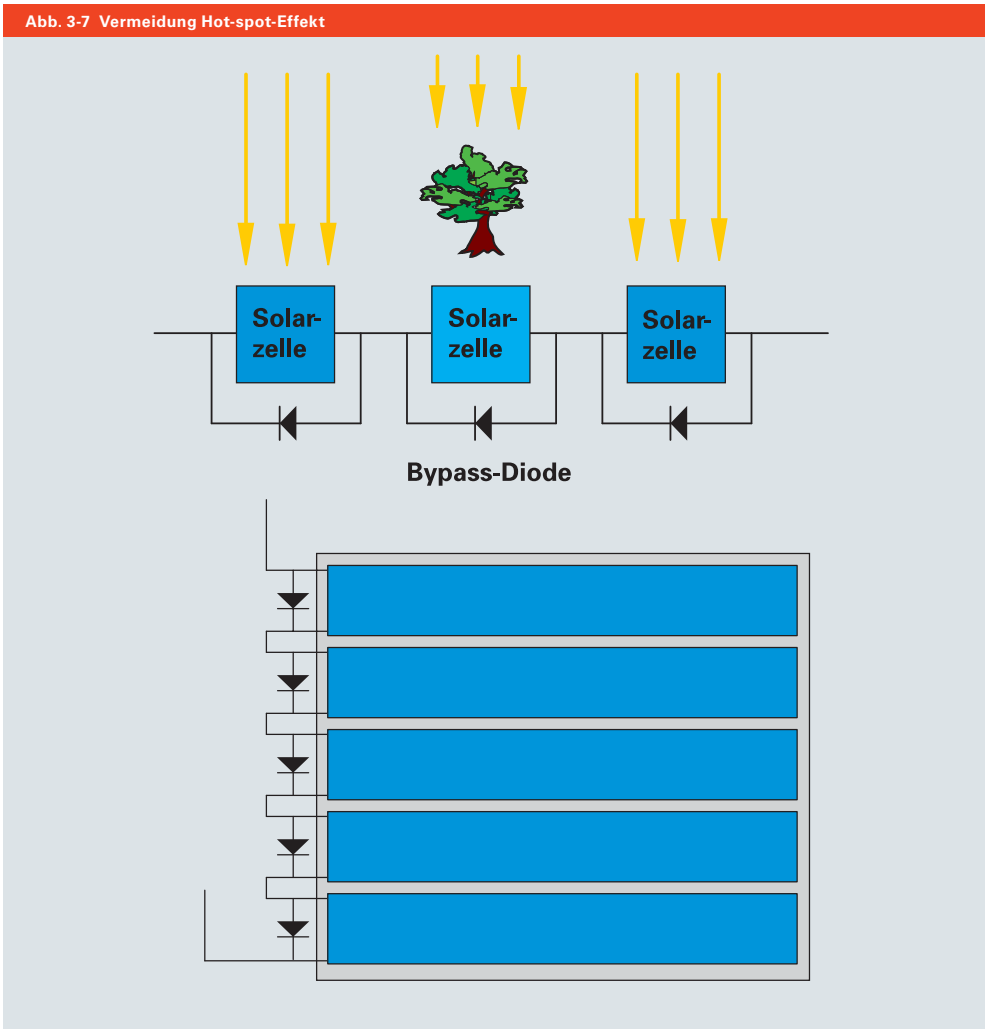


Schatten vermindert Energieertrag

Größere Einbußen können Schattenwürfe von umstehenden Hindernissen verursachen. Deshalb kommt es bei der Anlagenplanung ganz besonders darauf an, mögliche Schattenverursacher zu erkennen und den Solargenerator so zu platzieren und zu dimensionieren, dass keine Verschattung auftritt. Nachbargebäude, Bäume oder Strommasten können solche Hindernisse sein, wobei auch zu berücksichtigen ist, dass sich im Lauf von zwanzig Jahren auf unbebauten Nachbargrundstücken etwas tun kann und Bäume höher wachsen können als sie heute sind.

Zwischen der Modulfläche und Kaminen oder anderen Schattenverursachern auf dem Süddach sollten große Abstände verbleiben. Antennen und ähnliche Dachaufbauten sind auf die andere Dachhälfte zu versetzen.

Abb. 3-7 Vermeidung Hot-spot-Effekt



3.5 Langlebige Solarmodule

Mehrere Zellen des Photovoltaik-Moduls sind in Reihe geschaltet. Kommt es zur Verschattung einer Zelle, verhält sich diese Zelle wie ein ohmscher Widerstand, d. h. als Stromverbraucher (Abb. 3-7). Das gesamte Feld kann nur noch soviel Strom liefern, wie durch die verschattete Zelle fließt. Diese erwärmt sich und kann beschädigt werden („hot spot“). „Hot-spot-Effekte“ müssen daher vermieden werden, um

– die Leistungsfähigkeit der Anlage nicht zu reduzieren
– eine Schädigung der abgeschatteten Zellen durch Überhitzung zu vermeiden.

Viessmann Photovoltaik-Module sind daher mit Bypass-Dioden ausgestattet. Wird eine Zellenreihe verschattet, wird die Bypass-Diode leitend und der Strom wird an der Zellenreihe vorbeigeleitet.

3.6 Der Wechselrichter (Netzeinspeisegerät)

Der Wechselrichter wandelt den solar erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom um und kontrolliert gleichzeitig, ob das Netz bestimmte Grenzwerte einhält, innerhalb deren das Gerät betrieben werden darf. Wenn beispielsweise Netzspannung oder Frequenz außerhalb zulässiger Bereiche liegen oder wenn das Netz ganz abgeschaltet ist, muss sich der Wechselrichter vom Netz trennen und die Einspeisung unterbrechen. Auch nachts schalten sich Netzeinspeisegeräte ab. Sowohl das Einschalten am Morgen als auch das erneute Anfahren nach einer Abschaltung erfolgen vollautomatisch. Der Betreiber braucht sich also um den Betrieb der Anlage in aller Regel nicht zu kümmern.

Eine weitere Funktion im Wechselrichter ist die MPP-Steuerung (Maximum Power Point), die dafür sorgt, dass der Solargenerator immer mit der maximal möglichen Leistung arbeitet.

Abbildung 3-8 zeigt exemplarisch drei Kennlinien für einen Solargenerator unter verschiedenen Einstrahlungsbedingungen. An der Stelle, an der die Kurven auf die y-Achse (Generatorstrom) trifft, ist die Stromstärke am größten und die Spannung ist Null. Diese maximale Stromstärke wird Kurzschlussstrom genannt. Sie ist stark von der Einstrahlung abhängig. Am anderen Ende trifft die Kennlinie auf die x-Achse (Generatorspannung), hier ist die Spannung am höchsten, aber die Stromstärke ist Null. Dieser Punkt wird Leerlaufspannung genannt.

Die vom Solargenerator abgegebene Leistung ist das rechnerische Produkt aus augenblicklichem Strom und der Spannung. Diese elektrischen Kennwerte sind während des Betriebs nicht fest, sondern verändern sich je nach Einstrahlungsstärke und Solarzellentemperatur erkennbar an der sich ändernden Kennlinie. Die MPP-Steuerung im Netzeinspeisegerät sucht laufend den Arbeitspunkt auf der Kennlinie, an dem Spannung und Strom ihren optimalen Wert erreichen, an dem also die Leistung am größten ist.

An den beiden Betriebspunkten „Leerlaufspannung“ und „Kurzschlussstrom“ ist keine Leistung vorhanden.

In Abbildung 3-9 ist diese maximale Leistung als Rechteck unter der Kennlinie dargestellt. Ändern sich die Einstrahlungsverhältnisse oder die Temperatur der Solarzellen, wird der MPP neu gesucht und der Generator wieder auf maximale Leistung eingestellt.

Die Leistungsdaten des Solargenerators sind jeweils abhängig von der Einstrahlung (in Abb. 3-9 als W/m^2 dargestellt) und von der Zellentemperatur (°C).

Abb. 3-8 Kennlinien bei verschiedenen Bedingungen, Einstrahlung und Solarzellentemperatur

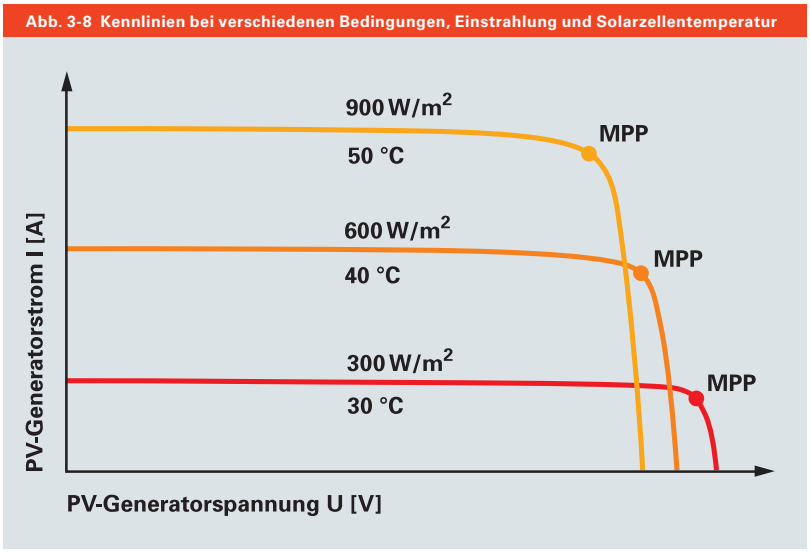
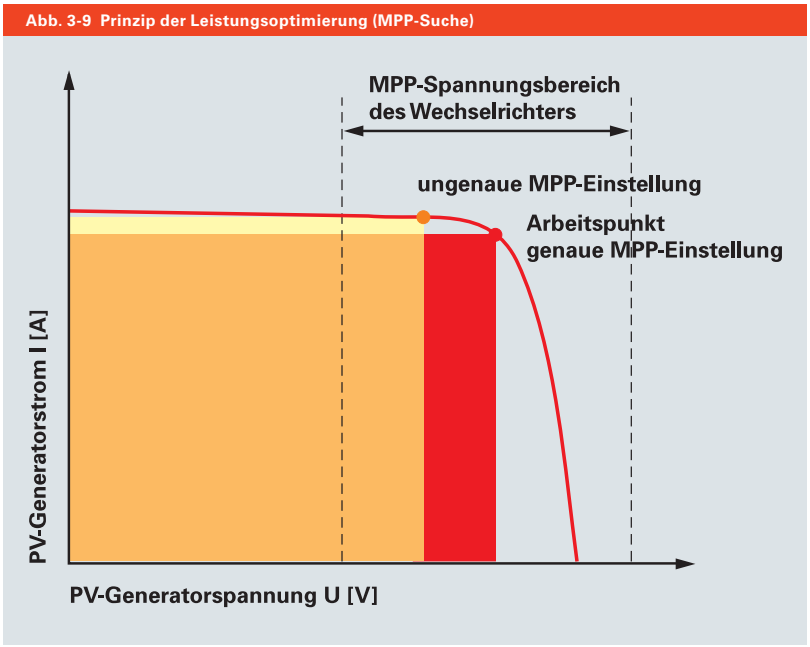
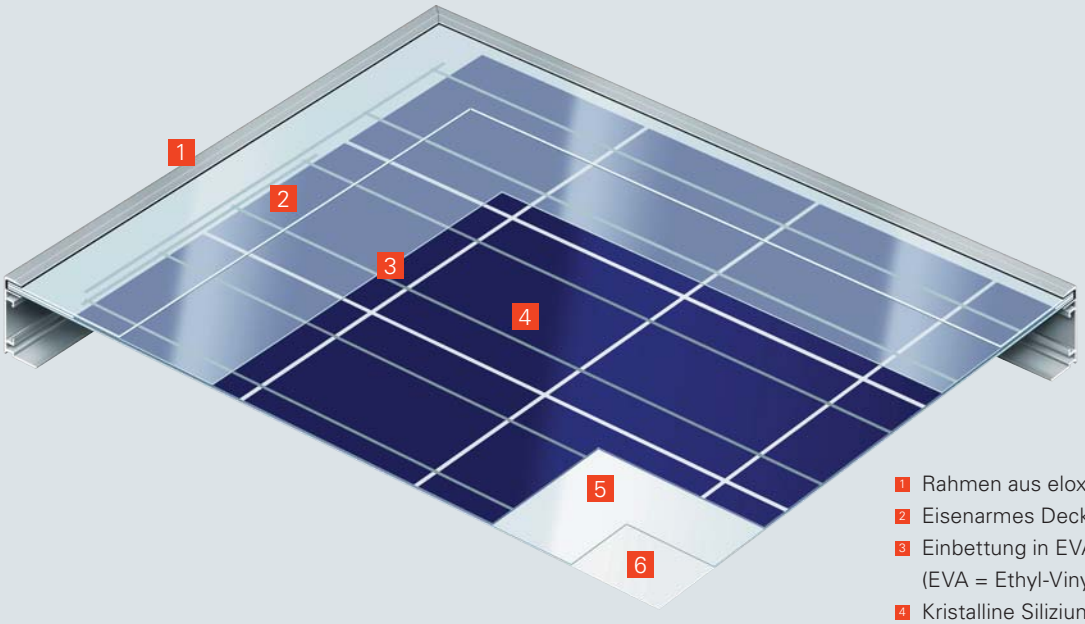


Abb. 3-9 Prinzip der Leistungsoptimierung (MPP-Suche)





1. Rahmen aus eloxiertem Aluminium
2. Eisenarmes Deckglas
3. Einbettung in EVA-Folie (EVA = Ethyl-Vinyl-Acetat)
4. Kristalline Silizium-Zelle
5. Untere EVA-Folie
6. Rückseiten-Folie

Abb. 4-1
Schnitt durch Vitovolt 200, Typ RF2 (kristallines Silizium, Einscheiben-Ausführung)

4.1 Vitovolt 100 und Vitovolt 200

Viessmann bietet mit Vitovolt 100 (Abb. 4-2) und Vitovolt 200 (Abb. 4-3) für jeden Bedarf das passende Photovoltaik-System. Die hochwertige Silizium-Technologie in den Modulen wird nach den neusten IEC Normen geprüft. Durch die hohen Qualitätsansprüche bei der Auswahl der einzelnen Komponenten können von den jeweiligen Herstellern Leistungsgarantien bis zu 25 Jahren gegeben werden.

Die integrierten Bypass-Dioden sorgen für einen hohen Ertrag auch bei teilweise beschatteten Flächen (Vermeidung von hot spots).

Abb. 4-2
Vitovolt 100, Typ RB1

Vorteile der Vitovolt Photovoltaik-Module auf einen Blick:

- Leistungsgarantie der jeweiligen Hersteller bis zu 25 Jahren durch den hohen Qualitätsanspruch (Garantiebedingungen der Hersteller finden Sie im Internet unter www.viessmann.de/Login)
- Alle benötigten Komponenten, wie Verbindungsleitungen und Wechselrichter der Photovoltaik-Anlage, sind aufeinander abgestimmt und als Zubehör lieferbar
- Gute Eigenstabilität und einfache Systeminstallation der Module durch stabilen Aluminium-Rahmen
- Schnelle Montage durch:
  - Einfaches Zusammenstecken der elektrischen Leitungen,
  - Montagemöglichkeiten für senkrechte und waagerechte Montage
- Integrierte Bypass-Dioden sorgen für hohen Ertrag auch bei teilweise beschatteten Flächen (Vermeidung von hot spots)
- Eisenarmes Deckglas mit hohen Transmissionswerten für optimale Einstrahlungsergebnisse
- Hohe Qualitätssicherheit durch Zertifizierung nach IEC, EWG 89/392 und Schutzklasse II

Abb. 4-3
Vitovolt 200, Typ RC2

4.2 Zuverlässige Wechselrichter
Die Netzeinspeisegeräte zu Vitovolt 100 und Vitovolt 200 setzen den solar erzeugten Gleichstrom mit hohem Wirkungsgrad in Wechselstrom für die Einspeisung in das öffentliche Netz um.

Wechselrichter werden in Leistungsgrößen von 1,1 bis 17 kW_p geliefert.

TÜV-geprüfte Sicherheitsstandards und ausgereifte Prozessortechnik sowie Leistungselektronik der neuesten Generation sorgen für eine optimale Nutzung der Sonneneinstrahlung. Ihre hohe Zuverlässigkeit haben diese Wechselrichter schon zigtausendfach unter Beweis gestellt.

Selbstverständlich erfüllen die Wechselrichter die neuesten Vorschriften zur Netzüberwachung.

4.3 Einfache Anlagenkontrolle
Wird der Wechselrichter an zugänglicher Stelle angebracht, können die wichtigsten aktuellen Betriebsdaten am integrierten beleuchteten Display abgelesen werden. Gerade bei kleineren Anlagen ist so eine einfache Kontrolle ohne PC möglich (Abb. 4-4).

Zur Datenübertragung kann zusätzlich eine Schnittstelle zum Anschluss an einen PC bestellt werden, so dass statistische Auswertungen möglich sind. Die Software hierfür wird mitgeliefert.

Aber auch ohne Computer können auf Anfrage individuelle Displays für den öffentlichen oder privaten Bereich angeboten werden. Damit lassen sich die Erträge der Photovoltaik-Anlage publikumswirksam darstellen.

Die neuen Generationen der Wechselrichter sorgen mit ihren neu gestalteten Anschlussbereichen für eine einfache und schnelle Montage.

Dank des durchdachten Lüftungskonzeptes können die Geräte im Innen- wie im Außenbereich eingesetzt werden und erreichen Wirkungsgrad bis 97 %.

Durch die hohe Qualität der elektronischen Komponenten können von den jeweiligen Herstellern hier Standard-Garantien von 5 Jahren gegeben werden, die bis zu 25 Jahre erweiterbar sind (Garantiebedingungen der Hersteller finden Sie im Internet unter www.viessmann.de/Login).

Abb. 4-4
Anschlussfertige hocheffiziente Wechselrichter

Vitovolt 100 und 200:

(A) Schrägdächer, senkrecht

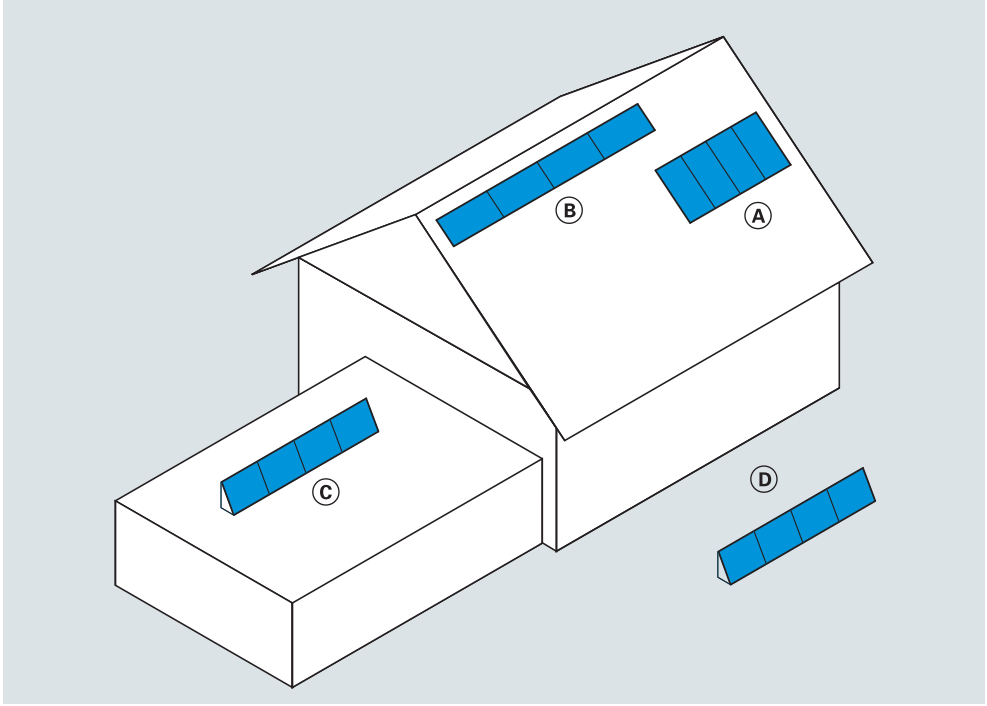
(B) Schrägdächer, waagerecht

Vitovolt 100 und 200 (nur waagerecht)

(C) Flachdächer

(D) Freistehende Montage

Abb. 4-5 Anbringungsmöglichkeiten der Photovoltaik-Module



4.4 Sichere Befestigung

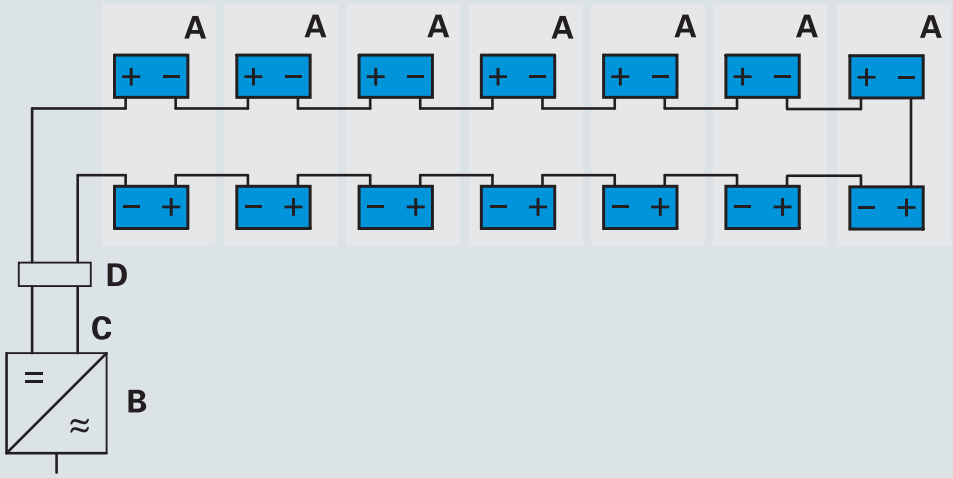
Photovoltaik-Module sind einfach und schnell zu montieren bzw. installieren. Die Verbindung der Leitungen erfolgt über verwechslungssichere Steckverbinder mit Berührungsschutz.

Die Photovoltaik-Systeme eignen sich für nahezu alle Dach- und Bedachungsarten (Abb. 4-5).

Viessmann verwendet ausschließlich hochwertige Montagesysteme, die belastbar und unempfindlich gegen Witterungseinflüsse sind.

Die vereinfachte Montage und Installation der Vitovolt Photovoltaik-Anlage spart Zeit und Kosten. Dennoch sollten alle Arbeiten nur von autorisierten Fachkräften durchgeführt werden. Nur so ist gewährleistet, dass die Anlage sicher installiert wird, eine hohe Lebensdauer erreicht und über lange Zeiträume hohe Erträge liefert.

Abb. 4-6 Lieferkonzept Vitovolt 200



4.5 Geringer Aufwand der Leitungsverlegung

Die moderne Stringtechnik (die Schaltung von mehreren Modulen in Reihe) verringert den Aufwand der Leitungsverlegung auf ein Minimum. Auch Generatoranschlusskästen sind nicht erforderlich.

Lieferkonzept Vitovolt 200

Um die gewünschte Anlagengröße zu erreichen, muss die entsprechende Anzahl Verpackungseinheiten bestellt werden. Auf die Anlagenleistung abgestimmte Wechselrichter und die erforderliche Anzahl Anschlussleitungen zur Verbindung der Module mit dem Wechselrichter müssen separat bestellt werden.

Je nach Montageart ist der entsprechende Befestigungssatz zu bestellen.

Beispiel für ein System mit 14 PV-Modulen für 2,39 kW_p:

Die 14 PV-Module sind in diesem Beispiel zu einem String in Reihe geschaltet.

Zu bestellen:

A Verpackungseinheit
B 1 Wechselrichter IG 20
C Anschlussleitungen (1 x 2 Stück)
D Gleichstrom-Trennschalter (teilweise in Wechselrichtern integriert)

– Montagesystem entsprechend der örtlichen Gegebenheiten

Abb. 4-7
Einfache Verbindung der einzelnen Photovoltaik-Module

Abb. 5-1 Fahrplan zur Sonne

Schritte zum eigenen Solarkraftwerk

1. Information und Beratung
2. Planung und Dimensionierung der Anlage
3. Prüfen, ob eine Baugenehmigung erforderlich ist*
4. Angebot erstellen und Finanzierung sowie Fördermöglichkeiten klären
5. Anmeldung bei Energieversorgungsunternehmen und Bundesnetzagentur
6. Montage und Netzanschluss der Anlage
7. Inbetriebnahme und Einweisung des Betreibers
8. Betrieb und Ertragskontrolle, steuerliche und versicherungstechnische Behandlung

* Meist sind Solaranlagen genehmigungsfrei, wenn sie auf Schrägdächern montiert werden. Örtliche Vorschriften (Bebauungsplan) und Denkmalschutzbestimmungen können hiervon abweichen. Klarheit schafft eine Anfrage bei der zuständigen Baubehörde.

Abb. 5-2 Planungscheckliste

Planungs-Checkliste

Vor der Planung und Erstellung einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage sind folgende Fragen zu klären:

- Wo sollen die Module montiert werden? (Schrägdach, Flachdach, Freifläche)
- Auf welchem Untergrund werden die Module befestigt? (Material der Dacheindeckung)
- Welche Neigung und Ausrichtung hat die Modulfläche? (Neigung in Grad, Abweichung von der Südrichtung)
- Wie groß soll die Anlage werden? (verfügbare Fläche, Investitionsbudget)
- Ist eine Beschattung der Module möglich? (Antenne, Erker, Kamin, Bäume, Nachbargebäude)
- Wie können die Leitungen im Gebäude geführt werden? (unbenutzter Kamin, Versorgungsschacht, vorhandene Elektro-Leerrohre, Leitungskanal an der Gebäudeaußenwand z. B. entlang eines Regenrohres)
- Wo soll der Wechselrichter installiert werden? (im Freien, Dachboden, Keller)
- Ist ein freier Zählerplatz innerhalb des Zählerschranks vorhanden?
- Wer ist der zuständige Stromnetzbetreiber?

Bei der Errichtung einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage vereinfacht systematisches Vorgehen die Planung, sorgfältige Vorbereitung spart Zeit bei Montage und Installation.

Die nebenstehenden Checklisten (Abb. 5-1 und 5-2) geben einen Überblick und bringen die einzelnen Schritte in eine logische Reihenfolge.

Die Viessmann Verkaufsberater oder die Internet-Adresse
www.viessmann.com
geben Auskunft.

Hinweis:

Zur Datenerfassung im Zuge der Planung steht eine Checkliste zur Verfügung.

Abb. 6-1
Vitovolt 200
Einfamilienwohnhaus
Oberhachingen/Fürt

Photovoltaik ist eine sehr elegante und zuverlässige Art und Weise, elektrische Energie zu erzeugen. Das bedeutet aber nicht, dass man die Anlage nur installieren und dann „vergessen" sollte. Dem Betreiber bleibt die Aufgabe, den ordnungsgemäßen Betrieb zu überwachen und die Energieerträge zu kontrollieren. Regelmäßige Kontrolle stellt sicher, dass die Anlage optimale Erträge liefert. Jede Kilowattstunde Ausfall bedeutet bares Geld, das verloren wäre.

6.1 Regelmäßige Kontrolle

Der Betreiber sollte zumindest einmal monatlich die Zählerstände und ggf. besondere Ereignisse (Wartungsarbeiten) festhalten und dokumentieren. Mindestens der monatliche Ertrag der Anlage ist dabei festzuhalten, denn er dient dazu, Störungen frühzeitig zu erkennen und nachvollziehen zu können. Die Ertragswerte einzelner Monate schwanken zwar von Jahr zu Jahr oft erheblich, doch wenn die Erträge in mehreren aufeinanderfolgenden Monaten deutlich unter den Vorjahreswerten liegen, kann ein Defekt vorliegen und die Anlage sollte von einem Fachmann überprüft werden. Zur Vereinfachung der Anlagenüberwachung stehen Ihnen verschiedene Kommunikationsmittel zur Verfügung, die von kleinen Tisch-Displays bis hin zu Web-Portalen reicht.

6.2 Wodurch wird der Anlagenertrag beeinflusst?

Solarzellen sind temperatursensibel: Wenn die Zelltemperatur steigt, sinkt die Leistungsausbeute und umgekehrt. Wärmestau unter den Modulen (z. B. bei der Dachintegration) kann je nach Zellentyp die Leistungsfähigkeit der Anlage reduzieren.

Zusätzliche Reinigung ist normalerweise nicht erforderlich, denn Regen wäscht die Glasoberflächen der Solarmodule sauber. Nur bei starker Verschmutzung, z. B. durch Rußablagerungen, Vogelkot oder Blattansammlungen (Verschattung!) ist die Reinigung sinnvoll.

Schnee rutscht bei Sonnenschein von der glatten Moduloberfläche ab. In besonders schneereichen Gebieten ist auf einen ausreichenden Anstellwinkel zu achten.

6.3 Wartung

Grundsätzlich sind Photovoltaik-Anlagen eine praktisch wartungsfreie Technik, weil die Energie ohne mechanische oder chemische sondern alleine durch elektrophysikalische Vorgänge gewonnen wird, also so gut wie verschleißfrei. Hilfsenergien sind ebenfalls unnötig. Alles was die Anlage benötigt, ist Tageslicht.

Tabelle 7-1 Mindestvergütung in ct/kWh nach deutschem EEG ab dem 1.1.2009 (Garantierte Vergütung für 20 Jahre plus das Jahr der Installation)

Jahr der Installation	Anlagen auf/an Gebäuden oder Lärmschutzwänden									Freiflächenanlagen		
	< 30 kW			30 bis 100 kW			> 100 kW					
2010	**40** (- 7 %)	**39,57** (- 8 %)	**39,14** (- 9 %)	**38,05** (- 7 %)	**37,64** (- 8 %)	**37,23** (- 9 %)	**36,02** (- 9 %)	**35,62** (- 10 %)	**35,23** (- 11 %)	**29,07** (- 9 %)	**28,75** (- 10 %)	**28,43** (- 11 %)
Marktwachstum 2010 [GW]	< 1,1	1,1-1,7	> 1,7	< 1,1	1,1-1,7	> 1,7	< 1,1	1,1-1,7	> 1,7	< 1,1	1,1-1,7	> 1,7
2011*	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**
Marktwachstum 2011 [GW]	< 1,1	1,1-1,9	> 1,9	< 1,1	1,1-1,9	> 1,9	< 1,1	1,1-1,9	> 1,9	< 1,1	1,1-1,9	> 1,9
2012*	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**	**- 8 %**	**- 9 %**	**- 10 %**

* Vorjahreswert der Vergütung minus Prozentwert entsprechend des Marktwachstums im Vorjahr

7.1 Einspeisevergütung

Die Vergütung des solar erzeugten Stroms wird in Deutschland durch das Erneuerbare- Energien-Gesetz (EEG) geregelt. Für eine garantierte Laufzeit von 20 Jahren plus Rest des Jahres der Installation werden hohe Vergütungen gezahlt. Dies ist die wichtigste Fördermaßnahme für Photovoltaik-Anlagen seitens des Bundes (Tabelle 7-1).

Durch anhaltende politische Diskussionen sollten Sie sich über die gültigen Vergütungssätze aktuell informieren.

7.2 Zuschüsse von Ländern, Kommunen und Energieversorgern

Einige Bundesländer zahlen bei der Errichtung von Photovoltaik-Anlagen Investitionszuschüsse, meist in Form eines Festbetrags. Ähnliche Förderungen gibt es vereinzelt auch von Kommunen oder Energieversorgern. Es lohnt sich also, bei den zuständigen Stellen nachzufragen, welche Förderprogramme vor Ort angeboten werden und welche für den Einzelfall in Betracht kommen.

Abb. 7-1 Übersicht Fördermöglichkeiten

Weiter helfen können hierbei:

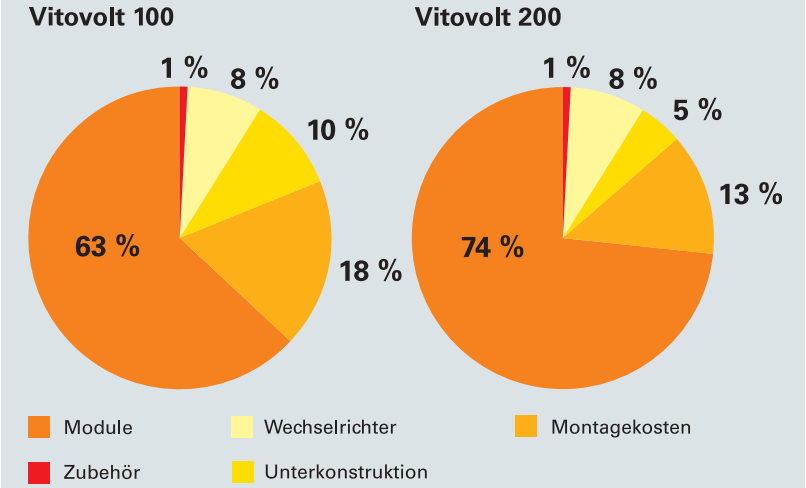
- Kommunalverwaltung
- Wirtschaftsministerien der Länder
- Finanzämter bezüglich der Ökozulage
- örtliche Energieagenturen und Umweltverbände
- Beratungsstellen des zuständigen Stromversorgers
- Kreditinstitute
- die Internetseite www.viessmann.de.

Da sich die Förderprogramme immer wieder ändern, sollte man dort den jeweils aktuellen Stand erfragen.

Hinweis:

Aktuelle Informationen zu den Förderprogrammen erhalten Sie im Internet unter:
www.viessmann.de

Abb. 8-1 Systemkosten im Überblick



Je nach verfügbarer Fläche und gewünschter Anlagenleistung können mehrere der Vitovolt Pakete miteinander kombiniert werden. Als Faustregel kann man davon ausgehen, dass bei kristallinen Modulen je kW_p installierter Photovoltaik-Leistung ca. 10 m^2 (bei amorphen Dünnschicht-Modulen ca. 16 m^2) Fläche benötigt werden.

Welcher Solarstromertrag am vorgesehenen Standort zu erzielen ist, hängt von den klimatischen und räumlichen Umgebungsverhältnissen ab. In Deutschland sind ca. 850 kWh pro kW_p, an guten Standorten über 900 bis 1 000 kWh pro kW_p als durchschnittlicher Jahresertrag zu erwarten.

Die in der Investitionssumme enthaltene Mehrwertsteuer (19 %) kann vom Finanzamt zurückerstattet werden, wenn sich der Betreiber nicht von der Umsatzsteuerpflicht befreien lässt. Dazu müsste er seiner zuständigen Finanzverwaltung mitteilen, dass er auf die sogenannte „Kleinunternehmerregelung" verzichtet. Ansonsten muss zur gesetzlich geregelten Einspeisevergütung dann die Mehrwertsteuer für die Erträge vom Energieversorger eingefordert und vom Betreiber ans Finanzamt abgeführt werden.

8.1 Betriebskosten

Laufende Kosten sind in der Regel nur Zähler- und Abrechnungsgebühren (des lokalen Stromversorgers) und ggf. die Versicherungsprämie für die Photovoltaik-Anlage.

Steuervorteile müssen wegen der individuellen Einkommenssituation mit einem Steuerberater geklärt werden.

8.2 Steuervorteile

Die hier gemachten Angaben gelten für Privatpersonen, die sonst nicht gewerblich oder freiberuflich tätig sind. Im Einzelfall, insbesondere für Gewerbetreibende, Freiberufler oder auch bei Anlagen auf Fremddächern können hiervon abweichende Regelungen gelten, die mit Hilfe eines Steuerberaters oder Rechtsanwalts zu klären sind. Betreiber netzgekoppelter Photovoltaik-Anlagen, die entsprechend dem EEG ihre erzeugte Energie an den Netzbetreiber verkaufen, sind aus steuerlicher Sicht „Unternehmer". Eine Gewerbeanmeldung ist üblicherweise nicht notwendig (Bagatellregelung).

Steuerrechtliche Einordnung

Relevant ist eine Betrachtung der Photovoltaik-Anlage hinsichtlich Einkommensteuer, Gewerbesteuer (unabhängig von einer Gewerbeanmeldung) und Umsatzsteuer.

Einkommen- und Gewerbesteuer

Nur wenn die Anlage über die steuerlich vorgesehene Betriebsdauer (zulässige Abschreibungsdauern sind nach den AfA-Tabellen des Bundesfinanzministeriums mindestens 20 Jahre) einen sogenannten „Totalüberschuss" erzielt, d. h. die Summe der Erlöse abzüglich aller Betriebs- und Investitionskosten einen Gewinn ergibt, müssen diese Überschüsse versteuert werden. Umgekehrt können dann auch Verluste in einzelnen Jahren steuermindernd geltend gemacht werden.

Gewerbesteuerlich ist die Anlage sogar erst dann von Interesse, wenn die Gewinne jährlich einen Betrag von 24 542,- € überschreiten, was erst bei großen Anlagen der Fall ist.

Umsatzsteuer

Jeder Anlagenbetreiber, der den Solarstrom nach EEG ins Netz abgibt, ist umsatzsteuerpflichtig – und zwar unabhängig davon, ob die Anlage einen Gewinn erwirtschaftet. Wenn seine Erlöse einen Betrag von 16 617,- € pro Jahr nicht überschreiten, kann er sich von dieser Pflicht befreien lassen („Kleinunternehmerregelung"). Die Umsatzsteuerpflicht hat jedoch Vorteile: Alle Vergütungszahlungen des Stromnetzbetreibers erfolgen danach zuzüglich der jeweils gültigen Mehrwertsteuer (z. Zt. 19 %). Diese Beträge müssen an das Finanzamt weitergereicht werden. Umgekehrt erstattet das Finanzamt alle Mehrwertsteuerbeträge wieder zurück, die der Betreiber an seine Lieferanten, z. B. den Errichter der Photovoltaik-Anlage zahlen musste. Unter dem Strich lassen sich so die Investitionskosten um rund 19 % senken, ohne die Einspeisevergütung zu schmälern.

Abb. 8-2
Steuererklärung für Photovoltaik-Anlagen

Geringer Aufwand

Für die korrekte Steuererklärung müssen alle im Zusammenhang mit der Photovoltaik-Anlage stehenden Belege gesammelt und aufbewahrt werden. Daraus ergibt sich eine jährliche Auflistung der Erlöse und Aufwendungen. Zusätzlich zur bisherigen Steuererklärung sind zwei Formulare auszufüllen: Anlage GSE und Umsatzsteuererklärung. Wichtig ist, dass der Stromversorger informiert wird, ob die Einspeisevergütung netto oder zuzüglich Mehrwertsteuer bezahlt werden soll.

Alle rechtlichen und steuerlichen Aspekte sollten im Einzelfall mit einem Fachmann (Steuerberater bzw. Rechtsanwalt) geklärt werden.

Abb. 8-3
Aufwändige Qualitätstests sorgen für hohe Erträge und lange Lebensdauer

Foto:
TÜV Rheinland-Berlin-Brandenburg

8.3. Versicherungsschutz
Da für eine Photovoltaik-Anlage verhältnismäßig hohe Summen investiert werden, ist eine entsprechende Versicherung in Betracht zu ziehen. Insbesondere bei zunächst fremdfinanzierten Anlagen dient die Versicherung zum Schutz vor einem Vermögensschaden.

Grundsätzlich gibt es zweierlei Risiken:
– Fremdschaden
– Vermögensschaden

Haftpflicht
Für durch Bau und Betrieb der Anlage verursachte Fremdschäden haftet der Bauherr bzw. Betreiber. Dieses Risiko lässt sich durch eine Haftpflichtversicherung abdecken, was am einfachsten durch Einbeziehung in die private Haftpflichtversicherung geschehen kann.

Anlagenversicherung
Schäden an der Anlage selbst (Eigentumsschaden) durch Umwelteinflüsse, Diebstahl, Vandalismus, Konstruktionsmängel oder Bedienungsfehler können durch eine Elektronikversicherung mit Allgefahrendeckung – sozusagen die „Vollkasko" für Solarkraftwerke – abgesichert werden. Diese meist von Spezialversicherern angebotenen Verträge bieten auch Schadenersatz bei längeren Stillstandszeiten der Anlage (Ertragsausfall).

Wird die Photovoltaik-Anlage stattdessen in die bestehende Feuer- und Wohngebäudeversicherung einbezogen, lässt sich ein Versicherungsschutz deutlich kostengünstiger verwirklichen, wenn der Anlagenbetreiber zugleich Hauseigentümer ist.

Wenn die Photovoltaik-Anlage in eine bestehende Versicherung einbezogen werden soll, muss sich der Betreiber die versicherten Risiken und den Umfang des Versicherungsschutzes immer schriftlich bestätigen lassen, sonst besteht die Gefahr, dass er im Schadensfall leer ausgeht.

Abb. 8-4
Zählerschrank

8.4 Einspeisevertrag

Der Anschluss einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage muss beim Betreiber des örtlichen Stromnetzes (Versorgungsnetzbetreiber) angemeldet werden. Üblicherweise erledigt das der Elektroinstallateur, der die Anlage ans Netz anschließt.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz legt die Bedingungen für den Netzanschluss und die Einspeisevergütung fest. Wenn der Versorgungsnetzbetreiber zusätzlich einen schriftlichen Vertrag abschließen möchte (was das Gesetz nicht vorschreibt und nicht erfordert), so sollte dieser nicht ohne Prüfung unterschrieben werden (Musterverträge siehe unter www.photon.de).

Das EEG trat am 1. April 2000 in Kraft und wurde zum 01.01.2009 erneut angepasst. Es beinhaltet eine baujahreinheitliche Vergütung pro eingespeister Kilowattstunde, d. h. die Vergütung der Anlage wird anhand des Inbetriebnahmejahrs festgelegt (siehe Seite 22).

Die eingespeiste Menge ist nicht begrenzt, es kann also auch nicht verlangt werden, dass nur der Überschuss über den selbst verbrauchten Strom abgenommen wird. Das Gesetz erklärt die „Volleinspeisung“ ausdrücklich als zulässig. Die Laufzeit der Einspeisevergütung für die jeweilige Anlage beträgt 20 Kalenderjahre plus das Inbetriebnahmejahr.

Ein schriftlicher Einspeisevertrag kann zusätzlich klären:

- ob und in welchem Rhythmus Abschlagszahlungen fällig werden. Üblich wären vierteljährliche, bei sehr kleinen Anlagen (1 kW_p) genügt auch eine jährliche Abrechnung.

- Haftungsbeschränkungen: Diese sollten so formuliert sein, dass der Versorgungsnetzbetreiber nicht einseitig aus der Haftung entlassen wird, während der Photovoltaik-Anlagenbetreiber voll haftet.

- Rechtsnachfolge: Sowohl die Rechtsnachfolge auf Seiten des Versorgungsnetzbetreibers für die Pflichten aus dem Vertrag als auch bezüglich der Einspeisevergütung bei einem Verkauf der Anlage oder des Gebäudes sollten eindeutig geregelt sein.

Wichtig ist auch, dass der Vertrag die sogenannte „Salvatorische Klausel“ enthält. Diese bestimmt, dass der Vertrag auch dann im übrigen Bestand hat, wenn er eine rechtsunwirksame Klausel enthalten sollte. Außerdem gilt generell: Mündliche Absprachen sind schwer beweisbar und deshalb unwirksam, wenn sie nicht schriftlich im Vertrag oder in einer Anlage zum Vertrag festgehalten wurden. Im Zweifelsfall also immer alle Zusagen und Versprechen schriftlich geben lassen!

9 Zusammenfassung

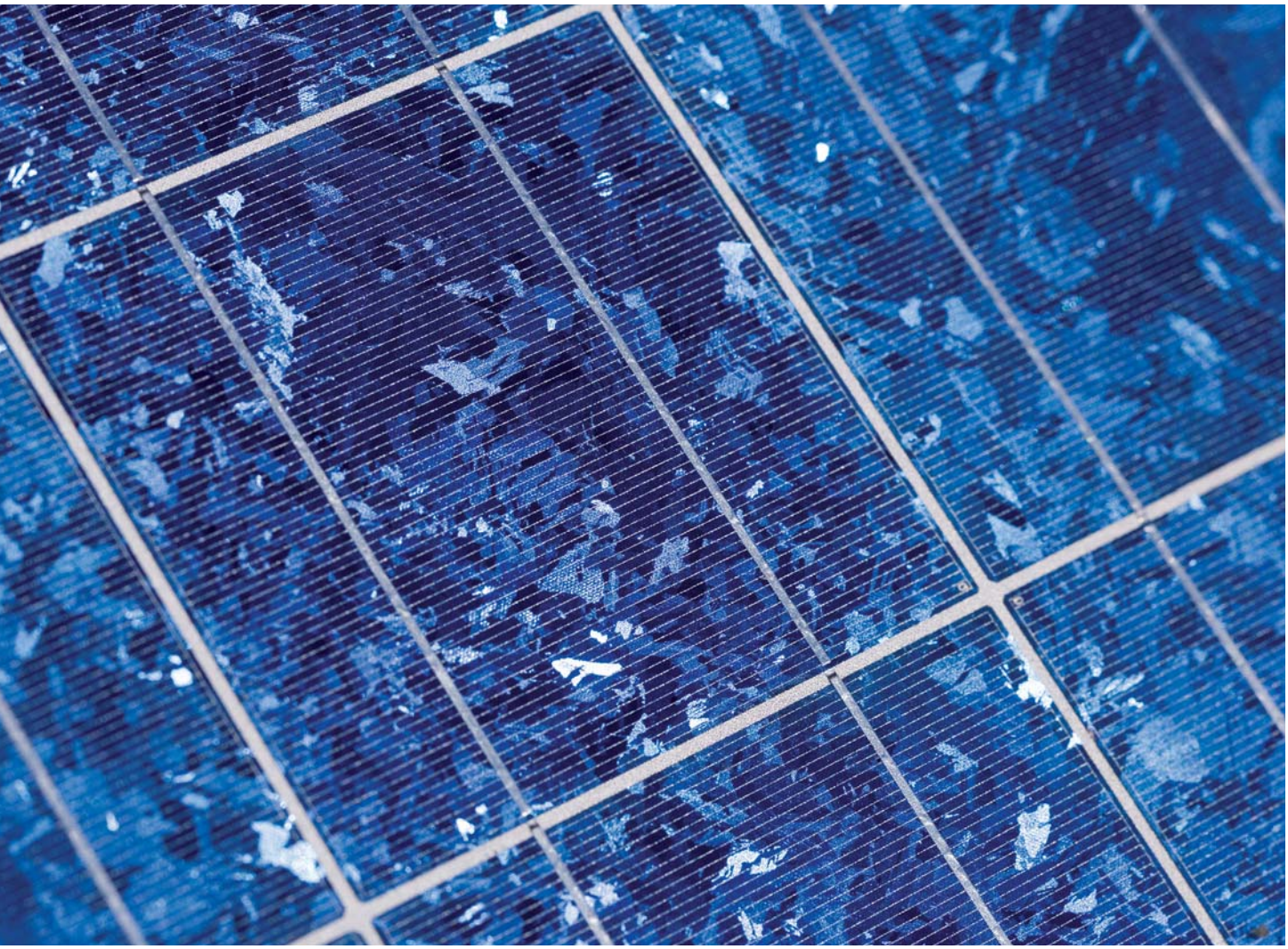


Abb. 9-1
Polykristalline Siliziumzelle

Zusammenfassung
Eine Photovoltaik-Anlage ist kein kurzlebiger Gebrauchsartikel, sondern ein langlebiges Investitionsgut. Ebenso wie beim privaten Wohneigentum geht es dabei nicht alleine um betriebswirtschaftliche Rentabilität, sondern auch darum, eine langfristig zuverlässige und kalkulierbare Energieversorgung auf umweltschonender Basis zu sichern.

Dennoch können sich Photovoltaik-Anlagen heute aufgrund der günstigen Förderbedingungen schon nach etwa 9 bis 12 Jahren selbst finanzieren, wenn ertragsstarke, zuverlässige Systemtechnik wie bei Vitovolt 100 und Vitovolt 200 eingesetzt wird. Insbesondere die Einspeisevergütung aus dem EEG trägt in Deutschland zu dieser positiven Entwicklung bei, neben vielen weiteren Fördermöglichkeiten von privaten und öffentlichen Institutionen und möglichen Steuerersparnissen.

Die erwartete Lebensdauer geht noch weit über diesen Zeitraum hinaus. Auch nach der Amortisation kann der Betreiber von der kostenlosen und umweltfreundlichen Stromernte vom eigenen Dach profitieren und die Sicherheit und Unabhängigkeit durch ein Stück eigener Energieversorgung genießen.

Gerade die positiven Wirkungen auf unsere natürlichen Lebensgrundlagen und für unsere Nachkommen durch die nahezu CO_2-neutrale Stromgewinnung betonen die Vorteile dieser dezentralen regenerativen Energiequelle.

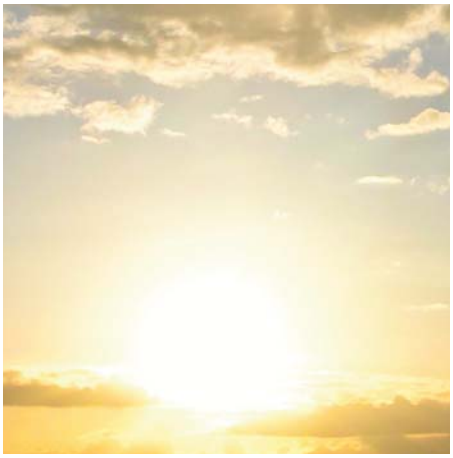
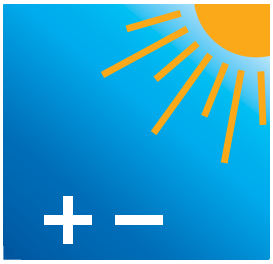


Abb. 9-2
Vitovolt 100 (9,72 kW_p)



Amorphe Solarzelle
Materialsparend auf Glas oder Edelstahlfolie aufgedampftes Dünnfilm-Solarmodul aus nichtkristallinem (amorphen) Material, z. B. Silizium.

Bypassdiode
Schützt die Solarzellen vor Schäden durch den Hot-Spot-Effekt.

Diffuse Strahlung
Ungerichtetes Licht von der Sonne, das durch Wolken, Partikel usw. gestreut wird.

Direkte Strahlung
Gerichtetes Licht, das ohne Streuung direkt auf die Erdoberfläche trifft.

Dünnfilm-Solarmodul
Die Solarzellen werden materialsparend direkt auf ein Trägermedium (Glas, Edelstahlfolie) aufgedampft und bilden auf diesem nur eine dünne Schicht.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
„Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien" (Bundesgesetz), schreibt Mindestvergütungen, Anschlussbedingungen und weitere Vertragsbedingungen für die Stromeinspeisung erneuerbarer Energien ins öffentliche Stromverbundnetz vor.

Einspeisevergütung
Der örtliche Stromnetzbetreiber muss Strom aus erneuerbaren Energien kaufen und einen Mindestpreis (Vergütung) entsprechend dem EEG bezahlen.

Elektron
In der Physik erklärt man elektrischen Stromfluss durch die Bewegung des Elektrons. Das Elektron ist ein atomares Teilchen, das die elektrische Ladung trägt (Modellvorstellung).

Energie
Die elektrische Energie wird in Wattstunden [Wh] gemessen [1000 Wh = 1 kWh], nicht zu verwechseln mit der momentanen Leistung Watt (W) oder der momentanen Spitzenleistung Watt Peak [W_p] bzw. [kW_p].

Energierücklaufzeit
Energetische „Amortisationszeit", in der die Photovoltaik-Anlage die Energie erzeugt, die zu Ihrer Herstellung notwendig war.

ENS
Sicherheitseinrichtung zur Netzüberwachung und Abschaltung des Netzeinspeisegerätes. Die Abkürzung „ENS" bedeutet: Zwei voneinander unabhängige Einrichtungen zur Netzüberwachung mit jeweils zugeordnetem Schaltorgan in Reihe.

Erntefaktor
Gibt an, um wievielmal mehr Energie eine Solaranlage in ihrer Betriebsdauer gegenüber der benötigten Herstellungsenergie gewinnt.

Erneuerbare Energien
Energiequellen, die keine endlichen Rohstoffe verbrauchen, sondern natürliche Kreisläufe anzapfen, bezeichnet man als erneuerbar (Sonne, Wind, Wasserkraft, Bioenergie), meist werden auch Gezeiten, Meeresströmungen und Erdwärme dazugezählt.

FI-Schutzschalter
Fehlerstromschutz in der Elektroinstallation, der dem Schutz von Personen vor elektrischen „Schlägen" beim Berühren von Netzspannungen dient.

Globalstrahlung
Auf der Erdoberfläche ankommende nutzbare Energiemenge als Summe aus direkter Sonneneinstrahlung und diffusem Tageslicht.

Hot-Spot-Effekt
Zerstörung einer Solarzelle durch Hitzeentwicklung bei Teilverschattung eines Moduls – wird durch Bypass-Dioden vermieden.

Inselanlage
Netzunabhängige Photovoltaik-Anlage mit Energiespeicher zur autarken Stromversorgung einzelner Geräte oder Verbrauchsnetze.

Leerlaufspannung
Höhe der Spannung zwischen Plus-, und Minuspol einer Stromquelle (z. B. Solarmodul), wenn kein Verbraucher angeschlossen ist.

Leistung
Momentane Leistung eines elektrischen Verbrauchers oder Stromgenerators (Kraftwerk, Solaranlage), gemessen in Watt [W], nicht zu verwechseln mit der elektrischen Energie [Wh]. Die Angabe Watt Peak [W_p] gibt die Spitzenleistung eines Solargenerators (Zelle, Modul) unter STC an.

Monokristalline Solarzellen
Bei monokristallinen Solarzellen ist das Material (Silizium) auf atomarer Ebene in einem absolut regelmäßigen Kristall angeordnet.

MPP – Maximum Power Point
Von Einstrahlung und Temperatur abhängiger Punkt der Modulkennlinie, in der der Solargenerator die maximale Leistung erzeugt.

Netzeinspeiseanlage
Im Gegensatz zur Inselanlage ist dieses System an das Stromnetz angeschlossen und benötigt keine Speicherbatterien.

Netzeinspeisegerät (NEG)
Wechselrichter mit Netzsynchronisation und Netzüberwachung, der den im Solarmodul erzeugten Gleichstrom einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage in Wechselstrom wandelt und ins Netz einspeist.

Netzkopplung
Die Verbindung von dezentralen Stromerzeugern, wie z. B. Photovoltaik-Anlagen mit dem öffentlichen Stromversorgungsnetz.

pn-Übergang
Setzt man einem reinen Halbleiterelement (z. B. Silizium) Fremdatome zu (Dotierung), wird das ursprünglich nichtleitende Material entweder positiv (Elektronenmangel) oder negativ (Elektronenüberschuss) leitend. Liegen zwei solche Schichten direkt nebeneinander, nennt man die Grenzschicht pn-Übergang. An dieser Grenzschicht bildet sich innerhalb des Werkstoffes ein elektrisches Feld.

Polykristalline Solarzellen
Das Material bildet bei der Herstellung viele einzelne Kristalle, erkennbar an der „gebrochenen" Struktur auf der Oberfläche.

Solargenerator
Gesamtheit aller Solarmodule einer Photovoltaik-Anlage.

Solarmodul (Photovoltaik-Modul)
Einzelnes Bauelement des Solargenerators. Im Solarmodul sind viele Solarzellen elektrisch verbunden und wetterfest verkapselt.

Solarzelle
Einzelnes Element zur Gewinnung von Solarstrom, das Sonnenlicht aufgrund eines rein physikalischen Vorganges direkt ohne mechanische oder chemische Vorgänge und ohne Materialverbrauch in elektrischen Strom umwandelt, mit theoretisch unbegrenzter Lebensdauer (Größe etwa 10 x 10 bis 15 x 15 cm).

Sonnenkollektor
Bauteil zur Gewinnung von Wärme aus Sonnenlicht (thermische Solarenergie).

Sonnenscheinstunden
Spezielle Wetteraufzeichnungsgeräte zeichnen die Sonnenstunden auf – aus der Anzahl der Sonnenstunden kann nicht direkt auf die eingestrahlte Energie geschlossen werden – der exakte Wert dafür ist die Globalstrahlung.

STC (Standard Test Conditions)
Standardbedingungen, unter denen die elektrischen Kenndaten eines Solarstrommoduls gemessen werden, um die Produkte verschiedener Hersteller vergleichbar zu machen. Die Standardtestbedingungen für Solarmodule sind: eine Einstrahlung von 1000 Watt/m^2, eine Solarzelltemperatur von 25 °C und ein Air Mass von 1,5.

Wechselrichter
Wandelt Gleichstrom (z. B. Solarstrom) in haushaltsüblichen Wechselstrom um.

Wechselstrom
Strom, der ständig seine Richtung ändert, üblicher Haushaltsstrom wechselt seine Richtung 100 mal pro Sekunde (50 Hz) und hat eine Nennspannung von 230 V.

W_p [kW_p]
Watt peak – Leistungsangabe bei Solargeneratoren; dieser Wert entspricht der Spitzenleistung unter genormten Testbedingungen.

VIESMANN

climate of innovation

Viessmann Deutschland GmbH
35107 Allendorf (Eder)
Telefon 06452 70-0
Telefax 06452 70-2780
www.viessmann.de

Ihr Fachpartner:

9446 534 - 6 D 04/2010

Inhalt urheberrechtlich geschützt.
Kopien und anderweitige Nutzung nur mit vorheriger Zustimmung.
Änderungen vorbehalten.