Solaranlage Ratgeber

www.solaranlage-ratgeber.de

RATGEBER PHOTOVOLTAIK

Infos und Tipps für die eigene Photovoltaikanlage.

Inhalt

Photovoltaik Voraussetzungen 4

Aufstellmöglichkeiten 5

Standortbedingungen 8

Konzeption 12

Auslegung 14

Rechtsfragen „Photovoltaikanlage“ 16

Checkliste „Voraussetzungen“ 17

Photovoltaik Planung 19

Energiebedarf 20

Dimensionierung 21

Angebote einholen 23

Klärung Baugenehmigung 25

Anmeldung Netzbetreiber 26

Checkliste „Planung“ 27

Photovoltaik Wirtschaftlichkeit 29

Anschaffungskosten 30

Preisentwicklung Solarmodule 32

Betriebskosten 33

Wirtschaftlichkeitsberechnung 35

Sinkende Einspeisevergütung 37

Finanzierung und Förderung 40

Einspeisevergütung 41

Eigenverbrauchsvergütung 44

Solarkredite 45

Rechtsfragen „Förderung und Finanzierung“ ... 47

Checkliste „Förderung und Finanzierung“ 49

Photovoltaik Technik 51

Photovoltaikanlage Komponenten 52

Solarmodule 54

Wechselrichter 57

Stromzähler 59

Energiespeicher 61

Weitere Komponenten 62

Checkliste „Photovoltaik Technik“ 64

Photovoltaik Leistung 67

Leistungsangaben 68

Stromerzeugung 70

Einsparpotential 72

Leistungsbewertung 74

Photovoltaik Installation 76

Montage 77

Schneelast 80

Windlast 82

Inbetriebnahme 84

Brandgefahr 86

Checkliste „Photovoltaik Installation“ 88

Photovoltaik Wartung 90

Wartungsbedarf 91

Wartungsvertrag 93

Reinigung 94

Reperaturen 96

Checkliste „Photovoltaik Wartung“ 98

Bildnachweis und Impressum 100

Photovoltaik Voraussetzungen

Wer eine Photovoltaikanlage plant, der benötigt zunächst einmal eine geeignete Fläche, auf der die Anlage aufgestellt werden kann. Hier kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht. Ist eine mögliche Fläche gefunden muss abgeklärt werden, ob die Standortbedingungen vor Ort einen wirtschaftlichen Betrieb einer Photovoltaikanlage erlauben. Danach geht es um die konkrete Planung. Wir haben einige Informationen zu den Voraussetzungen von Photovoltaikanlagen veröffentlicht, so dass Sie die optimalen Möglichkeiten ausschöpfen können.

Aufstellmöglichkeiten

Wer eine Photovoltaikanlage plant, der benötigt zunächst einmal eine geeignete Fläche, auf der die Anlage aufgestellt werden kann. Hier kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht. Ein idealer Ort, um eine Photovoltaikanlage unterzubringen, sind Dächer: Die Flächen sind sowieso vorhanden, werden nicht für andere Zwecke genutzt und es werden durch die Photovoltaikanlage auf dem Dach keine weiteren Flächen versiegelt. Nicht umsonst wurden durch das sogenannte 100.000-Dächer-Programm starke Impulse für den Ausbau der Photovoltaik gegeben. Aber welche Dächer sind nun für eine Photovoltaikanlage geeignet?

Schrägdach

Bei den weitverbreiteten Schrägdächern finden Eigentümer ideale Bedingungen für die Installation einer Photovoltaikanlage. Mit passendem Montagezubehör können die Photovoltaikmodule auf dem Dach montiert werden. Die alte Dacheindeckung kann dabei bestehen bleiben, sie büßt auch nicht ihre Funktion als Witterungsschutz und Wärmeschutz ein. Bei Schrägdächern ist neben der Aufdach-Montage aber auch die sogenannte Indach-Montage von Photovoltaikanlagen möglich. Dabei schließen die Photovoltaikmodule bündig mit der vorhandenen Dachbedeckung ab und ersetzen diese teilweise. Bei Neubauten können Photovoltaikmodule auch komplett die Funktion des Daches übernehmen, sie übernehmen dann zusätzlich auch die Funktion des Wetterschutzes und Wärmeschutzes für das Haus, man spricht hier von gebäudeintegrierter Photovoltaik.

Flachdach

Bei einem Flachdach handelt es sich ebenfalls um eine sehr gute Aufstellmöglichkeit für Photovoltaikanlagen. Im Gegensatz zu Schrägdächern ist bei Flachdächern ja keine Neigung vorgegeben und auch die Himmelsrichtung, also die richtige Ausrichtung der Photovoltaikanlage, kann frei gewählt werden. Die Neigung und Ausrichtung sind frei wählbar, auch Nachführungssysteme, die die Neigung und Ausrichten variabel steuern sind möglich.

Tipp:

Immer sollte bei vorhandenen Dächern, unabhängig ob Schrägdach oder Flachdach, von einem Fachmann geprüft werden, ob die Statik des Daches eine Photovoltaikanlage zulässt. Eine Photovoltaikanlage kann je nach gewähltem Modul eine erhebliche Belastung von bis zu 20 kg/m2 oder mehr zusätzlich bedeuten. Seriöse Solarteure bieten die Statikprüfung selbstverständlich an.

Was tun, wenn kein eigenes Dach vorhanden ist?

Es gibt genügend Menschen, die – völlig zu Recht – von der Photovoltaik als Zukunftsenergie überzeugt sind, aber als Mieter nicht über ein eigenes Hausdach verfügen, auf dem sie eine Photovoltaikanlage installieren könnten. Auch hier gibt es Möglichkeiten: Immer häufiger tun sich Interessenten zusammen und bilden sogenannte Betreibergesellschaften, um gemeinsam eine Photovoltaikanlagezu betreiben. Dazu werden passende Dachflä-

chen häufig von der Kommune angemietet. Dabei sind einige Punkte rechtlicher Natur zu beachten, die zum Beispiel die Versicherung der Photovoltaikanlagen, aber auch Eintragungen in das Grundbuch betreffen.

Tipp:

Informationen zu sogenannten Bürgersolaranlagen haben viele Initiativen zusammengestellt, aus deren Erfahrungen man lernen kann.

Freifläche

Zur Aufstellung von größeren Photovoltaikanlagen werden auch gerne Freiflächen genutzt. Hier gibt es jedoch große Auseinandersetzungen verschiedener Gruppen. Die einen sehen Freiflächen als ideal für die Aufstellung auch größerer Photovoltaikanlagen an, da diese hier sehr kostengünstig aufgestellt werden können, sehr wartungsfreundlich sind und auch ideal ausgerichtet werden können. Andere lehnen den Flächenverbrauch ab und führen Argumente wie Landschaftsbild und Versiegelung an. Aber Freiflächen sind ja nicht nur bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen, sondern auch sogenannte Konversionsflächen oder belastete Flächen, die anderweitig nicht genutzt werden. Für Photovoltaikanlagen, die auf Ackerflächen aufgestellt werden, gibt es seit ein paar Jahren gar keine Einspeisevergütung mehr. Dagegen werden Freiflächenanlagen, die auf belasteten Flächen errichtet werden, über die Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare Energien Gesetz weiter vergütet. Bis März 2012 unterschieden sich die Vergütungssätze nach EEG von Freiflächenanlagen auf belasteten Flächen (höherer Vergütung) oder Konversionflächen wie zum Beispiel Müllhalden oder ehemals militärisch genutzte Flächen und anderen Freiflächen wie etwa Streifen neben der Autobahn. Diese Unterscheidung ist aber ab April 2012 weggefallen.

Gebäudeintegrierte Photovoltaikanlage

Photovoltaikanlagen können wie oben beschrieben, ins Dach integriert werden. Aber es gibt noch mehr Mögichkeiten, Photovoltaikanlage in das Gebäude zu integrieren. Die Photovoltaikmodule können auch als Fassadenbauteile oder als Vordächer und Ähnliches genutzt werden. Man spricht dann von gebäudeintegrierter Photovoltaik. Photovoltaikanlagen an Fassaden oder anderen Gebäudebauteilen außer dem Dach wurden früher stärker gefördert, erhalten inzwischen aber dieselben Vergütungssätze bei der Einspeisevergütung wie Dachanlagen.

Vor- und Nachteile der Alternativen zur Aufstellung von Photovoltaikanlagen

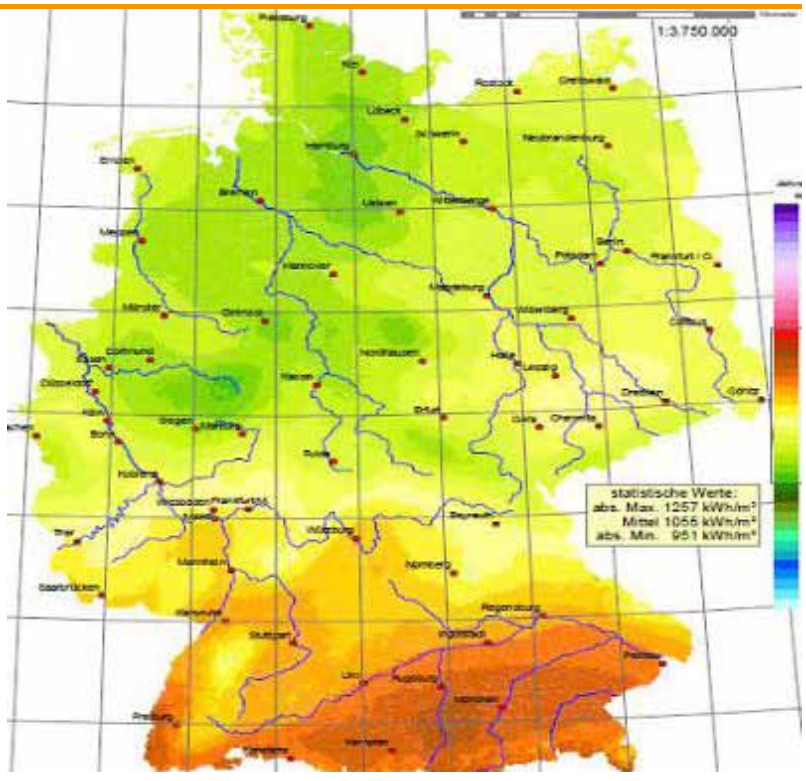
Schrägdach	+ *hohe Einspeisevergütung* + *keine zusätzliche Flächenversiegelung* – *Abhängigkeit von Dachneigung und Ausrichtung* – *eventuelle Statikprobleme*
Flachdach	+ *hohe Einspeisevergütung* + *freie Wahl von Neigung und Ausrichtung* – *schwierigere Montage* – *eventuelle Statikprobleme*
Gebäudeintegrierte Photovoltaik	+ *hohe Einspeisevergütung* + *vielfältige Designmöglichkeit* + *Doppelfunktion als Dach-oder Fassadenelement* + *zusätzlicher Schall- und Wärmeschutz* + *Kosteneinsparungen* – *niedriger Wirkungsgrad bei Fassaden durch senkrechte Montage* – *niedrigere Erträge wegen suboptimaler Neigung* – *aufwendige Montage* – *besonders für Neubauten geeignet*
Freiflächenanlagen	+ *freie Wahl bei Neigung und Ausrichtung* + *Großanlagen sehr wirtschaftlich* – *niedrigere oder keine (Agrarflächen) Einspeisevergütung* – *umfangreiche Genehmigungsverfahren*

Standortbedingungen

Ist eine mögliche Fläche gefunden, auf der die Photovoltaikanlage prinzipiell montiert beziehungsweise installiert werden könnte, muss abgeklärt werden, ob die Standortbedingungen vor Ort einen wirtschaftlichen Betrieb einer Photovoltaikanlage erlauben. Dazu müssen alle Standort-Faktoren, die den Ertrag und damit die Wirtschaftlichkeit der Phovoltaikanlage beeinflussen, überprüft werden.

Globalstrahlung

Als Globalstrahlung wird die solare Strahlung bezeichnet, die auf eine bestimmte Fläche auftrifft. Die Globalstrahlung bildet eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Photovoltaikanlage, denn nur die Sonnenstrahlung, die auf die Solarzelle auftrifft, kann in Solarstrom verwandelt werden. Die Globalstrahlung setzt sich aus einem Anteil direkter Sonnenstrahlung und dem sogenannten diffusen Strahlungsanteil zusammen. Die direkte Sonnenstrahlung ist die solare Strahlung, die auf direktem Weg auf die Erde auftritt. Auf dem Weg durch die Atmosphäre wird die solare Strahlung aber gestreut und absorbiert, sodass die direkte Strahlung nur einen Teil der Sonnenstrahlung umfasst, die auf die Atmosphäre auftritt. Die diffuse Strahlung, die im Gegensatz zur direkten Strahlung keine eindeutige Richtung hat, macht in Deutschland rund die Hälfte der Globalstrahlung aus – im Jahresdurchschnitt gesehen.



Tipp:

Dünnschicht-Solarzellen sind besonders effizient bei der Umwandlung von diffuser Strahlung.

Einflussfaktoren auf die Globalstrahlung

Die Globalstrahlung ist nie konstant. Sie hängt davon ab, wie hoch die Sonne steht, denn mit steigendem Sonnenstand ist der Weg durch die Atmosphäre kürzer und die Absorption und Streuung geringer. Damit ist die Globalstrahlung im Süden höher als im Norden und im Sommer größer als im Winter. Auch die jeweiligen Wetterbedingungen beeinflussen die Globalstrahlung. So beträgt die Globalstrahlung bei starker Bewölkung nur einen Bruchteil der Werte bei strahlendem Sonnenschein. Zudem nimmt die Globalstrahlung mit der Meereshöhe zu.

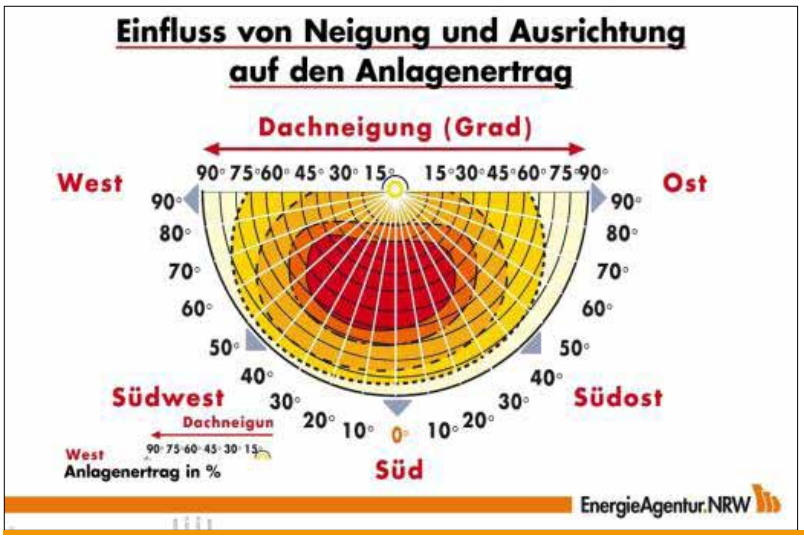
Durchschnittliche Globalstrahlung in Deutschland

Die durchschnittliche Globalstrahlung in Deutschland liegt zwischen 100 und 125 Watt pro Quadratmeter (W/m2). Für die Planung einer Photovoltaikanlage sind die Jahressummen interessant: Sie liegen in Deutschland durchschnittlich bei gut 1050 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m2*a). Doch es gibt starke regionale Unterschiede. An der Ostseeküste und in

Süddeutschland liegen die Jahressummen eher über 1100 kWh/m2 im Jahr, in ungünstigen Lagen in der Mitte und in Norddeutschland bei lediglich 950 bis 980 kWh/m2.

Tipp:

Es gibt übersichtliche Karten, die durchschnittliche Jahressummen der Globalstrahlung für Deutschland verdeutlichen, zum Beispiel auf der Website des Deutschen Wetterdienstes. Der DWD bietet auch kostenpflichte Strahlungsgutachten für einen bestimmten Standort an. Kostenlos ist dagegen die Ertragsprognose durch das PVGIS.



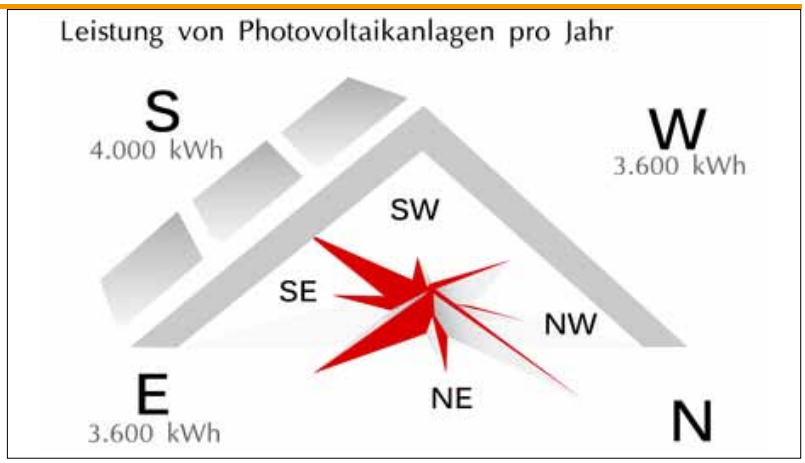
Dachneigung

Neben dem vorhandenen Angebot an Sonnenstrahlung, durch das die mögliche Strommenge ja begrenzt wird, ist die Dachneigung ein weiterer Faktor, durch den der Ertrag der Photovoltaikanlage beeinflusst wird. Die höchsten Erträge können in einer Solarzelle dann erzielt werden, wenn die Solarstrahlung in einem Winkel von 90 Grad auf die Solarzelle trifft. Da der Sonnenstand aber im Tages- und im Jahresverlauf nie konstant bleibt, kann dieser optimale Winkel also bei fest verankerten Solarmodulen nicht jederzeit erreicht werden.

Tipp:

Es gibt Nachführungssysteme für Solarmodule, die auf Flachdächern montiert werden und auch für Freianlagen. Allerdings lohnt sich die höhere Investition für diese Nachführungssysteme selten. Der Mehrertrag, der erzielt werden kann, ist nicht so groß.

Es geht also darum, den optimalen Winkel zu finden, der im Jahresdurchschnitt die besten Erträge bringt. Für unsere Breiten liegt dieser zwischen 30 und 35 Grad. Je weiter im Norden die Photovoltaikanlage installiert wird, umso steiler fällt der optimale Neigungswinkel aus. In Süddeutschland ist die optimale Dachneigung flacher. Die meisten Schrägdächer sind daher von ihrer Neigung her für Photovoltaikanlagen geeignet. Die Einbußen an Solarstrom, die durch flachere oder steilere Winkel entstehen, sind – bei optimaler Südausrichtung – nicht extrem groß. Je stärker allerdings von der reinen Südlage abgewichen wird, umso größer sind auch die Effekte eines suboptimalen Neigungswinkels. Die möglichen Ertragsverluste lassen sich gut auf entsprechenden Grafiken ablesen.

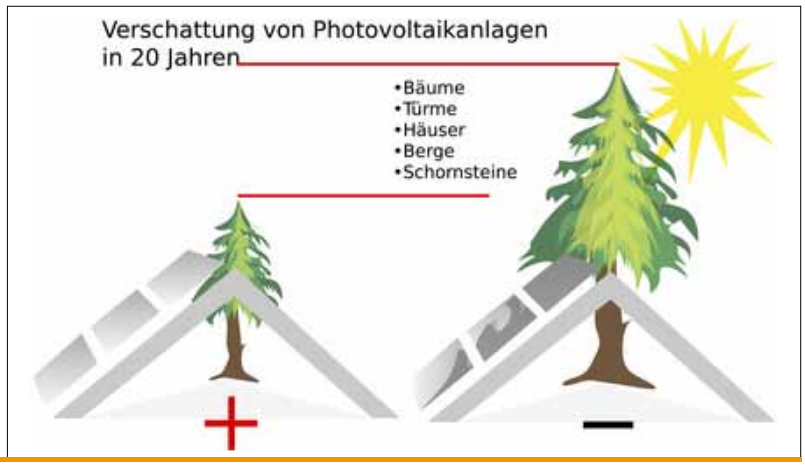


Tipp:

Ein bisschen beim Ertragsrechner PVGIS rumspielen und verschiedene Neigungswinkel eingeben, und schon kann man abschätzen, wie groß die Ertragsverluste tatsächlich ausfallen.

Dachausrichtung

Direkt mit der Dachneigung hängt



die optimale Dachausrichtung zusammen, das heißt, in welche Himmelsrichtung das Dach zeigt. Genau wie die Dachneigung ist die Dachausrichtung ja festgelegt und kann nicht geändert werden. Lediglich bei Flachdächern können die Solarmodule im optimalen Neigungswinkel und ideal ausgerichtet aufgeständert werden.

Tipp:

Der hohe Anteil an diffuser Strahlung sorgt dafür, dass auch bei suboptimaler Dachneigung und nicht idealer Südausrichtung noch ordentliche Erträge erzielt werden können.

Ertragseinbußen – in Abhängigkeit des Neigungswinkels – bei nur 5 %. Selbst bei reiner West- oder Ostausrichtung sind noch ordentliche Erträge zu erzielen. Hier kommt hinzu, dass beide Dachflächen (nach Osten und nach Westen) für die Photovoltaikanlage genutzt werden können.

Verschattung

Ein weiterer Standortfaktor, der den Ertrag der Photovoltaikanlage mit bestimmt, sind mögliche Verschattungen. Der Faktor Verschattung wird häufig in seiner Bedeutung unterschätzt. Denn sind regelmäßig große Schattenwürfe zu erwarten, wie durch Berge oder auch durch Gebäude in der Nachbarschaft, dann muss die Anlage sehr genau geplant werden. Da ein Schatten auf einem Teil der Photovoltaikanlage die gesamte Leistung des entsprechenden Strings mindert – trotz Bypassdioden, weil diese nämlich nicht immer anspringen – kann es durchaus sinnvoll sein, auf diesen Bereichen des Daches keine Module zu installieren. Aber auch kleinere Verschattungen, etwa durch Kamine oder durch eine Antenne, einzelne Baumäste oder Satelittenschüssel sollten berücksichtigt werden.

Tipp:

Bei der Planung der Photovoltaikanlage muss unbedingt eine mögliche Verschattung während des gesamten Jahres geprüft werden. Im Winter steht die Sonne tief und es können auch niedrigere Hügel oder Gebäude in der Nachbarschaft Schatten werfen, die im Sommer gar kein Problem darstellen oder womöglich gar nicht wahrgenommen werden.

Optimale Dachausrichtung: Süden

Die ideale Dachausrichtung zeigt nach Süden, liegt also bei 180° (manchmal auch als 0° augedrückt). Aber die wenigsten Häuser stehen so optimal. Das macht auch nichts, denn selbst hier sind die zu erwartenden Einbußen bei leichten Abweichungen gar nicht so groß. Sogar bei einer Ausrichtung nach Südwest oder Südost, also einer Abweichung von 45 Grad, liegen die

Zusammenfassung aller Standortbedingungen, die zu beachten sind

Globalstrahlung	*Deutschland Durchschnitt: 1050 kWh/m2*a* *Norddeutschland: < 1000 kWh/m2*a* *Süddeutschland: > 1100 kWh/m2*a*
Dachneigung	*Neigungswinkel zwischen 30° und 35°* *Norddeutschland: eher steiler* *Süddeutschland: eher flacher*
Dachausrichtung	*Optimale Ausrichtung: 180° Süden* *Verluste unter 5% bei Südost/Südwest* *höhere Erträge bei Südwest als Südost*
Verschattung	*Verschattungen auch für verschiedene Jahreszeiten beachten;* *Im Zweifelsfall eher kleinere Anlage planen*

Konzeption

Photovoltaikanlagen werden danach unterschieden, ob sie an das öffentliche Netz angeschlossen sind – und damit der produzierte Solarstrom eingespeist werden kann – oder ob die Photovoltaikanlage als sogenannte Inselanlage unabhängig vom öffentlichen Stromnetz betrieben werden.

Inselanlage

Eine Inselanlage, auch als Off-Grid-Anlage bezeichnet, dient der autarken Stromversorgung und findet überall dort ihren Einsatz, wo der Anschluss an ein öffentliches Stromnetz nicht möglich ist. Die Zielsetzung einer Inselanlage ist also, den individuellen Bedarf an Strom vor Ort selbst zu decken. Typisch sind Inselanlagen zum Beispiel auf Ferienhäusern oder Berghütten. Häufig werden Inselanlagen auch mit anderen Stromgeneratoren, zum Beispiel Windkraft- oder Dieselgeneratoren, ergänzt. Denn das größte Problem bei Inselanlagen ist, dass das Angebot an Strom zeitlich nicht unbedingt mit der Nachfrage übereinstimmt. Gerade im Dunkeln wird ja mehr Strom gebraucht (Beleuchtung), dann kann die Photovoltaikanlage aber keinen Strom liefern.

Komponenten einer Photovoltaik-Inselanlage

Eine Inselanlage benötigt daher unbedingt einen Energiespeicher. Meist werden dafür Bleiakkumulatoren eingesetzt, da diese robust sind und hinsichtlich ihrer Zyklusfestigkeit (wie oft kann ge- und entladen werden) und der Leistungsfähigkeit auf den Einsatz in der Inselanlage optimiert sind. Autobatterien sind eher nicht geeignet.

Tipp:

Auch bei Photovoltaikmodulen auf einem Wohnmobil oder auf Booten handelt es sich um eine Inselanlage. Hier wird die sowieso vorhandene Bordbatterie mit dem Solarstrom geladen.

Zusätzlich benötigt eine Inselanlage einen sogenannten Laderegler, der die Batterien vor Tiefentladungen und Überladungen schützt. Sollen an die Inselanlage auch Geräte angeschlossen werden, die Wechselstrom benötigen (was durchaus sinnvoll sein kann), dann kommt noch ein Wechselrichter hinzu. Für Inselanlagen sind extra konzeptionierte Wechselrichter auf dem Markt.

Berechnung der Anlagengröße und der benötigten Batteriegröße

Bei einer Inselanlage muss ziemlich genau abgeschätzt werden, wie viel Strom benötigt wird. Schließlich kann nicht benötigter Strom nicht in das öffentliche Netz eingespeist werden. Bedarf und Leistung sollen so gut wie möglich aufeinander abgestimmt sein. Dabei geht man am besten in folgenden Schritten vor:

1. Berechnung des Strombedarfs: Alle Verbraucher und ihre mögliche Betriebszeit pro Tag abschätzen und addieren. Errechneten Bedarf um 10 bis 15 % erhöhen, um Leitungsverluste oder Ladeverluste abzudecken.

Tipp:

Großverbraucher wie Kühlschränke sollten eher mit Gas betrieben werden.

2. Wattpeak: Danach Berechnung der Größe der Photovoltaikanlage nach benötigten Wattpeak.

3. Berechnung der Batteriegröße: Tagesverbrauch (aus Schritt 1) multiplizieren mit der Anzahl der Tage, für die die Stromversorgung sichergestellt sein soll (üblicherweise 3 Tage). Zusätzlich wieder eine Reserve einrechnen. Teilt man nun den Leistungsbedarf durch die Spannung der Batterie, erhält man die notwendige Kapazität. Diese muss noch verdoppelt werden, weil die Batterie dauerhaft nicht komplett entladen werden darf.

Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen

Die meisten Photovoltaikanlagen werden als netzgekoppelte Anlagen realisiert. Sie haben einen entscheidenden Vorteil: Der erzeugte Solarstrom kann in das öffentliche Netz eingespeist werden, unabhängig vom Eigenbedarf.

Komponenten einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage:

- *Solarmodule*
- *Verkabelung*
- *Generatoranschlusskasten*
- *Wechselrichter*
- *Einspeisezähler*
- *Eigenverbrauchszähler*
- *Anlage für das Einspeisemanagement*

Berechnung der Anlagengröße für eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage

Die Berechnung gestaltet sich bei einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage deutlich einfacher. Letztlich geht es darum, wie viel Platz vorhanden ist, denn der nicht verbrauchte Strom kann ja in das Netz eingespeist werden. Ein anderes Kriterium kann aber auch die mögliche Investitionssumme sein. Letztlich bestimmt ja die Wirtschaftlichkeit die Auslegung der Photovoltaikanlage.

Auslegung

Sind alle Punkte hinsichtlich der Voraussetzungen, eine Photovoltaikanlage zu installieren, geklärt, dann geht es um die konkrete Planung. Um wiederum Angebote einholen zu können, die auch vergleichbar sind, muss die Auslegung der Photovoltaikanlage bedacht werden. Die entsprechenden Einflussfaktoren sollen hier betrachtet werden.

Verfügbare Dachgröße

In einem ersten Schritt muss die verfügbare Dachfläche berechnet werden, denn sie bestimmt ja die Anlagengröße insgesamt. Die Größe des Daches kann aus dem Bauplan abgelesen werden, soweit dieser noch vorhanden ist. Aber erstens sind die Baupläne gerade bei älteren Häusern nicht immer vorhanden und zweitens sind auch vorhandene Baupläne bei der Angabe der Dachmaße oft genug nicht sehr genau.

Sicherer ist es daher auf jeden Fall, die Dachfläche selbst auszumessen. Allerdings ist nicht jedes Dach einfach zugänglich, so kann es sinnvoll sein, mithilfe eines Lasermessgeräts die Dachfläche zu ermitteln. Die Geräte kann man ausleihen. Oder man beauftragt direkt einen Solarteur, das Dach zu messen. Zieht man von der vorhandenen Dachfläche nun noch verschattete Bereiche, Gauben, Fenster und Ähnliches ab, ergibt sich die mögliche Größe der Photovoltaikanlage.

Wirtschaftlichkeit

Ist die mögliche Anlagengröße der Photovoltaikanlage bekannt, lässt sich leicht über die Anzahl der Module ermitteln, wie viel Kilowatt peak die Photovoltaikanlage ungefähr leisten kann. Pro Kilowatt peak können in Deutschland rund 900 bis 1000 Kilowattstunden pro Jahr erzielt werden. Der durchschnittliche Verbrauch eines Singlehaushalts liegt bei 1500 Kilowattstunden pro Jahr, eine vierköpfige Familie benötigt rund 4000 kWh.

Tipp:

Die Leistung ist natürlich abhängig von den gewählten Modulen, zur groben Abschätzung kann man aber von acht bis zehn Quadratmetern Fläche pro Kilowatt peak (Maßzahl für die Spitzenleistung der Anlage) ausgehen.

Bei einer netzgekoppelten Anlage steht aber nicht der eigene Verbrauch im Mittelpunkt, es soll ja vor allem eine hohe Einspeisevergütung erzielt werden, denn die bestimmt über die Wirtschaftlichkeit. Die Auslegung der Anlage hinsichtlich Größe und Ertrag wird also eigentlich nur von der zur Verfügung stehenden Dachfläche und den finanziellen Mitteln begrenzt.

Aktuelle Änderungen des EEG hinsichtlich des Eigenverbrauchs

Allerdings hat sich durch die Änderungen der Vergütung und die Abschaffung der Eigenverbrauchsvergütung die Situation in 2012 grundlegend geändert. Solange die Eigenverbrauchsregelung galt, war es wegen der gestaffelten Eigenverbrauchsvergütung interessant, über 30 % des erzeugten Stroms selbst zu verbrauchen. Inzwischen werden zwar für Photovoltaikanlagen unter 10 kWp weiterhin 100 % des erzeugten Solarstroms abgenommen und dafür eine Einspeisevergütung gezahlt. Für Anlagen zwischen 10 kW und 1.000 kW werden jedoch nur noch 90 % der Strommenge vergütet. Die restlichen 10 % Strom aus der Photovoltaikanlage muss der Anlagenbetreiber selbst verbrauchen oder er muss die 10 % anders vermarkten.

Zusammenfassend spielen also folgende Punkte eine Rolle:

- *Dachgröße*
- *finanzieller Rahmen*
- *Größe der Photovoltaikanlage kleiner/größer als 10 kWp*
- *Einspeisung von 90 % des Solarstroms (bei größeren Anlagen ü. 10 kWp wohin mit den 10 %?)*

Software zur Auslegung der Photovoltaikanlage

Es wird schon deutlich, dass doch viele Faktoren bei der richtigen Auslegung der Photovoltaikanlage eine Rolle spielen und die Planung eine durchaus komplexe Angelegenheit ist. Ein Photovoltaikrechner sollte

deshalb bei der ersten Planung zu Hilfe genommen werden. Ein solches Programm zeigt schnell, ob mit den vorhandenen Möglichkeiten eine wirtschaftliche Photovoltaikanlage errichtet werden kann. Informationen zur optimalen Auslegung der Komponenten der Photovoltaikanlage sind unter dem Stichwort Technik zu finden. Die endgültige Planung sollte man einem fähigen Solarteur überlassen. Wer aber auch das selbst in die Hand nehmen möchte: Hierfür gibt es viele, teilweise auch kostenlose, Berechnungsprogramme.

Tipp:

Mit dem Solarrechner kann man die Rendite einer Solaranlage berechnen.

Rechtsfragen „Photovoltaikanlage“

Soll eine Photovoltaikanlage installiert werden, dann geht es auch immer um einige rechtliche Aspekte. Hier ein kurzer Blick auf die rechtlichen Voraussetzungen.

Baugenehmigung

Es handelt sich bei Photovoltaikanlagen grundsätzlich um Anlagen, die dem Baurecht entsprechen müssen. Da Baurecht Ländersache ist, müssen sich Interessenten in ihrem Bundesland erkundigen, wie die Vorschriften geregelt sind. In den meisten Bundesländern ist für Photovoltaikanlagen, die auf Gebäudedächern installiert werden, keine Baugenehmigung erforderlich. Der Bauherr ist dafür verantwortlich, dass die Solaranlage dem Baurecht entspricht, es wird nicht durch die Behörden überprüft. Anders sieht es jedoch für Photovoltaikanlagen aus, die im Freien aufgestellt werden. Für die ist in fast allen Bundesländern eine Baugenehmigung für Anlagen gefragt, die eine festgelegte Größe überschreiten (meistens neun Meter Länge und drei Meter Höhe). Auch Photovoltaikanlagen, die auf Denkmälern errichtet werden sollten, benötigen fast immer eine Baugenehmigung. Gänzlich unübersichtlich wird der Themenkomplex, weil Photovoltaikanlagen, deren Strom komplett ins öffentliche Netz eingespeist wird, als Gewerbe gelten. Dann geht es um so spannende Aspekte wie allgemeine Wohngebiete oder die Nutzungsänderung von Gebäuden. Zudem stellt sich die Lage wieder völlig anders dar, wenn die Photovoltaikanlage auf einem gemieteten Dach errichtet werden soll.

Tipp:

Um jeden Zweifel auszuräumen, sollte man sich vor Beginn bei der Kommune oder dem Land über die jeweils geltenden Vorschriften erkundigen.

Weitere Rechtsfragen

Darüber hinaus sind einige andere rechtliche Aspekte zu beachten. Neben dem Erneuerbare Energien Gesetz als Grundlage für die Förderung der Photovoltaik geht es auch um Fragen, die sich ergeben hinsichtlich:

1. der Finanzierung der eigenen Photovoltaikanlage,

2. der Einordnung der Einnahmen durch die Photovoltaikanlage oder

3. der Gewährleistung, der Garantien, die Hersteller von Modulen, Wechselrichtern oder anderen Komponenten gewähren oder

4. ein ganz verzwicktes Thema: der Rechtssicherheit der zwanzigjährigen Bindung der Einspeisevergütung ergeben.

Diese Punkte werden aber unter den jeweiligen Themengebieten direkt erörtert.

Checkliste „Voraussetzungen“

Alle Punkte, die hinsichtlich der Voraussetzungen für die Errichtung einer Photovoltaikanlage zu berücksichtigen sind, hier noch einmal in der Checkliste zum Abhaken.

Aufstellmöglichkeiten für eine Photovoltaikanlage

- *Ist das Dach Eigentum? – Die einfachste Möglichkeit, wenn eine Photovoltaikanlage geplant wird. Auch bei der Finanzierung interessant, da dann leichter ein Kredit bewilligt wird.*
- *Wenn nicht: Gibt es ein Dach, das gemietet/gepachtet werden kann? – Vielleicht bieten ja die Eltern die Möglichkeit, auf ihrem Dach eine Anlage zu installieren.*
  Tipp: Es gibt auch Dachbörsen, die passende Dächer vermitteln. Achtung: Verträge am besten von spezialisiertem Rechtsanwalt überprüfen lassen!
- *Gibt es andere Interessierte oder eine Initiative, mit denen man eine Bürgergesellschaft gründen kann? – Informationen bieten neben dem Internet zum Beispiel die Gemeinde, Schwarze Bretter oder Inserate.*
- *Ist das Dach von der Statik her geeignet? – Die Belastung des Daches ist bei herkömmlichen kristallinen Modulen recht hoch. Es sollten auch hohe Schneelasten oder Windbelastungen bedacht werden. Gerade bei der Montage auf Flachdächern können die Belastungen groß werden.*
  Tipp: Als Alternative kommen eventuell Dünnschichtsolarzellen infrage, die deutlich leichter sind.
- *Ist sowieso neue Dacheindeckung notwendig? – Das ist dann der ideale Zeitpunkt, über eine Photovoltaikanlage nachzudenken. Eventuell bietet sich dann auch die Möglichkeit, die Photovoltaikanlage ins Dach zu integrieren. Damit werden die Kosten für Dachziegel gespart und die Montage ist einfacher.*

Konzeption einer Photovoltaikanlage

- *Photovoltaikanlage soll als Inselanlage Ferienhaus/-hütte versorgen? – Wenn ja, dann bei Auslegung entsprechenden Bedarf berücksichtigen und Speicher groß genug für drei Tage auslegen!*
- *Photovoltaikanlage zur Einspeisung ins öffentliche Netz? – Angesichts wegfallender Eigenverbrauchsregelung über Speicher nachdenken! – Netzgekoppelte Anlagen können zusätzlich noch mit einem Akkumulator ausgestattet werden. Das kann helfen, den Anteil an Eigenverbrauch zu erhöhen.*

Standortbedingungen für eine Photovoltaikanlage

- *Wie hoch ist die Globalstrahlung vor Ort? – Auch wenn Photovoltaik sich eigentlich in ganz Deutschland lohnt, gibt die Globalstrahlung grobe Auskunft über den möglichen Ertrag.*
- *Welche Dachneigung? – Der optimale Neigungswinkel liegt zwischen 30 und 50 Grad und hängt von der Ausrichtung des Daches ab.*
- *Welche Ausrichtung? – Optimale Himmelsrichtung ist Süden, aber auch Dächer, die nach Ost oder West abweichen, können ausreichend gute Erträge bringen.*
- *Müssen Verschattungen beachtet werden? – Verschattungen sind entscheidend für den Ertrag der gesamten Anlage und sollten unbedingt vermieden werden. Manche Verschattungen treten nur im Winter auf, bei der Planung also auch den niedrigsten Sonnenstand berücksichtigen.*

Auslegung der Photovoltaikanlage

- *Wie groß ist die Dachfläche? – Ungefähre Breite mal Höhe abschätzen. Kann auch anhand der Anzahl der Dachziegel geschätzt werden.*
- *Wie hoch ist der vermutliche Eigenbedarf? – Nicht nur den jetzigen Zustand bedenken. Auch zukünftige Entwicklungen sollten bedacht werden, etwa ob es Familienzuwachs gibt.*
- *Stichtage Einspeisevergütung? – Die Einspeisevergütung, die am Tag der Inbetriebnahme gilt, ist für 20 Jahre gültig! Es kann sich also durchaus lohnen, den Installationstermin eventuell vorzuziehen.*
- *Ist die Wirtschaftlichkeit gesichert? – Entweder über den Solarteur oder über Wirtschaftlichkeitsrechner abschätzen, wie viel die Photovoltaikanlage jährlich an Ertrag bringt. Dann kann auch abgeschätzt werden, wie viel sie kosten darf. Liegen bereits Preise vor, kann so leicht abgeschätzt werden, ob sie okay sind.*

Rechtliches

- *Muss eine Baugenehmigung beantragt werden? – Meist zwar nicht, aber Punkte wie Denkmalschutz, Bebauungspläne, reine Wohngebiete und gewerbliche Nutzung müssen geklärt werden. Das ist nicht in allen Bundesländern gleich geregelt. Auskunft bei der Kommune.*

Photovoltaik Planung

Der erste Schritt der Planung einer Photovoltaikanlage geht darum, den eigentlichen Energiebedarf abzuschätzen. Ein ganz wesentlicher Punkt bei der Planung der Photovoltaikanlage betrifft natürlich deren Größe. Aber auch viele andere Punkte sollten bei der Planung einer Photovoltaikanlage berücksichtigt werden.

Energiebedarf

Der erste Schritt der Planung einer Photovoltaikanlage geht darum, den eigentlichen Energiebedarf abzuschätzen.

Einspeisung netzgekoppelte Anlagen

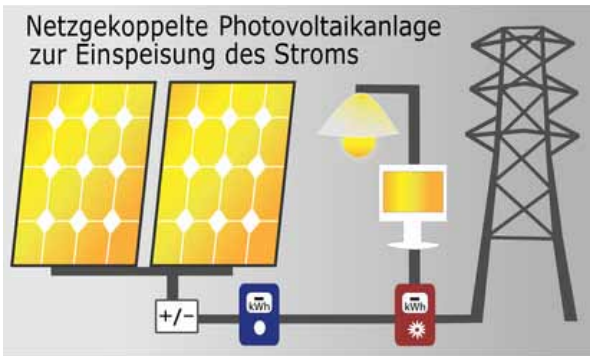
Eigentlich ist der Energiebedarf im Haus für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen zweitrangig. Schließlich kann der gesamte von der Anlage erzeugte Solarstrom ins öffentliche Netz eingespeist werden und für bis zu 100 % des produzierten Solarstroms die Einspeisevergütung kassiert werden. Allerdings gibt es zwei Einschränkungen, die es notwendig machen, sich auch bei netzgekoppelten Anlagen mit dem Energiebedarf auseinanderzusetzen.

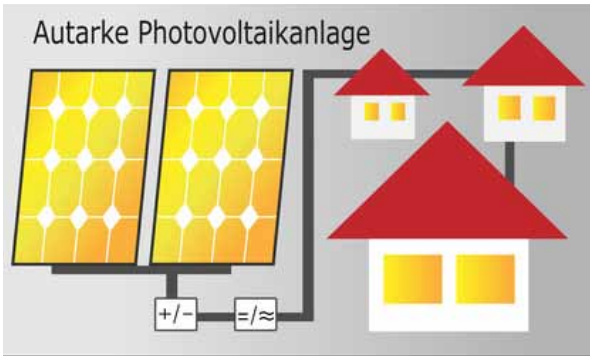
Eigenverbrauch

Es wird je nach Anlagenart und Anlagengröße nicht mehr unbedingt für 100 Prozent des Solarstroms eine Einspeisevergütung gezahlt. Der Rest des verfügbaren Stroms kann selbst verbraucht oder auch selbst vermarktet werden. Für nähere Informationen zum Marktintegrationsmodell bitte unter dem Punkt „Einspeisevergütung“ weiterlesen. Damit wird also die Planung der Solaranlage durchaus vom Eigenverbrauch beeinflusst und dazu muss bekannt sein, wie hoch der jährliche Durchschnittsverbrauch an Strom ist. Das ist leicht an bisherigen Jahresabrechnungen des Energieversorgers abzulesen.

Inselanlagen

Bei der Planung einer Inselanlage ist dagegen die Ermittlung des Energiebedarfs deutlich wichtiger. Denn eine zu große Photovoltaikanlage nutzt überhaupt nichts, da die Energie nur unter großen Schwierigkeiten (Platz und Kosten) komplett und langfristig gespeichert werden kann. Hier sollten also die Verbrauchswerte der durchschnittlich angeschlossenen Verbraucher (von Radio über Glühlampen bis zum Kühlschrank oder Ladegeräte für das Handy) und die Dauer ziemlich genau abgeschätzt werden. Danach richtet sich nicht nur die Größe der Photovoltaikanlage, sondern auch die Energiespeicher, die Solarbatterien.





Dimensionierung

Ein ganz wesentlicher Punkt bei der Planung der Photovoltaikanlage betrifft natürlich deren Größe. Dabei geht es letztlich um die Entscheidung: Soll so viel Solarstrom wie möglich produziert werden, gibt es einen bestimmten Ertrag, der mindestens erzielt werden sollte, oder gibt es ein Maximum, über das man nicht hinaus möchte? Das hängt von der Intention ab, weshalb man sich für die Photovoltaikanlage entschieden hat.

Dachfläche

Aber unabhängig von der genannten Entscheidung geht es zunächst um die Dachfläche, die für die Photovoltaikanlage zur Verfügung steht. Denn die mögliche Dachfläche bestimmt ja, wie viel Solarmodule montiert werden können. Der erste Schritt ist also eine Betrachtung und Ausmessung der Dachfläche und die Analyse, ob das Dach für die Solaranlage geeignet ist. Hierbei geht es bekanntermaßen um Ausrichtung, Dachneigung und vor allem auch Verschattungen. Aber auch die Größe und Form des Daches mit Gauben oder Einschnitten, die Lage des Schornsteins oder von Antennen und Satellitenschüsseln müssen berücksichtigt werden.

Berechnung der Größe des Daches

Wenn man Glück hat, gibt es Baupläne, aus denen die genauen Maße für das Dach hervorgehen.

Tipp:

Baupläne sind nicht immer exakt. Gerade bei älteren Gebäuden kann sich einiges verändert haben durch Dachsanierungen, neue Fenster etc.

Wenn es keine Baupläne mehr gibt oder diese nicht mehr stimmen, kann man gut über Abzählen der Dachziegel die Größe bestimmen. Einfach einen Ziegel ausmessen, zum Beispiel aus dem Dachfenster heraus, und dann von einem geeigneten Standpunkt aus die Anzahl der Reihen und Zeilen an Ziegeln zählen, mit der jeweiligen Einzelgröße multiplizieren und so die Dachgröße insgesamt ermitteln.

Tipp:

Darauf achten, auch hier Verschattungen durch Gauben oder Ähnliches von der Fläche wieder abzuziehen!

Eine weitere Möglichkeit besteht über Google Earth, hier kann man über ein Lineal die Flächen berechnen. Schließlich kann das Dach professionell, zum Beispiel von einem Solarteur, ausgemessen werden. Die Fläche wird dann mit einem Lasermessgerät sehr exakt ausgemessen. Es sind spezialisierte Geräte auf dem Markt, die sogar die Verschattungsanalyse mit übernehmen.

Erzielbare Leistung

Steht die Fläche des Daches fest, kann relativ einfach berechnet werden, wie viele Module auf dem Dach Platz finden. Dazu fertigt man am besten eine Zeichnung des Daches an und rechnet dann aus, wie viele Module, die es ja in verschiedenen Abmessungen gibt, auf die Fläche passen. Module können in Quer- oder Längsrichtung montiert werden, die Menge der Module, die installiert werden kann, kann sich dadurch erheblich ändern.

Tipp:

Größere Module benötigen später weniger Installationspunkte und sind preiswerter bei der Montage, die Variationsmöglichkeiten bei der Anordnung sind aber geringer.

Bei der Planung muss aber auch bedacht werden, dass bestimmte Abstände zwischen den Modulen und zum Rand des Daches hin eingehalten werden müssen. Überschlagsmäßig kann man davon ausgehen, dass je nach Modulart für ein Kilowatt peak zwischen sieben (monokristalline Module) bis zu 16 Quadratmeter (Dünnschichtmodule) Dachfläche benötigt werden. So kann man also die auf dem Dach maximal erzielbare Leistung mit folgenden Informationen berechnen:

1. Anzahl der Module

2. Wirkungsgrad der Module

3. Strahlungswerte

4. Dachneigung und -ausrichtung

Auswahl der passenden Module

Die Auswahl der passenden Module hängt wieder mit der Frage zusammen: Soll mit der Photovoltaikanlage so viel Strom wie möglich produziert werden? Oder gibt es Einschränkungen hinsichtlich der Kosten Monokristalline Module bringen den höchsten Ertrag. Ist die zur Verfügung stehende Dachfläche vergleichsweise klein, dann bieten sie sich an. Aber sie sind teuer in der Anschaffung. Deshalb greift man auf polykristalline Module zurück, wenn es keine enormen Einschränkungen wegen der Dachfläche gibt.

Tipp:

Da ab 2012 die Einspeisevergütung zudem bei Anlagen über 10 Kilowatt peak niedriger ausfallen, sollte dieser Wert auch noch im Kopf behalten werden!

Wer überhaupt keine Einschränkungen bei seiner Dachfläche hat – oder vielleicht auch auf der Fassade montieren will, oder Probleme wegen der Statik befürchtet, für den sind Dünnschichtmodule die richtige Wahl. Es gibt jede Menge Solarrechner, die über die Dachfläche, -neigung und -ausrichtung und mit der Angabe der gewählten Module die maximale Leistung für die neu geplante Anlage ausrechnen. Allerdings sagen sie nichts über die Preise für die Anlage aus.

Angebote einholen

Ist die Entscheidung für eine Photovoltaikanlage gefallen, geht es darum, einen Betrieb zu finden, der die Photovoltaikanlage genau plant, liefert, montiert und in Betrieb nimmt. Die ersten Schritte sind ja schon damit getan, dass der zukünftige Betreiber sich gut informiert hat. Womöglich ist auch schon eine Entscheidung gefallen, welche Module gewünscht werden, ein bevorzugter Hersteller für den Wechselrichter ist ausgewählt und auch für das passende Montagesystem hat man sich entschieden.

Suche nach dem richtigen Solarteur

Dann geht es um den nächsten Schritt. Den Solarteur oder Fachbetrieb zu finden, der letztlich den Auftrag erhalten soll. Und da gibt es einiges zu beachten, denn in der Photovoltaik gibt es genauso gute oder mittelmäßige (und leider auch schlechte) Installateure, wie in jedem anderen Bereich.

Empfehlungen/ Messen/Anzeigen

Am einfachsten ist es natürlich, wenn Freunde oder Nachbarn schon eine Photovoltaikanlage haben, zufrieden sind und ihren Handwerker weiterempfehlen. Den richtigen Photovoltaik-Installateur kann man auch auf den zahlreichen Verbrauchermessen oder Energiemessen finden, die im Laufe des Jahres eigentlich überall stattfinden. Häufig hat auch die Tageszeitung mal ein Schwerpunkt-Thema Energie, einfach hier auf Anzeigen von Solarfirmen achten. Schließlich gibt es auch in den entsprechenden Fachzeitschriften Werbeanzeigen, oft nach Postleitzahl oder Bundesland geordnet.

Suche im Internet

Den richtigen Solarteur kann man auch online suchen, es gibt die Möglichkeit, auf unserer Webseite anhand der Postleitzahl eine Umkreissuche zu starten. Da werden dann die Daten der geplanten Anlage angegeben, die an die angeschlossenen Betriebe weitergeleitet werden. Diese können dann ein Angebot abgeben (und in der Regel tun sie das auch). Außerdem gibt es Firmenverzeichnisse im Internet, hier kann man einfach diejenigen aus der Region aussuchen und ein Angebot anfordern. Sinnvoll kann es auf jeden Fall immer sein, sich Referenzobjekte nennen zu lassen. Ist der Betrieb dazu nicht bereit, dann ist das nicht unbedingt ein gutes Zeichen.

Tipp:

Ein Solarteur aus der Region sollte es schon sein. Er ist leichter ansprechbar, vor Ort und auch später für Fragen noch verfügbar.

Woran erkennt man einen guten Solarteur?

Für Laien, und das sind die meisten Anlagenbetreiber nun einmal, ist das gar nicht so einfach. Aber es gibt ein paar Verhaltensweisen oder Fakten, die darauf schließen lassen, dass der jeweilige Installateur weiß, was er tut. Der Solarteur nimmt das Dach persönlich in Augenschein und erstellt erst dann ein Angebot. Er geht auch flexibel auf Wünsche hinsichtlich bestimmter Module

ein und besteht nicht auf einem bestimmten Produkt. Der Solarteur setzt einen nicht unter Zeitdruck, weder mit Hinweis auf Lieferfristen noch auf die sinkende Einspeisevergütung. Im Angebot sind alle Angaben genau gemacht, nicht nur hinsichtlich der Module, sondern auch der Wechselrichter und des Montagesystems. Die Ertragsprognose stimmt ungefähr mit dem überein, was man selbst schon über Solarrechner oder Ähnliches abgeschätzt hat. Genaue Angaben zur Anmeldung der Anlage, Inbetriebnahme, Genehmigungen etc. teilt der Solarteur mit, Verschaltungspläne usw. werden offengelegt.

Angebote einholen

Die Suche im Internet hat einen großen Vorteil: Man erhält mehrere Angebote und kann so schnell vergleichen, ob das ein oder andere völlig aus dem Rahmen fällt.

Tipp:

Mit weniger als zwei Angeboten sollte man sich auf keinen Fall zufriedengeben. Eher drei oder vier Angebote von Solarteuren sind sinnvoll!

Vergleich von Angeboten

Nun liegen nach einer gewissen Zeit Angebote der Solarteure des Vertrauens vor. Aber nach welchen Kriterien genau soll man Angebote vergleichen? Und sind die Angebote überhaupt vergleichbar? Keine gute Idee ist es, lediglich auf den Preis zu schauen, das billigste Angebot zu wählen und Ende. Hat man dem Solarteur klar erläutert, was man erwartet, dann besteht durchaus die Hoffnung, dass die Angebote recht gut verglichen werden können, auch wenn verschiedene Hersteller bei Modulen, Wechselrichtern, Montage, Verkabelung, Blitzschutz etc. auftauchen. Genau vergleichen sollte man:

1. Module: Welcher Wirkungsgrad, welche Nennleistung, welche Performance Ratio, wie groß ist die Leistungstoleranz und wie sieht es mit der Garantie und der Gewährleistung aus?

2. Wechselrichter: Welcher Wirkungsgrad, welche Nennleistung, welche Extras (Datenlogger, Anlagenüberwachung), Garantiezeiten?

3. Leitungen: Querschnitt, Verluste, Länge (gilt für DC- und AC-Leitung).

4. Wie ist die Dachbelegung? Vielleicht könnte über eine andere Belegung eine höhere Anlagenleistung erzielt werden?

5. Preis: Ja, natürlich ist der auch ein Auswahlkriterium. Klar, dass No-Name Produkte meist billiger sind, aber jeder möge bedenken: Die Photovoltaikanlage soll mindestens 25 Jahre auf dem Dach bleiben und ordentlich Solarstrom produzieren. Da ist der Anschaffungspreis dann eben nur ein Merkmal unter anderen. Sinnvoll ist es, sich den Preis pro Kilowatt peak der verschiedenen Angebote nennen zu lassen (oder selbst zu berechnen), denn nur der kann sinnvoll für einen Vergleich herangezogen werden.

Tipp:

Einzig der Europäische Wirkungsgrad ist für Photovoltaikanlagen in Deutschland aussagekräftig hinsichtlich der Qualität des Wechselrichters.

Klärung Baugenehmigung

Der Entschluss für eine Photovoltaikanlage steht, Erträge und Preise wurden abgeschätzt, die Wirtschaftlichkeit stimmt auch. Dann gibt es noch einen Punkt, den manche beinahe vergessen: Wie sieht es mit der Baugenehmigung für die Photovoltaikanlage aus?

Baugenehmigung im Allgemeinen nicht nötig

Eigentlich heißt es immer, dass Baugenehmigungen für Photovoltaikanlagen auf Dächern oder an den Fassaden privater Häuser nicht notwendig sind. Berichte in den Medien haben aber so manchen Bauherrn aufgeschreckt. Deshalb ganz einfach der Ratschlag: Es ist am leichtesten, sich vor Auftragsvergabe bei der Gemeinde zu erkundigen, wie es mit einer Genehmigung aussieht. Normalerweise sind die Solarteure auch über die Gepflogenheit vor Ort informiert.

Baurecht ist in Deutschland Ländersache

Vereinfacht wird die ganze Angelegenheit dadurch nicht gerade, aber in Deutschland regeln die Landesbauordnungen die entsprechenden Vorschriften. 16 Bundesländer – 16 Landesbauordnungen. Für sogenannte „gebäudeunabhängige" Photovoltaikanlagen müssen die Betreiber aber ab einer bestimmten Größe eine Baugenehmigung einhalten. In fast allen Bundesländern gilt dabei eine Höhe von 3 Metern und eine Länge von 9 Metern als kritisch.

Tipp:

Vorsicht bei Denkmälern – egal ob Kultur- oder Naturdenkmäler – hier sollte auf jeden Fall eine Genehmigung eingeholt werden.

Auch für Häuser in der Nähe von denkmalgeschützten Objekten kann es notwendig sein, sich um eine Baugenehmigung zu kümmern. Ähnliches gilt für den sogenannten Ensembleschutz, eine abgeschwächte „Variante" des Denkmalschutzes, der für Häusergruppen oder ganze Viertel gelten kann. In Brandenburg werden zum Beispiel auch für auf Flachdächern aufgeständerte Photovoltaikanlagen, die eine Größe von zehn Quadratmeter überschreiten, eine Baugenehmigung erforderlich. Und außerdem gilt in einigen Bundesländern, dass die Bebauungspläne der jeweiligen Kommunen unter Umständen eine Genehmigungspflicht für eine Photovoltaikanlage verlangen können.

Fälle in Bremen und in Nordrhein-Westfalen sind durch die Medien publik geworden. Besonders einfach ist es übrigens in Baden-Württemberg: Hier sind Photovoltaikanlagen auf dem eigenen Dach grundsätzlich genehmigungsfrei. Aber Vorsicht: Auch hier gilt, wie in anderen Bundesländern, dass auf fremden Dächern installierte Photovoltaikanlagen als gewerbliche Nutzung gelten und dann wiederum muss eine Baugenehmigung eingeholt werden.

Anmeldung Netzbetreiber

Wenn eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage installiert wird, dann muss die Anlage angemeldet werden. Und zwar sowohl bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) als auch beim jeweiligen Netzbetreiber.

Anmeldung der Anlage bei der Bundesnetzagentur

Nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) müssen die Betreiber von Photovoltaikanlagen diese anmelden. In § 17 Abs. 2 EEG ist dies klar geregelt. Es müssen alle Anlagen bei der Bundesnetzagentur angemeldet werden, für die eine Einspeisevergütung beansprucht wird. Laut § 33b EEG gilt die Anmeldepflicht auch für solche Photovoltaikanlagen, deren Strom direkt vermarktet wird (wenn der Strom zum Beispiel an Mieter im eigenen Haus verkauft wird). Auch bei Erweiterungen bestehender Anlagen müssen diese Erweiterungen gemeldet werden. Die Anmeldung der Photovoltaikanlage kann über das Portal der Bundesnetzagentur im Internet erfolgen. Seit 2011 ist das der einzige Weg, seine PV-Anlage bei der Bundesnetzagentur anzumelden.

Wer, Was und Wann

Einzig der Anlagenbetreiber selbst kann die Photovoltaikanlage anmelden. Installateure oder andere Dritte sind dazu nicht berechtigt.
Tipp: Die Photovoltaikanlage kann grundsätzlich nicht durch Dritte bei der BNetzA angemeldet werden.

Folgende Daten müssen der BNetzA übermittelt werden:

- *Name und Anschrift des Anlagenbetreibers*
- *E-Mail-Adresse*
- *Standort der Anlage*
- *Nennleistung in kWp*
- *Tag der Inbetriebnahme*

Die Anmeldung sollte auf jeden Fall vor oder spätestens am Tag der Inbetriebnahme erfolgen. Gleichzeitig sollte aber die Anlage nicht länger als zwei Wochen vor Inbetriebnahme gemeldet werden.

Tipp:
Diese Anmeldung bei der Bundesnetzagentur ist absolut notwendig. Wer sie versäumt, hat keinen Anspruch auf die Einspeisevergütung!

Anmeldung beim Netzbetreiber

Die Netzbetreiber sind in Deutschland verpflichtet, Strom aus Photovoltaikanlagen in das Netz einzuspeisen. Von ihnen wird übrigens auch die Einspeisevergütung ausgezahlt. Dazu muss die Photovoltaikanlage beim Netzbetreiber angemeldet werden beziehungsweise ein Antrag auf Netzanschluss muss gestellt werden.

Fristen

Der Netzbetreiber hat das Recht, eine Netzverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Bei Anlagen bis 10 kWp Leistung sind keine Probleme zu erwarten. Dennoch hat der Netzbetreiber laut Gesetz bis zu acht Wochen Zeit für die Netzverträglichkeitsprüfung. Diesen Antrag stellt man grundsätzlich vor der Montage der Photovoltaikanlage! Ist die PV-Anlage dann fertig installiert, steht die Inbetriebnahme an. Dabei wird ein sogenanntes Inbetriebnahmeprotokoll erstellt. Dieses Inbetriebnahmeprotokoll wird dann zusammen mit der Bescheinigung der Bundesnetzagentur (dass die PV-Anlage dort auch ordnungsgemäß angemeldet wurde) an den Netzbetreiber übermittelt. Je nach Unternehmen werden noch einige zusätzliche Unterlagen erforderlich. Erst wenn auch dies erledigt ist, wird die Einspeisevergütung für die Photovoltaikanlage ausgezahlt.

Checkliste „Planung“

Die Planung einer Photovoltaikanlage ist eine komplexe Angelegenheit. In dieser Checkliste sind die wichtigsten Punkte noch einmal zusammengefasst.

Vorabplanung

- *Größe der Dachfläche – zur Dimensionierung der Anlage unbedingt abschätzen, ausmessen oder ausmessen lassen. Möglich über Baupläne, Abzählen der Ziegel, Lasermessgeräte und Ähnliches.*
- *Abschätzung mögliche Leistung – erfolgt am einfachsten über Solarrechner. Dazu muss aber klar sein, welche Module gewählt werden.*
- *Dachbelegung – optimale Belegung des Daches unter Berücksichtigung von Gauben, Verschattungen, Statik.*
- *Entscheidung für Modulart – hängt von den genannten Faktoren ab, aber auch von Ausrichtung und Neigung des Daches, Gewicht, Modulgrößen.*

Angebote einholen

- *Solarteur in der Region suchen – über Empfehlungen, Messen, Anzeigen in Tageszeitungen.*
- *Vor-Ort-Termin – nur über einen Vor-Ort-Termin kann ein Solarteur ein ernsthaftes Angebot mit Beratung erstellen.*
- *Referenzobjekte anschauen – gute Erfahrungen teilen die Kunden sicher gerne mit.*
- *Eventuell Anpassung an eigene Vorstellungen nach Beratung – einerseits sollte der Solarteur flexibel auf die Wünsche des Kunden eingehen. Rät er aber dringend von xyz ab, dann sollte man das auch ernst nehmen.*
- *Baugenehmigung klären – der Solarteur wird sich hinsichtlich der Vorschriften auskennen, dennoch lohnt es sich, kurz bei der Kommune nachzufragen.*

Angebote bewerten und vergleichen

Seriöse Angebote enthalten alle Angaben hinsichtlich:

- *Technik*
- *Wechselrichter*
- *Auslegung*
- *Leistung*

- *Montage- und Befestigungssystem*
- *Kabel*
- *Kosten*
- *Zahlungsbedingungen*
- *Service*
- *Termine*

Wenn, wie empfohlen, mindestens drei, vier Angebote eingeholt wurden, müssen diese verglichen werden anhand:

- *Preise – sinnvoll ist es, nicht nur anhand der Gesamtkosten pro Kilowatt peak zu vergleichen.*
- *Ertragserwartung – jeder Solarteur erstellt eine jährliche Ertragsprognose, die interessant ist, weil hiervon die Einspeisevergütung abhängt und damit die Wirtschaftlichkeit.*
- *Anlagenqualität – hier sollte nicht auf die langen Leistungsgarantien geschaut werden – wo ist deren Nutzen, wenn die Herstellerfirma am Ende nicht mehr existiert? Aber alle Komponenten sollten über die entsprechenden Zertifikate verfügen und den gültigen Normen entsprechen.*

Anfrage beim Netzbetreiber

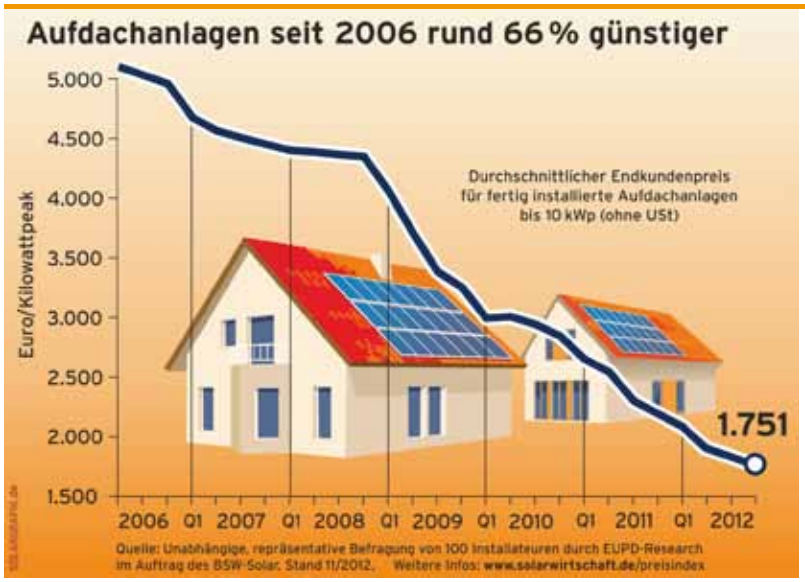
- *Netzverträglichkeitsprüfung – vor Baubeginn beim Netzbetreiber wegen der Netzverträglichkeit entsprechenden Antrag stellen (übernimmt im Normalfall der Solarteur oder mit ihm gemeinsam). Fristen beachten!*
- *Anmeldung Bundesnetzagentur – ab zwei Wochen vor Inbetriebnahme kann die Anlage bei der Bundesnetzagentur angemeldet werden. Das muss zwingend vom Anlagenbetreiber selbst erfolgen. Ohne Anmeldung keine Einspeisevergütung!*

Photovoltaik Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen wird – wie bei jeder Investition – auf der einen Seite durch die Kosten, auf der anderen Seite durch die Einnahmen bestimmt. Dabei wird zwischen Anschaffungs- und Betriebskosten unterschieden. Die Preise von Solarmodulen sind in den letzten Jahren ganz erheblich gesunken, ebenso allerdings auch diegarantierte Einspeisungsvergütung. Wir haben Informationen zur Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen zusammengestellt.

Anschaffungskosten

Die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen wird – wie bei jeder Investition – auf der einen Seite durch die Kosten, auf der anderen Seite durch die Einnahmen bestimmt. Die gesamten Anschaffungskosten einer Photovoltaikanlage umfassen die Kosten für Solarmodule, Wechselrichter, die Verkabelung, das Montagesystem, aber auch die Montagekosten selbst, eventuell hinzukommende Planungskosten, die Kosten für die Inbetriebnahme, die Kosten für den Einspeisezähler und seit Neuestem auch bei kleineren Anlagen die Kosten für die Fernsteuerung, mit der der Netzbetreiber die Möglichkeit erhält, die Photovoltaikanlage bei Überangebot abzuschalten. Hier ein Überblick über die Anschaffungskosten.



Solarmodule

Solarmodule sind in den letzten Jahren immer billiger geworden. Ursache für die stark fallenden Preise ist einerseits der hohe Wettbewerb, also die Marktsituation mit starkem Konkurrenzdruck durch asiatische Billiganbieter. Andererseits führen aber auch die sogenannten positiven Skaleneffekte zu sinkenden Preise. Mit anderen Worten: Je mehr Photovoltaikmodule produziert werden, umso preiswerter wird die Produktion für jedes einzelne Solarmodul. Die Preise für Solarmodule lassen sich am leichtesten anhand der Kosten in Euro pro Watt peak vergleichen. Anfang 2013 liegen die durchschnittlichen Preise hierfür je nach Qualität des gewählten Moduls zwischen 45 Cent und 90 Cent, je nachdem, ob es sich um Dünnschichtmodule oder monokristalline Siliziummodule handelt.

Tipp:

Preisvergleich für Solarmodule immer anhand der maximalen Leistung, die ausgedrückt wird in Watt peak (Wp) oder Kilowatt peak (kWp). Preisvergleiche nach Größe in Quadratmeter haben keinerlei Aussagekraft.

Wechselrichter

Die Wechselrichter sind neben den Solarmodulen ein weiterer großer Brocken bei den Anschaffungskosten der Photovoltaikanlage. Je nach

Größe und Verschattungssituation wird unter Umständen mehr als ein Wechselrichter fällig, was die Kosten weiter in die Höhe treibt. Die Preise für einen Wechselrichter hängen, wie sollte es anders sein, zunächst von der Qualität ab. Aber natürlich spielen auch die Nennleistung, der Hersteller, der Spannungsbereich und der Wirkungsgrad eine große Rolle. Ein Wechselrichter mit einer Nennleistung von 2500 W ist schon für unter 500 Euro zu haben, während ein High-End-Gerät mit 10 kW bei über 2.000 Euro Anschaffungskosten liegt.

Verkabelung

Die Verkabelung der Photovoltaikanlage kann ziemlich hohe Verluste erzeugen. Um dies zu verhindern, müssen Solarkabel mit einem hohen Querschnitt gewählt werden. Je höher der Querschnitt, umso teurer ist die Verkabelung, sowohl auf der DC- wie der AC-Seite. Je nach Abnahmemenge, Querschnitt und Leitungsmaterial liegt der Preis für ein Meter Solarkabel zwischen 1 und 5 Euro. Preise für die Anschlusskabel für Wechselrichter oder Laderegler kommen ebenso noch hinzu (20 bis 50 Euro) wie die Stecker.

Montagesystem

Wie wird die Photovoltaikanlage auf dem Dach montiert? Je nach Material und Beständigkeit des Montagesystems kommt auch hier noch einmal ein ganz schöner Posten zu den Anschaffungskosten hinzu. Natürlich kann man hier kaum Preise nennen, denn diese hängen davon ab, ob man sich für ein normales oder ein Kreuzschienensystem entscheidet, wie hoch die Schnee- und Windlast ist etc. Die Kosten für das Montagesystem hängen zudem von der Größe der Anlage ab. Deshalb werden auch sie häufig

in Euro pro Kilowatt peak angegeben. Durchschnittlich betragen die Kosten für das Montagesystem zwischen 100 und 150 Euro pro kWp. Hinzukommen jedoch auch hier die Montagekosten für die Unterkonstruktion, das macht pro kWp weitere rund 100 Euro aus.

Hier noch einmal die Anschaffungskosten im Überblick

Solarmodule	*0,45 Euro bis 0,90 Euro pro kWp*
Wechselrichter	*500 bis 2000 Euro*
Kabel 100 Meter	*100 bis 500 Euro*
Montagesystem	*100 bis 150 Euro pro kWp*
Montage	*200 Euro pro kWp*
Einspeisemanagement	*mindestens 150 Euro*

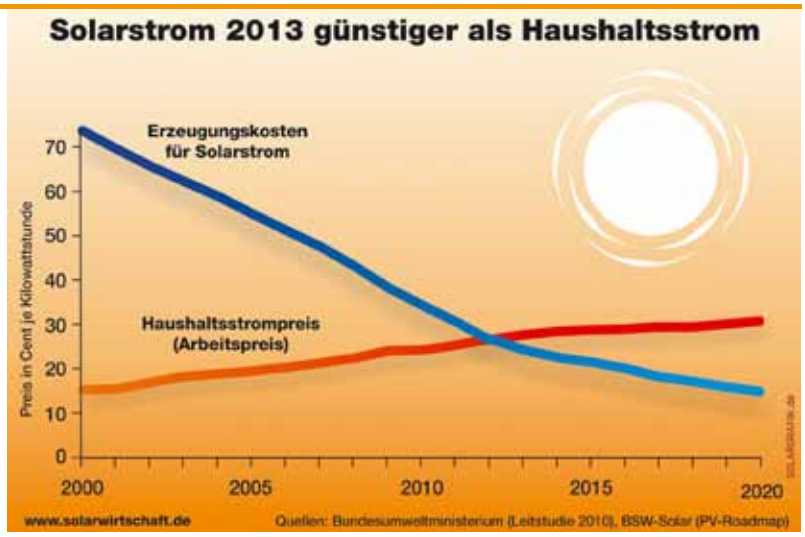
Experten geben derzeit die Kosten für eine Photovoltaikanlage mit knapp unter 1750 Euro pro Kilowatt peak an. In dieser Preisangabe ist dann die komplette, fertig montierte und in Betrieb genommene Anlage gemeint.

Preisentwicklung Solarmodule

Die Preise von Solarmodulen sind in den letzten Jahren erheblich gesunken. Am leichtesten lässt sich dies an der Preisentwicklung für ein Kilowatt peak verdeutlichen. Lag der Preis für 1 kWp Anfang 2006 noch bei rund 5 000 Euro, so müssen Verbraucher heute nur noch rund 1 750 Euro pro Kilowatt peak ausgeben.

Faktoren, die für eine Preisminderung gesorgt haben

Dieser Preisverfall lässt sich auf verschiedene Ursachen zurückführen. Einerseits ist es die stark veränderte Marktsituation, die dazu geführt hat, dass die Hersteller die Preise senken mussten. China etwa hat seine Fertigungskapazitäten ganz erheblich ausgebaut. Das hat dafür gesorgt, dass auch die Hersteller in Deutschland, Japan oder Kanada und den USA ihre Verkaufspreise anpassen mussten. Ein weiterer Grund sind aber auch die sogenannten Skaleneffekte. Diese besagen, dass Produkte, die in großer Menge hergestellt werden, immer preiswerter werden. Es können bei der Fertigung erhebliche Kosten eingespart werden, weil einerseits die Produktion immer ausgefeilter wird, aber auch durch Automatisierung die Stückkosten pro einzelnem Solarmodul immer geringer werden. Auch die technische Entwicklung sorgt zunehmend für Preisminderungen bei Photovoltaikanlagen. Der Einsatz an Rohstoffen wird immer geringer. Damit fällt automatisch der Preis. Außerdem führt ein steigender Wirkungsgrad dazu, dass pro Kilowatt peak immer weniger Solarzellen benötigt werden – mit der Folge, dass der Preis pro kWp sinkt. Schließlich hat sicher auch die sinkende Einspeisevergütung dazu geführt, dass die Preise sich nach unten angepasst haben – deshalb mussten die Hersteller hierauf mit Preisminderungen reagieren.



Zusammenfassung der Gründe für Preissenkungen:

- *starker Wettbewerb*
- *Billigprodukte aus China*
- *Massenproduktion*
- *technische Entwicklung*
- *sinkende Einspeisevergütung*

Preisentwicklung in der Zukunft

Experten gehen davon aus, dass die Preise für Photovoltaikanlagen weiter fallen werden. Gerade in Deutschland werden stark weiter abnehmende Preise erwartet. Einerseits liegt dies an den oben genannten vier Gründen, wobei vor allem die technische Entwicklung und der starke Wettbewerb die Hersteller dazu zwingt, die Preise zu senken. Darüber hinaus ist auch die sinkende Einspeisevergütung ein weiterer Grund. Bei einer festen Degression, wie sie ab April 2012 gilt, müssen die Preise weiter fallen, damit sich die Installation einer Photovoltaikanlage auch wirtschaftlich lohnt.

Betriebskosten

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage geht es nicht nur um die reinen Anschaffungskosten. Photovoltaikanlagen verursachen auch während der (mindestens) 20 bis 25 Jahre, auf die sie ausgelegt sind, laufende Kosten. Diese müssen in die Analyse der Wirtschaftlichkeit einbezogen werden. Für eine grobe Schätzung kann man von Betriebskosten in Höhe von rund 1 bis 1,5 Prozent der Anschaffungskosten pro Jahr ausgehen. Das wären also bei derzeitigen Preisen zwischen 180 und 270 Euro pro Kilowatt peak pro Jahr.

Wechselrichter

Wechselrichter sind nicht so langlebig wie die Solarmodule. Mit anderen Worten: Sie müssen von Zeit zu Zeit ausgetauscht oder erneuert werden. Es müssen hierfür also Rücklagen gebildet werden. Bei einer Lebenserwartung von rund zehn Jahren und Kosten von rund 1500 Euro kommt man hier auf jährlich rund 150 Euro. Gleichzeitig verbraucht der Wechselrichter für die Steuerung, Datenlogger, Anlagenüberwachung und Ähnliches Strom. Zwar ist das eine beinahe vernachlässigbare Menge, allerdings verlangen manche Netzbetreiber hier Pauschalen oder Mindestbeträge von bis zu 10 Euro pro Monat.

Instandhaltung

Die Kosten für die Instandhaltung der Photovoltaikanlage sind in den oben genannten 1 bis 1,5 Prozent enthalten. Viele Unternehmen bieten Wartungsverträge für Photovoltaikanlagen an. Die Kosten hierfür betragen meist um die 200 Euro pro Jahr. Häufig ist das preiswerter als die Arbeiten, die im Wartungsvertrag vereinbart sind, einzeln abzurechnen. Bei Wartungsverträgen handelt es sich sicher um sinnvoll angelegtes Geld, schließlich werden damit Ausfälle der Anlage vermieden. Und wenn die Photovoltaikanlage ausfällt, kann kein Solarstrom eingespeist werden und es wird keine Einspeisevergütung gezahlt.

Reinigung

Verschmutzungen von Photovoltaikanlagen können durch entstehende Verschattungen oder Hot Spots nicht nur den Ertrag erheblich mindern, sondern die Anlage auf Dauer beschädigen. Deshalb sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass Verschmutzungen rechtzeitig entfernt werden. Regen oder Schnee alleine reichen hier jedoch nicht aus. Wird die Reinigung von einem professionellen Betrieb durchgeführt, dann verursacht das Kosten von bis zu 2,50 Euro pro Quadratmeter. Allerdings fallen diese Kosten nicht pro Jahr an – es sei denn, die Anlage liegt in einer Region, in der durch starken Verkehr oder starke landwirtschaftliche Belastung mit sehr hoher Verschmutzung gerechnet werden muss. Ansonsten reicht eine professionelle Reinigung der Photovoltaikanlage alle paar Jahre.

Tipp:

Wenn die Anlage gut erreichbar ist (zum Beispiel auf Flachdächern oder aus Dachfenstern heraus), dann kann man mit entsprechenden Geräten mit Teleskopstiel die Reinigung auch selbst übernehmen. Das kostet dann nur die einmalige Anschaffung der Ausrüstung.

Versicherung

Ein regelmäßig jährlich anfallender Posten sind die Versicherungskosten für die Photovoltaikanlage. Sie sollten auf keinen Fall eingespart werden. Denn sowohl die Haftpflichtversicherung wie die Allgefahrenversicherung für Photovoltaikanlagen sichern nicht nur gegen Ausfälle der Einspeisevergütung ab, sondern auch gegen hohe Reparaturkosten oder unbezahlbare Haftpflichtfälle. Dabei sind die Kosten für diese Versicherungen vergleichsweise moderat. Während die Haftpflichtversicherung häufig sogar ohne weitere Kosten in den eigenen Vertrag integriert werden kann, kommen ansonsten rund 50 Euro pro Jahr auf den Betreiber zu. Die Photovoltaikversicherung wiederum kostet rund 150 Euro pro Jahr, je nach Versicherungsunternehmen, Größe der Anlage und Umfang der Versicherung.

Mit folgenden Betriebskosten ist bei der Photovoltaikanlage zu rechnen

Wechselrichter	*Häufigkeit: alle 10 Jahre bis zu 1500 Euro* *Durchschnitt pro Jahr: 150 Euro*
Wechselrichterstrom	*Häufigkeit: jährlich/monatlich* *Durchschnitt pro Jahr: 5 bis 120 Euro*
Wartung	*Häufigkeit: jährlich* *Durchschnitt pro Jahr: 200 Euro*
Reinigung	*Häufigkeit: alle 1 – 3 Jahre* *Durchschnitt pro Jahr:* *100 Euro (bei 50 qm = kWp)*
Haftpflichtversicherung	*Häufigkeit: jährlich* *Durchschnitt pro Jahr: 50 Euro*
Photovoltaikversicherung	*Häufigkeit: jährlich* *Durchschnitt pro Jahr: 200 Euro*
Gesamte Betriebskosten	***pro Jahr bei 4 bis 5 kWp*** ***700 bis 800 Euro***

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung der geplanten Photovoltaikanlage ist unabdingbar. Denn wer will schon dauerhaft mit seiner Investition Verluste machen, zumal eine Photovoltaikanlage ja eine wirklich langfristige Investition darstellt.

Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit

Will man wenigstens grob die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage abschätzen, so muss man sich mit einer ganzen Reihe von Faktoren auseinandersetzen, die die Wirtschaftlichkeit nachhaltig bestimmen. Letztlich kann man dies aber auf zwei Punkte reduzieren:

1. Kosten

2. Ertrag

Das Problem liegt nun eher darin, diese beiden Punkte umfassend zu bestimmen.

Kosten der Photovoltaikanlage

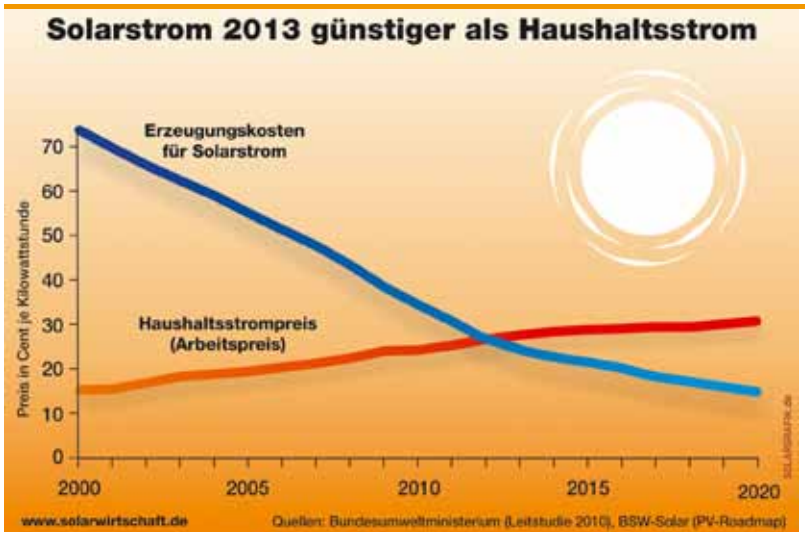
Die Kosten der Photovoltaikanlage richten sich nach der Größe der Anlage, den gewählten Modulen, den ausgewählten Wechselrichtern und den anderen technischen Komponenten. Das ist aber keineswegs alles. Bei einer ernst zu nehmenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dürfen die Finanzierungskosten der Photovoltaikanlage nicht übersehen werden. Im Laufe einer langfristigen Finanzierung von bis zu 20 Jahren können auch bei niedrigen Zinssätzen doch einige Zinszahlungen zusammenkommen. Wird die Anlage ganz oder teilweise über Eigenkapital finanziert, dann werden nicht die gezahlten Sollzinsen, sondern die entgangenen Zinseinkünfte für das Kapital berechnet (das ja sonst als Kapitalanlage Zinserträge gebracht hätte). Hinzu kommen die Betriebskosten, die zwar bei Photovoltaikanlagen vergleichsweise gering ausfallen, aber dennoch vorhanden sind. Überschlagsmäßig können sie mit 1 % bis 1,5 % der Anschaffungskosten veranschlagt werden.

Tipp:

Die Einnahmen aus einer Photovoltaikanlage können unter die Einkommensteuerpflicht fallen! Das gilt nur, wenn mit ihnen Gewinne erzielt werden. In den ersten Jahren ist dies eher unwahrscheinlich. Ist die Anlage abgeschrieben, könnte durch die Steuer jedoch der Ertrag vermindert werden.

Ertrag der Photovoltaikanlage

Auf der einen Seite stehen also die Kosten, die die Photovoltaikanlage verursacht. Auf der anderen Seite werden mit der Solaranlage ja Einnahmen erzielt. Hier ist in erster Linie die Einspeisevergütung zu nennen. Allerdings hängt der Ertrag bekanntermaßen wiederum von einer Vielzahl von Faktoren ab: von der Dachneigung über die Art des Moduls bis zur Globalstrahlung. Neben den direkt erzielten Einnahmen über die Einspeisevergütung sollten auf der Einnahmenseite auch die direkt erzielten Einnahmen durch anderweitig vermarkteten Solarstrom berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die Kosten, die eingespart werden, weil ein Teil des Solarstroms selbst genutzt wird.



Tipp:

Amortisationszeit ist der Zeitraum, der notwendig ist, bis die Photovoltaikanlage die Kosten, die sie verursacht hat, wieder eingebracht hat.

Wann lohnt sich eine Photovoltaikanlage?

Nun sind die Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit bestimmen, klar. Aber es steht die Frage aus, ob die Photovoltaikanlage „sich rechnet", also wirtschaftlich ist. Dies ist dann der Fall, wenn mit der Photovoltaikanlage über ihre vermutete Laufzeit – also in einem Zeitraum von circa 20 bis 25 Jahren – mehr Einnahmen erzielt werden können, als sie Kosten verursacht. Die Abschätzung ist insofern nicht leicht, da ein so weiter Blick in die Zukunft naturgemäß nur eine grobe Vorhersage ist. Sicher sind viele Punkte festgeschrieben, aber wer weiß zum Beispiel, wie sich der Strompreis der Energieversorger entwickeln wird? Dieser beeinflusst aber entscheidend die Höhe der eingesparten Kosten.

Rendite einer Photovoltaikanlage

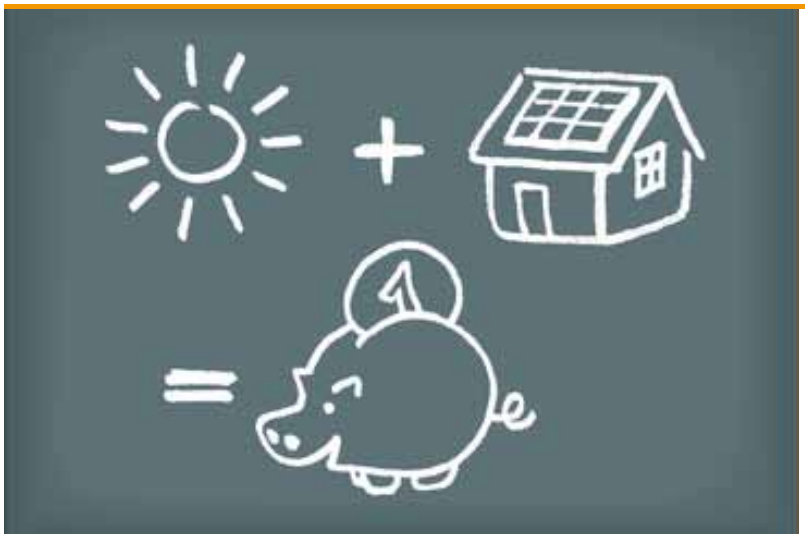
Die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage ist die eine Seite – für die meisten Kleinanleger reicht es, sich für eine nachhaltige Stromerzeugung für eine Photovoltaikanlage zu entscheiden und dabei kein Minus zu machen. Für Großanleger dagegen muss auch die Rendite stimmen. Die Rendite wird in Prozent ausgedrückt und bezeichnet letztlich die „theoretische" Verzinsung des für die Investition eingesetzten Kapitals. Kostet also eine Photovoltaikanlage 10.000 Euro und bringt pro Jahr durchschnittlich 6.000 Euro Einnahmen (wiederum über eine Anlagenzeit von 20 Jahren gerechnet), dann liegt die Rendite bei 6 %. Experten gehen davon aus, dass trotz der vereinbarten starken Senkung der Einspeisevergütung eine gute Rendite mit Photovoltaikanlagen erzielt werden kann, wenn der Preis pro Kilowatt peak unter 2.000 Euro liegt.

Solarrechner

Berechnung von Wirtschaftlichkeit und Rendite – klingt kompliziert und ist kompliziert! Will man sich die ganze Arbeit sparen, dann lohnt es sich auf jeden Fall, einen Solarrechner zu Hilfe zu nehmen. Solarrechner berücksichtigen die meisten Faktoren und errechnen nicht nur den möglichen Ertrag, sondern auch die Einnahmen aus der Einspeisevergütung, die damit erzielt werden können. Liegen die Angebote vor, sind die Ausgaben ungefähr klar und können den erzielbaren Einnahmen gegenübergestellt werden.

Sinkende Einspeisevergütung

Die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage wird entscheidend von zwei Faktoren beeinflusst: den Kosten auf der einen, den Einnahmen auf der anderen Seite. Während die Anschaffungspreise ja gut abgeschätzt werden können – schließlich liegen schnell entsprechende Angebote vor – gibt es auf der Einnahmenseite einige Unsicherheiten, die unter dem Punkt Wirtschaftlichkeitsberechnung und Rendite ja bereits erläutert wurden.



Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen

Abgesehen von der Unsicherheit hinsichtlich des tatsächlich erzielbaren Ertrages stellt inzwischen auch die Einspeisevergütung einen nicht mehr ganz so sicheren Faktor dar wie früher. Laut EEG erhält jeder, der Solarstrom aus einer Photovoltaikanlage in das öffentliche Netz einspeist, hierfür die sogenannte Einspeisevergütung. Diese Einspeisevergütung wird pro Kilowattstunde eingespeistem Solarstrom vom Netzbetreiber an den Anlagenbetreiber gezahlt.

Tipp:

Das Inbetriebnahmedatum ist entscheidend für die Höhe der Einspeisevergütung der nächsten 20 Jahre und damit der Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage. Verzögerungen über den Monatswechsel hinaus sollten vermieden werden.

Das Institut für Agrarökonomie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft hat in einer Studie vom Februar 2013 untersucht, wie viel eine Photovoltaikanlage höchstens kosten darf, um wirtschaftlich zu sein. Dabei wurde die Einspeisevergütung angesetzt, die bei einer Inbetriebnahme ab 01. Februar 2013 zum Tragen kommt. Durch die monatliche Degression in Höhe von min. 1 % sinkt der maximal noch wirtschaftliche Anschaffungspreis entsprechend. In der Studie wird zudem von einem Stromertrag zwischen 900 und 1000 kWh pro Jahr ausgegangen. Gleichzeitig werden 6 % Kapitalrendite als Minimum vorausgesetzt.

Maximale Kosten für wirtschaftliche Anlagen bis 10 Kilowatt peak

Folgende weitere Annahmen werden gemacht(beispielhaft für eine

Inbetriebnahme mit Datum zwischen 01. Februar 2013 und 28. Februar 2013: Gültige Einspeisevergütung pro kWh für kleinere Anlagen bis 10 Kilowatt peak Zudem werden die Einsparungen durch Eigenverbrauch nicht berücksichtigt. Unter diesen Bedingungen ergibt sich für Anlagen bis 10 kWp ein Preiskorridor zwischen 1.350 Euro und 1.700 Euro pro kWp ohne Mehrwertsteuer bei 6 % Rendite. Bei höherer Rendite liegen die Preise niedriger.

Tipp:

Tipp: Neben einer finanziellen Rendite hat für viele Anlagenbetreiber auch der ökologische Aspekt eine hohe Bedeutung. Zudem sind bei der derzeitigen wirtschaftlichen Lage sechs Prozent Rendite ziemlich beachtlich.

Maximale Kosten für wirtschaftliche Anlagen über 10 Kilowatt peak

Eine Besonderheit ergibt sich laut Anlagen über 10 kWp erhalten nur noch für 90 % des produzierten Solarstroms die Einspeisevergütung. Die wirtschaftlichen Anschaffungspreise sinken deshalb in diesem Bereich deutlich. Die selbst vermarkteten oder selbst verbrauchten restlichen 10 % des Stromertrags werden in der Modellrechnung mit 4,5 Cent pro Kilowattstunde abgerechnet. Dadurch liegt der mögliche Anschaffungspreis pro kWp netto zwischen 1.100 Euro und 1.400 Euro ohne Umsatzsteuer. Grundsätzlich gilt für alle Anlagen: Je höher die Rendite sein soll, umso geringer müssen die Anschaffungspreise ausfallen. Und es gilt außerdem: Mit fallender Einspeisevergütung müssen auch die Anschaffungspreise entsprechend sinken, um eine Rendite erwirtschaften zu können.

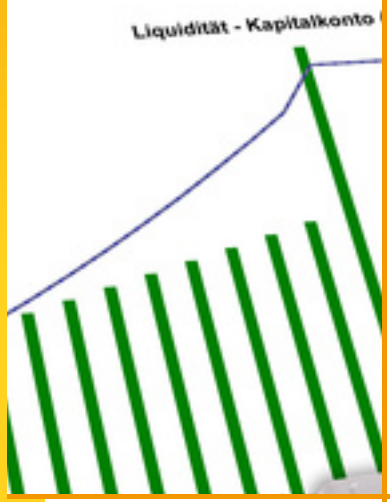
Wirtschaftlichkeit und Eigenverbrauch

Die bisherige Vergütung für Eigenverbrauch fällt weg. Sie war an die Einspeisevergütung gekoppelt und lag je nach Anteil an selbst verbrauchtem Solarstrom 16,38 oder 12 Cent niedriger als diese. Gleichzeitig ergab sich ja aber auch ein Einspareffekt, weil entsprechend weniger Strom vom Netzbetreiber eingekauft werden musste. Die Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit durch das Marktintegrationsmodell sind schwierig zu bewerten. Neben der Einsparung für nicht bezogenen Strom vom Netzbetreiber können ja Einnahmen aus der Vermark-

tung an Dritte realisiert werden. Für die Einnahmenhöhe kann jedoch schlecht eine Annahme getroffen werden.

Marktprämienmodell

Außerdem gibt es ja neben der Möglichkeit, zehn Prozent Strom selbst zu verbrauchen oder anderweitig zu vermarkten auch die Möglichkeit, den gesamten Strom an der Strombörse anzubieten. Anlagenbetreiber können von Monat zu Monat entscheiden, ob sie an diesem Marktprämienmodell teilnehmen. Wird der Solarstrom an der Börse über dem durchschnittlichen monatlichen Marktpreis verkauft, so kann der Anlagenbetreiber mit der Entscheidung für das Marktprämienmodell die Wirtschaftlichkeit der Anlage verbessern. Denn in diesem Modell wird grundsätzlich für selbst vermarkteten Solarstrom die Differenz zwischen durchschnittlichem Börsenpreis und der maximalen Einspeisevergütung gezahlt. Des Weiteren trägt die zusätzliche Managementprämie, die Anfang 2013 bei 0,65 Cent pro kWh lag, zu einer besseren Wirtschaftlichkeit bei.



Finanzierung und Förderung

Die Finanzierung von Photovoltaikanlagen sollte gut überlegt sein. Zwar wurde dem Erneuerbare Energien Gesetz im Jahr 2000 festgelegt, dass die Netzbetreiber allen Eigentümern einer Photovoltaikanlage für den Strom, der in das öffentliche Netz eingespeist wird, einen festgelegten Betrag zu zahlen hatten. Jedoch steht am Anfang eine vergleichsweise hohe Investition. Zur Finanzierung von Photovoltaikanlagen stehen dem zukünftigen Betreiber verschiedene Möglichkeiten offen.

Einspeisevergütung

Mit dem Erneuerbare Energien Gesetz wurde im Jahr 2000 festgelegt, dass die Netzbetreiber allen Eigentümern einer Photovoltaikanlage für den Strom, der in das öffentliche Netz eingespeist wird, einen festgelegten Betrag zu zahlen hatten. Die Höhe der Einspeisevergütung wurde vom Gesetzgeber festgelegt.

Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

Das EEG trat zum 01. April 2000 in Kraft und war Ersatz für das vorher geltende Stromeinspeisungsgesetz. Das Stromeinspeisungsgesetz hatte seit den 1990er Jahren die Netzbetreiber dazu verpflichtet, Strom, den etwa Betreiber kleiner Wind- oder Wasserkraftwerke produzierten, diesen auch abzunehmen. Zu dieser Zeit wurde der regenerativ erzeugte Strom nur mit niedrigen Mindestsätzen vergütet, die allerdings nicht vom Gesetzgeber festgesetzt waren. Mit Inkrafttreten des EEG änderte sich dieser unbefriedigende Zustand. Mit dem Erneuerbare Energien Gesetz wurden die Tarife für den aus verschiedenen Quellen stammenden Strom festgesetzt. In der ersten Fassung des EEG wurden schon höhere Tarife für Strom aus kleinen Anlagen festgelegt.

Ziel des Erneuerbare Energien Gesetz

Erklärtes Ziel des Erneuerbare Energien Gesetzes war und ist die Förderung der regenerativen Energien, also Strom aus Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Deponie-, Klär- und Grubengas, Geothermie und Photovoltaik. Dadurch soll die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern vermindert werden und die Technologieentwicklung gefördert werden. Der Erfolg des Erneuerbare Energien Gesetzes zeigt sich unter anderem daran, dass viele Staaten das EEG kopiert haben.

Atmender Deckel und Degression

Im Erneuerbare Energien Gesetz sind die Einspeisevergütungen festgesetzt, die die Netzbetreiber den Anlagenbetreibern für den regenerativen Strom zahlen müssen. Die Höhe der Einspeisevergütung wird für zwanzig Jahre garantiert. Das gibt dem Anlagenbetreiber die Sicherheit, die regenerative Anlage wirtschaftlich betreiben zu können und vorab auf einer belastbaren Basis zu kalkulieren.

Gleichzeitig wurde in der Novelle des EEG 2009 aber auch für die Photovoltaik eine gleitende Degression, der sogenannte atmende Deckel, eingeführt. Damit werden Anlagenbetreiber dazu angehalten, keine überteuerten Anlagen zu kaufen und wirtschaftlich zu investieren. Gleichzeitig wird mit der sinkenden Einspeisevergütung auf die deutlich sinkenden Anlagenpreise reagiert. Die Degression ist abhängig von der Menge neu gebauter Photovoltaikanlagen in einem vorher festgelegten Zeitraum. Gleitend nennt sich die Degression, weil sie sich je nach der Menge der neuen Solaranlagen mehr oder weniger vermindert.

Gleichzeitig sind noch einige weitere Änderungen beschlossen worden. Hier eine Übersicht in Kürze.

- *Einführung des Marktintegrationsmodells (Selbstvermarktung oder Selbstverbrauch bei kleinen und mittleren Anlagen)*
- *Förderung von kleinen Anlagen bis 10 kW über Einspeisevergütung weiterhin für 100 % des Solarstroms.*
- *Förderung von mittleren Anlagen zwischen 10 kW und 1000 kW über Einspeisevergütung ab 01. Januar 2014 nur noch für 90 % des Solarstroms*
- *Förderung von Großanlagen und Freiflächenanlagen zu 100 %.*
- *Wegfall des Eigenverbrauchsbonus.*

Regelungen seit März 2012

Die Einspeisevergütungen haben sich in den letzten Jahren ständig geändert. Wichtig ist noch einmal zu betonen: Die Änderungen betreffen grundsätzlich nur ab dann neu installierte Solaranlagen. Für die alten Anlagen bleiben die zum Zeitpunkt der Installation aktuellen Vergütungssätze über 20 Jahre bestehen. Bis März 2012 gab es zwei Anpassungstermine pro Jahr, zum 01. Januar und zum 01. Juli.

Da die Einspeisevergütung dann jeweils deutlich abnahm, kam es teilweise zu „Torschluss-Reaktionen", das heißt, es wurden noch schnell vor dem neuen Termin mit niedrigerer Vergütung möglichst viele Anlagen installiert. Das hat der Gesetzgeber nun geändert. Nun wird die Einspeisevergütung jeden Monat abgesenkt. Geplant ist eine Mindestabsenkung von 1 % pro Monat. Diese Basisdegression vergrößert sich je nachdem, wie hoch der Zubau an Photovoltaik-Kapazität ist. Neu ist, dass sich die Degression bei Unterschreitung des voraussichtlichen Zubaus auch verringert.

Einspeisevergütung ab Februar 2013 bis April 2013

Alle drei Monate gibt die Bundesnetzagentur nunmehr die neuen Vergütungssätze bekannt. Diese richten sich ja nach dem Zubau im letzten Quartal. Die Referenzsumme der geförderten Anlagen lag für das zweite Halbjahr 2012 bei 3.205,115 MWp. Das bedeutet auf das Jahr 2012 hochgerechnet ein Zubau von 6.410,230. Da damit der Korridor nach § 20 Abs. 1 EEG um 2.910,230 MWp überschritten ist, wird die Einspeisevergütung weiter gesenkt. Aus den genannten Zahlen ergibt sich für die Monate Februar bis April 2013 die folgende Einspeisevergütung, die von der Bundesnetzagentur veröffentlich wurde. Die Degression von 1 % pro Monat wird um weitere 1,2 % erhöht. Insgesamt sinkt also die Einspeisevergütung um 2,2 % pro Monat.

Einspeisevergütung ab Februar 2013 bis April 2013

Inbetriebnahme	Gebäude				Freifläche
	bis 10 kW	bis 40 kW	40 - 1000 kW	1000 - 10.000 kW	bis 10.000 kW
ab 01.02.2013	19,5 ct	16,5 ct	13,5 ct	13,5 ct	13,5 ct
ab 01.03.2013	19,31 ct	16,34 ct	13,37 ct	13,37 ct	13,37 ct
ab 01.04.2013	19,12 ct	16,18 ct	12,46 ct	12,46 ct	13,24 ct

Eigenverbrauchsvergütung

Die sogenannte Eigenverbrauchsvergütung wurde erst im Jahr 2009 eingeführt. Damals wurde festgelegt, dass nicht der gesamte Strom aus der Photovoltaikanlage ins öffentliche Netz eingespeist werden muss. Es wird auch für Solarstrom, der selbst verbraucht wird, eine Vergütung gezahlt, die jedoch geringer ausfällt als die Einspeisevergütung für ins Netz eingespeisten Strom.

Ziel

Mit diesem Instrument sollte nicht nur die dezentrale Stromversorgung gefördert werden, sondern auch Kosten eingespart werden. Die Eigenverbrauchsvergütung hatte also einen doppelten Effekt: Kosteneinsparung beim Netzausbau und Kosteneinsparung bei der Vergütung für Solarstrom. Für den Betreiber der Photovoltaikanlage ergab sich aber auch ein Vorteil. Musste er bis dahin den eigenen Strom vom Netzbetreiber zu den üblichen Kosten beziehen, konnte er nun den selbst produzierten Solarstrom nutzen. Hierfür mussten keine Gebühren an den Netzbetreiber gezahlt werden und zusätzlich zu den eingesparten Stromkosten gab es die Eigenverbrauchsvergütung sozusagen oben drauf.

Höhe

Die Eigenverbrauchsvergütung fiel höher aus, wenn der Anteil an selbst verbrauchtem Strom über 30 % betrug. Berechnet wurde die Vergütung grundsätzlich auf Basis der Einspeisevergütung. Durch diese Kopplung wurde also auch die Eigenverbrauchsvergütung an die Degression gebunden. Grundsätzlich gilt: Für selbst genutzten Strom wurden entweder 16,38 Cent (bei bis zu 30 %) oder 12 Cent (bei über 30 %) weniger als die aktuelle Einspeisevergütung gezahlt. Mit anderen Worten: In dem Augenblick, in dem die Stromkosten für vom Netzbetreiber bezogenen Strom über 16,38 Cent beziehungsweise 12 Cent lagen, machte der Anlagenbetreiber mit jeder Kilowattstunde selbst genutztem Solarstrom ein Plus.

Änderungen ab 2012/2013

Durch die Einführung des Marktintegrationsmodells läuft die Vergütung für selbst verbrauchten Strom aus. Ganz klar heißt es in der Information des Bundesumweltministeriums: Der Eigenverbrauchbonus entfällt. Dies gilt aber nur für neue Anlagen. Für bereits installierte Photovoltaikanlagen gilt die Regelung für die Eigenverbrauchsvergütung bis Ende 2013. Für neue Photovoltaikanlagen heißt es: Je nach Größe MUSS ein bestimmter Anteil an dem Stromertrag selbst verbraucht oder selbst vermarktet werden. Lediglich für Anlagen bis 10 kW bleibt es bei der kompletten Vergütung des produzierten Stroms. Für Anlagen mit einer Größe zwischen 10 kW und 1.000 kW werden nur noch 90 % des Stroms vergütet. Für Freiflächenanlagen und Großanlagen mit einer Anlagenleistung von bis zu 10 MW wird weiterhin für den gesamten Strom die Einspeisevergütung bezahlt. Anlagenbetreiber können den Strom, für den sie keine Vergütung erhalten, dem Netzbetreiber anbieten. Außerdem besteht auch die Möglichkeit, den Strom selbst zu verbrauchen oder selbst zu vermarkten (also z. B. Mietern im eigenen Haus anzubieten).

Anfang 2012 sah die Eigenverbrauchsvergütung wie folgt aus

Anlagengröße bis 30 kW	*Unter 30 % Eigenverbrauch: 8,05 ct* *Über 30 % Eigenverbrauch: 12,43 ct*
Anlagengröße 30 - 100 kW	*Unter 30 % Eigenverbrauch: 6,85 ct* *Über 30 % Eigenverbrauch: 11,23 ct*

Solarkredite

Zwar können durch die Einspeisevergütungen Photovoltaikanlagen eine ordentliche Rendite erwirtschaften, doch am Anfang steht eine vergleichsweise hohe Investition. Zur Finanzierung von Photovoltaikanlagen stehen dem zukünftigen Betreiber verschiedene Möglichkeiten offen.

Kreditanstalt für Wiederaufbau

Die KfW untersteht der Aufsicht durch den Finanzminister und hat als Anstalt öffentlichen Rechts vielfältige Aufgaben. Dazu gehört auch die Förderung und Finanzierung von Maßnahmen im Umweltschutz, insbesondere auch der erneuerbaren Energien. Photovoltaikanlagen werden durch besondere Programme gefördert.

Bedingungen des KfW Programms 274

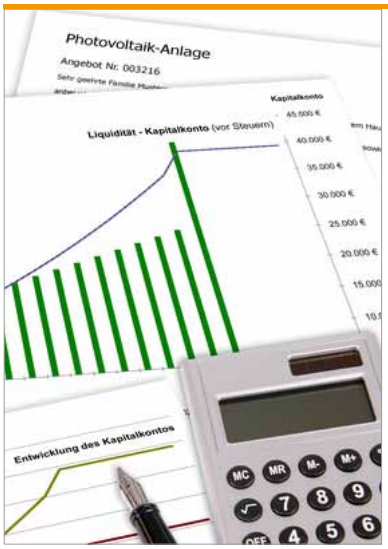
Die KfW gewährt für Photovoltaikanlagen Kredite mit unterschiedlich langer Laufzeit, wobei meist zwischen 5, 10 und 20 Jahren gewählt werden kann. Die Zinssätze für diese Kredite richten sich nach der individuellen Bonität des Antragstellers, die von der Hausbank ermittelt wird. Außerdem hängen sie natürlich von der Marktentwicklung ab. Sie werden daher auch stets angepasst, sodass hier keine genauen Konditionen genannt werden können. Die großen Vorteile der Kredite der KfW sind die tilgungsfreien Anfangsjahre, die je nach Laufzeit zwischen ein und drei Jahren betragen können. Zudem finanziert die KfW mit ihren Programmen die gesamte Investition, es muss also kein Eigenkapital aufgebracht werden. Allerdings wird die Mehrwertsteuer nicht finanziert, weil sie vom Finanzamt zurückerstattet wird. Der Antrag für einen KfW Kredit wird über die Hausbank gestellt. Wichtig: Der Antrag muss gestellt werden, bevor mit der Maßnahme begonnen wird. Antragsberechtigt sind im Übrigen Privatpersonen, Freiberufler, aber auch gemeinnützige Organisationen oder Unternehmen.

Kredite anderer Banken

Inzwischen bieten auch viele andere Kreditinstitute spezielle Kredite für Photovoltaikanlagen. Hier ein kurzer Überblick – ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

UmweltBank

Die UmweltBank bietet verschiedene Programme für die Finanzierung von Photovoltaikanlagen. Sowohl die Höhe der maximalen Kreditsumme wie die effektiven Zinssätze werden stets den Marktbedingungen angepasst. Die Laufzeit kann bis zu 18 Jahre betragen, wobei die Zinsbindung bei den üblichen 10 Jahren liegt. Auch bei diesen Krediten kann ein tilgungsfreies Anfangsjahr vereinbart werden. Der große Vorteil des Kredits der Umweltbank:



Es muss keine Grundschuld ins Grundbuch eingetragen werden und außerdem kann die Mehrwertsteuer vorfinanziert werden.

DKB - Deutsche Kreditbank AG

Auch die DKB bietet Finanzierungsmöglichkeiten für Photovoltaikanlagen. Die Laufzeiten werden mit den Kreditnehmern individuell vereinbart, je länger die Laufzeit, umso höher die Zinssätze. Es wird eine Finanzierung von bis zu 100 % angeboten. Vorteile der Angebote der DKB: Es wird keine Grundbucheintragung verlangt und Sondertilgungen sind kostenfrei möglich.

GLS Bank

Die GLS Bank ist nach eigenen Angaben sozial-ökologisch ausgerichtet und bietet ebenso für Photovoltaikanlagen Kredite, wobei die Laufzeit auf 20 Jahre begrenzt ist.

Je länger die Zinsbindung, umso höher fällt der Effektivzinssatz aus. Im Gegensatz zu den anderen Kreditangeboten finanziert die GLS Bank jedoch die Investition nicht zu 100 %, sondern verlangt Eigenkapital. Vorteile der Kredite: Eine Zwischenfinanzierung der Mehrwertsteuer ist möglich, es wird kein Grundbucheintrag verlangt. Es werden auch Photovoltaikanlagen auf fremden Immobilen finanziert.

Bausparkassen

Auch viele Bausparkassen haben mittlerweile spezielle Photovoltaik-Kredite entwickelt. Diese Photovoltaik-Angebote der Bausparkassen sind grundsätzlich Kombinationen aus einem sogenannten Zinszahlungsdarlehen und einem Bausparkredit. Die Bausparkasse gewährt dann ein Darlehen über die Investitionssumme für die Photovoltaikanlage, wobei im Normalfall die Mehrwertsteuer nicht finanziert wird. Für dieses Darlehen werden nur die Zinsen gezahlt. Gleichzeitig wird dann ein Bausparvertrag über die Darlehenshöhe abgeschlossen und dieser wird angespart. Am Ende der Ansparzeit (meist um die 8 bis 9 Jahre) wird mit dem Bausparvertrag das ursprüngliche Darlehen getilgt. Da meist nur die Hälfte angespart wird, muss dann noch für weitere 8 Jahre der Bausparvertrag getilgt werden. So kommt man auf jeden Fall auf Laufzeiten von rund 18 Jahren, hat aber für die gesamte Zeit sichere Zinskonditionen.

Contracting oder Leasing

Eine weitere Möglichkeit, Photovoltaikanlagen zu realisieren, bieten Contracting oder Leasing-Modelle. Dabei errichtet ein Dritter (zum Beispiel der Energieversorger oder eine private Gesellschaft) auf dem Dach eine Photovoltaikanlage. Der Eigentümer zahlt dann für die Energie die normalen Preise und erhält eine Pachtgebühr für das Dach. Nach einer festgesetzten Laufzeit von rund 25 Jahren geht die Photovoltaikanlage in das Eigentum des Hausbesitzers über. Leasingmodelle sind nur für Großanlagen lohnend, sie funktionieren wie von anderen Wirtschaftsgütern bekannt und sind für Unternehmen wegen der Absetzbarkeit der Leasingraten attraktiv.

Hier eine Übersicht über die genannten Kredite (Stand Februar 2013)

Bank	KfW	UmweltBank		DKB AG	GLS	Bausparkassen
Kreditsumme (€)	max. 25 Mio.	20 000 - 100 000	über 100 000	5 000 - 60 000	10 000 - 100 000	individuell
Effektivzins (ändert sich ständig)	2,47 - 7,66	3,39	3,14	3,72 - 5,01	wird individuell vereinbart	je nach Tarif
Laufzeit (Jahre)	5, 10 oder 20	bis zu 18	bis zu 15	1 bis 18	5 bis 18	ca. 18
Tilgungsfreie Jahre	1, 2 oder 3	1	1	nein	0,5	die ersten 9
Sondertilgung	kostenpflichtig	im Tarif flexibel	keine	jederzeit	?	ja
Absicherung	bankenüblich (auch Grundschuld möglich)	kein Grundbucheintrag; Absicherung über Einspeisevergütung	keine Grundschuld; Absicherung über Einspeisevergütung	kein Grundbucheintrag	kein Grundbucheintrag	kein Grundbucheintrag
Finanzierung der MwSt.	nein	ab 10 000 Euro		ja	Zwischenfinanzierung möglich	nein

Rechtsfragen „Förderung und Finanzierung“

Auch bei der Finanzierung und Förderung von Photovoltaikanlagen sind einige juristische Aspekte zu beachten. Dabei geht es einerseits um die Absicherung der Darlehen, wenn die Photovoltaikanlage über einen Kredit finanziert wird und andererseits um einige steuerliche Aspekte rund um die Solaranlage.

Grundbucheintrag

Bei einem Immobilienkredit ist es normal, dass in das Grundbuch eine entsprechend hohe Grundschuld eingetragen wird. Damit sichert sich die Bank ab, falls der Kreditnehmer irgendwann den Kredit nicht mehr bedienen kann. Einen solchen Eintrag ins Grundbuch verlangen manche Kreditinstitute auch für die Finanzierung der Photovoltaikanlage. Ein Grundbucheintrag verursacht einige Kosten, die unter anderem von der Art des Geschäfts und dem Geschäftswert abhängen.

Grundbucheintrag bei Dachverpachtung

Wird das eigene Dach verpachtet, weil ein Investor darauf eine Photovoltaikanlage installiert, wird die rechtliche Situation verzwickter. Schließlich will der Investor sichergestellt wissen, dass er über die gesamte Vertragslaufzeit auf die erzielte Einspeisevergütung zugreifen kann und jederzeit für Wartung oder Reparaturen an die Photovoltaikanlage herankommt. Dazu wird er im Normalfall eine Eintragung ins Grundbuch verlangen. Das kann problematisch werden, wenn dort wegen eines Immobiliendarlehens bereits ein Eintrag steht, da die Pächter normalerweise erstrangig eingetragen werden wollen.

Finanzierung ohne Grundbucheintrag

Die meisten Banken bieten inzwischen eine Finanzierung von Photovoltaikanlagen ohne Grundbucheintrag an. Anstatt dessen wird vertraglich die Abtretung der Einspeisevergütung als Sicherheit für das Kreditinstitut vereinbart beziehungsweise die Solaranlage selbst wird als Sicherheit von der Bank akzeptiert. Das ist auf jeden Fall eine weniger komplizierte und kostengünstigere Lösung.

Steuerliche Fragen

Für den Fiskus führt jeder, der eine Photovoltaikanlage installiert, um damit Einnahmen (über die Einspeisevergütung) zu erzielen, eine unternehmerische Tätigkeit aus. Das hat vor allem Folgen für die Umsatz- beziehungsweise Mehrwertsteuer. Bei den meisten privaten Photovoltaikanlagen wird dagegen keine Gewerbesteuer fällig, da nur ein geringer Gewinn erwirtschaftet wird. Bei Unsicherheiten ist es sicher sinnvoll, einen Steuerberater zu befragen.

Mehrwertsteuer

Es hat seine Gründe, warum die meisten Kreditinstitute die Mehrwertsteuer, die auf die Photovoltaikanlage entfällt, nicht mitfinanzieren oder allenfalls zwischenfinanzieren. Wer seine Photovoltaikanlage beim Finanzamt anmeldet, der kann die bezahlte Mehrwertsteuer vom Finanzamt zurückverlangen. Allerdings muss diese mit der Umsatzsteuer verrechnet werden, die der Betreiber der Photovoltaikanlage

vom Netzbetreiber zusätzlich zur Einspeisevergütung erhält. Auch die Mehrwertsteuer auf alle anderen Ausgaben im Zusammenhang mit der Photovoltaikanlage kann mit den Umsatzsteuer-Einnahmen verrechnet werden. Das könnte etwa die Mehrwertsteuer auf Wartungsrechnungen, Reparaturrechnungen oder Ähnliches sein. Finanziell kann sich der Mehraufwand, der sich durch die Umsatzsteuererklärung ergibt, durchaus lohnen.

Einkommenssteuer

Aber auch einkommensteuerlich ist der Betrieb einer Photovoltaikanlage relevant. Werden mit der Photovoltaikanlage Verluste erzielt – was in den ersten Jahren meistens der Fall ist – dann können diese Verluste das zu versteuernde Einkommen mindern und damit auch die Einkommensteuer. Verluste ergeben sich durch die Photovoltaikanlage, weil die erzielten Gewinne vor allem durch die Abschreibung der Anschaffungskosten geschmälert werden. Für Photovoltaikanlagen gibt es entweder die Möglichkeit, diese Kosten linear abzuschreiben, das sind bei einer angenommenen Nutzungsdauer von zwanzig Jahren jedes Jahr 5 % der Anschaffungskosten. Als Alternative bleibt nach Abschaffung der degressiven AfA im Jahr 2010 nunmehr nur die Sonderabschreibung. Mit ihr können in den ersten fünf Jahren 20 % der Anschaffungskosten abgeschrieben werden. Dabei gibt es jedoch Einschränkungen hinsichtlich des Eigenverbrauchs.

Checkliste „Förderung und Finanzierung“

Bei der Finanzierung der Photovoltaikanlage ergeben sich vielfältige Möglichkeiten. Hier noch einmal in einer Checkliste alle wesentlichen Punkte für die Finanzierung und die Förderung über Einspeisevergütung übersichtlich zusammengefasst.

Angebote bewerten und vergleichen

Zunächst geht es ja um die Frage, kann die Photovoltaikanlage aus Eigenmitteln finanziert werden oder ist ein Kredit nötig? Bei der Entscheidung für den passenden Solarkredit sollten folgende Punkte beachtet werden:

- *Wer kann über den Kredit eine Photovoltaikanlage finanzieren? – Einige Angebote sind für bestimmte Personengruppen und/oder Unternehmen vorgesehen. Bei anderen werden bestimmte Berufsgruppen wie Freiberufler ausgenommen.*
- *Welche Anlagen können über den Kredit finanziert werden? – Sehr oft ist eine Finanzierung von Inselanlagen nicht möglich. Auch die Frage, ob nur die Solarmodule oder auch andere Komponenten finanziert werden, also die betriebsfertige Anlage, sollte beachtet werden.*
- *Ist eine hundertprozentige Finanzierung mit dem Kredit möglich? – Die meisten Anbieter von Solarkrediten sehen zwar eine 100-%-Finanzierung vor, aber einige verlangen auch einen bestimmten Anteil an Eigenkapital. Sie kommen also nur infrage, wenn dieses auch vorhanden ist.*
- *Wird die Mehrwertsteuer vorfinanziert? – Zwar erhält man als Betreiber die Mehrwertsteuer nach der Vorsteuererklärung vom Finanzamt zurück. Das kann aber eine Weile dauern. Daher ist es durchaus interessant, ob diese 19 % von der Bank zwischenfinanziert werden.*
- *Welche Konditionen umfasst das Kreditangebot? – Hierbei geht es nicht nur um die Zinsen, sondern noch eine Reihe weiterer Punkte: Effektivzins, Laufzeit, tilgungsfreie Anfangsjahre, Tilgungszuschuss, Sondertilgung, Abschlusskosten und Bearbeitungsgebühr*
- *Welche Sicherheiten verlangt das Kreditinstitut? – Ein Grundbucheintrag ist teuer und kann bei einem späteren Verkauf des Hauses durchaus Nachteile mit sich bringen. Außerdem ist ein erstrangiger Grundbucheintrag häufig bei Häusern, für die noch ein Hypothekendarlehen läuft, schlecht möglich. Viele Kreditinstitute geben sich mit einer Abtretung der Forderung an der Einspeisevergütung zufrieden.*

Schließlich geht es nach der Finanzierung ja um die Erträge, die über die Einspeisevergütung und/oder Eigenverbrauch erzielt werden. Auch hier gibt es einige beachtenswerte Punkte:

- *Wird für die Anlage eine Einspeisevergütung gezahlt? – Inselanlagen erhalten naturgemäß keine Vergütung. Bei netzgekoppelten Anlagen muss auf Anlagengröße und vor allem den Standort geachtet werden. Die durchschnittliche kleine Anlage auf Dach oder Lärmschutzwand erhält zwar die Vergütung, aber bestimmte Freianlagen oder Anlagen auf bestimmten landwirtschaftlichen Gebäuden sind ausgenommen.*
- *Wie hoch ist die Einspeisevergütung zum geplanten Installationstermin? – Bei der aktuellen monatlichen Degression von 1 % kann es sich durchaus lohnen, beim Termin Druck zu machen und nicht gerade am Ersten eines Monats die Anlage in Betrieb zu nehmen. Auch wenn der Unterschiedsbetrag auf den ersten Blick gering ist, er wirkt sich in den folgenden zwanzig Jahren aus!*
- *Wie viel Prozent des Solarstroms werden vergütet? – Zwischen 0 und 10 % müssen selbst verbraucht oder vermarktet werden. Der Prozentsatz ist abhängig von der Anlagengröße.*
- *Lohnt sich die Teilnahme am Marktintegrationsmodell? – Monatlich kann der Anlagenbetreiber entscheiden, ob er den gesamten Strom selbst vermarktet oder nur 10 bis 20 % und den Rest über die Einspeisevergütung abrechnet. Die Wirtschaftlichkeit hängt von vielen Faktoren ab. Eine Information über das Marktintegrationsmodell wird empfohlen.*

Photovoltaik Technik

Die komplette Photovoltaikanlage besteht ja nicht nur aus den Solarmodulen, die in ihrer Gesamtheit den Solargenerator bilden. Vielmehr sind vielfältige Komponenten zu beachten, die auch alle aufeinander abgestimmt werden müssen, damit ein optimales Ergebnis erzielt werden kann, also möglichst große Erträge. Allerdings müssen hinsichtlich ihrer Komponenten Inselanlage und netzgekoppelte Anlagen unterschieden werden. Wir haben zur Technik einer Photovoltaikanlage einige Inhalte zusammengefasst.

Photovoltaikanlage Komponenten

Die komplette Photovoltaikanlage besteht ja nicht nur aus den Solarmodulen, die in ihrer Gesamtheit den Solargenerator bilden. Vielmehr sind vielfältige Komponenten zu beachten, die auch alle aufeinander abgestimmt werden müssen, damit ein optimales Ergebnis erzielt werden kann, also möglichst große Erträge. Allerdings müssen hinsichtlich ihrer Komponenten Inselanlage und netzgekoppelte Anlagen unterschieden werden.

Inselanlage

Eine Inselanlage ist nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Deshalb unterscheidet sie sich von der netzgekoppelten Anlage in wesentlichen Komponenten. Eine Inselanlage besteht aus:

1. Solarmodule – diese werden in Strings zusammengeschaltet, die Strings wiederum zum sogenannten Solargenerator gekoppelt.

2. Generatoranschlusskasten – hier werden die Solarmodule zum Generator zusammengeschaltet.

3. Verkabelung – hierbei ist auf den Leitungsdurchschnitt zu achten, der unter anderem von der Größe des Solargenerators, aber auch von der Leitungslänge abhängt. Zudem muss das Kabel zwischen Wechselrichter und Batterie so gewählt werden, dass es für die hohen Ströme geeignet ist.

4. Energiespeicher – der Energiespeicher oder Akkumulator spielt bei der Inselanlage eine wesentliche Rolle, denn durch ihn sollen Zeiten, in denen kein Solarstrom produziert werden kann, aber Energie benötigt wird, zuverlässig überbrückt werden. Die Auslegung richtet sich nach der Größe des Solargenerators und dem jeweiligen Energiebedarf.

5. Laderegler – sind wichtig, um die Lebensdauer der Akkumulatoren zu verlängern. Laderegler haben in der Inselanlage die Aufgabe, Tiefentladungen oder Überladungen der Batterie zu verhindern. Laderegler müssen zur gewählten Batterieart passen. Außerdem werden sie so ausgelegt, dass sie zum Maximalstrom der Module und der Verbraucher passen. Es gibt sogenannte Serienregler, Shuntregler und teurere MPP-Regler. Laderegler können nicht nachträglich an eine veränderte Solaranlage (Zubau von

Modulen) angepasst werden.

6. Insel-Wechselrichter – auch bei Inselanlagen kommt es vor, dass Verbraucher angeschlossen werden, die nicht mit Gleichstrom betrieben werden können. Deshalb sind auch hier Wechselrichter notwendig. Näheres dazu unter dem Stichpunkt Wechselrichter.

Tipp:

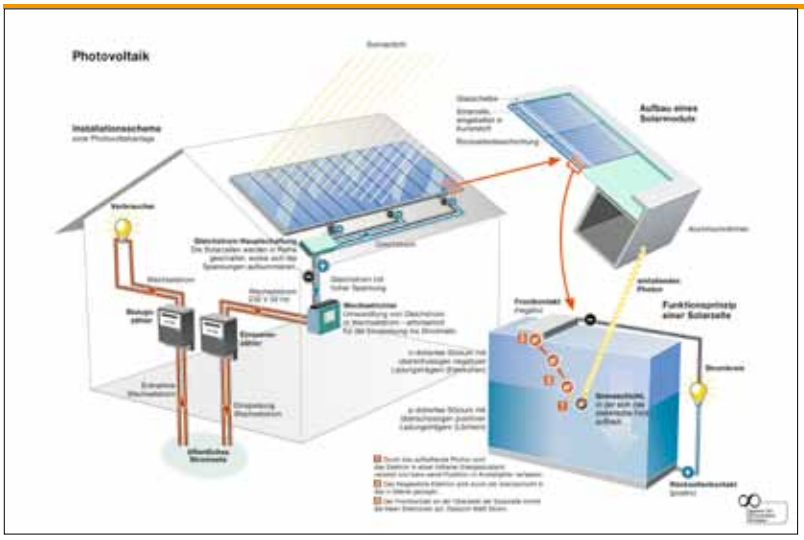
Für Wohnmobile oder Boote, aber auch für Garten- und Wochenendhäuser gibt es Komplett-Sets, die alle notwendigen und optimal aufeinander abgestimmten Komponenten enthalten.

Netzgekoppelte Photovoltaikanlage

Bei einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage sind manche Komponenten ähnlich wie bei der Inselanlage, einige fallen weg, andere Komponenten kommen hinzu:

1. Solarmodule – werden ebenso zu Strings beziehungsweise dem Solargenerator zusammengeschaltet.

2. Generatoranschlusskasten – dieser ist natürlich auch bei netzgekoppelten Photovoltaikanlagen notwendig. Hier finden sich auch Sicherungen für die Strings.



3. Verkabelung – zu unterscheiden ist die Verkabelung für den Gleichstrom von den Modulen bis zum Wechselrichter und die Wechselstromverkabelung vom Wechselrichter bis hin zum Einspeisepunkt. Auch bei der netzgekoppelten Anlage hängen die Querschnitte von der Leistung der Solarmodule und des Wechselrichters sowie der Länge der Kabel ab.

4. Wechselrichter – sie sind ganz entscheidende Komponenten, die den Wirkungsgrad der gesamten Anlage mit bestimmen. Näheres zu Arten, Anzahl und Auslegung unter dem Punkt Wechselrichter.

5. Zähler – Bei der netzgekoppelten Photovoltaikanlage muss gemessen werden, wie viel Strom ins Netz eingespeist wird. Das übernimmt der Einspeisezähler. Näheres dazu unter dem Punkt Einspeisezähler.

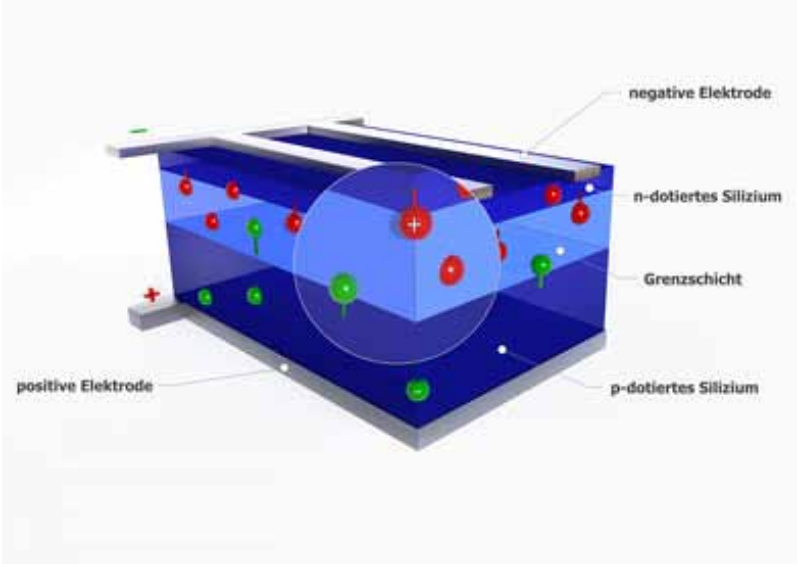
6. Einspeisemanagement – bietet eine Fernüberwachungsmöglichkeit durch die Netzbetreiber. Näheres hierzu unter dem Punkt Einspeisemanagement.

Solarmodule

Die Solarmodule sind die entscheidende Komponente einer Photovoltaikanlage. In ihnen wird je nach Größe eine unterschiedliche Anzahl an Solarzellen zusammengeschaltet. Für eine Photovoltaikanlage werden dann mehrere Solarmodule zu sogenannten Strings verschaltet. Mehrere Strings ergeben dann den gesamten Solargenerator.

Funktion einer Solarzelle

Eine Solarzelle ist letztlich eine Halbleiterdiode. Hier wird die Strahlungsenergie in Gleichstrom verwandelt. Physikalisch erklärt werden kann dies durch den sogenannten Photoeffekt. In einer Solarzelle werden unterschiedlich dotierte Halbleiterschichten zusammengesetzt. An dem Übergang zwischen diesen beiden Schichten (die eine positiv, die andere negativ), dem p-n-Übergang, entsteht ein elektrisches Feld, das die beiden Schichten voneinander trennt und verhindert, dass die Ladungen sich ausgleichen. Gleichzeitig erlaubt die Grenzschicht, dass der Strom nur in eine Richtung fließt, wenn der Stromkreis geschlossen wird. Je nach Halbleitermaterial werden verschiedene Solarzellen unterschieden.



Polykristalline Solarzellen

Das Halbleitermaterial bei polykristallinen Solarzellen ist Silicium. Silicium wird zur Herstellung der Solarzellen geschmolzen, mit Boratomen „verschmutzt" (dotiert) und dann in große Blöcke gegossen, wobei verschiedene Gießverfahren angewendet werden. Das Silicium erstarrt dann zu den sogenannten Ingots. Diesen Ingots werden anschließend in Scheiben gesägt, den sogenannten Wafern, und abschließend gereinigt. Dieses Herstellungsverfahren bedingt, dass die Kristalle

sich unterschiedlich ausrichten. An den Grenzen der einzelnen Kristalle, den sogenannten Korngrenzen, entstehen Verluste. Daher ist der Wirkungsgrad polykristalliner Solarzellen geringer als der monokristalliner Solarzellen. Die Herstellung ist preiswert.

Monokristalline Solarzellen

Auch monokristalline Solarzellen werden aus dem Halbleiter Silicium hergestellt. Allerdings sorgt ein anderes Herstellungsverfahren dafür, dass sich die Ingots aus einem sogenannten Einkristall bilden. Anschließend werden auch hier die Wafer gesägt. Da es keine unterschiedliche Kristallorientierung gibt, entfallen die Korngrenzen im Wafer und es entstehen weniger Verluste. Damit ist der Wirkungsgrad der monokristallinen Solarzellen höher. Die Fertigung ist vergleichsweise teuer, der Energieaufwand hoch.

Dünnschichtzellen

Dünnschichtzellen werden ganz anders hergestellt als monokristalline oder polykristalline Solarzellen. Hier wird ein Trägermaterial mit dem Halbleiter beschichtet. Dünnschichtzellen kommen daher mit sehr wenig Rohstoff aus und sie lassen sich vergleichsweise einfach herstellen. Die Auswahl an Halbleitermaterial ist groß: Neben Silicium (amorphe Siliciumzellen) kommen auch Galliumarsenid (GaAs), Cadmiumtellurid (CdTe), Kupferindiumselenid (sogenannte CIS-Zellen) oder auch Farbstoffe (Grätzelzelle oder Farbstoffzelle) infrage. Der Wirkungsgrad von Dünnschichtmodulen ist geringer als der von kristallinen Zellen. Sie haben aber andere Vorteile wie die preiswerte Fertigung, das geringe Gewicht, den geringen Rohstoffbedarf und die verglichen mit kristallinen Zellen höheren Erträge auch bei diffuser Strahlung.

Tipp:

Bei der Auswahl der passenden Solarmodule die verschiedenen Vor- und Nachteile gut gegeneinander abwägen. Ist genug Platz vorhanden, bieten sich polykristalline Module an, bei Statikproblemen oder viel diffuser Strahlung eher die Dünnschichtmodule und bei Platzproblemen wird man wohl auf monokristalline Module zurückgreifen.

Aufbau eines Solarmoduls

In einem Solarmodul werden mehrere Solarzellen verschaltet. Diese Solarzellen werden dann verkapselt, um sie gegen Witterungseinflüsse zu schützen. So wird gleichzeitig auch für eine gute Wärmeableitung gesorgt und die Zellen nach außen hin isoliert. Ein Solarmodul besteht deshalb aus einem Rahmen, der unten abgedeckt wird durch eine Folie und der zudem das Einbettungsmaterial für die Solarzellen enthält, üblicherweise den Kunststoff Ethylenvinylacetat. Abgedeckt werden die Module mit einer Glasschicht. Normalerweise wird ein besonders durchlässiges, eisenarmes Glas genutzt, das gleichzeitig gegen mechanische Belastungen wie etwa Schneelasten schützt. Der Schichtaufbau eines Dünnschichtmoduls sieht dagegen wie folgt aus: Trägermaterial – Laminierfolie – Abdeckung (zum Beispiel Glas). Wird das Halbleitermaterial bei der Dünnschichtzelle dagegen gleich auf das Glas aufgedampft, dann folgt auf die Glasabdeckung das Laminat und schließlich eine Rückenabdeckung.

Tipp:

Vergleich von Solarmodulen. Soll bei der Auswahl vor allem die Leistung der Solarmodule verglichen werden, dann muss darauf geachtet werden, dass die Leistung sich auf eine bestimmte Fläche bezieht. Die Nennleistung muss bei gleicher Abmessung höher sein, damit die gesamte Photovoltaikanlage leistungsfähiger ist.

Hier noch einmal die Vor- und Nachteile der verschiedenen Solarzellen im Überblick

polykristalline Solarzelle	+	*preiswerte Fertigung*
	+	*lang erprobte Technik*
	–	*geringer Wirkungsgrad*
	–	*entsprechend höherer Flächenbedarf*
monokristalline Solarzelle	+	*hoher Wirkungsgrad*
	+	*geringerer Flächenbedarf*
	+	*unterschiedliche Farben möglich*
	+	*lang erprobte Technik*
	–	*teure Fertigung*
	–	*hoher Rohstoffverbrauch*
Dünnschichtzellen	+	*preiswerte Herstellung*
	+	*geringer Rohstoffbedarf*
	+	*auch für diffuse Strahlung*
	+	*temperaturbeständig*
	+	*flexibles Trägermaterial*
	–	*geringer Wirkungsgrad*
	–	*hohe Anfangsdegradation*

Wechselrichter

Solarzellen produzieren systembedingt Gleichstrom. Um den Solarstrom entweder selbst nutzen zu können oder ihn in das öffentliche Netz einspeisen zu können, werden deshalb Wechselrichter benötigt, deren Aufgabe die Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom ist.

Verschiedene Arten von Wechselrichtern

Zunächst sind Wechselrichter danach zu unterscheiden, ob sie in einer Inselanlage oder einer netzgekoppelten Photovoltaikanlagen eingebaut werden. Zudem werden Wechselrichter danach unterschieden, wie viel Module oder Strings an ihnen angeschlossen werden. Wechselrichter gibt es außerdem trafolos oder mit Trafo.

Inselwechselrichter

Ein Inselwechselrichter bezieht seinen Gleichstrom aus der Batterie. Das heißt, er wird auf die Batteriespannung abgestimmt. Gleichzeitig muss ein Inselwechselrichter auf der Ausgangsseite, also auf der Wechselstromseite, gerade so viel Leistung bieten, wie der angeschlossene Verbraucher benötigt. Deshalb wird die Ausgangsspannung von Inselwechselrichtern geregelt und ist nicht lastabhängig. Bei der Auswahl muss auf die Ausgangsleistung geachtet werden. Sie muss für die angeschlossenen Verbraucher groß genug sein.

Modulwechselrichter für netzgekoppelte Anlagen

Modulwechselrichter werden für ein einzelnes Modul eingesetzt. Dabei benötigt man entsprechend viele Wechselrichter. Dies kann aber dennoch sinnvoll sein, wenn die einzelnen Module unterschiedlich ausgerichtet sind und sehr unterschiedliche Leistung bringen. Modulwechselrichter bieten hervorragende Optimierungsmöglichkeiten, geeignet für kleinere Anlagen.

Stringwechselrichter für netzgekoppelte Anlagen

Stringwechselrichter sind weit verbreitet. Mehrere Strings laufen hier in einem Wechselrichter zusammen. Sie bieten ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis, geeignet für kleinere bis mittlere Anlagen. Vorteil: Verschiedene Ausrichtung oder Verschattungen haben weniger Einfluss.

Multistringwechselrichter für netzgekoppelte Anlagen

Hier werden ebenfalls mehrere Strings von einem Wechselrichter bedient. Bei Multistringwechselrichtern kommen gleich mehrere MPP-Tracker zum Einsatz, die für jeden String den optimalen Arbeitspunkt ermitteln. Sie sind eine Alternative zu Stringwechselrichtern bei größeren Anlagen.

Zentralwechselrichter für netzgekoppelte Anlagen

Sie kommen in Großanlagen zum Einsatz und sind vor allem dann sinnvoll, wenn es sich um eine sehr homogene Anlage eignet, bei der alle Strings die gleiche Neigung aufweisen und auch gleich ausgerichtet sind. Sie erzielen gute Wirkungsgrade und lassen sich in Großanlagen besonders gut warten.

Anzahl an Wechselrichtern

Die Frage, wie viel Wechselrichter für eine Photovoltaikanlage ideal sind, lässt sich nicht einfach beantworten. Zum Teil ist es regelrechte Glaubenssache. Für wenige Wechselrichter spricht, dass zum Beispiel die Montage beziehungsweise Verdrahtung einfacher ist, es auf jeden Fall billiger ist, nur einen großen Wechselrichter zu installieren und es einfacher sein kann, einen großen als mehrere kleine Wechselrichter unterzubringen. Zudem ist die Fehlersuche einfacher. Für mehrere Wechselrichter spricht dagegen, dass bei einem Defekt nicht gleich die gesamte Photovoltaikanlage lahmliegt, mehrere kleine Wechselrichter sich eventuell leichter verteilen lassen. Außerdem lassen sie sich hervorragend auf unterschiedlich ausgerichtete Module anpassen, damit werden zum Beispiel Verschattungsprobleme geringer.

Bedeutung der Wechselrichter für den Ertrag

Die Leistung der Photovoltaikanlage wird durch die Wahl der Wechselrichter ganz entscheidend beeinflusst. Der gesamte erzeugte Gleichstrom muss durch die Wechselrichter hindurch, bevor er ins Netz eingespeist wird. Daher hat der Wirkungsgrad der Wechselrichter und seine optimale Auslegung einen enormen Einfluss auf den gesamten Anlagenertrag.

Optimale Auslegung von Wechselrichtern

Die Auslegung eines Wechselrichters richtet sich nach vier Kriterien:

1. Eingangsleistung der Module - Die Leistung, die die Strings oder der Generator erbringen, sollte unter der max. Leistung des Wechselrichters liegen. Meist wird mit einem Faktor zwischen Modulleistung und Nennleistung des Wechselrichters von 0,9 bis 1,2 gerechnet.

2. Maximale Modulanzahl - Diese ist abhängig von der maximalen Gleichstrom-Eingangsspannung des Wechselrichters. Achtung: Die Spannung steigt bei niedrigen Temperaturen. Die Leerlaufspannung sollte immer unter der maximalen Eingangsspannung des Wechselrichters liegen.

3. Minimale Modulanzahl - Die Spannung der Solarmodule ist am Maximum Power Point am höchsten. Die MPP-Spannung des Wechselrichters muss durch eine entsprechend hohe Anzahl an Modulen immer übertroffen werden.

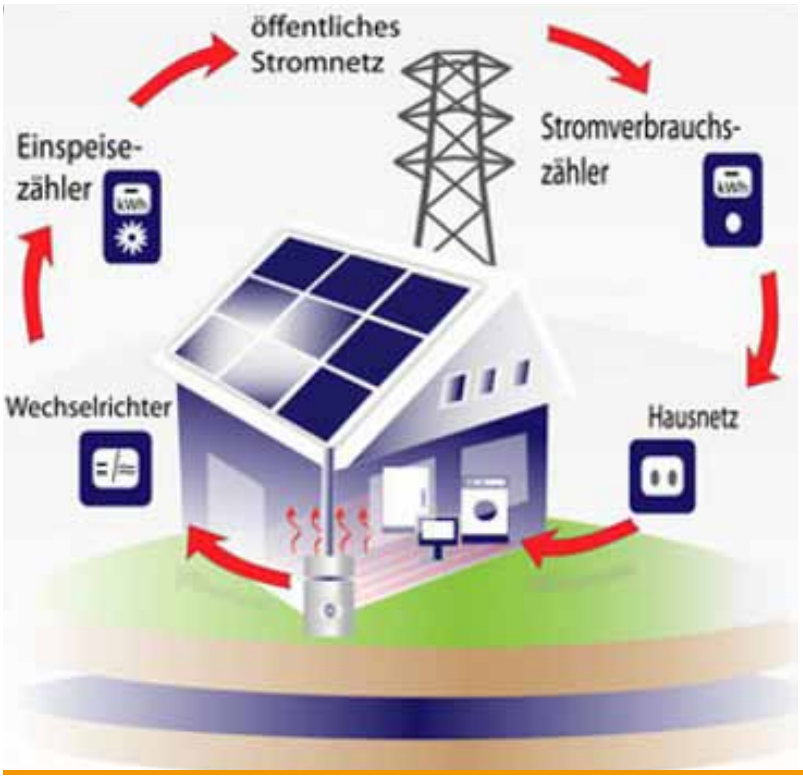
4. Anzahl paralleler Stränge - Wird bestimmt durch den maximalen Eingangsstrom des Wechselrichters, da dieser immer größer sein muss als der Solargeneratorstrom.

Tipp:

Für die richtige Auslegung der Wechselrichter gibt es eine Vielzahl von Programmen, die von den Herstellern kostenlos zur Verfügung gestellt werden und die die genannten Punkte berücksichtigen.

Stromzähler

Ohne Photovoltaikanlage findet sich in jedem Keller ein Stromzähler, der den Verbrauch pro Haus oder Wohnung misst. Wird nun eine Photovoltaikanlage betrieben, gesellen sich hier noch weitere Zähler hinzu.



Einspeisezähler

Mit dem EEG 2009 wurde endgültig festgeschrieben, dass Netzbetreiber verpflichtet sind, Solarstrom abzunehmen. Da pro Kilowattstunde eine feste Einspeisevergütung gezahlt wird, muss auch genau bekannt sein, wie viel solarer Strom in das öffentliche Netz eingespeist wird. Das übernimmt der Einspeisezähler. Der Einspeisezähler ist normalerweise Eigentum des Netzbetreibers, der dafür vom Betreiber der Photovoltaikanlage eine Abschlagszahlung erhält. Allerdings können Betreiber einer Photovoltaikanlage den Einspeisezähler auch selbst beschaffen.

Der Einspeisezähler sollte mit einer Rücklaufsperre ausgestattet sein. Geht es nach den Vorstellungen der Netzbetreiber, „sollte" der Einspeisezähler in dem vorhandenen Zählerschrank montiert werden oder in einen eigenen, neben oder in der Nähe des vorhandenen Bezugszählers. Letztlich kann er aber an jedem sinnvollen Ort montiert werden, es besteht keine Pflicht zum Einbau in den vorhandenen Zählerkasten. Einspeisezähler müssen regelmäßig geeicht werden und den TAB 2007 (Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz) entsprechen.

Bezugszähler

Das ist der sowieso schon vorhandene Strombezugszähler. Auch er ist mit einer Rücklaufsperre versehen. Verbrauchs- oder Bezugszähler verbleiben immer im Eigentum des Netzbetreibers.

Zweirichtungszähler

Sie sind eine Kombination aus Einspeisezähler und Bezugszähler in einem Gerät. Zweirichtungszähler sind auf jeden Fall Eigentum des Netzbetreibers, der dafür eine Bereitstellungsgebühr und meistens auch eine zweite Messgebühr erhebt. Zweirichtungszähler sind insofern praktisch, als sie an der Stelle des bisherigen Bezugszählers montiert werden können und wenig Platz wegnehmen. Die Gebühren für Einspeise-, Bezugs- und Zweirichtungszähler sind von Netzbetreiber zu Netzbetreiber verschieden und liegen zwischen 30 und 80 Euro.

Tipp:

Es muss auf jeden Fall darauf geachtet werden, dass der Zähler über alle Phasen saldiert. Das ist allerdings nicht bei allen elektronischen Zählern der Fall. Dann kann es zu falschen Eigenverbrauchszahlen kommen, wenn die Solaranlage nur an einer oder zwei Phasen angeschlossen ist,

die Verbraucher aber an drei. Wichtig ist also die Unterscheidung zwischen saldierendem oder phasenbezogenem Zähler. Arbeitet der Zähler saldierend, ergeben sich die Probleme nicht. Viele Zähler lassen sich entsprechend einstellen.

Ertragsszähler

Seit die Eigenverbrauchsvergütung eingeführt wurde, ist ein dritter Zähler notwendig, der sogenannte Ertragszähler. Er bleibt jedoch auch nach Abschaffung der Eigenverbrauchsvergütung notwendig. Der Ertragszähler misst nämlich den gesamten von der Photovoltaikanlage produzierten Strom. Im Gegensatz zum Einspeisezähler, der ja nur den Anteil misst, der in das öffentliche Netz gespeist wird. Um also den Anteil an selbst verbrauchtem Solarstrom nachweisen zu können, muss ein Ertragszähler her. Ohne ihn ist der Nachweis, dass (bei größeren Anlagen über 10 kWp) nur 90 % des produzierten Strom eingespeist (und vergütet) wurden. Der Ertragszähler verbleibt immer im Eigentum des Anlagenbetreibers.

Energiespeicher

Die meisten Photovoltaikanlagen werden als netzgekoppelte Anlagen betrieben. Diese können, müssen aber keinen Energiespeicher haben. Im Gegensatz dazu müssen Inselanlagen auf jeden Fall über einen Energiespeicher verfügen.

Notwendigkeit Energiespeicher

Ein Energiespeicher ist bei einer Inselanlage zwingend notwendig, weil das Angebot und die Nachfrage nach solarem Strom bei einer Photovoltaikanlage nicht übereinstimmen. Für eine autarke Stromversorgung muss deshalb über einen Energiespeicher sichergestellt werden, dass auch dann Strom zur Verfügung steht, wenn wegen Dunkelheit (nachts) oder wegen einer längeren Schlechtwetterperiode kein Solarstrom produziert wird.

Energiespeicher in netzgekoppelten Anlagen

Neuerdings werden Energiespeicher für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen wieder interessanter. Diese sind insofern interessant, als die Einspeisevergütung bei größeren Anlagen nur für 90 % des gesamten selbst produzierten Solarstroms gezahlt wird. Kann also Strom, der aktuell nicht benötigt wird, in einem Speicher auf Vorrat gehalten werden, könnte der Eigenverbrauchsanteil steigen. Auch zum Auffangen von Leistungsspitzen eignet sich ein Energiespeicher in netzgekoppelten Anlagen. Für Anlagenbetreiber kann ein Energiespeicher die Versorgungssicherheit erhöhen und für den Netzbetreiber ergeben sich Vorteile, weil das Energienetz in Spitzeneinspeisezeiten nicht überlastet wird.

Energiespeicher in Inselanlagen

Als Energiespeicher für Inselanlagen werden spezielle Solar-Akkumulatoren eingesetzt. Autobatterien sind eher nicht geeignet, da sie bei den häufigen Ladezyklen schnell defekt sind. Solarbatterien sind meistens Blei-Akkumulatoren, die über hohe Wirkungsgrade verfügen, sehr zyklenfest und langlebig sind. Für Inselanlagen müssen sie so ausgelegt und dimensioniert werden, dass sie den Bedarf vor Ort für eine bestimmte, frei festlegbare Zeit decken können. Üblicherweise wird hier mit drei bis fünf Tagen gerechnet. Die Größe des Akkumulators lässt sich dann über den Verbrauch der angeschlossenen Geräte und deren täglicher Laufzeit, multipliziert mit der Anzahl der zu überbrückenden Tage, errechnen.

Tipp:

Bei der Auswahl des Akkus darauf achten, dass dieser möglichst verlustarm die Energie speichert. Außerdem die ausgerechnete Kapazität immer doppelt so hoch wählen, damit der Akku nicht zu häufig sehr stark entladen wird, das mindert die Lebenszeit.

Weitere Komponenten

Zu einer Photovoltaikanlage gehört mehr als Solarmodule und Wechselrichter. Der solare Strom muss ja auch vom Dach zum Wechselrichter beziehungsweise in das Netz transportiert werden. Hierfür ist die richtige Verkabelung auszusuchen. Außerdem gibt es eine Reihe weiterer technischer Komponenten, auf die hier kurz eingegangen wird.

Verkabelung

An die Kabel, die in einer Photovoltaikanlage die Module untereinander, Module mit Wechselrichter und Wechselrichter mit Netzeinspeisepunkt verbinden, werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Gerade die Kabel zwischen den Modulen und zwischen Modulen und Wechselrichter sind durch ihre exponierte Lage erheblichen Witterungsbedingungen durch Sonne, Regen, Schnee und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Deshalb darf hier auch nicht irgendein Kabel verwendet werden, sondern nur entsprechend zertifizierte Solarkabel. Die Kabel, mit denen die einzelnen Module verbunden werden, sind vormontiert.

Kabel für Gleichstrom

Bei der Auswahl der Kabel für den Gleichstrom (also zwischen Modul und Wechselrichter) spielen zwei Faktoren eine große Rolle, die Kabellänge und der richtige Querschnitt. Diese beiden bestimmen die Verluste, die sich in den Kabeln ergeben. Großer Querschnitt bedeutet geringe Verluste, ebenso kurze Kabel. Kabel mit großem Querschnitt sind aber kostspieliger als Kabel mit geringerem Querschnitt. Natürlich gibt es auch für die Berechnung des idealen Kabelquerschnitts die passenden Programme.

Kabel für Wechselstrom

Bei der Wahl der Kabel auf der Wechselstromseite, also vom Wechselrichter zum Einspeisepunkt ist ebenso auf den richtigen Querschnitt zu achten. Hier gilt zudem, dass die Kabel möglichst kurz sein sollten, weil die auftretenden Verluste bei der Wechselstromleitung höher ausfallen als bei der Gleichstromleitung.

Fernsteuerung

Seit der Novelle des Erneuerbare Energien Gesetzes müssen alle Photovoltaikanlagen über 30 kW Leistung mit einer Vorrichtung versehen sein, die es dem Netzbetreiber ermöglicht, die Anlage kurzfristig vom Netz zu nehmen. Damit sollen Netzüberlastungen vermieden werden. Empfehlenswert ist diese Einrichtung zum Einspeisemanagement auch für Anlagen unter 30 kW, da diese laut EEG ab 01. Januar 2012 sonst nur 70 % ihrer Leistung einspeisen dürfen.

Tipp:

Bestehende Kleinanlagen müssen nicht nachgerüstet werden. Anlagen mit einer Leistung zwischen 30 kW und 100 kW mit Inbetriebnahme in den Jahren 2009 - 2011 müssen bis Ende des Jahres 2013 nachgerüstet sein.

Die Einrichtung zur Fernsteuerung muss der Anlagenbetreiber bezahlen. Es gibt unterschiedliche Techniken, die hier genutzt werden. Üblich ist die sogenannte Rundsteuertechnik, die am Einspeisezähler montiert wird. Laut Empfehlung des VDE können die Befehle etwa über einen AC-Schütz (Ein-Aus) realisiert werden. Manche Netzbetreiber verfügen allerdings nicht über die technischen Möglichkeiten der Fernsteuerung. In diesem Fall empfiehlt der BSW, eine Lösung mit AC-Schütz und abregelungsfähigem Wechselrichter.

Tipp:

Die Pflicht zur Nachrüstung besteht dann, wenn der Netzbetreiber dem Anlagenbetreiber mitgeteilt hat, wie

er das Abregelungssignal versenden will. Dann beginnt auch die Nachrüstungsfrist von drei Monaten.

Datenlogger

Datenlogger sind meistens im Wechselrichter integrierte Speicher, die neben den Daten des Wechselrichters auch weitere Daten von zusätzlich installierten Temperatur- oder Strahlungssensoren aufzeichnen. Zudem bieten sie über entsprechende Programme die Möglichkeit, diese Daten in Grafiken verständlich darzustellen. Sie bieten sich auch für die Anlagenüberwachung an. Einige Datenlogger habe zudem die Fähigkeit, bei Fehlfunktionen eine Alarmmeldung per SMS zu senden und können sogar aus der Ferne über den Laptop oder das Smartphone geregelt werden.

Blitzschutz

Eine Blitzschutzanlage ist für Photovoltaikanlagen eigentlich unumgänglich, um die teure Investition zu schützen. Außerdem verlangen die Versicherungsgesellschaften im Normalfall den Nachweis des Blitzschutzes bei Abschluss einer Photovoltaik-Versicherung. Das Blitzschutzkonzept sollte einerseits den äußeren Blitzschutz umfassen, durch den verhindert wird, dass ein Blitz in die Photovoltaikanlage einschlägt. Beim inneren Blitzschutz wird durch besondere Photovoltaik-Ableiter der Potenzialausgleich sichergestellt und so Wechselrichter oder die Solarkabel geschützt.

Feuerwehrschalter

Im Brandfall kann es zu erheblichen Problemen mit der Photovoltaikanlagen kommen. Systembedingt fließt von den Solarmodulen zum Wechselrichter immer dann ein Gleichstrom, wenn Strahlung auf die Module fällt. Das kann für Feuerwehrleute gefährliche Konsequenzen haben. Um also die Leitungen stromfrei zu schalten, werden sogenannte Feuerwehrschalter angeboten, die es ermöglichen, zentral die gesamte Photovoltaikanlage stromlos zu schalten. Die Freischalter im Wechselrichter sind hierfür auch nicht geeignet.

Checkliste „Photovoltaik Technik“

Eine Photovoltaikanlage besteht aus vielfältigen technischen Komponenten. Hier sind noch einmal die wichtigsten Punkte zusammengefasst.

Komponenten einer Photovoltaikanlage

- *Welche Aufgabe hat die Solaranlage? – Die Frage ist hier, ob der Strom produziert wird, um eine autarke Stromversorgung sicherzustellen oder ob es das vorrangige Ziel ist, über die Einspeisevergütung eine umweltfreundliche Energiequelle zu fördern.*
- *Wird die Inselanlage mit weiteren Generatoren kombiniert? – Das können zum Beispiel Windräder oder Dieselgeneratoren sein. Aber auch bei Anwendungen auf Booten oder in Wohnmobilen müssen hier die entsprechenden Anforderungen an die Speicher (siehe dort) berücksichtigt werden.*
- *Alle notwendigen Komponenten bei der Inselanlage berücksichtigt? – Es sind dies: Solarmodule, Montagesystem, Verkabelung, Laderegler, Akku, Wechselrichter.*
- *Alle notwendigen Komponenten bei der netzgekoppelten Anlage berücksichtigt? – Es sind dies: Solarmodule, Montagesystem, Verkabelung, Wechselrichter, Zähler, Fernsteuerung.*

Solarmodule

Bei der Auswahl der Solarmodule sind eine Reihe von Faktoren zu bedenken:

- *Wie hoch ist der Wirkungsgrad der Solarmodule? – Hier bestehen große Unterschiede zwischen monokristallinen, polykristallinen und Dünnschichtmodulen. Bei Dünnschichtmodulen kann durch die hohe Temperaturbeständigkeit und die gute Umsetzung diffuser Strahlung der Wirkungsgrad an entsprechenden Standorten besser sein als der kristalliner Solarzellen!*
- *Wie groß ist die Leistungstoleranz? – Je geringer, umso besser. Die Angaben finden sich im Datenblatt.*
- *Wie sieht der Leistungskoeffizient aus? – Je kleiner der Leistungskoeffizient, umso besser. Ein kleiner Leistungskoeffizient besagt, dass bei Erwärmung die Leistung weniger abnimmt. Ist besonders wichtig bei Modulen, die ins Dach integriert werden, da hier eher höhere Temperaturen erreicht werden.*
- *Wie viel Platz ist vorhanden? – Ist Platz kein Problem, können auch preiswerte polykristalline Module montiert werden, die vielleicht nur etwas mehr Platz brauchen, aber der gesamte Solargenerator kann preiswerter werden.*

- *Was kosten die Module? – Unabhängig von der Qualität und dem Hersteller sind monokristalline Module teurer als polykristalline oder Dünnschichtmodule. Innerhalb einer Kategorie gilt nach wie vor, dass gute Qualität meist einen höheren Preis hat.*
- *Ist ein besonderes Design gewünscht? – Monokristalline, polykristalline und Dünnschichtmodule haben alle ein ganz individuelles Erscheinungsbild. Monokristalline Module sind dunkelblau oder schwarz, während polykristalline Module eher hellblau glitzernd aussehen. Dünnschichtmodule können in ganz unterschiedlichen Farben produziert werden. Spielt also das Design eine Rolle, sollten hier die Möglichkeiten auch berücksichtigt werden.*
- *Module mit oder ohne Rahmen? – Module mit Rahmen sind stabiler, andererseits treten an den Rahmen leichter Verschmutzungen auf. Module ohne Rahmen sind daher bei geringer Dachneigung vorteilhafter.*

Wechselrichter

- *Welcher Wirkungsgrad? – Der Wirkungsgrad des Wechselrichters bestimmt entscheidend über den Ertrag der Anlage. Der Wechselrichter ist sozusagen der Flaschenhals für den Solarstrom. Geringer Wirkungsgrad heißt geringerer Ertrag. Unbedingt als Auswahl auf den Europäischen Wirkungsgrad achten, weil hier die Strahlungsverhältnisse in Mitteleuropa mit berücksichtigt werden.*
- *Welche Nennleistung? – Der Wechselrichter wird nach der Anlagenleistung optimiert. Faustregel: Die Nennleistung des Wechselrichters sollte zehn Prozent unter der Nennleistung des Solargenerators liegen und diese nicht überschreiten.*
- *Wie viele Wechselrichter? – Das ist unter anderem eine finanzielle Frage. Kleinere Anlagen kommen meist mit zwei Multistring-Wechselrichtern aus. Die Anzahl hängt aber auch davon ab, ob Module mit unterschiedlicher Neigung oder mit Schattenproblemen kombiniert werden.*
- *Datenlogger? – Kann sinnvoll in den Wechselrichter integriert werden, viele Wechselrichter enthalten ihn serienmäßig.*
- *Auswahl des Standorts – ein Wechselrichter arbeitet optimal an einem kühlen, dunklen Standort, auch wenn Wechselrichter so robust gebaut sind, dass sie nach Herstellerangaben draußen montiert werden können.*
- *Ist der Wechselrichter für Dünnschichtmodule geeignet? – Nicht alle Wechselrichter passen, trafolose können im Allgemeinen nicht eingesetzt werden.*

Zähler

- *Wie misst der Einspeisezähler? – Für optimale Erträge ist es wichtig, den Einspeisezähler so einzustellen, dass er wie ein Ferraris-Zähler misst, also saldierend. Sonst könnten die Erträge um bis zu einem Drittel zu gering ausfallen.*

- *Einspeisezähler kaufen? – Im Gegensatz zum Bezugszähler, der immer dem Netzbetreiber gehört, kann ein Einspeisezähler auch vom Anlagenbetreiber gekauft werden. Das kann preiswerter sein, als ihn vom Netzbetreiber zu mieten. Am besten vorher über die Kosten beim Netzbetreiber erkundigen. Ist der Einspeisezähler sein Eigentum, dann muss der Anlagenbetreiber auch die regelmäßigen Eichkosten übernehmen. Intervalle notieren!*
- *Zweirichtungszähler – Der muss auf jeden Fall vom Netzbetreiber gemietet werden, da er wie der Bezugszähler immer dem Netzbetreiber gehört. Kosten nachfragen!*
- *Ertragszähler – muss vom Anlagenbetreiber beschafft werden.*

Energiespeicher

- *Sind Autobatterien geeignet? – Ganz klar: nein. Sie sind nicht zyklenfest und werden deshalb auch nicht sehr lange halten. Sinnvoll ist es in jedem Fall, spezielle Solarbatterien anzuschaffen. Sind zusätzliche Generatoren angeschlossen, können die Energiespeicher auch kleiner ausfallen, weil ja nicht mehrere Tage überbrückt werden müssen, wenn ein Dieselgenerator mit angeschlossen ist.*

Sonstige Komponententen

- *Welche Kabel sollten gewählt werden? – Optimal ist ein Kompromiss aus Querschnitt und Preis. Solarkabel mit hohem Querschnitt haben die geringeren Verluste, sind aber teurer. Deshalb auf Auslegungssoftware zurückgreifen. Auf jeden Fall spezielle Solarkabel nutzen (Isolation, Wetterfestigkeit, mechanisch belastbar).*
- *Blitzschutz einplanen – besteht bereits eine Blitzschutzanlage, muss die Photovoltaikanlage integriert werden und mit den notwendigen Abständen montiert werden. Versicherungen verlangen meist den Nachweis des Blitzschutzes. Eine gesetzliche Verpflichtung besteht derzeit auf öffentlichen Gebäuden. Am besten bei der Kommune nachfragen.*
- *Feuerwehrschalter einplanen – im Brandfall kann es mit einer Photovoltaikanlage Probleme geben, da in den Gleichstromleitungen hohe Spannungen auftreten. Die Netzfreischalter, die im Wechselrichter enthalten sind, reichen nicht. Feuerwehrschalter machen einzelne Freischalter an den Modulen überflüssig, die unter Umständen bei einem Brand auch nicht mehr erreicht werden können.*

Photovoltaik Leistung

Ein wesentliches Auswahl- und Gütekriterium bei Photovoltaikanlagen beziehungsweise Solarmodulen ist ja letztlich die Leistung bzw. der Ertrag, der mit der Solaranlage erzielt werden kann. Photovoltaikanlagen werden hinsichtlich unterschiedlichster Faktoren bewertet. Bei der Leistungsbewertung kommt es daher auf den Blickwinkel an: Geht es um die Nennleistung der Photovoltaikanlage, den Wirkungsgrad der Module, den gesamten Wirkungsgrad der Solaranlage, die Ökobilanz?

Leistungsangaben

Ein wesentliches Auswahl- und Gütekriterium bei Photovoltaikanlagen beziehungsweise Solarmodulen ist ja letztlich der Ertrag, der mit der Solaranlage erzielt werden kann. Beim Vergleich stößt man unweigerlich auf Angaben, über deren Aussagekraft sich streiten lässt und die bei der Bewertung der Anlage unterschiedlich wichtig sind.

Kilowatt peak

Watt peak oder Kilowatt peak – dieses Maß wird gerne als Einheit für die (maximale) Leistung einer Photovoltaikanlage genannt und gleichzeitig als Charakterisierung einer Photovoltaikanlage, die xy Kilowatt peak Leistung bringt. Mit der sogenannten Peakleistung wird also die Leistungsfähigkeit von Solarzellen beschrieben. Klar sein sollte aber jedem, dass diese Peakleistung unter den sogenannten STC (standardised test conditions, standardisierte Testbedingungen) ermittelt wurde. Diese gehen von folgenden (idealen) Bedingungen aus: 1000 Watt Solarstrahlung pro Quadratmeter bei 25 Grad C Umgebungstemperatur und einem bestimmten Strahlungsspektrum (Air Mass 1,5).

Tipp:

Die STC werden in der Realität nur selten erreicht. Die Peakleistung dient also der reinen Information oder ist geeignet für den Vergleich von verschiedenen Modulen.

Die Peakleistung einer Solaranlage hängt also von zwei Dingen ab:

1. von der Leistungsfähigkeit der Solarmodule, die installiert wurden,

2. aber eben auch von der Größe der Anlage.

Daher ist die Aussagefähigkeit der Angabe Watt peak begrenzt. Die Peakleistung wird in den seltensten Fällen erreicht, kann andererseits aber auch überschritten werden. Zum Beispiel an klaren Wintertagen mit hoher Sonnenstrahlung und niedriger Zelltemperatur. In einem Fall ist der Bezug auf Watt peak (Wp) / Kilowatt peak (kWp) auf jeden Fall sinnvoll: Zum Preisvergleich von Solarmodulen wird der Preis der Anlage auf Kilowatt peak bezogen. Dann ist schnell eine Abschätzung möglich, ob die Anlage kostengünstig ist oder nicht. Die Angabe der Leistung in Watt peak ist umgekehrt interessant, wenn es um die notwendige Fläche geht, die man braucht, um 1 kWp Leistung zu installieren, etwa, wenn die vorhandene Dachfläche stark begrenzt ist. Und schließlich richtet sich sowohl die Wahl des Wechselrichters nach der Peakleistung wie auch die Auswahl der passenden Kabel und Kabelquerschnitte, um hier das ideale Preis-Leistungs-Verhältnis wählen zu können.

Wirkungsgrad

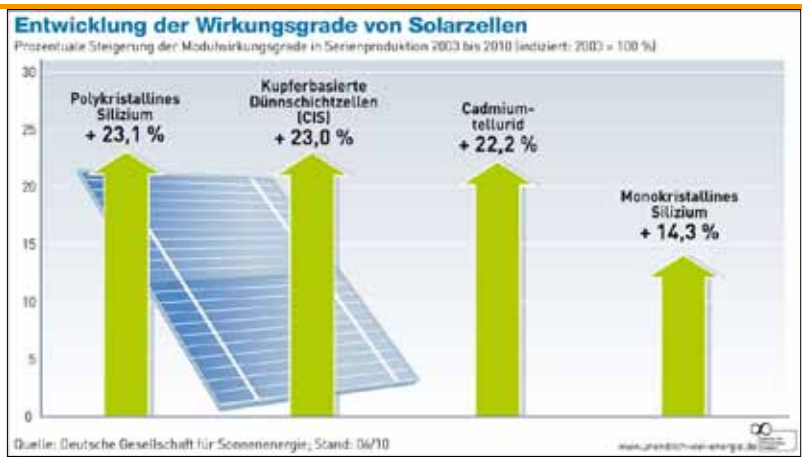
Der Wirkungsgrad einer Photovoltaikanlage wird entscheidend beeinflusst von zwei Faktoren:

1. Wirkungsgrad der Solarmodule

2. Wirkungsgrad des Wechselrichters

Tipp:

Die Bedeutung des Wirkungsgrads des Wechselrichters kann gar nicht stark genug betont werden. Ein Wechselrichter mit schlechtem Wirkungsgrad kann die besten Wirkungsgrade der Solarmodule zunichtemachen.



Wirkungsgrad der Solarmodule

Der Wirkungsgrad eines Solarmoduls stellt das Verhältnis zwischen eingestrahlter Solarenergie und dem tatsächlichen Energieertrag dar. Er gibt also Antwort auf die Frage: Wie viel der zur Verfügung stehenden Sonnenenergie wird tatsächlich in Solarstrom verwandelt? Der Wirkungsgrad von Solarmodulen ist also je nach gewählter Modulart sehr unterschiedlich. Auch wenn es immer wieder Berichte über neue Rekorde von 40 % beim Wirkungsgrad von Solarzellen gibt, so haben diese Erfolge in der Forschung und Entwicklung nichts mit den tatsächlich erzielbaren Wirkungsgraden von Serienprodukten zu tun.

Tipp:

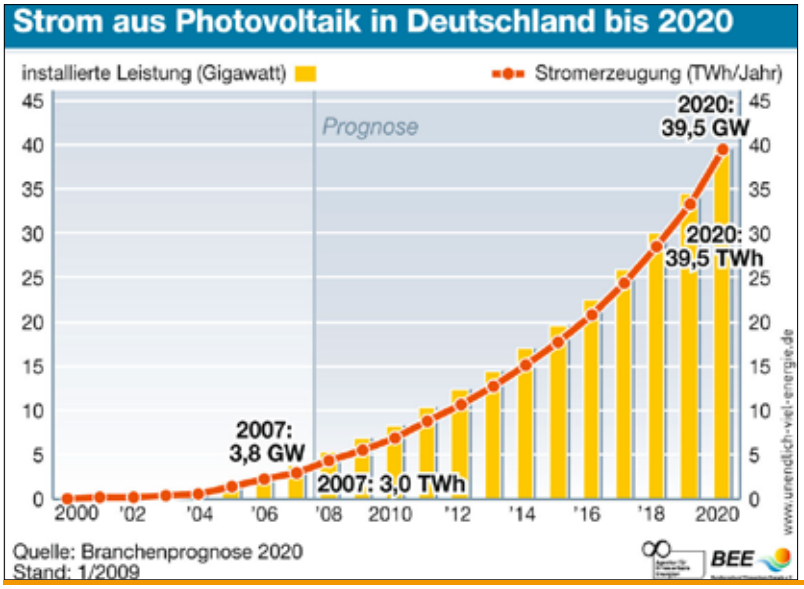
Der Wirkungsgrad sollte in Bezug zu den Kosten gesetzt werden. Bei ausreichender Dachfläche lohnt sich die Investition in monokristalline Zellen mit höherem Wirkungsgrad eher nicht.

Hier ein grober Überblick über die durchschnittlichen Wirkungsgrade der verschiedenen Solarzellen

monokristalline Solarzelle	*maximal 18 % bis 21 %*
polykristalline Solarzelle	*circa 13 % bis 16 %*
amorphe Siliziumzelle	*circa 6 % bis 7 %*
Tandemzelle	*circa 10 %*
Dünnschichtzelle (CIS)	*10 % bis 12 %*
Dünnschichtzellen Galliumarsenid	*20 % bis 25 %*
Dünnschichtzellen Cadmiumtellurid	*11 %*
Farbstoffzelle (Grätzelzelle)	*2 %*

Stromerzeugung

Die Stromerzeugung der Photovoltaikanlage hängt von zahlreichen Faktoren ab. Neben den Standortfaktoren spielt natürlich auch die jeweilige Anlage mit der Wahl der entsprechenden Solarmodule eine wichtige Rolle.



Installierte Leistung

Bei einer Photovoltaikanlage wird die installierte Leistung in der Einheit Watt peak gemessen. Hiermit wird die maximale Leistung bezeichnet, die die individuelle Solaranlage unter bestimmten, standardisierten Bedingungen erbringen kann. Die installierte Leistung ist insofern ein wichtiger Punkt, als die Einspeisevergütung von diesem Wert abhängt. Bei Photovoltaikanlagen mit einer Leistung zwischen 10 und 1000 kW gibt es noch besondere Vorschriften hinsichtlich der Menge Solarstroms, die ins Netz eingespeist werden darf. Bei Inselanlagen muss die installierte Leistung auf den Verbrauch und die Speichermöglichkeiten abgestimmt werden.

Tipp:

Auch wenn die Dachfläche es hergibt, so sind Privatleute wegen der Vorschriften zur Einspeisevergütung mit einer installierten Leistung unter 10 kW gut beraten, denn für diese Anlagen werden 100 % des produzierten Solarstroms vergütet. Dafür ist eine geeignete Fläche zwischen 80 und 100 qm notwendig.

Möglicher Ertrag

Die tatsächlich installierte Leistung ist die eine Sache – der mögliche Ertrag ein ganz anderer Punkt. Natürlich hängen die beiden zusammen, unterscheiden sich aber dennoch deutlich. Wie oben beschrieben, wird die installierte Leistung oder Nennleistung der Photovoltaikanlage unter idealisierten Bedingungen ermittelt. Die geforderten 1000 Watt Strahlung und 25 Grad Zelltemperatur sowie das vorgesehene Spektrum werden nur selten erreicht. Der mögliche Ertrag der Photovoltaikanlage wird aber entscheidend von der tatsächlichen Strahlung vor Ort und den regionalen Wetterbedingungen bestimmt (viele wolkige oder eher viele klare Tage, wenig oder viel Luftverschmutzung etc.). Daher ist es gut zu wissen, wie hoch die durchschnittlichen Werte der Globalstrahlung am Standort der Anlage in den letzten Jahren waren. Auf diese Daten greifen im Übrigen auch die Solarrechner zu, die den möglichen Ertrag einer Anlage berechnen.

Ermittlung des Ertrags

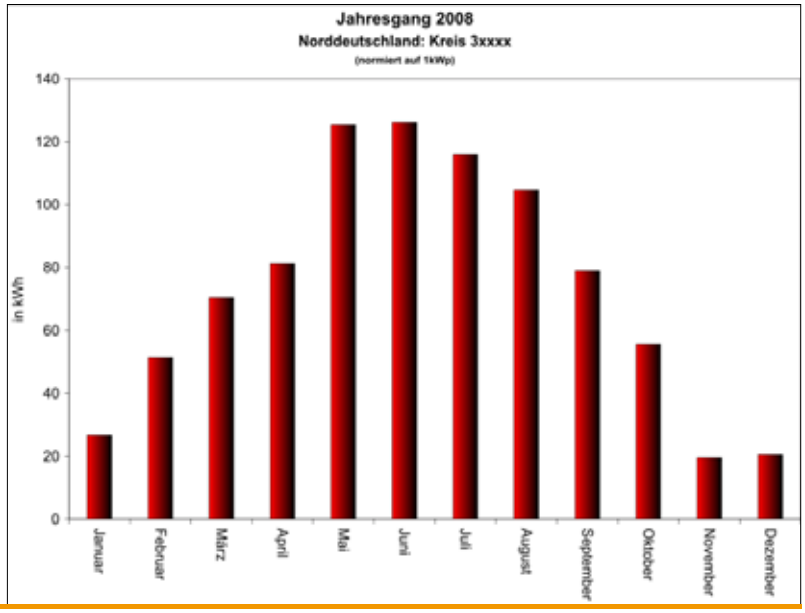
Bei der Planung der Photovoltaikanlage wird man auf entsprechende Software zurückgreifen, um eine grobe Ertragsprognose zu erhalten. Ohne diese ist eine Berechnung der Wirtschaftlichkeit ja gar nicht möglich. Ist die Photovoltaikanlage jedoch gebaut, werden die Erträge über die Zähler (Einspeisezähler, Eigenverbrauchszähler) ermittelt. Auch Datenlogger geben Auskunft über den Ertrag der Photovoltaikanlage. Aus den vom Datenlogger als Teil der Anlagenüberwachung ermittelten Daten wird auch ersichtlich, dass der Ertrag einer Photovoltaikanlage nicht nur im Verlauf eines Jahres, sondern auch im Verlauf des Tages erheblich schwankt.

Jahresgang

Diese Schwankungen im Ertrag werden auch Jahresgang genannt. Sie sind bedingt durch die Schwankungen der Globalstrahlung im Verlauf eines Jahres. Es ist klar, dass bei schlechtem Wetter oder kürzerer Sonnenscheindauer im Winter weniger Ertrag mit der Photovoltaikanlage erzielt werden kann als bei strahlendem Sonnenschein oder besonders langer Sonnenscheindauer im späten Frühjahr und im Frühsommer. Mit anderen Worten: Das Angebot an solarer Strahlung verändert sich im Laufe des Jahres immer wieder. Und damit auch der Ertrag. Es gibt Datenbanken, die den Jahresgang der Globalstrahlung für bestimmte Orte darstellen.

Tipp:

Bei Inselanlagen muss der Jahresgang bei der Auswahl der Speichergröße berücksichtigt werden. Wird der Strom der Inselanlage vor allem im Sommer im Gartenhaus genutzt, muss anders geplant werden als für ganzjährig genutzte Anlagen.



Tagesgang

Der Tagesgang entspricht dem Jahresgang, eben nur für einen kürzeren Zeitraum. Klar, dass eine Photovoltaikanlage nachts keinen Strom erzeugt. Der Tagesgang zeigt die Schwankungen im Ertrag der Anlage noch detaillierter als der Jahresgang. Gerade bei Anlagen, bei denen entschieden werden muss, ob die Anlage eher nach Südwest oder Südost ausgerichtet werden soll, kann ein Blick auf den typischen Tagesgang vor Ort Aufschluss geben.

Tipp:

Je nach Region ist eine Ausrichtung nach Südwesten sinnvoller als nach Südosten, weil Frühnebel morgens für weniger Erträge sorgen.

Einsparpotenzial

Bisher stand das Einsparpotenzial bei der Planung von Photovoltaikanlagen kaum im Mittelpunkt des Interesses. Vielmehr ging es nur darum, eine möglichst hohe Einspeisevergütung zu erzielen. Das hat sich mit der Einführung der Eigenverbrauchsvergütung im Jahr 2009 geändert. Inzwischen hat die Begrenzung auf eine Einspeisung von je nach Anlagengröße maximal 90 % des produzierten Solarstroms den Eigenverbrauch und das damit einhergehende Einsparpotenzial wieder mehr in den Blickwinkel gerückt.

Eigenverbrauch

Bei Solaranlagen mit einer installierten Leistung zwischen 10 und 1000 kW werden nur noch 90 % des Solarstroms vergütet. Die restlichen 10 % muss der Betreiber entweder selbst verbrauchen, an Dritte selbst vermarkten oder an den Netzbetreiber verkaufen. Wird der Strom selbst verbraucht, so wird keine Einnahme erzielt. Aber es muss eben kein Strom zugekauft werden, wodurch ein durchaus ernstzunehmendes Einsparpotenzial realisiert werden kann. Bei kleineren Photovoltaikanlagen können sogar bis zu 20 % des produzierten Solarstroms durchaus selbst verbraucht werden, die Werte sind nicht unrealistisch. Durch die Direktvermarktung, etwa an Mieter im Mehrfamilienhaus, können Einnahmen erzielt werden, die höher sind als die Einspeisevergütung. Der Verkauf an den Netzbetreiber ist dagegen derzeit nicht immer lohnend, da der Betreiber hierfür lediglich die Preise erhält, die für Strom an der Strombörse gezahlt werden.

Speichermöglichkeiten für Solarenergie

Unterstützt wird der Eigenverbrauch durch entsprechende Speicher, die die Spreizung zwischen Angebot und Nachfrage vermindern können. Bei Inselanlagen ist die Pufferung über Speicher zur Überbrückung längerer Tage ohne Solarstromangebot ja üblich. Aber auch für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen bietet es sich angesichts der Begrenzung der Einspeisung auf 90 % an, über eine Integration von Speichern in die Anlage nachzudenken. Durch einen solchen Energiespeicher kann der Eigenverbrauch erheblich gesteigert werden. Ein normaler Vierpersonenhaushalt könnte mit entsprechenden Batterien den Eigenverbrauch auf rund 75 % des insgesamt produzierten Solarstroms steigern. Damit steigt natürlich auch das Einsparpotenzial erheblich. Die finanziellen Einsparungen hängen letztlich vom Verhältnis von Einspeisevergütung und dem Preis für Bezugsstrom ab. Ist die Einspeisevergütung höher als der Strompreis, lohnt sich die Investition in zusätzliche Energie-

speicher natürlich eher nicht. Sinkt die Einspeisevergütung allerdings unter den Preis, der sonst für Strom zu bezahlen, ist, der vom Energieversorger bezogen wird, lohnt es sich nachzurechnen.

Netzparität

Auch der Zeitpunkt, wann die Netzparität letztendlich erreicht ist, spielt bei der Betrachtung des Einsparpotenzials eine Rolle. Netzparität meint, dass die Erzeugungskosten für Strom aus der Photovoltaikanlage genau so hoch sind wie für Strom, der in herkömmlichen Kraftwerken produziert wird.

Leistungsbewertung

Photovoltaikanlagen werden hinsichtlich unterschiedlichster Faktoren bewertet. Bei der Leistungsbewertung kommt es daher auf den Blickwinkel an: Geht es um die Nennleistung der Photovoltaikanlage, den Wirkungsgrad der Module, den gesamten Wirkungsgrad der Solaranlage, die Ökobilanz?

Nennleistung

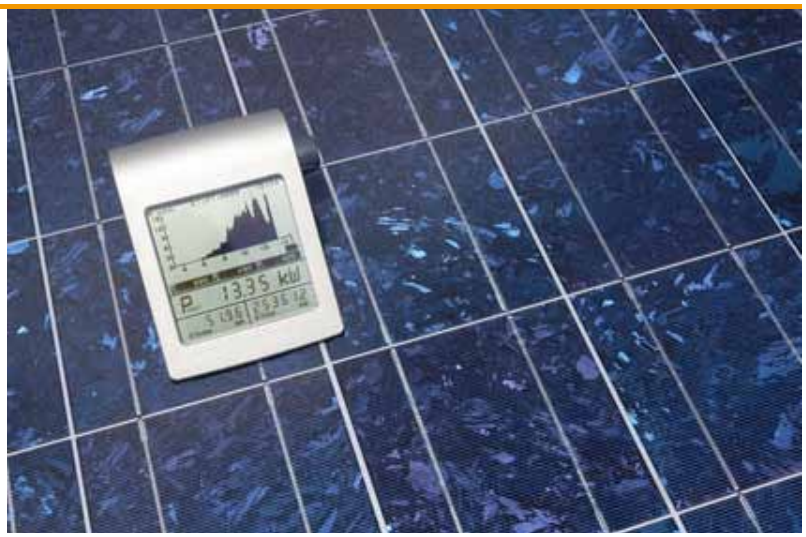
Die Nennleistung von Photovoltaikmodulen wird angegeben in Watt peak und unter standardisierten Bedingungen (STC) getestet. Da alle Module nach den gleichen STC getestet werden, ist zwar im Prinzip die Vergleichbarkeit gesichert. Gleichzeitig werden aber bestimmte Faktoren erst gar nicht berücksichtigt. Deshalb sollten hierüber nur Module verglichen werden, die dieselben Zellen verwenden, also nicht Dünnschichtzellen mit monokristallinen Zellen. Dafür müssten auch der Temperaturkoeffizient (das heißt, das Verhalten des Wirkungsgrads bei Erwärmung der Zellen) und die Adsorptionsfähigkeit von diffusem Licht (Schwachlichtverhalten) berücksichtigt werden.

Erntefaktor

Der Erntefaktor ist eine wichtige Kennzahl bei der ökologischen Bewertung von Photovoltaikanlagen. Er stellt letztlich dar, wie viel mehr Energie eine Photovoltaikanlage im Laufe ihrer Lebensdauer produziert als zu ihrer Produktion verbraucht wird. Bei den ersten Photovoltaikmodulen war der Erntefaktor negativ. Das heißt, es wurde mehr Energie für ihre Herstellung verbraucht, als die Zelle hinterher produzieren konnte. Diese Zeiten sind längst vorbei. Der Erntefaktor von Photovoltaikmodulen wird immer besser. Je nach gewählter Solarzellentechnologie liegt der Erntefaktor derzeit zwischen 4 und 20. Mit anderen Worten: Die entsprechenden Solarzellen beziehungsweise -module produzieren viermal so viel Energie im Laufe von 25 bis 30 Jahren, wie für ihre Fertigung verbraucht wurde. Besonders schlecht schneiden dabei monokristalline Solarzellen ab, weil deren Herstellung besonders aufwendig ist. Günstig sind dagegen Dünnschichtzellen, die in einfachen Verfahren und mit wenig Rohstoff hergestellt werden.

Tipp:

Wer die Photovoltaikanlage nicht nur aus wirtschaftlichen, sondern gleichzeitig aus ökologischen Gründen installiert, sollte sich auch mit den Themen Erntefaktor und Ökobilanz auseinandersetzen.



Energetische Amortisation

Die energetische Amortisation wiederum bezeichnet lediglich den Zeitpunkt, ab dem eine Photovoltaikanlage mehr Energie produziert, als für ihre Herstellung genutzt wurde. Je schneller sich eine Photovoltaikanlage energetisch amortisiert, umso besser. Die energetische Amortisation ist also für die ökologische Bewertung von Photovoltaikanlagen wichtig. Allerdings ist sie nicht einfach zu bewerten, da die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigt werden muss. Zudem hängt die energetische Amortisation natürlich vom Standort der Anlage ab. Ähnlich wie beim Erntefaktor, der in südlichen Ländern

deutlich höher ist als im Norden oder in Schlechtwetterregionen, ist die energetische Amortisation bei hoher Globalstrahlung schneller erreicht. Daten zu den Punkten Erntefaktor wie auch zur energetischen Amortisation sind gerade bei Photovoltaikmodulen häufig veraltet. Das liegt daran, dass die Entwicklung hier so schnell fortschreitet. Das Gute: Man kann davon ausgehen, dass sowohl Erntefaktor als auch energetische Amortisation deutlich besser sind als sie in den (veralteten) Studien genannt werden.

Ökobilanz von Photovoltaikanlagen

Man hört viel Gutes über Photovoltaikanlagen: Sie sind wirtschaftlich, sie haben eine gute CO2-Bilanz, ihr Ressourcenverbrauch ist vergleichsweise gering etc. Das sind zwar lauter Aspekte, die bei der Erstellung einer Ökobilanz eine Rolle spielen, aber es fehlt für eine richtige Lebenszyklusbewertung noch eine ganze Menge. Ökobilanz bedeutet, die Photovoltaikanlage vom Rohstoffabbau (also der Herstellung von Silizium aus Quarzsand) bis hin zur Entsorgung oder dem möglichen Recycling der ausgedienten Module zu betrachten. Dabei geht es in jeder Phase um die Umweltwirkungen. Und das ist keine einfache Aufgabe. Die Bilanz zu erstellen ist so schwierig, weil gerade in der Nutzungsphase der Photovoltaikmodule sehr viele Parameter einwirken, die eine Bewertung nahezu unmöglich machen. So spielt der Standort, wie oben schon beschrieben, eine sehr große Rolle. Aber auch das Herstellungsland: Mit welchem Strommix etwa wird das Silizium produziert? Das ist von Land zu Land sehr unterschiedlich. Außerdem hängt der Energieverbrauch bei der Produktion von der Zellart und den Fertigungsanlagen ab. Untersuchungen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik haben gezeigt, dass die Ökobilanz von Photovoltaikanlagen immer besser wird und dass sie eindeutig besser ist als bei fossilen Kraftwerken.

Photovoltaik Installation

Ein ganz wesentlicher Punkt vor der Installation ist die Entscheidung für das passende Montagesystem. Diese Entscheidung richtet sich nicht nur nach der Art des Daches, sondern hängt auch davon ab, für welche Solarmodule man sich entschieden hat, wie schwer diese sind, ob mit Rahmen oder ohne und wie hoch die Belastungen durch Wind oder Schnee ausfallen können. Wir haben einige interessante Informationen zur Installation einer Photovoltaikanlage veröffentlicht.

Montage

Die Photovoltaikanlage ist bestellt, wird geliefert und muss an ihren Bestimmungsort. Handelt es sich nicht um eine professionelle Großanlage, wird der Solargenerator vermutlich auf einem Dach seinen Platz finden. Wurde die Anlage von einem Solarteur geplant, wird dieser – oder ein von ihm beauftragter Handwerker – die Montage der Solarmodule übernehmen. Einige zukünftige Betreiber der Solaranlage möchten diese aber gern selbst montieren. Dann steht zunächst die Auswahl des richtigen Montagesystems aus. Dieser Punkt sollte aber auch mit dem Solarteur besprochen werden, der ja ein bestimmtes Montagesystem angeboten hat.

Das passende Montagesystem

Ein ganz wesentlicher Punkt vor der Installation ist die Entscheidung für das passende Montagesystem. Diese richtet sich nicht nur nach der Art des Daches, sondern hängt auch davon ab, für welche Solarmodule man sich entschieden hat, wie schwer die Solarmodule sind, ob mit Rahmen oder ohne und wie hoch die Belastungen durch Wind oder Schnee ausfallen können.

Tipp:

Bei Selbstmontage darauf achten, dass die elektrischen Verbindungen und Anschlüsse von einem Fachmann durchgeführt werden!

Montagesysteme für Flachdächer

Flachdächer sind sehr gut für Photovoltaikanlagen geeignet. Solarmodule werden hier aufgeständert montiert. Denn dann können die Solarmodule in der richtigen Neigung und vor allem in der optimalen Ausrichtung montiert werden. Dafür gibt es unterschiedliche Lösungen. Es gibt entsprechende Metallgestelle, üblicherweise aus Aluminium, die mit Schrauben oder anderen Verbindungen auf dem Dach montiert werden. An diesen werden dann die Module mit passenden Klammern befestigt. Diese Systeme haben jedoch den Nachteil, dass die Dachhaut durchdrungen wird und die Gefahr von Undichtigkeiten besteht. Andere Befestigungssysteme werden mit Gewichten auf dem Dach be-

schwert. Manche Systeme werden miteinander verschraubt, um die Stabilität insgesamt zu erhöhen und nur an den Rändern des Daches befestigt. Es gibt auch große Wannen aus Kunststoff, die so beschwert werden, dass eine ausreichende Stabilität erreicht wird. Diese Systeme haben den Nachteil, sehr schwer zu sein, sodass damit die Statik des Daches häufig zu sehr belastet wird.

Nachführungssysteme

Solarmodule bringen immer dann die höchsten Erträge, wenn sie optimal in Neigung und Ausrichtung eingestellt sind. Da sich der optimale Winkel im Laufe eines Tages mit dem Sonnenstand ändert, werden Nachführungssysteme angeboten. Üblicherweise werden sie bei großen Freianlagen eingesetzt, sind aber auch für Flachdachanlagen erhältlich. Einachsige Nachführungssysteme stellen immer den optimalen Neigungswinkel der Solarmodule ein. Dazu verstellt ein kleiner Elektromotor den Winkel des Trägers, auf dem die Solarmodule montiert sind. Die Verstellung erfolgt entweder nach Jahreszeit und Uhrzeit oder sensorgesteuert. Zweiachsige Nachführungssysteme richten die Module zusätzlich auch noch in die richtige Himmelsrichtung aus. Dazu wird ein zweiter Verstellmotor eingesetzt. Die Technik ist sehr teuer, kompliziert und wartungsintensiv. Eigentlich kann sie nur für große Freianlagen empfohlen werden, da hier ihr Vorteil – Ertragssteigerungen von mehr als 30 Prozent – die bereits genannten Nachteile überwiegt.

Montagesystem für Schrägdächer

Solarmodule können entweder auf dem Dach montiert werden oder ins Dach integriert werden. Bei der Indach-Montage übernehmen die Solarmodule die Aufgabe der Dachhaut. Diese Montageart wird hier nicht näher betrachtet. Bei der Aufdach-Montage werden zunächst die Montagesysteme auf dem Dach montiert, auf diese kommen wiederum die Solarmodule. Dabei werden dann Schienen parallel oder kreuzförmig an sogenannten Dachhaken befestigt.

Dachhaken

Diese Dachhaken werden an die Dachsparren geschraubt. Anzahl und Art der Dachhaken richten sich nach der Belastung (Gewicht der Module, Belastung durch Wind oder Schnee) und der Form der Ziegel. Dachhaken sind für alle üblichen Standardziegelformen erhältlich. Von den Ziegeln, an denen die Dachhaken durchgeführt werden, werden Stücke abgesägt oder -geflext.

Tipp:

Bei der Montage darauf achten, die Ziegel nicht zu groß auszuschneiden, damit das Dach dicht bleibt.

Auf die Dachhaken werden dann die Schienen montiert, an denen die Solarmodule befestigt werden. Die Dachhaken sollten höhenverstellbar sein, wenn das Dach Unebenheiten aufweist. Denn nur so kann der Abstand zum Dach richtig ausjustiert werden. Die Solarmodule müssen ja hinterher immer eine

einheitlich ebene Fläche ergeben.

Schienensysteme

Montagesysteme sind üblicherweise aus Aluminium, um die Belastung des Daches nicht zu vergrößern. Die Schienen, die die Module aufnehmen, werden entweder nur parallel oder als Kreuzschienen auf den Dachhaken befestigt. Die Module können dann entweder an die Schienen geklemmt werden (mit sogenannten Modulklemmen). Besondere Schienen erlauben aber auch, die Module einzulegen. Manche Schienensysteme sind so aufgebaut, dass ein extra Kabelkanal enthalten ist, was auch die Verkabelung der Module vereinfacht.

Tipp:

Modulhersteller geben Montageempfehlungen, die unbedingt berücksichtigt werden sollten, damit die Garantieansprüche bestehen bleiben.

Schneelast

Die Montage von Solarmodulen muss so ausgeführt sein, dass die Photovoltaikmodule über mindestens 25 Jahre sicher und fest auf dem Dach verankert sind. Das stellt große Anforderungen sowohl an die Ausführung der Montage wie auch an die Montagesysteme, die Werkstoffe und die Verankerung auf dem Dach. In einigen Regionen Deutschlands kann sich allerdings auch noch eine weitere Herausforderung stellen, nämlich durch große Schneemengen.

Schneelast bei der Solaranlageninstallation bedenken

Die mögliche Belastung von Photovoltaikmodulen und -befestigungssystemen durch darauf liegenden Schnee kann sehr groß sein. Zwar geht man im Normalfall davon aus, dass der Schnee von den schrägen Solarmodulen abrutscht. Das muss aber keineswegs immer so sein. Einerseits kann ein flacher Neigungswinkel das Abrutschen verhindern, andererseits kann sehr nasser Schnee zusammen mit anderen ungünstigen Bedingungen regelrecht „festkleben".

Schneelast-Zonen und ihre Berechnung

Schneefall ist in Deutschland sehr ungleich verteilt. Um sich zu informieren, wie hoch die Belastung durch Schnee ausfallen kann, lohnt ein Blick auf eine Karte, auf der die fünf verschiedenen Schneelastzonen, in die Deutschland eingeteilt ist, aufgezeichnet sind. Diese Zonen wurden nach der DIN 1055-5 ermittelt. Die Intensität der Schneelasten nimmt von Zone 1 nach Zone 3 zu. Diese Norm DIN 1055-5 enthält auch die Berechnungsmethoden zu den Schneelasten der jeweiligen Zone. Aber auch eine Berechnungsformel für die Schneelast auf geneigten Dächern findet sich in der Norm. Diese Berechnungsformel (für die Neigung wird ein Korrekturfaktor berücksichtigt) kann dann auch zur Abschätzung der Belastung von schräg montierten Solarmodulen herangezogen werden.

Belastung der Module durch die Schneelast

Nach DIN 1055-5 liegt die Belastung durch Schnee je nach Schneelastzone auf geraden Flächen zwischen 0,65 kN und 1,1 kN. Das sind umgerechnet zwischen 65 und 110 Kilogramm pro Quadratmeter. Zur Information, wie schnell diese Gewichte erreicht werden: 10 cm Nassschnee wiegen pro Quadratmeter rund 40 kg! Man sieht, das sind keine geringen Gewichte. Ausdrücklich weist die DIN im Übrigen darauf hin, dass bestimmte Regionen durch regelmäßig vorkommende Wetterereignisse deutlich höhere Schneelasten erfahren als die Zone, in der sie liegen, eigentlich vermuten lässt.

Ein Beispiel: Die norddeutsche Tiefebene liegt eigentlich in Schneelast-Zone 1 oder 2a. Bei ungünstiger Witterung kann es hier zu Schneefällen kommen, die die Schneelast von der Zone 3 deutlich übersteigt.

Tipp:

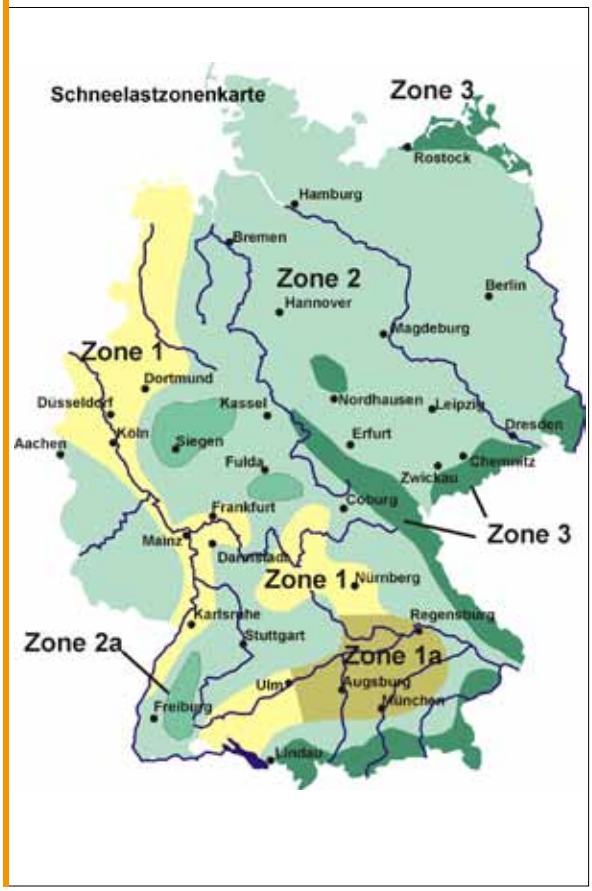
Wer sicher sein will, der erkundigt sich am besten bei der zuständigen Behörde, wie vor Ort die Schneelast berechnet werden soll.

Beständigkeit von Modulen und Montagesystem

Sowohl die Photovoltaikmodule als auch die Montagesysteme werden selbstverständlich getestet und ihre Belastbarkeit wird angegeben. Für Regionen mit extremer Schneelast gibt es spezielle Module mit besonders widerstandsfähiger Glasabdeckung und ausgesprochen stabil ausgeführtem Rahmen.

Rechner für Schneelast

Im Internet sind Online-Tools vorhanden, die die Berechnung der Schneelast übernehmen. Da werden ganz einfach die Schneelastzone, Dachneigung und die Höhe des Standorts eingegeben, daraus berechnet das Tool dann die tatsächliche Schneelast, auf die Module und Montagesystem ausgelegt sein sollten.



Solaranlage Ratgeber
www.solaranlage-ratgeber.de

Windlast

Ein weiterer Faktor, der bei der Montage der Module unbedingt berücksichtigt werden muss, ist die Windlast. Diese spielt aus zwei Gründen eine große Rolle: Einerseits belastet die Windlast grundsätzlich die Solarmodule und das Montagesystem, andererseits beeinflusst die Windlast auch, wie nahe Solarmodule an den Rand des Daches montiert werden dürfen beziehungsweise sollten: Je höher die Windlast, umso größer sollte der Abstand zum Dachrand gewählt werden.

Windlast bei der Solaranlageninstallation berechnen

Die Windlast ist definiert als die Belastung, die durch Windströmungen auf ein Bauwerk (oder eben die Solarmodule) einwirkt. Dabei wird die Windlast unterteilt in die Belastung durch den Winddruck und den Sog. Der Winddruck wirkt auf der windzugewandten Seite auf das jeweilige Bauwerk ein, der Sog auf der dem Wind abgewandten Seite. Die Vorschriften und Informationen, Berechnungsmethoden etc. zum Thema Windlast finden sich in der DIN 1055-4.

Windlast-Zonen und Berechnung der Windlast

Deutschland ist nach der Norm DIN 1055-4 in vier verschiedene Windlast-Zonen eingeteilt. Für jede Zone wird eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit angenommen. Die höchste durchschnittliche Windgeschwindigkeit wird in Zone 4 mit 30 Metern pro Sekunde genannt, in Zone 3 beträgt sie 27,5 m/s, in Zone 2 noch 25 m/s und in Zone 1 nur 22,5 m/s. In die Berechnung der Windlast geht dann für eine Höhe von 10 Metern über dem Erdboden noch ein sogenannter Rauigkeitswert ein, je „unebener" die Fläche, über die der Wind streicht, umso „langsamer" wird dieser.

Belastung der Solarmodule durch die Windlast

Die Windlast kann für die Module extrem gefährlich sein. Werden sie aus der Verankerung gerissen, können enorme Schäden entstehen. Das gilt nicht nur für Solarmodule, die auf Flachdächern aufgeständert sind oder für Freianlagen (die aber wegen der Bodennähe etwas weniger stark betroffen sind). Auch auf Schrägdächern montierte Photovoltaikmodule sind durch die Windlast stark beeinflusst. Hier kommt die Sogwirkung als weitere Belastung hinzu. Und bei der Sogwirkung spielt sowohl der Abstand zwischen Solarmodulen und Dachfläche eine Rolle als auch, wie nahe die Solarmodule an den Rand des Daches montiert wurden. Vor allem am Giebel und am Dachfirst können die Windkräfte sehr groß werden.

Tipp:

Bei der Wahl des richtigen Abstandes der Solarmodule muss ein Kompromiss zwischen möglichst guter Hinterlüftung und möglichst geringer Belastung durch eine Sogwirkung gefunden werden. Die Montagerichtlinien der Hersteller sollten immer beachtet werden.

Die Belastung durch den Wind ergibt sich wie folgt:

Windlastzone 1	*Windgeschwindigkeit: 22,5 m/s* *Druckbelastung: 0,32 kN/m2*
Windlastzone 2	*Windgeschwindigkeit: 25 m/s* *Druckbelastung: 0,39 kN/m2*
Windlastzone 3	*Windgeschwindigkeit: 27,5 m/s* *Druckbelastung: 0,47 kN/m2*
Windlastzone 1	*Windgeschwindigkeit: 30 m/s* *Druckbelastung: 0,56 kN/m*

Ein Kilo-Newton pro Quadratmeter entspricht ungefähr der Belastung mit 100 kg pro Quadratmeter.

Beständigkeit von Modulen und Montagesystem

Die Belastung durch die Windlast kann enorm groß sein. Es gibt aber besonders stabile Solarmodule, die für große Wind- und Schneelasten und widrige Witterungsbedingungen ausgelegt wurden. Dabei sind Rahmen und Abdeckung ausgesprochen stabil ausgeführt. Und es sind natürlich auch Montagesysteme erhältlich, die hohen Belastungen standhalten. In den Datenblättern und Montagerichtlinien der Solarmodul- und Montagesystemhersteller sind die entsprechenden Informationen enthalten.

Online-Tool zur Windlastberechnung

Die Windlast kann trotz einer niedrigen Windlastzone im Einzelfall durch topografische Bedingungen oder andere Standorteinflüsse sehr hoch ausfallen. Im Internet sind Tools zur Windlastberechnung zu finden. Aber auch diese Werte sind letztlich nur Annäherungen.

Tipp:

Wer seine Photovoltaikanlage versichert, von dem verlangen die Versicherungsgesellschaften häufig auch den Nachweis einer Berechnung der Windlast.

Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme ist ein wichtiger Schritt, denn ab jetzt produziert die Photovoltaikanlage Solarstrom. Als besonders wichtig stellt sich der genaue Zeitpunkt der Inbetriebnahme heraus, denn der bestimmt laut Erneuerbare Energien Gesetz die für die nächsten 20 Jahre gültige Einspeisevergütung.

Inbetriebnahmezeitpunkt

Und genau deshalb ist der exakte Inbetriebnahmezeitpunkt auch so wichtig. Fällt die Inbetriebnahme in eine Phase, in der sich über längere Zeit die Einspeisevergütung nicht ändert, dann kommt es natürlich auf ein, zwei Tage gar nicht an. Aber mit den neuen Verfahren der Degression, der sogenannten Verstetigung, nach denen monatlich die Vergütungssätze gesenkt werden, gilt es immer öfter, dass der Inbetriebnahmezeitpunkt genau nachgewiesen werden sollte. Denn es geht um eine ganze Menge Geld, schnell sind durch die Absenkung der Einspeisevergütung im Lauf von 20 Jahren Tausende von Euro weniger zu erwarten. Der Inbetriebnahmezeitpunkt hat also letztlich Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit beziehungsweise die Rendite der Photovoltaikanlage.

Definition Inbetriebnahmezeitpunkt

Seit April 2012 gibt es Neuregelungen bezüglich der Definition des Inbetriebszeitpunktes. In § 3 Nr. 5 EEG 2012 (ab 04/2012) wird nunmehr klargestellt, dass die Solaranlage fest an dem für den dauerhaften Betrieb vorgesehenen Ort und dauerhaft mit dem für die Erzeugung von Wechselstrom erforderlichen Zubehör installiert wurde d.h. ein Wechselrichter installiert sein muss. Die Anlage muss zudem bereits Strom produziert haben.

Hier ein Überblick über die Anforderungen an den Nachweis des Inbetriebnahmezeitpunkts laut der Clearingstelle:

- *Solaranlage produziert Strom UND dieser Strom wird außerhalb der Photovoltaikanlage erstmals verbraucht oder gespeichert.*
- *Die Inbetriebnahme muss nicht für jedes Modul einzeln erfolgen.*
- *Der Netzbetreiber muss nicht anwesend sein.*
- *Der Solarstrom muss nicht ins öffentliche Netz eingespeist werden.*
- *Die Anlage muss endgültig an ihrem Bestimmungsplatz montiert sein.*
- *Ein Wechselrichter muss installiert sein.*
- *Der Nachweis kann durch Fotos oder Zeugen geführt werden.*

Mit der Verabschiedung der Änderungen des EEG zum April 2012 wird der Inbetriebnahmezeitpunkt somit deutlich enger gefasst.

Inbetriebnahmeprotokoll für Photovoltaikanlagen

Das Inbetriebnahmeprotokoll kann als Nachweis herangezogen werden, dass die Photovoltaikanlage Strom produziert. Es hat aber noch andere Aufgaben. Ohne Inbetriebnahmeprotokoll muss der Netzbetreiber keine Einspeisevergütung zahlen. Mit dem Inbetriebnahmeprotokoll – und zwar nur hiermit – kann der Betreiber nachweisen, dass die neue Photovoltaikanlage allen Normen und Vorschriften entspricht. Das Inbetriebnahmeprotokoll muss in Anwesenheit des Betreibers der Photovoltaikanlage vom Solarteur erstellt werden. Ein Vertreter des Netzbetreibers kann, muss aber nicht anwesend sein.

Umfang des Inbetriebnahmeprotokolls

Im Inbetriebnahmeprotokoll wer-

den alle Daten zur Photovoltaikanlage aufgeführt. Dazu gehören nicht nur allgemeine Angaben zum Betreiber und dem Standort sowie das Datum, sondern auch technische Details. Von allen Komponenten müssen nicht nur der Hersteller und das Modell, sondern auch ihre Anzahl genannt werden. Aber es werden auch Angaben gemacht zur Neigung, der Ausrichtung und der Montage. Insbesondere hat das Inbetriebnahmeprotokoll jedoch die Aufgabe, die Funktionsfähigkeit der Photovoltaikanlage nachzuweisen. Dazu werden Angaben zu den Strahlungswerten bei Erstellung des Protokolls ebenso gefordert wie zu Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom an den Strings und dem Generatoranschlusskasten. Auch Komponenten wie Einspeisezähler und Einspeisemanagement werden überprüft.

Tipp:

Wird eine vorhandene Photovoltaikanlage erweitert, muss dafür auch ein neues Inbetriebnahmeprotokoll erstellt werden.

Brandgefahr

Ein Thema, das immer wieder – und teils sehr widersprüchlich – diskutiert wird, ist die Brandgefahr durch Photovoltaikanlagen. Was aber noch spannender für die Anlagenbetreiber ist: das Verhalten der Feuerwehr im Falle eines Brandes. Dabei geht es nicht nur darum, dass die Photovoltaikanlage selbst zerstört wird. Vielmehr ist die große Frage, kann die Feuerwehr ein Haus löschen, auf dessen Dach oder an dessen Fassade eine Photovoltaikanlage installiert ist?

Gefährliche Elektrizität bei einem Brand mit vorhandener Photovoltaikanlage

Immer wieder kann man Schreckensmeldungen lesen, dass die Feuerwehr ein Haus, auf dem eine Photovoltaikanlage montiert ist, kontrolliert abbrennen lässt. Die Gefahr für die Feuerwehrleute selbst sei zu groß, als dass sie löschen könnte. Es ist tatsächlich so, dass Feuerwehrleute beim Löschen eines Hauses, auf dem eine Photovoltaikanlage installiert ist, einer ganzen Reihe von Gefahren – über die üblichen Berufsrisiken hinaus – ausgesetzt sind. Diese Gefahren ergeben sich vor allem durch die Strom führenden Teile der Photovoltaikanlage. In den meisten Fällen lässt sich eine Photovoltaikanlage nämlich nicht komplett spannungsfrei schalten. Selbst wenn die Wechselstromseite durch einen entsprechenden Schalter im Wechselrichter spannungsfrei ist, so gilt dies nicht für die Gleichstromseite. Von den Modulen bis zu einem Freischalter bleibt die Spannung bestehen. Aber gerade bei Gleichstrom ist bereits eine Spannung von 120 V für Menschen tödlich. Eine weitere Gefahr ergibt sich für die Feuerwehrleute, wenn Stecker oder Anlagenteile unsachgemäß getrennt werden. Dann können Lichtbögen entstehen, von denen eine große Gefahr für Leib und Leben der Feuerwehr ausgeht.

Löschen Feuerwehrleute ein Haus und betreten dieses, kann sich in bestimmten Räumen Löschwasser ansammeln. Befinden sich dort gleichzeitig Strom führende Bauteile der Photovoltaikanlage, so besteht eine große Gefahr durch Stromschlag. Das Löschwasser selbst kann auch unter Strom stehen, auch, wenn es außen am Haus entlang läuft und die Feuerwehr gefährden. Natürlich werden durch die genannten Gefahren nicht nur Feuerwehrleute, sondern auch andere Menschen, Bewohner, Rettungskräfte und andere gefährdet.

Andere Gefahren beim Brand

Zu den Gefahren durch Elektrizität gesellen sich weitere Punkte, die bei einem Brand mit Beteiligung von Photovoltaikanlagen das Löschen zumindest komplizierter und aufwendiger machen. Solarmodule und Kabel enthalten Werkstoffe, die bei einem Brand Giftstoffe freisetzen können. Das können nicht nur die Kabelmäntel sein, sondern auch andere Kunststoffe oder toxische Stoffe, die bei der Fertigung der Solarmodule verwendet werden. Diese können sowohl Menschen als auch die Umwelt vor Ort gefährden. Eine besonders große Gefahrenquelle stellt der sogenannte Kamineffekt bei Photovoltaikanlagen dar. Sie sind ja im Allgemeinen in einem

Abstand von rund 10 cm vom Dach entfernt montiert. Bei einem Brand kann der hier entstehende Luftzug das Feuer stark anfachen, sodass sich das Feuer schneller ausbreitet. Genauso gefährlich ist es, dass ein Brand, der gerade erst entsteht, übersehen wird, weil das Dach ja zu großen Teilen von der Photovoltaikanlage abgedeckt ist. Eine weitere Besonderheit, mit der sich die Feuerwehr im Brandfall konfrontiert sieht, ist das andere Einsturzverhalten. Dächer, auf denen eine Photovoltaikanlage montiert ist, stürzen eher nach innen ein. Dadurch sind von innen löschende Einsatzkräfte stärker gefährdet.

Schutzmaßnahmen, die von der Feuerwehr angeraten werden

1. Feuerwehrschalter - Als beste Schutzmaßnahme wird von der Feuerwehr ein sogenannter Feuerwehrschalter empfohlen. Der bietet die Möglichkeit, eine Photovoltaikanlage spannungsfrei zu schalten. Leider ist ein Feuerwehrschalter nicht vorgeschrieben. Jeder Eigentümer sollte aber auch in eigenem Interesse handeln, schließlich ist es das eigene Haus, das im Zweifelsfall nicht gelöscht werden kann.

2. Hinweisschild - Helfen kann es auch schon, wenn ein Hinweisschild am Haus angebracht ist, das auf die vorhandene Photovoltaikanlage aufmerksam macht. Nach Umfragen wird im Einsatz nicht immer das Haus vor dem Löschen von allen Seiten betrachtet. Manche Anlagen sind zudem – gerade im Dunkeln – schlecht zu erkennen.

3. Übersichtsplan - Da den Feuerwehren häufig gar nicht bekannt ist, dass auf dem Haus eine Photovoltaikanlage montiert wurde, müssen sie spätestens bei der Brandmeldung darüber informiert werden. Darüber hinaus empfehlen die Feuerwehren Anlagenbetreibern, sogenannte Übersichtspläne zu erstellen und so aufzubewahren, dass sie von außen gut zugänglich sind und im Brandfall an die Feuerwehr übergeben werden können. Der Plan enthält alle Informationen, die eine Orientierung und adäquate Reaktion der Feuerwehr ermöglichen.

4. Atemschutz - Der Feuerwehr wird auch empfohlen, bei unbekannter Brandschutzklasse Atemschutzmasken zu tragen. Damit können sie sich vor toxischen Stoffen schützen, die bei einem Brand freigesetzt werden. Auch das Abschalten von Lüftungsanlagen ist eine Vorsorgemaßnahme. Dies sorgt auch dafür, dass der Brand sich nicht so leicht ausbreitet.

5. Durch weitläufiges Absperren müssen bei einem Brand Menschen vor Glassplitter durch platzende Solarmodule geschützt werden.

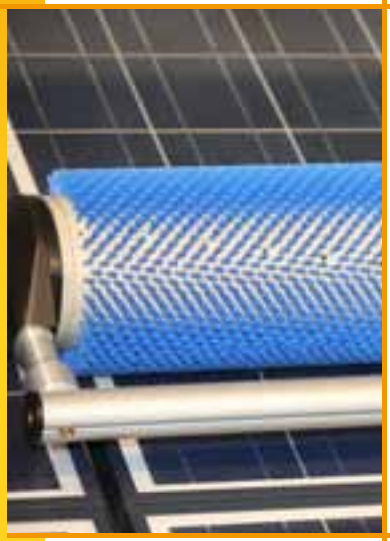
Checkliste „Photovoltaik Installation“

Bei der Installation einer Photovoltaikanlage viele Dinge beachtet werden. Die wichtigsten Punkte gibt es hier im Überblick.

Installation einer Photovoltaikanlage

- *Auswahl Montagesystem – Sollte mit dem Solarteur zusammen erfolgen. Dabei geht es zwar auch um die Kosten, aber vor allem muss das Montagesystem für die gewählten Module geeignet sein (Montagerichtlinien der Hersteller beachten).*
- *Schnee-und Windlast – Müssen bei der Auswahl des Montagesystems berücksichtigt werden.*
- *Gerüst – Bei einem Flachdach ist zur Montage nicht immer ein Gerüst notwendig. Oft reichen Absturzsicherungen. Der Solarteur wird sich hier auskennen. Eine Selbstmontage spart unter Umständen an der falschen Stelle (Haftung bei Unfällen, Undichtigkeiten des Daches etc.).*
- *Position Wechselrichter – Auch die anderen Komponenten müssen montiert werden. Der Wechselrichter sollte so nahe wie möglich an den Einspeisepunkt montiert werden, dann kann das Wechselstromkabel kurz gehalten werden.*
- *Zähler – Entgegen mancher Behauptung müssen die Zähler nicht im vorhandenen Zählerschrank montiert werden. Aber wenn dort Platz ist, bietet es sich an.*
- *Kabel – Wenn Leerrohre vorhanden sind, kann das die Montagekosten erheblich senken.*
- *Inbetriebnahme – Ab April 2012 gilt die strengere Auslegung des Inbetriebnahmezeitpunkts. Das heißt: Wechselrichter und feste Installation werden hier notwendig.*
- *Anmeldung beim Netzbetreiber – Beim Netzbetreiber müssen die Photovoltaikanlagen angemeldet werden. Die dazu notwendigen Unterlagen unterscheiden sich von Netzbetreiber zu Netzbetreiber. Rechtzeitig anfragen. Der Netzbetreiber hat gesetzlich garantiert einige Wochen Zeit, um den Antrag zu bearbeiten.*

- *Inbetriebnahmeprotokoll – Ist ein sicherer Nachweis, der auch juristisch standhält als Nachweis für den Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Die Anwesenheit des Betreibers persönlich ist notwendig! Am besten vorher mit dem Solarteur schon alle notwendigen Daten durchgehen.*
- *Anleitung durch Solarteur – Sollte selbstverständlich sein: Eine genaue Anleitung durch den Experten, wie Datenlogger und Wechselrichterdaten zu interpretieren sind, aber auch Einweisung zum Einspeisezähler, zur Anlagenwartung etc.*
- *Unterlagen – Kopie des Inbetriebnahmeprotokolls sollte unbedingt behalten werden. Zudem müssen alle anderen Dokumente wie Garantie, Datenblätter, Rechnungen und Ähnliches sortiert aufbewahrt werden. Die nächste Steuererklärung naht!*



Photovoltaik Wartung

Der Wartungsbedarf von Photovoltaikanlagen ist nicht besonders hoch – das wird immer wieder betont. Im Prinzip ist das auch richtig. Aber ganz ohne Wartung und Pflege geht es nicht. Schließlich gehören zu der Photovoltaikanlage nicht nur die Solarmodule, sondern viele weitere Komponenten.

Wartungsbedarf

Der Wartungsbedarf von Photovoltaikanlagen ist nicht besonders hoch – das wird immer wieder betont. Im Prinzip ist das auch richtig. Aber ganz ohne Wartung und Pflege geht es nicht. Schließlich gehören zu der Photovoltaikanlage nicht nur die Solarmodule, sondern viele weitere Komponenten.

Solarmodule

Der Wartungsbedarf von Photovoltaikmodulen ist in der Tat vergleichsweise gering. Es gibt keine „drehenden" Teile, was grundsätzlich den Instandhaltungsaufwand reduziert. Andererseits sind die Solarmodule rund um die Uhr teilweise widrigen Witterungsbedingungen ausgesetzt. Deshalb müssen sie regelmäßig überprüft werden. Dabei geht es vor allem um die Dichtigkeit und Unversehrtheit der Module, eventuell auftretende Verschmutzungen, Verspannungen in der Befestigung, die Bildung von Hot Spots und ähnliche Punkte. Zum Erfordernis einer regelmäßigen Reinigung der Solarmodule gibt es mehr Informationen unter dem Punkt Reinigung.

Verkabelung

Auch die Solarkabel sind den Witterungseinflüssen – zumindest teilweise – ausgesetzt. Selbst wenn die Kabel für den Außeneinsatz vorgesehen sind, müssen regelmäßig die Steckverbindungen zu den Modulen und die Unversehrtheit der Kabelmantel überprüft werden.

Wechselrichter

Der Wechselrichter ist eine Komponente, die deutlich weniger robust ist als die Solarmodule. Auch die Lebensdauer der Wechselrichter, die durchschnittlich bei rund zehn Jahren liegt, spiegelt den höheren Bedarf an Wartung wider. Außerdem sollte regelmäßig die Software des Wechselrichters auf den neuesten Stand gebracht werden. Auch hier ist eine Überprüfung der Steckverbindungen zu den Solarkabeln, sowohl auf der Gleichstrom- wie auch der Wechselstromseite notwendig.

Zähler

Gehört der Zähler dem Anlagenbetreiber, dann muss dieser regel-

mäßig geeicht werden. Eine Überprüfung des Zählers ist ja auch im eigenen Interesse (Einspeisevergütung!). Ist der Zähler aber Eigentum des Netzbetreibers, dann fallen sowohl Wartung als auch Eichung in dessen Verantwortungsbereich.

Montagesystem

Das Montagesystem ist für die Sicherheit der Photovoltaikanlage entscheidend. Deshalb sollte auch mindestens jährlich wenigstens eine Sichtkontrolle erfolgen. Auch durch eine starke Windbelastung kann sich schon mal am Montagesystem eine Klemme oder Schraubverbindung lockern, die die Sicherheit der gesamten Anlage gefährden. Das Montagesystem muss also auch in die Wartung eingeschlossen werden.

Wartungsvertrag

Wie für viele Anlagen werden auch für Photovoltaikanlagen Wartungsverträge angeboten. Wartungsverträge sind vielen von ihrer Heizungsanlage oder vom Durchlauferhitzer bekannt. Vom Prinzip her funktionieren Wartungsverträge für Photovoltaikanlagen genauso.

Wartungsvertrag – Inhalt und Kosten

Es wird mit dem entsprechenden Betrieb die regelmäßige – im Normalfall jährliche – Inspektion und Überprüfung sowie eventuelle Reparatur der Photovoltaikanlage zur Sicherstellung der Betriebssicherheit und -bereitschaft vereinbart. Der Abschluss eines Wartungsvertrags hat den Vorteil, dass die ausführenden Betriebe an die Wartung erinnern und dass häufig im Preis sowohl ein Notdienst wie auch kleinere Instandsetzungen oder Verschleißmaterialien enthalten sind. Die Kosten eines Wartungsvertrags für Photovoltaikanlagen belaufen sich – natürlich abhängig vom genauen Umfang und der Größe der Anlage – auf rund 100 bis 150 Euro pro Jahr. Manche Anbieter bieten Wartungsverträge mit Kostenabrechnung nach Kilowatt peak an.

Tipp:

Eine regelmäßig durchgeführte Wartung, die jeweils einzeln beauftragt wird, verursacht ungefähr dieselben Kosten. Aber häufig wird auch empfohlen, die Wartung nur alle zwei Jahre durchzuführen.

Wie sinnvoll ist ein Wartungsvertrag?

Eine Photovoltaikanlage ist eine kostspielige Investition. Ganz klar, dass diese auch einer regelmäßigen Instandhaltung bedarf. Wartungsverträge bieten dabei durchaus eine Reihe von Vorteilen – und sei es nur, dass keine Termine vergessen werden. Gleichzeitig ist damit sichergestellt, dass die Wartung auch durchgeführt wird. Einige Hersteller von Solarmodulen verlangen eine regelmäßige Wartung als Voraussetzung für die Gewährung ihrer langen Garantiezeiten. Auch für die Versicherungen gilt der Wartungsvertrag als Nachweis, dass die Sicherheit der Photovoltaikanlage regelmäßig überprüft wird.

Tipp:

Bei einer kleinen Anlage, die zudem noch gut über Dachfenster oder Flachdach erreichbar ist, kann die Sichtkontrolle auch gut selbst durchgeführt werden.

Umfang der regelmäßigen Wartungsaufgaben

Im Wartungsvertrag sind die durchzuführenden Aufgaben festgeschrieben. Regelmäßig sollte bei der Wartung der Photovoltaikanlage eine Kontrolle der Solarmodule durchgeführt werden. Dabei werden die Solarmodule daraufhin überprüft, ob Schäden am Glas, am Rahmen oder der Stecker aufgetreten sind. Einer Sichtkontrolle wird auch die Verkabelung und das Montagesystem unterzogen. Gerade bei den Kabeln ist dies sehr sinnvoll. Bei Scheuerstellen oder Bruch der Isolation drohen Brandschäden! Manche Wartungsverträge umfassen auch die Überprüfung der Schraub- oder Klemmverbindungen zwischen Solarmodulen und Befestigungssystem sowie Befestigungssystem und Dach. Daneben wird auch die Funktionstüchtigkeit der Solarmodule beziehungsweise der gesamten Anlage überprüft. Dazu werden die Ertragsdaten mit den Solldaten verglichen. Der Wechselrichter wird überprüft und gereinigt, die Stecker überprüft.

Reinigung

Photovoltaikanlagen sind 24 Stunden am Tag der Witterung ausgesetzt. Dabei wirken nicht nur Regen, Wind, Schnee oder Sonne auf die Module ein. Verschmutzungen durch die Luftverschmutzung, Staubentwicklung, Straßenverkehr, Vogelkot, fallendes Laub oder Nadeln von in der Nähe wachsenden Bäumen können den Solarmodulen auf die Dauer ganz schön zusetzen. Am Übergang zwischen Rahmen und Glas setzt sich gerne Schmutz fest, es können sich hier im Laufe der Zeit sogar Flechten oder Moos ansiedeln. All diese Faktoren führen definitiv zu geringeren Erträgen der Photovoltaikanlage. Eine Reinigung von Zeit zu Zeit hilft, Hot Spots zu vermeiden und die Erträge der Photovoltaikanlage langfristig zu sichern.

Reinigungsbedarf trotz Schnee und Regen?

Immer wieder wird auf die Reinigungskraft von Regen oder auch Schnee für die Solarmodule hingewiesen. Unbestritten hilft ein heftiger Regenguss, oberflächliche Verschmutzungen wie liegen gebliebene Blätter oder Staub abzuwischen. Auch Schnee, der irgendwann von den Solarmodulen hinunter rutscht, kann dabei viel Staub und leichtere Verschmutzungen mit sich ziehen. Das gilt aber definitiv nicht für verkrustete Verschmutzungen, zum Beispiel stark ätzenden, in der Sonne angebackenen Vogelkot. Und das gilt auch nicht für Verschmutzungen, die sich an den Rändern der Modulrahmen festsetzen. Darüber hinaus nimmt die Reinigungswirkung von Regen und Schnee mit geringer werdendem Neigungswinkel stark ab.

Tipp:

Schauen Sie sich Ihr Auto an. Wie sauber ist das nach einem Regenguss? Wie würden Sie eine Behauptung einordnen, Regen und Schnee reichen für die Reinigung Ihres Autos völlig aus? Und wenn Sie nicht an Autos denken, dann denken Sie doch einfach an Ihre Fensterscheiben.

Reinigungsmittel für Solaranlagen

Wie sollte dann aber eine Reinigung der Solarmodule durchgeführt werden? Nur so viel: Da kann man ganz viel falsch machen. Aber wenn ein paar einfache Regeln beachtet werden, kann die Reinigung wirklich helfen, den Ertrag auf Dauer sicherzustellen.

Auf folgende Punkte sollte unbedingt geachtet werden:

- *Auf keinen Fall Hochdruckreiniger benutzen, sie könnten Rahmen, Befestigung oder das Glas der Solarmodule beschädigen.*
- *Sanfte Reinigungsmittel verwenden – keine stark ätzenden oder scharfen Reinigungsmittel verwenden. Einige Solarmodulhersteller machen in ihrer Betriebsanleitung Angaben dazu, welche Reinigungsmittel geeignet sind.*
- *Kalkarmes Wasser verhindert Kalkstreifen und Schlieren.*
- *Eine weiche Bürste unterstützt die Reinigungskraft ebenso wie fließendes Wasser.*

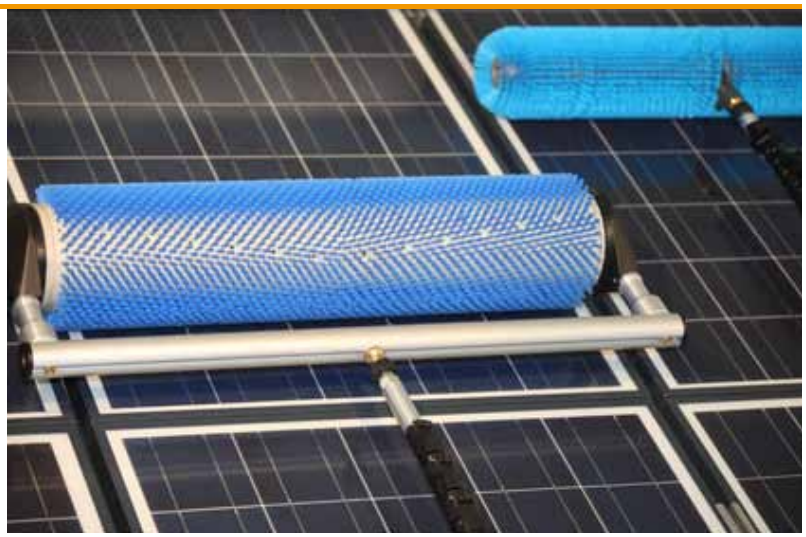
Tipp:

Es kann Probleme mit der Gewährleistung geben, wenn man sich nicht

an die Vorgaben bezüglich des Reinigungsmittels hält!

Kosten für die Reinigung von Solaranlagen

Es gibt inzwischen überall auf die Reinigung von Photovoltaikanlagen spezialisierte Dienstleister. Die Preisvorstellungen variieren natürlich nicht nur regional, sondern auch von Anbieter zu Anbieter. Angesetzt werden sollten zwischen 1 und 2,50 Euro pro Quadratmeter Photovoltaikanlage. Allerdings muss eine Solaranlage bis auf wenige Ausnahmefälle nicht jedes Jahr professionell gesäubert werden. Lediglich Anlagen, die durch landwirtschaftliche Betriebe mit starker Staubentwicklung oder andere Industrieanlagen oder durch die Lage an verkehrsreichen Straßen extrem hohen Verschmutzungen ausgesetzt sind, sollten mindestens einmal jährlich gut gereinigt werden.



Und warum die Reinigung nicht selbst übernehmen?

Eigentlich spricht tatsächlich gar nichts dagegen, die Reinigung der Solaranlage selbst durchzuführen. Entsprechendes Material ist inzwischen leicht im Internet erhältlich. Wichtigstes Instrument für die Do-it-yourself-Reinigung der Photovoltaikanlage: eine weiche Reinigungsbürste mit Teleskopstange. Dazu ein sanfter biologischer Reiniger und fließendes Wasser (zum Beispiel über einen Gartenschlauch) – fertig ist das notwendige Equipment. Allerdings kann die Erreichbarkeit der Photovoltaikanlage ein Argument gegen eine eigene Reinigung sein. Sind durch ein Dachfenster oder andere Möglichkeiten alle Solarmodule mithilfe einer Teleskopstange gut erreichbar – okay. Ist dies nicht der Fall, gilt der Rat: Lieber die Finger davon lassen. Die Absturzgefahr sollte niemand unterschätzen.

Reparaturen

Natürlich kann es vorkommen – auch wenn Photovoltaikanlagen noch so langlebig sind – eine der vielen Komponenten kann einen Defekt haben. Ist der Fehler entdeckt, muss das entsprechende Bauteil entweder repariert oder ausgetauscht werden. Kleinere Reparaturen sind häufig in der Wartung mit enthalten, also zum Beispiel Festziehen gelockerter Befestigungsklemmen oder -schrauben, gelockerte Stecker, lockere Anschlussdosen an den Modulen etc.

Es gibt viele Gründe, aus denen der ein oder andere Schaden an der Photovoltaikanlage entstehen kann. Ganz vorne stehen Witterungseinflüsse wie starke Stürme oder Hagel, durch die einzelne Module losgerissen werden oder Glasbruch verursacht wird. Aber auch Montagefehler können zu Schäden an Komponenten führen. So können zum Beispiel Kabel, die sich gelöst haben, durch Wind- oder Zugbelastung durchscheuern. Ein häufiger Grund ist auch Marderverbiss, der zu erheblichen Schäden an der Verkabelung führen kann.

Austausch Wechselrichter

Womit jeder Betreiber einer Photovoltaikanlage rechnen sollte, ist, dass der Wechselrichter nicht über die gesamte erwartete Lebensdauer der Photovoltaikanlage funktioniert. Dann steht ein Austausch des Wechselrichters an. Fällt dieser Austausch noch in die Garantiezeit, dann erfolgt er im Normalfall schnell und unkompliziert durch den Service des Herstellers. Der Austausch des Wechselrichters ist einem Fachmann vorbehalten. Beim Austauschtermin wird der alte Wechselrichter abgeholt und gleichzeitig das neue Gerät installiert. Unbedingt sollte beim Austausch des Wechselrichters darauf geachtet werden, dass die Schnittstelle wieder so konfiguriert wird wie beim vorherigen Wechselrichter. Zählerstände sollten notiert werden.

Auch beim Austausch des Wechselrichters auf eigene Kosten, nachdem also die Garantiezeit abgelaufen ist, sollte ein Solarteur beauftragt werden. Und auch hier gilt: Darauf achten, ob für den neuen Wechselrichter eine vollständige, neue Verschaltung (Umverstringen) notwendig wird. Diese kann sogar sinnvoll sein, wenn mit den/dem neuen Wechselrichter(n) bessere Erträge erwartet werden.

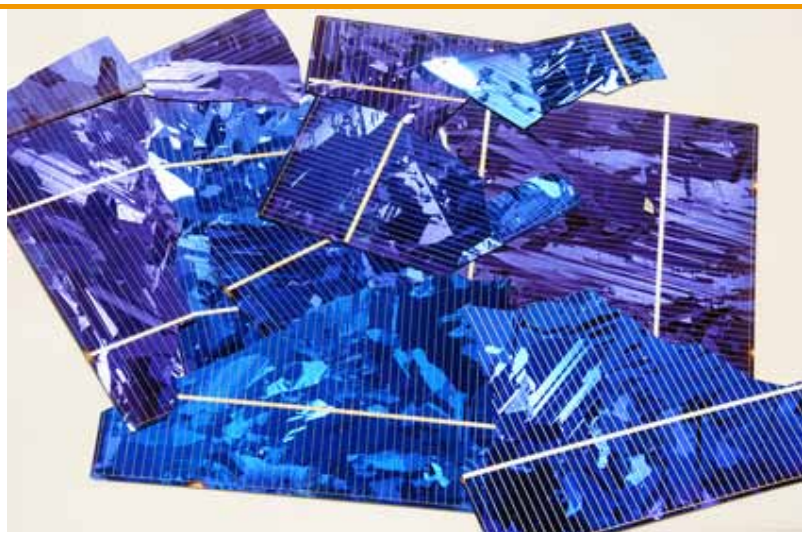
Tipp:

Grundsätzlich gilt, Reparaturen an irgendeiner Komponente der Solaranlage sollten immer von Fachleuten durchgeführt werden. Es besteht hier Lebensgefahr!

Austausch defekter Module

Mit größerem Aufwand ist dagegen der Austausch von defekten Modulen verbunden. Zunächst muss ja auch ausfindig gemacht werden, welches Modul defekt ist. Sollte es durch eine Sichtprüfung nicht einfach zu erkennen sein, zum Beispiel, weil ein Glasbruch deutlich zu erkennen ist, dann können Defekte wie Hot Spots, die sich durch Verschmutzung oder Verschattung entwickelt haben, gut durch Aufnahmen mit der Wärmebildkamera lokalisiert werden. Es besteht aber

auch die Möglichkeit, die Module einzeln durchzumessen. Je nachdem, wie gut der Solargenerator zu erreichen ist, kann dann das Modul schnell ausgetauscht werden. Hier sollte man auf jeden Fall auf die Hilfe eines Solarteurs zurückgreifen.



Bei einem neuen Modul muss auch der Wechselrichter neu konfiguriert werden.

Tipp:

Der Austausch defekter, beschädigter oder der Ersatz gestohlener Module gilt nicht mehr als neue Inbetriebnahme. Es ist damit mit den Änderungen Anfang 2012 nicht mehr rechtlich unsicher, welche Einspeisevergütung dem Anlagenbetreiber zusteht.

Hier zur Erläuterung noch der Wortlaut aus dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG):

§ 32 Abs. 3

„Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie, die Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie aufgrund eines technischen Defekts, einer Beschädigung oder eines Diebstahls am selben Standort ersetzen, gelten … als zu dem Zeitpunkt in Betrieb genommen, zu dem die ersetzten Anlagen in Betrieb genommen sind."

Checkliste „Photovoltaik Wartung“

Ganz ohne Wartung und Pflege geht es nicht. Hier noch einmal alle wichtigen Punkte, die Sie bei der Wartung einer Photovoltaikanlage beachten sollten.

Wartungsverträge lassen sich anhand folgender Punkte gut vergleichen:

- *Fernüberwachung - Wird eine Fernüberwachung mit angeboten beziehungsweise ist sie Bestandteil des Wartungsvertrags?*
- *Regelmäßige Sichtkontrolle - Wie häufig erfolgt die Sichtkontrolle – viertel-, halb- oder jährlich?*
- *Ereignisabhängige Sichtkontrolle - Erfolgt auch eine ereignisabhängige Sichtkontrolle (also zum Beispiel nach Gewittern, Hagelschlag oder Sturm)?*
- *Wartungsarbeiten - Wie häufig erfolgen die Wartungsarbeiten? (Üblich ist ein jährlicher oder zweijährlicher Rhythmus.)*
- *Umfang - Welche Komponenten sind Gegenstand des Wartungsvertrags? - Module (inklusive Anschlussdosen), Wechselrichter, Verkabelung, Zähler, Montagesystem.*
- *Störungsbeseitigung - Gehört die Störungsbeseitigung zum Umfang des Wartungsvertrags oder muss sie extra bezahlt werden? (Wenn ja, gibt es Einschränkungen?)*
- *Reparaturen - Gehören kleinere Reparaturen beziehungsweise der Austausch von Verbrauchsmaterialien zum Wartungsvertrag?*
- *Notdienst - Wird ein Notdienst bei Teil- oder Totalausfall von Komponenten angeboten?*
- *Protokoll - Wird ein schriftliches Protokoll angefertigt?*
- *Kosten - Was hoch sind die Kosten für den Wartungsvertrag?*

Reinigung von Photovoltaikanlagen

- *Standort - Ist standortbedingt mit starken Verschmutzungen zu rechnen? (Landwirtschaft, Straßenverkehr etc.)*
- *Neigungswinkel - Ist der Neigungswinkel der Photovoltaikanlage sehr flach? (Dann ist mit höherem Reinigungsbedarf zu rechnen.)*
- *Erreichbarkeit - Sind die Solarmodule gut zu erreichen? (Zum Beispiel per Teleskopstange vom Boden oder aus Dachfenstern heraus.)*

- *Eigenleistung - Trauen Sie sich die Reinigung selbst zu? (Kraft, Gleichgewichtssinn, Erreichbarkeit)*
- *Kosten - Wie hoch sind die Kosten für die Reinigung laut Angebot von Spezialunternehmen?*
- *Rabatte - Gibt es Rabatte für Folgeaufträge?*

Reparaturen von Photovoltaikanlagen

- *Garanite - Gibt es eine Garantieverlängerung für den Wechselrichter?*
- *Versicherung - Übernimmt die Versicherung die Reparaturkosten bei Glasbruch oder Ähnlichem?*
- *Hersteller - Übernehmen Wechselrichter- oder Modulhersteller die Reparatur- oder Austauschkosten im Schadensfall?*
- *Kosten - Wie teuer sind die Angebote zur Reparatur?*
- *Zeit - Wie schnell kann die Reparatur oder ein Austausch von Wechselrichter und Modulen erfolgen? (Jeder Tag ohne Ertrag mindert die Einnahmen an Einspeisevergütung.)*

Bildnachweis und Impressum

Herausgeber
KWH Preis UG (haftungsbeschränkt)
Andreas Madel
Uhlandstraße 4
89077 Ulm

info@solaranlage-ratgeber.de
http://www.solaranlage-ratgeber.de

Fotos

Fotolia.com: S. 4, 6, 77 (Thaut Images); S. 5 (Smileus); S. 6 (danielschoenen); S. 10, 19, 21, 22, 23, 33, 40, 45, 60, 77, 78, 79, 91, 92 (Marina Lohrbach); S. 25, 37 (johannesspreter); S. 30 (Michel Angelo); S. 31, 76, 91 (Jürgen Fälchle); S. 34 (DOC RABE Media); S. 54 (Erica 39); S. 54 (Patrik Winbjörk); S. 55 (Clouseu), S. 67, 74, 84, 96 (Ingo Bartussek); S. 78 (skatzenberger); S. 80 (Zauberhut); S. 85 (Gerhard Seybert); S. 87 (Matze); S. 90, 95 (Luftbildfotograf); S. 94 (goldbany); S. 97 (Tobias Marx)
SMA Solar Technology AG: S. 31, 57
Eaton Industries GmbH: S. 52, 63, 86
PV Agentur GmbH: S. 52
First Solar GmbH: S. 55
SolarMax: S. 57
Fronius GmbH: S. 58
Wagner & Co. Solartechnik GmbH: S. 62, 73
Conergy Deutschland GmbH: S. 72

Grafiken

Deutscher Wetterdienst: S. 8
EnergieAgentur.NRW: S. 9
Fotolia.com: S. 9, 10, 20, 59 (Angela Stolle); S. 13, 29, 36, 37 (guukaa); S. 15 (electriceye); S. 16, 47 (vege); S. 17, 27, 49, 64, 88, 98 (Mindwalker); S. 54 (H. Strauß); S. 63 (bilderzwerg); S. 72 (3desc); S. 75 (montebelli)
Wagner & Co. Solartechnik GmbH: S. 12, 51
Bundesverband Solarwirtschaft: S. 30, 32, 35, 38, 41
Agentur für Erneuerbare Energien: S. 53, 68, 70
E3/DC GmbH: S. 61
Wikipedia.org: S. 71 (SechWatt); S. 81, 83 (Störfix)

Titelbilder

Fotolia.com: garteneidechse, Thorsten Schier, Marina Lohrbach, adimas

Text / Redaktion: Carla Lützeler
Layout / Umsetzung: Tanja Oesterlein - toest.design