das klima hat zukunft

klima+ energie fonds

Photovoltaik-Fibel 2013

Inhalt

Vorwort	4
Die 10 Schritte zur Photovoltaik-Anlage	6
Was ist Photovoltaik?	8
Geschichte der Photovoltaik	8
Das Potenzial der Sonnenenergie	9
Effektivste Ausrichtung zur Sonne	10
Vermeiden Sie Schatten!	11
Was passiert an trüben Tagen?	11
Installationsmöglichkeiten	12
Was bedeutet „GIPV"?	13
Wer sind kompetente AnlagenplanerInnen und -errichterInnen?	14
Was muss ein seriöses umfassendes Angebot enthalten?	15
Achten Sie auf Qualität!	16
„Positive Sortierung" bringt mehr Leistung!	17
Schneelasten, Windlasten	18
Wechselrichter	20
Bei Feuer am Dach	21
Kabel, Leitungen und Isolierungen	23
Blitzschutz	24
Verantwortlichkeiten bei der Modulmontage	25
Welche Genehmigungen sind verpflichtend?	25
Inbetriebnahme und Netzanschluss	27
Die Rechte der KäuferInnen	27
Anlagenbuch und E-Befund	28
Anhang	30
Glossar	34

Mein Ziel ist die Energieautarkie Österreichs

Meine drei Schwerpunkte sind: Energieeffizienz, erneuerbare Energie und „green jobs".

Wir brauchen mehr Energieeffizienz und einen vernünftigen Energiemix, um Österreich unabhängig von fossiler Energie und damit energieautark zu machen. Erneuerbare Energie ist die Zukunft, dabei müssen alle an einem Strang ziehen.

Erstmals wurde in einer Studie wissenschaftlich belegt, dass Energieautarkie in Österreich bis 2050 machbar ist. Der Weg in Richtung Energieautarkie geht nicht von heute auf morgen, es bedarf großer Anstrengungen und eines langfristigen Umbaus unseres Energie- und Wirtschaftssystems.

Wir brauchen ein Energiesystem, das für morgen ist und nicht von gestern. Was von gestern ist, ist klar: Öl-, Gas- und Atomenergie sind von gestern. Aber bis 2050 könnte Österreich ausreichend Energie aus Wasser, Sonne, Wind und Biomasse erzeugen, um energieautark zu sein. Meine drei Schwerpunkte sind: Energieeffizienz, erneuerbare Energie und „green jobs".

Die Sonnenenergie spielt dabei eine zentrale Rolle. Die Photovoltaik als Zukunftstechnologie ist auch Bestandteil der Energiestrategie für Österreich. Photovoltaik ist die Zukunftsbranche, die durch innovative Lösungen ein „Haus zum Kraftwerk" machen kann.

In Zukunft soll es bei Neubauten nicht mehr „My home is my castle", sondern „My home is my power plant" heißen: das „Haus als Kraftwerk".

DI Niki Berlakovich, Umweltminister

Wir bauen auf die Energie der Sonne – für die Zukunft Österreichs

Die individuelle Unabhängigkeit jedes österreichischen Haushaltes ist eine optimistische wie durchaus auch realistische Vision.

Obwohl Österreich zwischen 46 und 49 Grad nördlich des Äquators liegt, sind wir immer noch mit mehr als ausreichend Sonneneinstrahlung gesegnet. Ein Umstand, der uns geradezu einlädt, diese nahezu unerschöpfliche Energiequelle zu erschließen. Die individuelle Unabhängigkeit jedes österreichischen Haushaltes ist eine optimistische wie durchaus auch realistische Vision. Der Klima- und Energiefonds will mit seinen Fördermitteln die visionäre Zukunft beschleunigen und so rasch als möglich zum realen Wirtschaftsfaktor machen.

Ein Land, das mit Wasserkraft verwöhnt ist, das sich schon früh gegen die Nutzung der im Ernstfall nicht beherrschbaren Atomenergie verschrieben hat, greift nun nach dem Stern, dessen Energie der Motor allen Lebens auf unserer Erde ist. Eine Ressource, die, weil tagsüber von überall unter freiem Himmel anzapfbar, sich förmlich aufdrängt, geerntet zu werden.

Zur ertragreichen Umsetzung von Photovoltaikanlagen stellen wir vom Klima- und Energiefonds nicht nur großzügige Fördermittel zur Verfügung, sondern auch diese Fibel. Sie soll gleichsam ein Werkzeug sein, das Ihnen hilft, sicher und ohne Umwege die für Sie und Ihre baulichen Voraussetzungen optimale Photovoltaikanlage zu errichten.

Es ist uns ein essentielles Anliegen, Ihre und unsere Investitionen so ertragreich wie möglich für größtmögliche Energieunabhängigkeit jeder einzelnen Österreicherin, jedes einzelnen Österreichers zu initiieren, um damit eine lebenswerte Zukunft des ganzen Landes abzusichern.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer,
Klima- und Energiefonds

Theresia Vogel
Geschäftsführerin,
Klima- und Energiefonds

Die 10 Schritte zur Photovoltaik-Anlage

1. Abklärung grundsätzlicher Fragen wie Anlagendimension, Neigung, Orientierung zur Sonne, Dach- oder Fassadenintegration, Standort für den Wechselrichter, Leitungsführung.

2. Mehrere Angebote einholen, Vergleich der Angebote (mit Unterstützung durch Umwelt- und Energieberatungsstellen).

3. Finanzierung und Bauanzeige (mit Unterstützung durch die errichtende Firma) klären.

4. Bei Inanspruchnahme einer Förderung unbedingt die vorgegebenen Fristen und Bedingungen zur Erlangung der Förderung beachten.

5. Antrag auf die Zuteilung eines Zählpunktes beim Netzbetreiber einholen (mit Unterstützung durch die errichtende Firma).

6. Klärung des Zeitplanes mit der errichtenden Firma (entsprechende Zeitreserven einplanen!) und Auftragsvergabe für die Errichtung der PV Anlage.

7. Anerkennung als Ökostromanlage beim zuständigen Amt der Landesregierung beantragen, wenn notwendig (Ökostromgesetz oder Netzbetreiber verlangt die Anerkennung).

8. Anlagenerrichtung und Erstellung eines bundesweit einheitlichen Prüfprotokolls durch eine/n konzessionierte/n ElektrotechnikerIn, die/der die Fertigstellung dem Netzbetreiber meldet.

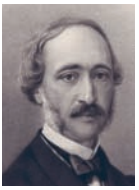
9. Auswahl des Energieversorgers zur Energieabnahme und Unterzeichnung des Energieabnahmevertrages.

10. Netzanbindung. Der Netzbetreiber tauscht den Zähler.

Was ist Photovoltaik?

Photovoltaik ist das direkte Verfahren, bei dem aus Sonnenenergie Strom gewonnen wird. Zu Modulen zusammengeschaltete Solarzellen, meist mono- oder polykristalline Siliziumzellen, wandeln Sonnenlicht (Phos) in elektrische Spannung (Volt). Ein Wechselrichter übersetzt den Gleichstrom in den haushaltsüblichen (230 Volt) Wechselstrom.

Geschichte der Photovoltaik



Alexandre Edmond Becquerel entdeckte 1839 den photoelektrischen Effekt.

Die Geschichte der Photovoltaik reicht bis ins Jahr 1839 zurück. Ein französischer Physiker entdeckte den photoelektrischen Effekt. 1893 konnte dieser Effekt in einem Selenkristall nachgewiesen werden. Albert Einstein erklärte der Welt 1905, was es mit dem Photoeffekt auf sich hat, und bekam dafür 1921 den Nobelpreis. In den 1950er Jahren wurden die ersten Siliziumzellen produziert und erstmals zur Stromversorgung von Telefonverstärkern und insbesondere von Satelliten verwendet. Die Nachfrage der boomenden Raumfahrt brachte entscheidende Fortschritte in der Entwicklung.

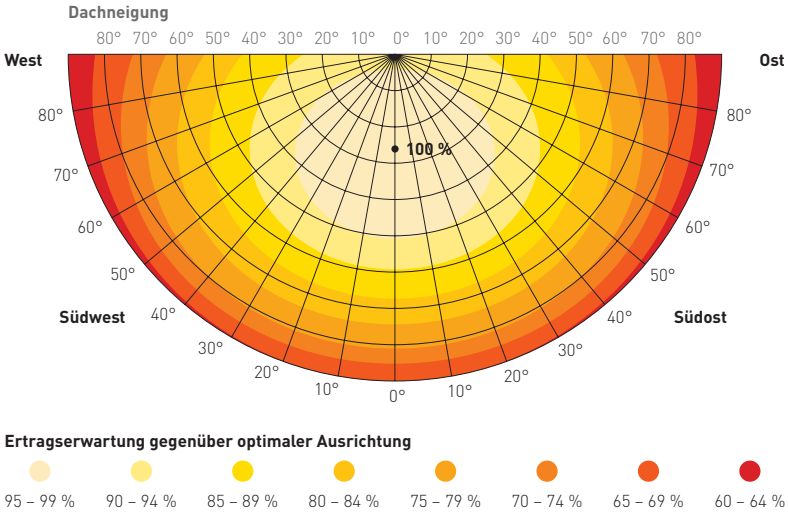
Die Energiekrisen in den 1970er Jahren und das steigende Umweltbewusstsein intensivierten das Interesse und die Weiterentwicklung am Partizipieren an der kostenlosen Sonnenenergie. Das nahende Ende der fossilen Brennstoffe sowie deren bedrohlicher Einfluss auf das Weltklima haben Regierungen zunehmend veranlasst, Investitionen in die Nutzung von Solarenergie massiv zu fördern. Einschlägige Unternehmen und Forschungsstellen arbeiten an günstigen Alternativen zur energetisch aufwändigen Siliziumzelle.

Das Potenzial der Sonnenenergie

Die Sonnenenergie ist für das Leben auf der Erde von existenzieller Bedeutung. Das Klima, ja alles Leben wird im filternden Schutz der Atmosphäre von der Strahlungsenergie der Sonne angetrieben. Aus menschlicher Sicht ist die Sonne eine unerschöpfliche Energiequelle und zudem völlig gratis. Doch was genau ist die Solarstrahlung?

Solarstrahlung resultiert aus gewaltigen atomaren Verschmelzungen im Sonnenkern. Pro Sekunde fusionieren dabei 564 Millionen Tonnen Wasserstoffatome zu 560 Millionen Tonnen Heliumatomen und setzen enorme Energiemengen von extrem kurzwelliger elektromagnetischer Strahlung frei. Etwa zwei Millionstel davon erreichen die Erde, was einer Größenordnung von 1,08 · 1018 kWh pro Jahr entspricht. Das ist etwa 5.000 Mal so viel wie der gesamte Jahresenergiebedarf der Menschheit zur Zeit. Natürlich ist die eingestrahlte Energieintensität je nach Region unterschiedlich ertragreich. Am Äquator beträgt die Energiemenge pro Quadratmeter und Jahr etwa 2.200 kWh. Bei uns in Mitteleuropa haben wir mittlere Globalstrahlungswerte (gemittelt über 30 Jahre) von 900 bis 1.200 kWh/m^2. Manche Werte gehen sogar bis über 1.400 kWh/m^2. Das ist schon deutlich weniger als am Äquator, aber immer noch genug, um den wachsenden Energiebedarf nachhaltig zu stillen.

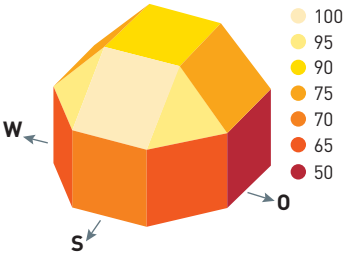
Effektivste Ausrichtung zur Sonne



Einstrahlungsgrafik, Quelle: photovoltaik-profit.de

Um den größtmöglichen Ertrag zu erzielen, sollte ein möglichst hoher Direktstrahlungsanteil von den Solarzellen absorbiert werden können. Je senkrechter die Strahlen auftreffen, umso ergiebiger ist die Energieausbeute. In Mitteleuropa erreichen wir das Optimum, wenn die Solarflächen gegen Süden ausgerichtet sind, 30 Grad geneigt und kein Schatten den Einfluss der Sonne stört. Die Basis für den Neigungswinkel ist die Waagrechte (0 Grad). Bei dieser Ausrichtung, eine professionell geplante und errichtete Anlage vorausgesetzt, kann ein jährlicher Stromertrag pro installiertem Kilowatt (eine Fläche der Photovoltaikanlage von etwa 7 bis 10 m² entspricht in etwa einer Leistung von einem Kilowatt) von etwa 900 bis 1.100 kWh erwartet werden, was etwa ein Viertel des Jahresstromverbrauches der durchschnittlichen österreichischen 4-Personen-Familie darstellt.

Welcher Ertrag zu einer vom Ideal abweichenden, weil etwa baulich unumgänglichen Ausrichtung erwartet werden darf, können Sie mittels oben abgebildeter Einstrahlungsgrafik abschätzen.



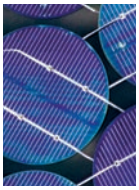
Ertragsverluste können durch die optimale Ausrichtung und Neigung minimiert werden.

Bis zu 10 bzw. 50 Grad Neigung halten sich die Ertragsverluste demnach in durchaus ökonomisch vertretbaren Grenzen. Auch die Himmelsrichtung lässt sich, wenn notwendig, von Südost bis Südwest ohne übertriebene Energieeinbußen variieren, wie Ihnen die Einstrahlungsgrafik veranschaulicht.

Vermeiden Sie Schatten!

Schon ein kleiner Schatten von Bäumen, SAT-Schüsseln, Rauchfängen oder anderen Gebäuden aber auch von Vogelkot oder Laub mindert den Ertrag empfindlich. Sollte eine Teilverschattung einfach nicht zu vermeiden sein, kann eine intelligente Verschaltung der Module die Ertragsverluste deutlich reduzieren. Das muss vom planenden bzw. errichtenden Unternehmen allerdings berücksichtigt werden.

Was passiert an trüben Tagen?



Sobald Licht, egal wie viel, auf die Solarzellen trifft, entsteht Strom.

Fällt Licht, egal wie viel, auf die Solarzellen, entsteht Strom. Solaranlagen nutzen sowohl die direkte als auch die diffuse Sonneneinstrahlung zur Umwandlung in elektrische Energie. Deshalb funktioniert eine Solaranlage selbst an Tagen mit bedecktem Himmel. Der diffuse Anteil entsteht durch Streuung und Reflexion der Sonnenstrahlen. Doch auch bei heiterem, klarem Himmel, bei dem die intensivere Direktstrahlung überwiegt, mischen indirekte, reflektierte Lichtstrahlen eifrig mit. In Mitteleuropa sind es etwa 50 % Ausbeute, die im Schnitt übers Jahr aus direkter und diffuser Strahlenenergie geerntet werden kann.

Installationsmöglichkeiten

Die drei gebräuchlichsten Anlageformen sind: die Anlage am Dach, an der Fassade oder die Freiflächenanlage. Solardächer und Fassaden werden vorzugsweise hinterlüftet ausgeführt, was pro Jahr bis zu 10 % mehr Ertrag verspricht. Die Hinterlüftungsebene sollte dabei nicht weniger als 10 cm betragen, ideal wären 15 cm.

Dachanlagen, Fassadenanlagen und Freiflächenanlagen sind die gebräuchlichsten Anlageformen.

Dachanlage

Bei Dachneigungen von 20 bis 50 Grad werden die Solarmodule in der Regel parallel zur Dachfläche montiert. Der Vorteil der Satteldachanlage ergibt sich aus der Nutzung einer im Grunde brach liegenden Fläche, die zudem schon die geeignete Schräge hat. Die parallele Montage hat neben der konstruktiven Effizienz durchaus auch eine optische Qualität.

Bei Flachdächern bzw. nur leicht geneigten Dächern ist es ergibiger, die Solarmodule nicht parallel zur Dachfläche, sondern in einem Winkel von 25° bis 35° anzubringen. Sind die Solarmodule weniger als 15° geneigt, werden sie von Regen und Schnee nicht mehr ausreichend gesäubert. Ein weiterer Vorzug dieser geschrägten Aufdachmontage liegt in der natürlichen Hinterlüftung. Außerdem bleibt die bestehende Dachhaut unangetastet im Gegensatz zur gebäudeintegrierten Installation, bei der die Unterkonstruktion der Solaranlage fest mit der Dachkonstruktion verankert wird.

Achtung: Verringern Sie bei hintereinander aufgereihten Solarmodulen den Winkel auf 20 bis 25 Grad und sorgen Sie für genügend Abstand, um eine gegenseitige Verschattung zu umgehen.

Fassadenanlage

Eine Fassadensolaranlage ist fester Bestandteil des Gebäudegesichtes. Sie sollte demnach behutsam als Gestaltungselement in das Design der Architektur integriert werden. Senkrecht angebracht, gegen Süden orientiert und ausreichend hinterlüftet reduziert sich der Ertrag auf 70 % gegenüber Solarmodulen, die 30 Grad geneigt

und etwa als Vordach zur Eingangstür eine bauliche Funktion haben. Senkrechte Fassadenmodule gegen Südosten oder Südwesten bringen nur noch 65 % Energieausbeute.

Freiflächenanlage

Freiflächenanlagen sind Photovoltaikanlagen, die nicht am Gebäude, sondern auf einer freien Fläche installiert sind. Eine Freiflächenanlage kann starr montiert oder der Sonne nachgeführt installiert werden.

Was bedeutet „GIPV“?

Möglichkeiten für die gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)

GIPV, gebäudeintegrierte Photovoltaik, ist die konstruktive Integration der photovoltaischen Zellen in die Gebäudehülle. Hier produzieren die Solarmodule nicht nur Strom, sondern übernehmen gleichzeitig eine Gebäudefunktion wie Wetterschutz, Sonnenschutz oder andere konstruktive Aufgaben.

Wer sind kompetente AnlagenplanerInnen und -errichterInnen?

Grundsätzlich sind alle konzessionierten ElektrotechnikerInnen, die auch die Abnahmeprüfung vornehmen dürfen, potenzielle ErrichterInnen Ihrer Anlage. Es wird jedoch empfohlen, ElektrotechnikerInnen zu wählen, die eine Spezialausbildung in der Planung und Errichtung von Photovoltaikanlagen nachweisen können, z. B. ElektrotechnikerInnen, die mit der „E-Marke" ausgezeichnet sind (www.e-marke.at).

Die Bundesinnung der Elektro-, Gebäude-, Alarm- und Kommunikationstechniker der Wirtschaftskammer Österreich hat die „e-Marke" als Qualitätszeichen für Elektrotechnikunternehmen ins Leben gerufen.

Fragen, die den Status quo ermitteln, um ein möglichst konkretes Erst-Angebot zu erhalten:

- Standort (PLZ, Ort, ...)?
- Höhe, Breite, Neigung, Ausrichtung, Traufenhöhe, Art der Eindeckung, Maximalbelastung des Daches?
- Verschattung bzw. wie viele Module können verschattungsfrei installiert werden?
- Kabelführung (Aufputz, im PVC-Kanal, Unterputz, im verzinkten Kanal, in vorhandenen Kanälen, ...)?
- Zustand bzw. Baujahr des bestehenden Hausanschlusses?
- Zustand bzw. Baujahr des Hauptstromverteilers?
- Ist ein zusätzliches Zählerfeld bzw. ein zusätzlicher Zählerschrank vorhanden?
- Sind Reserveplätze für Sicherungen im Hauptverteiler vorhanden?
- Ist ein Potenzialausgleich (Überspannungsschutz) vorhanden?
- Blitzschutz bzw. Erdung vorhanden? Soll nun ein Blitzschutz installiert werden?
- Welcher Stromversorger?

Was muss ein seriöses umfassendes Angebot enthalten?

Um sich einen Überblick zu verschaffen, sollte man wenigstens drei Angebote vergleichen. Sind Leistungsumfang und Qualität der Angebote vergleichbar, kann über die spezifischen Kosten (Gesamtkosten in Euro dividiert durch die Gesamtleistung in kWpeak) eine Reihung vorgenommen werden. Neben den spezifischen Kosten sollten Sie jedoch auch die Erfahrungen des anbietenden Unternehmens sowie Ihre Eindrücke über Kompetenz und Zuverlässigkeit mit in die Entscheidung einbeziehen.

Ein gutes Angebot enthält unbedingt auch Aussagen zu Leistungs- und Produktgarantien! Außerdem sind die Lieferbedingungen und die Lieferzeit sowie Angaben zur Zahlungsmodalität und Bindefrist des Angebots (mögliche Änderung von Komponentenpreisen begrenzen die zeitliche Gültigkeit mancher Angebote) enthalten.

Selbstverständlich sollten der Anschluss ans Netz (und damit verbundene Anschlusskosten), die Erstellung eines E-Befundes (Abnahmeprotokoll), die Förderabwicklung und die Bauanzeige inkludiert sein. Planungs- und Transportkosten dürfen ebenfalls nicht unter den Tisch fallen.

Achtung! Die Photovoltaikanlage sollte man auf jeden Fall in die bestehende Gebäudeversicherung, zumindest aber in die Haftpflichtversicherung mit aufnehmen oder eine eigene Solarversicherung abschließen. Wenden Sie sich an Ihre Versicherungsberaterin, Ihren Versicherungsberater!

Leistungsgarantie

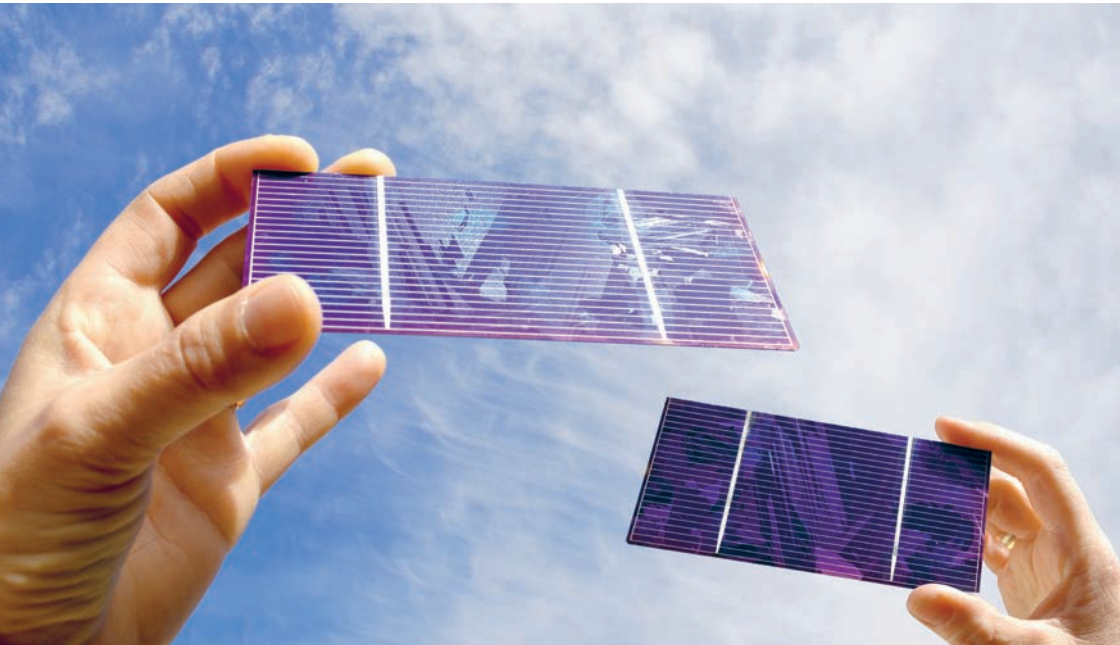
Im Laufe der Zeit nimmt die Leistung der Module ab. Für kristalline Siliziummodule sind üblicherweise folgende Leistungseinbußen Grundlage für die Leistungsgarantie: nach 10 Jahren noch mindestens 90 % der ursprünglichen Leistung und nach 25 Jahren nicht weniger als 80 %. Modulhersteller geben im Normalfall Leistungsgarantien von über 20 Jahren.

Produktgarantie

Die Produktgarantie deckt alle Mängel, die mit der Verarbeitung der Module zu tun haben, ab. Dazu gehört z. B. die Festigkeit des Rahmens, die Laminierung der Zellen oder die Funktion der Anschlussbox. Übliche Produktgarantien erstrecken sich über 5 bis 12 Jahre. Fordern Sie unbedingt auch Garantien für die anderen Produkte innerhalb der Gesamtanlage.

Achten Sie auf Qualität!

Photovoltaikmodule sind zum Teil extremen Temperaturschwankungen und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Aufgrund der hohen Kosten und der langen Förderzeiträume amortisieren sich Module erst, wenn sie über Jahrzehnte diesen Bedingungen standgehalten haben. Daher sollten die Module nachweislich IEC-zertifiziert sein und über Schutzklasse II verfügen. (IEC 61215 für kristalline Module, IEC 61646 für Silizium Dünnschicht und IEC 61730 für flexible CIGS-Solarmodule), Kleinstserien für Sonderanwendungen und architektonische Integrationen ausgenommen.



Da der Glasverbund von PV-Modulen aus gehärtetem Glas besteht, ist beim Umgang mit ungerahmten Modulen darauf zu achten, dass die Glaskanten nicht belastet werden. Eine winzige Beschädigung der Glaskante führt früher oder später unweigerlich zum Zerspringen des Glases. Gerahmte Module sind dagegen wesentlich unproblematischer zu transportieren und zu montieren.

„Positive Sortierung" bringt mehr Leistung!

Es ist nicht möglich, zwei Module mit der exakt gleichen Leistung zu erzeugen. Da sich aber die Leistung von seriell verschalteten Modulen immer am schwächsten Teil orientiert, ist es notwendig, Module mit möglichst gleicher Leistung zu verschalten.

Die Produzenten geben daher für ihre Module eine verbindliche Leistungstoleranz von plus/minus 3 % an. Allerdings bieten immer mehr Modulhersteller eine sogenannte positive Sortierung.
Diese Hersteller garantieren eine Toleranz von 0 % bis +3 %, also mindestens den Leistungswert laut Datenblatt und in der Regel sogar darüber.

Im Lieferumfang der Module muss auch eine Liste mit „Flasher Daten" enthalten sein. In dieser Liste sind die gelieferten Module mit ihren Seriennummern und den unter Laborbedingungen gemessenen Leistungswerten verzeichnet. Dadurch kann bei der Montage und Verschaltung der Anlage darauf Rücksicht genommen werden, dass in einem „String" immer nur Module mit ähnlicher Leistung verbunden werden.

Fordern Sie von der Planerin bzw. vom Planer den Dachbelegungsplan und die Aufteilung der Strings ein!

Schneelasten, Windlasten

Klimatische Bedingungen sind gerade in Österreich regional recht unterschiedlich und haben wesentlichen Einfluss auf die Statik und die Ausführung von Bauwerken, insbesondere bei so exponierten Positionen wie die der Solaranlagen. Alpen und Alpenvorland fordern eine Bauweise, die streckenweise eine hohe Belastung durch Schnee und Wind aushält. Schneelasten drücken gravitationsbedingt senkrecht nach unten. Windlasten wirken dagegen in der Regel parallel zum ebenen Grund, wodurch die Verankerung in alle Richtungen sehr solide sein muss.

Heute gibt es für beinahe alle Arten von Dachkonstruktionen und Eindeckungen bewährte Montagesysteme inklusive genauer Berechnungen ihrer Belastbarkeit.

Ist eine Begutachtung der Unterkonstruktion und des Dachstuhls nicht möglich, ergeben sich Unsicherheiten, was den Zustand des Daches und die Beschaffenheit der Unterkonstruktion betrifft.

Mehr als bedenklich ist vor allem die Montage auf Blechfalzdächern mittels Falzklemmen. Sie benötigen zwar keine Dachdurchdringung bei der Montage, bieten dafür aber meist nicht die gewünschte Verankerung. Eine Anbindung ausschließlich an der Blechhaut des Daches könnte dazu führen, dass bei starker Windbelastung die Anlage samt Blech abhebt. Sie sind daher gut beraten, die PV-Anlage an der Unterkonstruktion (Schalung, Sparren, ...) zu befestigen.
Der Spengler muss anschließend die Dichtheit des Daches gewährleisten.

Die maximale Schneelast reicht in extremen österreichischen Lagen bis etwa 25 kN/m². Typische Durchschnittswerte liegen dagegen im Bereich einiger weniger kN/m².

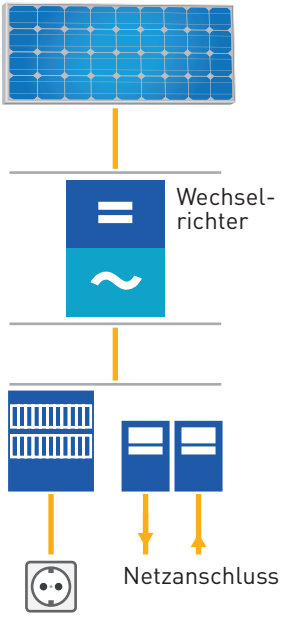
Überprüfen Sie das Angebot auf folgende Angaben zur Montage, bzw. zum Montagesystem:

- Angaben zu Hersteller und Typ
- Korrosionsschutz (Edelstahl oder nur verzinkt)
- Statik gemäß den Richtlinien des Herstellers oder direkt vom Hersteller berechnet
- Kosten für ein notwendiges Gerüst und alle sonstigen Bauleistungen

Wechselrichter

Legen Sie schon bei der Planung der Anlage den Platz für den Wechselrichter fest. Bei Außenmontage ist auf die entsprechenden Schutzklassen (z. B. IP 65) zu achten. Auch wenn Wechselrichter für den Außeneinsatz geeicht sind, sollten sie in kühlen, geschützten, gut zugänglichen Bereichen angebracht sein. Wechselrichter sind elektronische Geräte, die über passive oder aktive Kühlmechanismen verfügen müssen. Die Geräte schützen sich bei zu hohen Temperaturen durch Abschaltung oder Reduzierung der Leistung. Überhitzung mindert auf jeden Fall den Ertrag und verkürzt die Lebensdauer um Jahre.

In der ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 ist ab einer Leitung von 4,6 kVA eine mehrphasige Einspeisung gefordert, um eine erhöhte Schieflast zu vermeiden. Manche Energieversorgungsunternehmen (EVU) verlangen auch bei niedrigeren Leistungen eine mehrphasige Einspeisung. Die Abstimmung mit dem EVU ist im Normalfall Sache der beauftragten Planungs- bzw. Errichterfirma.



Der Wechselrichter wandelt den vom Solargenerator produzierten Gleichstrom (DC) in Wechselstrom (AC) um, damit er in ein vorgegebenes Netz eingespeist werden kann.

Wechselrichter sind für unterschiedliche Generatorgrößen und den Einsatz in einem speziellen Arbeitsbereich konzipiert. Die besten Wirkungsgrade werden bei Betrieb im obersten Leistungsbereich erzielt. Bei normalen Einfamilienhäusern wird eine Überdimensionierung von ca. 20 % empfohlen. Eine zu starke Über- wie auch Unterdimensionierung wirkt sich ungünstig auf die Leistung aus. Aber die meisten Hersteller bieten zur richtigen Abstimmung der Module mit dem Wechselrichter ohnedies eigene Berechnungshilfen an.

Sobald Licht auf die Solarmodule trifft, liegt bei einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage immer eine Gleichspannung bis zum Wechselrichter an. Um die Gleichspannung im Notfall vom Wechselrichter abtrennen zu können, muss in jeder Photovoltaikanlage unmittelbar vor dem Wechselrichter eine DC-Trennstelle eingebaut werden.

Welche Wechselrichterangaben im Angebot unbedingt enthalten sein sollten:

- **Nennleistung und max. Wechselstrom-/Gleichstrom-Leistung (AC-/DC-Leistung)**
  Leistung: Erst die Angabe des Wechselrichter-Wirkungsgrades ermöglicht einen Angebotsvergleich. Entscheidend ist der „Europäische Wirkungsgrad", nicht der „Spitzenwirkungsgrad"!
- **Garantie:** Viele Wechselrichterhersteller bieten eine Garantieverlängerung von bis zu zehn Jahren an.
- Datenblatt mit allen relevanten Daten
- leicht zugängliche Gleichstrom-Freischalteinrichtung (für die Feuerwehr)

Bei Feuer am Dach

Eine Photovoltaik-Anlage am Dach kann die Löscharbeiten der Feuerwehr erschweren. Während sich ein drohender Dacheinsturz durch die zusätzliche Gewichtsbelastung noch einigermaßen abschätzen lässt, besteht auch zusätzlich die Gefahr, dass eine/ein Feuerwehrfrau/mann in den Stromkreis der Photovoltaik-Anlage gerät. Steht Ihr Haus also in Brand, muss die Feuerwehr vor Beginn der Löscharbeiten das Haus stromfrei schalten.

Vor Beginn der Löscharbeiten muss die Feuerwehr das Haus stromfrei schalten.

Die Module selbst können nicht abgeschaltet werden. Sie liefern Strom, sobald sie einer Lichteinstrahlung ausgesetzt sind. Auf der Gleichstromseite der Anlage liegt also immer noch Spannung. Doch erst, wenn eine/ein Feuerwehrfrau/mann gleichzeitig die abisolierten Plus- und Minuspole der DC-Leitung zwischen Modulen und Wechselrichter berührt, gerät sie/er unter Spannung.

DC-Freischalteinrichtungen in unmittelbarer Nähe der Modulstränge können, von außerhalb des Hauses oder über andere Auslösungsmechanismen betätigt, die Gleichstromleitung direkt am Dach unterbrechen. Der Wechselrichter, durch seine interne Netzüberwachung alarmiert, deaktiviert sich automatisch.

Es gibt noch keine einheitliche Forderung für zusätzliche Schutzmaßnahmen, allerdings schon erste Richtlinien, wie die Feuerwehrleute vorzugehen haben und worauf sie Rücksicht nehmen müssen. Die ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 kommt dem Wunsch der Feuerwehr entgegen, indem, falls von der Behörde nichts anderes vorgeschrieben ist, im Hauptanschlusskasten Aufzeichnungen über Ort und Lage des Wechselrichters und der DC-Freischalteinrichtung sowie über die Lage der Gleichspannungsleitungen aufzuliegen haben.

Kabel, Leitungen und Isolierungen

Die verwendeten Kabel, Leitungen und Isolierungen müssen in hohem Maße resistent gegen UV-Strahlung sein und sowohl Kälte als auch Hitze gleichermaßen gut verkraften. Kabel, die diesen Anforderungen nicht entsprechen, können nach wenigen Jahren porös und brüchig werden. Grundsätzlich sind Kabel doppelt isoliert und immer in entsprechenden Rohren oder Führungen zu verlegen. Kabel, lose verlegt, sind Wind, Witterung, scharfen Kanten und Marderbissen ausgeliefert, was ein unnötiges Gefahrenpotenzial darstellt.

Bei typischen 5 kWp-Anlagen gilt als Richtwert, dass bei der DC-Verkabelung bis 30 m Leitungslänge ein Kabelquerschnitt von 6 mm^2 ausreichend ist.

Achten Sie bei Dachdurchdringungen auf eine gewissenhafte Abdichtung! Für die Wartung, aber auch für Notfälle (etwa bei einem Feuerwehreinsatz) muss die gefahrlose Zugänglichkeit der gesamten Anlage gewahrt sein. Prinzipiell sind die Ausführungsvorschriften durch die ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 festgelegt und wie sämtliche Normen aus dem Bereich Elektrotechnik und Bau zu befolgen.

Folgende Kabel- und Stecker-Angaben sollten im Offert berücksichtigt sein:

- Angaben zu Hersteller und Typ
- Angaben zu Kabelquerschnitten (AC/Wechselstrom- und DC/Gleichstrom-seitig)
- Kabelverlegungsart (Kantenschutz und mechanische Festigkeit)
- Vorkehrungen gegen äußere Einflüsse (UV-Festigkeit, Marderverbiss etc.)

Blitzschutz

Photovoltaik-anlagen erhöhen das Risiko eines Blitzschlages NICHT, müssen aber gemäß den gültigen Blitzschutz-normen errichtet werden.

Eine Photovoltaikanlage erhöht grundsätzlich **nicht** das Risiko eines Blitzeinschlages. Die/der ErrichterIn bzw. PlanerIn der Photovoltaikanlage ist allerdings verpflichtet, sie gemäß den gültigen Blitzschutznormen zu errichten. Dies dient einerseits zum Schutz der Photovoltaikanlage selbst, andererseits ist damit auch die restliche Gebäudeinstallation vor Überspannungen sicher, die über die Photovoltaikanlage eingekoppelt werden könnten. Bei vorhandener Blitzschutzanlage ist die Photovoltaikanlage entsprechend ÖVE/ÖNORM E 8001-A2 in diese einzubeziehen.

Wundern Sie sich also nicht, wenn AnlageplanerInnen von Überspannungsschutz und Potenzialausgleich sprechen. Unter einem Potenzialausgleich versteht man die Verbindung gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1 aller elektrisch leitenden Gehäuseteile (Wechselrichter etc.) und Installationseinrichtungen (Solarmodulrahmen, Montagesystem) mit der Fundamenterdung des Gebäudes. Grundsätzlich werden dazu 16 mm²-Kupferleitungen verwendet. Der Überspannungsschutz auf der Gleichstrom-Seite muss innerhalb von maximal 3 m nach der Dachdurchdringung installiert werden. Sollte die Gleichstrom-Leitung länger als 10 m sein, muss ein weiterer Überspannungsschutz gesetzt werden. Wenn der Abstand zwischen dem Überspannungsableiter und dem Umrichter mehr als etwa 10 m ausmacht, so kann der Wechselrichter durch einen zusätzlichen Überspannungsableiter vor dem Wechselrichter geschützt werden.

Verantwortlichkeiten bei der Modulmontage

Die ErrichterInnen der Anlage sind verantwortlich für

- die bestimmungsgemäße Errichtung und den Anschluss der Anlage
- die Einhaltung aller Sicherheitsbestimmungen
- die Verwendung einer geeigneten Schutzausrüstung
- die Einhaltung der arbeitsrechtlichen Vorschriften
- die Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften
- die ordnungsgemäße Inbetriebnahme

Die BetreiberInnen der Anlage tragen die Verantwortung für

- den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage
- die Einhaltung der Wartungsintervalle (2 Jahre bei privaten bzw. 1 Jahr bei gewerblichen Anlagen)
- die jährliche Sichtkontrolle aller Anlagenteile
- die jährliche Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen
- die Mitteilung an die Versicherung über den Einbau der Solaranlage

Welche Genehmigungen sind verpflichtend?

Bauanzeige

Mit dem zuständigen Bauamt (Bürgermeister, Magistrat) ist schriftlich abzuklären, ob eine Bauanzeige oder ein Genehmigungsverfahren notwendig ist.

Netzvertrag und Netzanschlusspunkt

Netzvertrag mit und Netzanschlusspunkt bei dem entsprechenden Stromnetzbetreiber unbedingt vor dem Bau der Solaranlage sichern!

Energieliefervertrag

Wählen Sie den für Sie effizientesten Energieversorger (EVU) zur Energieabnahme.

Erzeugen Sie mehr Energie als benötigt wird, liefern Sie diese ans öffentliche Stromnetz. Liegt die Vergütung unter dem Strompreis macht es Sinn, den eigenen Verbrauch möglichst an die eigene Erzeugung anzupassen. Der in der Hausinstallation bereits vorhandene Bezugszähler misst weiterhin die vom Netzbetreiber bezogene elektrische Energie. Die eingespeiste elektrische Energie der Photovoltaikanlage wird über einen eigenen Einspeisezähler registriert. Für die Einspeisung gibt es unterschiedliche Angebote für die Bezahlung des von Ihnen ins öffentliche Netz eingespeisten Stromes.

Fördereinreichung, Bewilligung

Genauere Informationen zum Zeitpunkt der Einreichung und zum Ablauf der Förderprozedur erhalten Sie auf der Homepage www.klimafonds.gv.at sowie bei der zuständigen Stelle Ihrer Gemeinde oder Landesregierung.

Anerkennung als Ökostromanlage

Das gilt nur für Anlagen, die nach dem Ökostromgesetz gefördert werden. Anlagen, die im Rahmen der Förderaktion des Klima- und Energiefonds eine Investitionsförderung erhalten, sind davon ausgenommen, die EVUs verlangen sie jedoch schon.

Ökostromanlagen sind über Antrag der Betreiberin/des Betreibers von der Behörde als solche mittels Zertifizierung anzuerkennen. Erst nach technischer Überprüfung und Vorliegen sämtlicher Kriterien, die eine Ökoanlage aufzuweisen hat, erfolgt die Zertifizierung. BetreiberInnen von anerkannten Ökostromanlagen sind berechtigt, die Abnahme der erzeugten elektrischen Energie von jenem Verteilernetzbetreiber zu verlangen, an dessen Netz die Anlage angeschlossen ist. Ist die Anlage länger als ein Jahr nicht in Betrieb, erlischt die Anerkennung. Seriöse AnlagenerrichterInnen beraten Sie über alle notwendigen Behördenschritte, bereiten diese vor, bzw. erledigen sie mit Ihnen und für Sie.

Inbetriebnahme und Netzanschluss

Die BetreiberInnen (= die KäuferInnen der Anlage) müssen zu der Anlage folgende Unterlagen in deutscher Sprache beistellen

- Übersichtsplan der gesamten PV-Anlage sowie deren Nenndaten
- Konformitätserklärung des Wechselrichters
- Nachweis der Typprüfung beim Einsatz von nicht-inselbetriebsfähigen Wechselrichtern (z. B. Netzparallelbetriebs-Wechselrichter) oder von einer externen selbsttätigen Freischaltestelle
- Anlagenbuch (z. B. mit Prüfbefund, Bedienungsanleitung, Wartungsinstruktionen)

Die Rechte der KäuferInnen

Für die Einhaltung von Terminen und die Lieferung der Komponenten ist die/der VerkäuferIn der Anlage verantwortlich. Sollte eine Änderung der Komponenten notwendig werden, ist das mit der/dem KäuferIn im Voraus abzusprechen.

Der Liefer- und Montagetermin wird in Abstimmung mit der/dem KäuferIn vereinbart und die Einhaltung obliegt der/dem ErrichterIn bzw. VerkäuferIn der Anlage. Allerdings ist zu beachten, dass bei der Montage der Module am Dach auch die Wetterverhältnisse eine wesentliche Rolle spielen. Je nach Dachneigung und Eindeckung ist eine Montage bei entsprechenden Niederschlägen nicht möglich und der Montagetermin muss geändert werden.

Sollte die gelieferte Ware fehlerhaft sein, ist ebenfalls die/der VerkäuferIn der Anlage die/der erste AnsprechpartnerIn. Diese/r wird auch die Behebung von Mängeln, die zu Lasten des Herstellers gehen, in die Wege leiten.

Anlagenbuch und E-Befund

Anlagenbuch und E-Befund sind die bundesweit geltenden Prüfungsprotokolle und damit gleichsam der Garantieschein für Ihre Photovoltaikanlage – vergleichbar mit dem Typenschein eines KFZ.

Anlagenbuch

In der Normenreihe OVE/ONORM E 8001 wird die Prüfung für elektrische Anlagen im Teil 6 behandelt. Grundlage dafür ist die europäische Vorschrift IEC 60364 mit nationalen Ergänzungen, Klarstellungen und Erläuterungen. OVE/ONORM E 8001-6 gliedert sich in drei Teile:

- Teil 6-61: Prüfungen – Erstprüfungen
- Teil 6-62: Prüfungen – Wiederkehrende und außerordentliche Prüfungen
- Teil 6-63: Prüfungen – Anlagenbuch und Prüfberichte

Die technischen Daten der Anlage und alle anderen erforderlichen Unterlagen vor der Inbetriebnahme sind im Anlagenbuch zusammenzufassen. Das Ersatzanlagenbuch ist nach Abschluss einer außerordentlichen Prüfung einer bestehenden elektrischen Anlage zu erstellen. Fehlende Unterlagen sind bei der außerordentlichen Prüfung einer bestehenden elektrischen Anlage als Mängel zu bewerten und in der Mängelliste anzuführen.

Was im Anlagenbuch im Detail enthalten sein muss, finden Sie im Glossar.

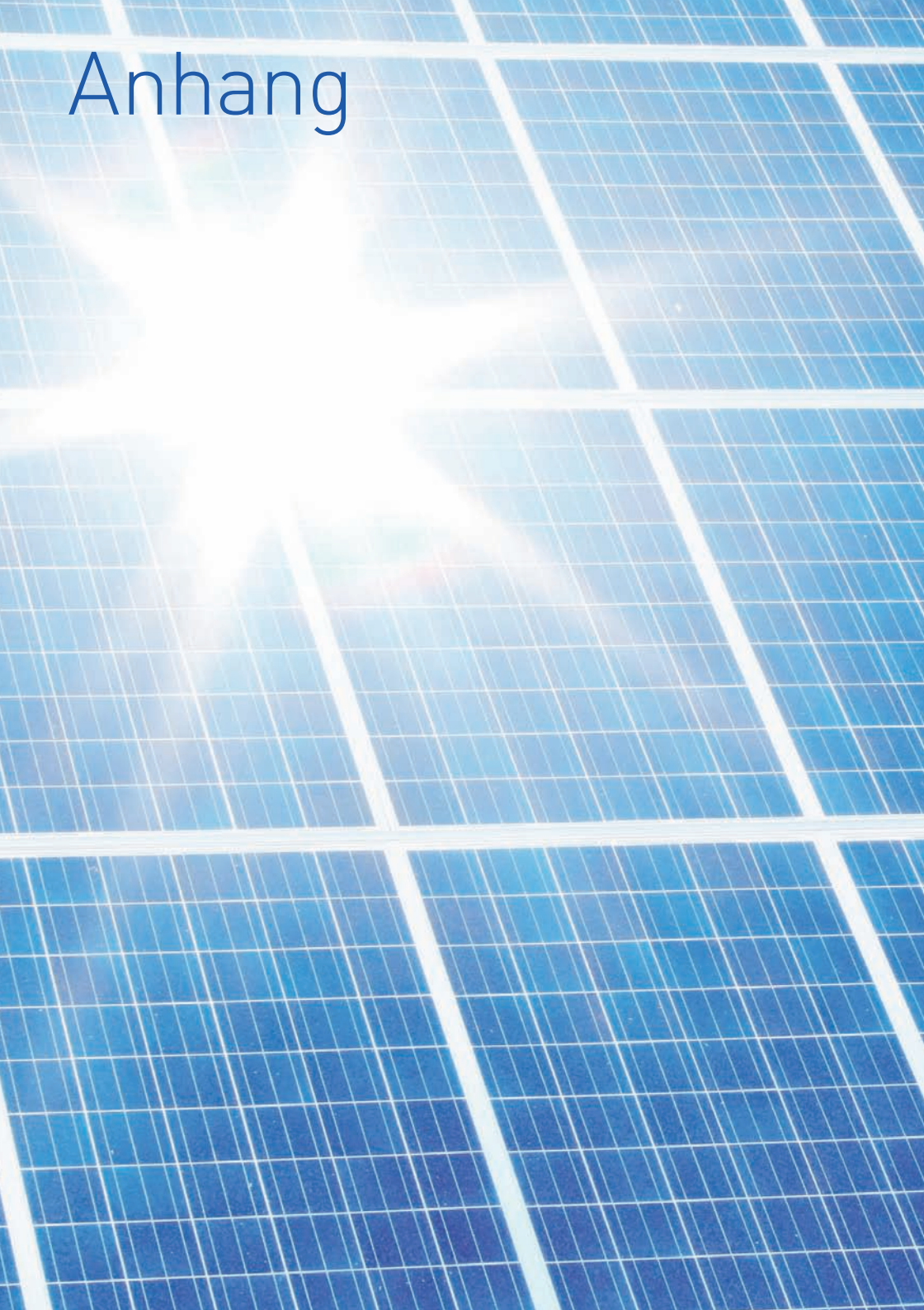
Der E-Befund

Es gibt nach wie vor unterschiedliche Protokolle zur Prüfung elektrischer Anlagen, die mehr oder weniger ähnlich aufgebaut sind, jedoch ist keines so umfassend und komplett ausgearbeitet wie das von der Bundesinnung gemeinsam mit dem Kuratorium für Elektrotechnik (KFE) einheitlich für alle Bundesländer herausgegebene.

Die vom KFE herausgegebenen Protokolle sind gemeinsam mit der Bundesinnung ausgearbeitet und für das gesamte Bundesgebiet anwendbar. Es wird empfohlen, auf einer Protokollierung der Prüfung nach dem E-Befund zu bestehen.

Details zum E-Befund finden Sie auf der Homepage des Kuratoriums für Elektrotechnik unter: www.kfe.at unter /KFE-Medien/KFE-Broschüren/Der Elektro-Befund – Das bundeseinheitliche Sicherheitsprotokoll.

Anhang



Technische Daten eines Moduldatenblattes

Der Aufbau und Inhalt eines Modul-Datenblattes ist von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich. Folgende Punkte sollten aber in jedem Datenblatt enthalten sein:

Grunddaten

- Größe der Module: Länge x Breite x Höhe [mm]
  Standardgrößen für kristalline Module liegen bei ca. 1,5 x 1 m bzw. 1,65 x 1 m
- Gewicht [kg] des Moduls (wichtig für Transport und Montage, üblicherweise liegt das Gewicht eines gerahmten Moduls bei ca. 20 kg)
- Hersteller und Modultype
- Zellmaterial, verwendete Modultechnologie
  (poly- oder monokristallines Silizium, bzw. diverse Dünnschichtzellen)
- Aufbau des Moduls (Glas/Glas oder Glas/Polymerfolie)
- Rahmen
  (Material oder Besonderheiten im Aufbau, oder handelt es sich um ein rahmenloses Modul?)
- Montagesystem (z. B.: Alu, Edelstahl, verzinkter Stahl)
- Anzahl der Bypassdioden
  Gibt die Anzahl der verschaltenen Dioden an. Die Bypassdioden verringern die Empfindlichkeit von Modulen gegenüber der Verschattung.
- Schutzklasse
  Beschreibt den Schutz des Moduls gegen äußere Einflüsse. Üblich: IP 65 = staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
- Zertifizierung
  Module sollten nachweislich IEC-zertifiziert sein. (IEC 61215 für kristalline Module, IEC 61646 für Silizium Dünnschicht und IEC 61730 für flexible CIGS-Solarmodule). Damit wird bestätigt, dass die Angaben des Herstellers von einem Forschungsinstitut überprüft wurden.

Elektrische Daten bei Standardtestbedingungen (= STC)

- Nennleistung PMPP [Watt] des Moduls
- Nennspannung UMPP [Volt] des Moduls
- Nennstrom IMPP [Ampere] des Moduls
- Leerlaufspannung UOC [V] des Moduls
  Spannung ohne Last, somit die theoretische Maximalspannung bei STC
- Kurzschlussstrom ISC [A]
  Stromfluss bei kurzgeschlossenem Modul, somit theoretischer Maximalstrom bei STC
- Wirkungsgrad [%]
  Effizienz des Moduls beim Umwandeln von Einstrahlung in elektrische Energie

Belastungsgrenzen nach IEC 61215

- mechanische Belastung [Pa]
  Beschreibt die geprüfte Druckbelastung des Moduls und ist wichtig für die Schnee- und Hagelfestigkeit; übliche Werte sind 2400 Pa bzw. 5400 Pa
- maximale Systemspannung [VDC]
  maximale Gleichspannung, die das Modul aushält (z. B. 1000 V)
- Rückstromfestigkeit [A]
  maximaler Rückstrom, den ein Modul aushält (dieser Wert hängt stark von der Modultechnologie ab und ist wichtig für die Planung der Modulverschaltung und das Setzen von eventuellen Strangsicherungen, ein typischer Wert für polykristalline Module liegt bei 15 A)

Temperaturkoeffizienten

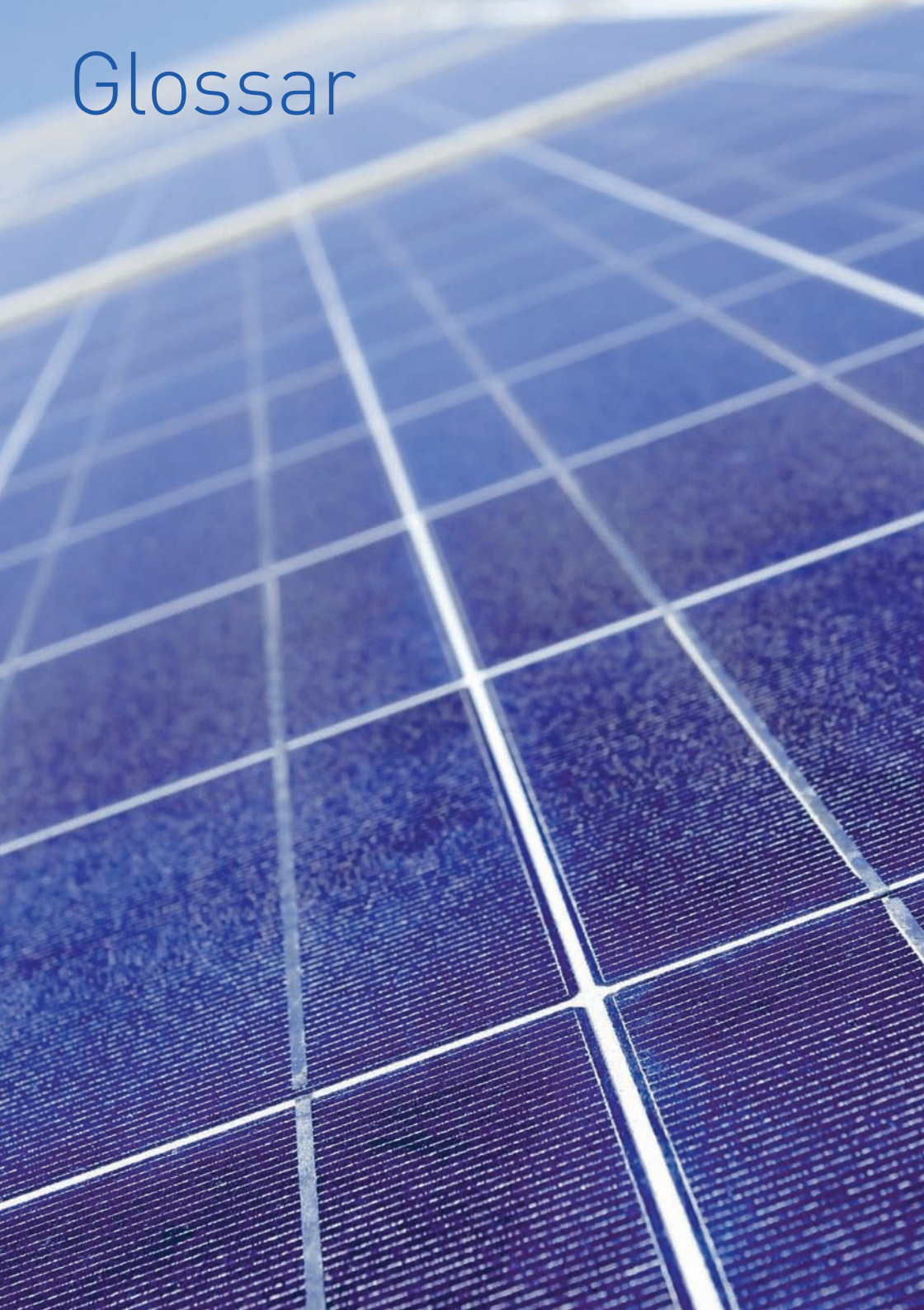
Sobald die Temperatur von den 25° C der Standardtestbedingungen abweicht, ändern sich Ströme und Spannungen und somit auch die Leistung. Die Temperaturkoeffizienten beschreiben diese Änderung.

- Temperaturkoeffizient ISC [%/K]
  Veränderung des Kurzschlussstroms bei steigender Temperatur (typische Werte für polykristalline Si-Module: 0,04 bis 0,08 %/K)
- Temperaturkoeffizient UOC [%/K]
  Veränderung der Leerlaufspannung bei steigender Temperatur (typische Werte für polykristalline Si-Module: -0,32 bis -0,34 %/K)
- Temperaturkoeffizient PMPP [%/K]
  Veränderung der Leistung bei steigender Temperatur (typische Werte für polykristalline Si-Module: -0,38 bis -0,46 %/K)

Sonstige elektrische Daten

- Sortierung [W oder %]
  erlaubte Abweichung von der Nennleistung (typische Werte: -0/+5 Wp oder -3/+3 %)
- Genauigkeit der PMPP-Messung [%]
  Genauigkeit der angegebenen Leistungswerte (üblicherweise: -3/+3 %)

Glossar



A

AC | (engl.: alternating current, deutsch: Wechselstrom)
Solarzellen und -module produzieren Gleichstrom, der von einem Wechselrichter in Wechselstrom (AC) umgewandelt werden muss, wenn dieser ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden soll. Siehe auch → DC.

Amorphe Siliziumsolarzelle | Dünnschichtzelle

Ampere | Maßeinheit für die elektrische Stromstärke, Abkürzung: A. Multipliziert man die Stromstärke (in Ampere) mit der Spannung (Volt), so ergibt dies die Leistung (Watt).

Anlagenbuch | enthält die technischen Daten der Anlage und alle anderen erforderlichen Unterlagen vor der Inbetriebnahme sowie das bundeseinheitliche Sicherheitsprotokoll.

Inhalt des Anlagenbuches und des bundeseinheitlichen Sicherheitsprotokolls:

- Tag der Übergabe an die/den AuftraggeberIn
- Allgemeine Angaben über die/den PlanerIn, die/den AnlagenerrichterIn und die/den durchführende/n PrüferIn, die/den Anlagenverantwortliche/n und den die/den NetzbetreiberIn wie: Name, Adresse und Telekommunikationsdaten, Prüfdatum, Angaben zu den angewendeten Errichtungsvorschriften
- Umfang der Installation (örtlich), Pläne, Angaben über Planungsunterlagen der elektrischen Anlage
- Hauptleitungsschemata, Planverzeichnis, (z. B. Verteiler-, Stromlaufpläne und Plan der ausgeführten Installation etc.)
- Netzsystem/Schutzmaßnahme
- Versorgungsparameter, z. B. Nennspannung, Nennfrequenz
- Anlagenparameter, z. B. Sicherung bzw. Leitungsschutzschalter (Typ, Nennstrom)
- Fehlstrom-Schutzeinrichtung (Type, Nennstrom, Nennfehlerstrom)
- Anlagenerder, z. B. Art, Material
- Schutzleiter, z. B. Schutzerdungsleiter, Potenzialausgleichsleiter, Nullungsverbindung
- zusätzlicher Potenzialausgleich
- Verteiler (Type, örtliche Lage, Bezeichnungen in Plänen, Anspeisungen etc.)
- Haupt- und Verteilleitungen
- Art, Anzahl und Lage der elektrischen Auslässe z. B. Schalter, Steckdose, Anschlussdose, Wand- und Deckenauslass
- Angaben über die Raumnutzung, z. B. Ex-Anlage, Feuchtrauminstallation
- Angaben zum verwendeten Messgerät (Marke, Type, Apparatenummer)

Azimutwinkel | Zur Erzielung eines hohen Ertrags sollten Photovoltaikanlagen (auf der Nordhalbkugel der Erde) möglichst nach Süden ausgerichtet werden (siehe auch → Dachneigung). Der Azimutwinkel beschreibt die Abweichung der PV-Fläche von der Südrichtung hinsichtlich der Ost-West-Ausrichtung. Der Azimutwinkel beträgt 0°, wenn die Fläche genau nach Süden orientiert ist. Der Azimutwinkel wird positiv bei Ausrichtungen in Richtung Westen und negativ bei Ausrichtungen in Richtung Osten. Eine Ausrichtung genau nach Westen entspricht damit +90°, eine Ausrichtung genau nach Osten -90°.

B

Bezugszähler | ist das Messinstrument, das den Bezug elektrischer Energie aus dem allgemeinen Versorgungsnetz in Kilowattstunden (kWh) zählt.

Bypassdiode | Einzelne oder mehrere Solarzellen in einem Solarmodul können durch Laub, Verschmutzung oder Lichthindernisse abgeschattet werden. Eine abgeschattete Solarzelle, durch die der Strom der übrigen Zellen hindurchfließt, kann sich bis zur Zerstörung erhitzen (sog. „Hot-Spot"-Effekt).
Um dies zu verhindern, wird der Strom mittels einer Bypassdiode automatisch an diesen Zellen vorbeigeleitet. Ein Solarmodul hat üblicherweise – je nach Zellenanzahl – zwei bis vier Bypassdioden.

C

CIS/CIGS-Solarzelle | Dünnschichtzelle

D

DC | (engl.: direct current, deutsch: Gleichstrom) Im Gegensatz zum Wechselstrom (AC), der bei 50 Hz 50 Mal pro Sekunde die Polarität wechselt, bleibt beim Gleichstrom die Polarität unverändert. Eine Batterie liefert beispielsweise ebenso Gleichstrom wie ein Solarmodul.

Dreiphasige Spannungsüberwachung | ist eine Einrichtung zur Netzüberwachung, die alternativ zur sogenannten ENS ständig die Spannung aller drei Phasen überprüft. Sinkt eine der Spannungen unter einen festgelegten Grenzwert, dann schaltet sie den Wechselrichter automatisch ab. Liegt die Netzspannung wieder an, geht der Wechselrichter von selbst wieder in Betrieb. Die dreiphasige Spannungsüberwachung ist üblicherweise im Wechselrichter integriert und trennt die Photovoltaikanlage vom öffentlichen Stromnetz, wenn dieses abgeschaltet werden muss. Bei der dreiphasigen Spannungsüberwachung ist in regelmäßigen Abständen eine Wiederholungsprüfung erforderlich. Alternativ kann bei Anlagen bis 30 kWp auch eine ENS eingesetzt werden.

Dünnschichtsolarzellen | sind im Gegensatz zu konventionellen mono- oder multikristallinen Siliziumsolarzellen etwa um den Faktor 100 dünner. Sie müssen allerdings üblicherweise auf ein Trägermaterial aufgebracht werden. Für die jeweiligen Solarzellenmaterialien sind unterschiedliche industrielle Herstellungsverfahren vom Bedampfen des Trägermaterials im Hochvakuum bis zu Sprühverfahren verfügbar. Durch Dünnschichtsolarzellen wird langfristig eine wesentliche Preissenkung von Photovoltaikanlagen erwartet. Materialeinsparung, Erforschung neuer Halbleitermaterialien, Niedertemperaturprozesse, die deutlich energieeffizienter sind, und ein hoher Automatisierungsgrad ermöglichen in einigen Jahren niedrigere Herstellungskosten. Heute bereits kommerziell erhältliche Solarmodule mit Dünnschichtsolarzellen basieren auf amorphem Silizium, Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) oder Cadmiumtellurid (CdTe).

E

Einspeisezähler | ist das Messinstrument, das die ins allgemeine Versorgungsnetz eingespeiste elektrische Energie der Photovoltaikanlage in Kilowattstunden (kWh) zählt.

Energetische Amortisation | Damit wird die Zeitspanne bezeichnet, die eine Photovoltaikanlage benötigt, um die für ihre Herstellung notwendige Energie selbst zu produzieren. Die energetische Amortisation bei Photovoltaikanlagen hängt sehr stark von der eingesetzten Zellentechnik und dem verwendeten Rohmaterial ab und liegt, je nach Standort, bei Anlagen mit Dünnschichttechnik bei etwa einem Jahr in südlichen Breiten, bei kristalliner Technik und Einsatz in Nord-/Mitteleuropa bei bis zu 3,5 Jahren. (Alsema, DeWild, Fthenakis, 21th EU-PV Conference, 2007)

ENS | Einrichtung zur Netzüberwachung mit jeweils zugeordnetem allpoligem Schaltorgan in Reihe. Eine Photovoltaikanlage darf nur in ein einwandfrei funktionierendes öffentliches Stromnetz einspeisen. Ist das Netz defekt oder abgeschaltet, muss der Wechselrichter selbsttätig abschalten. Die ENS beinhaltet eine redundante Spannungs- und Frequenzüberwachung des Stromnetzes und wertet festgestellte Sprünge in der Netzimpedanz aus. Werden die eingestellten Grenzwerte überschritten, schaltet die ENS den Wechselrichter aus. Liegt die Netzspannung wieder an, geht der Wechselrichter von selbst wieder in Betrieb. Die ENS ist eine Alternative zur dreiphasigen Spannungsüberwachung.
Siehe auch → Netzüberwachung.

Ertrag | Der elektrische Energieertrag einer Photovoltaikanlage kann bei einer netzgekoppelten Anlage direkt am Einspeisezähler (in kWh) abgelesen werden. Um Ihren Energieertrag mit dem anderer Photovoltaikanlagen vergleichen zu können, errechnen Sie den spezifischen Jahresertrag: der elektrische Energieertrag eines ganzen Jahres geteilt durch die installierte kWp-Leistung der

Anlage (kWh pro kWp). Die Erträge von Photovoltaikanlagen liegen im Mittel je nach Region, Ausrichtung und Aufstellung, Qualität der Anlagenkomponenten und deren Abstimmung aufeinander in Österreich zwischen 700 und 1100 kWh pro kWp und Jahr.

Europäischer Wirkungsgrad | Der Umwandlungswirkungsgrad eines Wechselrichters ist über den Leistungsbereich nicht konstant. Der maximale Wechselrichterwirkungsgrad gibt lediglich den maximalen Punkt einer Wirkungsgradkennlinie an. Bei bewölktem Himmel arbeitet z. B. der Wechselrichter im unteren Teillastbereich mit schlechterem Wirkungsgrad. Der europäische Wirkungsgrad stellt einen gewichteten Wirkungsgrad dar. Er wird berechnet, indem verschiedene Teillastwirkungsgrade und der Volllastwirkungsgrad nach der Häufigkeit ihres Auftretens gewichtet werden. Ein Wechselrichter mit einem 1 % höheren europäischen Wirkungsgrad holt in der Regel auch ca. 1 % mehr elektrische Energie aus einer Anlage heraus. Handelsübliche Wechselrichter haben europäische Wirkungsgrade von ca. 90 % bis 96,4 %.

EVU | Energieversorgungsunternehmen. Siehe auch → Netzbetreiber

G

Globalstrahlung | Sie ist die Summe aus diffuser, direkter und reflektierter Sonnenstrahlung auf eine horizontale Fläche. Die mittlere jährliche Globalstrahlung auf die Horizontale beträgt in Österreich ca. 1050kWh/m^2.

I

Inselsystem | Photovoltaik-Inselanlagen sind netzunabhängige Stromversorgungssysteme, die aus Solarmodul(en), Laderegler, Akku(s) und ggf. einem Wechselrichter für Inselsysteme bestehen.
Inselsysteme können nur die Energie liefern, die von den Modulen und den im System integrierten elektrischen Energiespeichern (in der Regel Akkumulatoren, „Batterien") bereitgestellt wird. Inselsysteme sind meist die eleganteste Lösung zur Energieversorgung, wenn kein Netzanschluss vorhanden ist, so z. B. bei Schrebergartenhäusern, Ferienhäusern, Hütten.

K

Kurzschlussstrom (Ik, ISC) | ist der maximale Strom in einem elektrischen Stromkreis, der entsteht, wenn die Spannung U an den Klemmen gleich Null ist. Der Kurzschlussstrom eines Solarmoduls wird im Datenblatt angegeben. Bei der Inbetriebnahme einer Photovoltaikanlage werden die Kurzschlussströme der Teilanlagen gemessen. Der Kurzschlussstrom eines Solarmoduls oder Solargenerators ist fast proportional zur Sonneneinstrahlung.

kWh – Kilowattstunde | Einheit der Energie/Arbeit, entspricht der Leistung von einem Kilowatt über einen Zeitraum von einer Stunde. Der elektrische Energieertrag einer Photovoltaikanlage wird häufig in kWh angegeben.

kWp – Kilowatt peak | Einheit der maximalen („peak") Leistung eines Solarmoduls oder eines Solargenerators. Durch den üblichen Index „p" bei der Leistungseinheit wird darauf hingewiesen, dass die Leistung des Solarmoduls oder des Solargenerators unter Standard-Testbedingungen (STC) ermittelt wurde. Da Standard-Testbedingungen aufgrund der in der Praxis höheren Betriebstemperatur der Photovoltaikmodule nur selten erreicht werden, bleibt die Leistung eines Solarmoduls oder -generators im Betrieb meist unter der Spitzen- oder „Peak"-Leistung. Ein kWp entspricht 1000 Wp (Watt peak).

L

Leerlaufspannung (UL, UOC) | ist die maximale Spannung in einem elektrischen Stromkreis, die entsteht, wenn der Strom gleich Null ist. Die Leerlaufspannung eines Solarmoduls wird auf dem Datenblatt angegeben. Bei der Inbetriebnahme einer Photovoltaikanlage werden die Leerlaufspannungen der Teilanlagen gemessen. Die Leerlaufspannung eines Solarmoduls oder eines Solargenerators ist abhängig von der Temperatur der Module.

Leistungstoleranz | Die herstellerseitige Toleranzangabe der Nennleistung eines Solarmoduls gibt den Bereich an, in dem die Leistungen der einzelnen Solarmodule liegen müssen. Bei der Verschaltung der Solarmodule zu Strängen sind Module mit kleiner Leistungstoleranz günstig, denn sie verringern die Fehlanpassung der Module zueinander und erhöhen damit den Ertrag der Photovoltaikanlage. Sehr geringe Toleranzen liegen beispielsweise bei ± drei Prozent.

M

Modul | Solarmodul

Monokristalline Siliziumsolarzelle | Das Ausgangsmaterial für monokristalline Siliziumsolarzellen stellt ein aus einer Siliziumschmelze gezogener Einkristall dar. Die von diesem zylinderförmigen Einkristall heruntergesägten Siliziumscheiben werden dann im Zellherstellungsprozess zu monokristallinen Siliziumsolarzellen weiterverarbeitet. Im Vergleich zur multikristallinen Zelle ist die Herstellung einer monokristallinen Siliziumsolarzelle etwas energieintensiver und aufwändiger. Die Wirkungsgrade monokristalliner Siliziumsolarzellen liegen allerdings mit 14 bis 18 % im Mittel etwas höher als die von multikristallinen Siliziumsolarzellen.

Montagesystem | System zur Befestigung von Solarmodulen auf Dächern, Fassaden oder Freiflächen.

MPP | MPP (engl.: maximum power point) ist der Arbeitspunkt der maximalen Leistung einer Solarzelle, eines Solarmoduls oder eines Solargenerators. Der Wechselrichter hat die Aufgabe, den Solargenerator immer in seinem optimalen Arbeitspunkt (MPP) zu betreiben, um damit die maximal mögliche Leistung zu entnehmen. Da sich der MPP eines Solargenerators bei wechselnden Einstrahlungsbedingungen und Temperaturen ändert, muss der Wechselrichter möglichst schnell und genau die Veränderungen des MPP nachregeln.

Multikristalline Siliziumsolarzelle | Das Ausgangsmaterial für multikristalline Siliziumsolarzellen – häufig auch nicht ganz zutreffend polykristalline Siliziumsolarzellen genannt – ist in Blöcke gegossenes Solarsilizium. Es entstehen relativ große Kristalle mit sichtbaren Korngrenzen. Aus den Blöcken werden zunächst Quader und von diesen Quadern dann die einzelnen Siliziumscheiben herausgesägt und dann im Zellherstellungsprozess zu multikristallinen Siliziumsolarzellen weiterverarbeitet. Der Wirkungsgrad einer multikristallinen Siliziumsolarzelle ist mit 12 bis 16 % meist etwas geringer als der Wirkungsgrad monokristalliner Siliziumsolarzellen. Das Herstellungsverfahren ist aber kostengünstiger und weniger energieintensiv.

N

Nachführung | Mit Hilfe einer Nachführanlage wird der Solargenerator im Tagesverlauf gedreht und folgt so dem Stand der Sonne bzw. dem Helligkeitsmaximum. Die Solarmodule stehen bei einer zweiachsigen Nachführung immer optimal zur Sonne. Der Ertrag der Anlage kann so in Österreich um bis zu 40 % gegenüber einer starr montierten Photovoltaikanlage erhöht werden. Die Nachführung kann sowohl einachsig als auch zweiachsig erfolgen. Nachführanlagen eignen sich insbesondere für Freiflächenanlagen.

Netzbetreiber | ist das Unternehmen für den Betrieb und Unterhalt des öffentlichen Stromnetzes vor Ort. Das können die örtlichen Stadtwerke oder ein überregionales Energieversorgungsunternehmen (EVU) sein. Das Ökostromgesetz verpflichtet den Netzbetreiber, den von der Photovoltaikanlage erzeugten Strom abzunehmen.

Netzeinspeisung | Wird der von der Photovoltaikanlage produzierte Strom ganz oder teilweise in das lokale Stromnetz geleitet, so spricht man von Netzeinspeisung oder Netzkopplung.

Netzgekoppelte Anlage | Eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage wird an das örtliche Stromnetz oder Hausnetz angeschlossen und der solar erzeugte Strom an den Netzbetreiber verkauft. Man spricht dann von einer netzgekoppelten bzw. netzverbundenen Anlage. Eine Anlage ohne Netzkopplung bezeichnet man als Inselsystem.

Netzüberwachung | Eine Photovoltaikanlage produziert immer Strom, wenn Licht auf den Solargenerator fällt. Bei einer Reparatur am Stromnetz könnte es eine Gefahr für das Servicepersonal des Netzbetreibers darstellen, wenn eine netzgekoppelte Anlage weiterhin Strom ins Netz einspeisen würde. Deshalb wird die Anlage automatisch vom Stromnetz entkoppelt, sobald dieses abgeschaltet wird oder ausfällt. Eine Netzüberwachungseinrichtung im Wechselrichter kontrolliert deshalb ständig, ob das Stromnetz intakt ist. Es gibt zwei gängige Systeme zur Netzüberwachung: die ENS und die dreiphasige Spannungsüberwachung. Bei großen Freiflächenanlagen wird die Netzschnittstelle meist durch eine jederzeit zugängliche Freischaltstelle realisiert. Damit kann die Photovoltaikanlage manuell ab- und wieder zugeschaltet werden.

P

Polykristalline Siliziumsolarzelle | Siehe → Multikristalline Siliziumsolarzelle

S

Silizium | ist das zweithäufigste chemische Element in der Erdkruste, das aus dem Rohstoff Siliziumoxid (Sand) gewonnen wird und zu monokristallinem, multikristallinem und amorphem Silizium verarbeitet werden kann. Silizium ist ein Halbleiter, der für die Elektronikindustrie und die Photovoltaik eine wichtige Rolle spielt.

Solargenerator | ist die Summe der Solarmodule einer Photovoltaikanlage.

Solarmodul | Zum mechanischen Schutz und zur Witterungsbeständigkeit werden Solarzellen in Kunststoff oder Harz eingebettet und mit einer front- und rückseitigen Abdeckung versehen. Die damit erzielte mechanisch und elektrisch verschaltete Einheit wird als Solarmodul bezeichnet. Die frontseitige Abdeckung ist meist eine gehärtete Glasscheibe mit guter Lichtdurchlässigkeit. Die rückseitige Abdeckung wird häufig mit einem Folienverbund oder ebenfalls einer Glasscheibe realisiert. Solarmodule sind in gerahmter oder ungerahmter Ausführung erhältlich. Die Anschlussdose mit bereits angeschlossenen Solarkabeln und berührungssicheren Steckverbindern erleichtert die Installation.

Solarzelle | In der Solarzelle wird Strahlungsenergie in elektrische Energie umgewandelt (siehe → Photovoltaik). Eine einzelne Solarzelle z. B. auf Basis von kristallinem Silizium hat eine Arbeitsspannung von ca. 0,5 V und wird mit vielen weiteren Solarzellen zu einem Solarmodul elektrisch in Reihe geschaltet.

Standard-Testbedingungen | auch kurz: STC (engl.: standard test conditions), stellen die Rahmenbedingungen dar, unter denen die Leistung eines Solarmoduls im Labor gemessen und angegeben wird. Konstante Größen bei der Messung sind: Bestrahlungsstärke von 1000 W/m^2; Spektrum des Lichts nach Durchgang durch die 1,5-fache Dicke der Atmosphäre (AM1,5); Temperatur der Solarzelle von 25° C.

Strang (engl.: string) | Mehrere Solarmodule werden in Stränge hintereinander geschaltet, um so den richtigen Spannungsbereich für den Anschluss an den Wechselrichter zu erreichen. Mehrere Stränge können an einen Wechselrichter oder an einen separaten Generatoranschlusskasten angeschlossen werden.

T

Temperaturkoeffizient | Sowohl die Spannung als auch der Strom und somit auch die Leistung eines Solarmoduls sind abhängig von der Betriebstemperatur der Solarzelle. Der Temperaturkoeffizient gibt an, in welchem Maß sich die jeweilige Größe mit der Temperatur verändert. Die Spannung einer Solarzelle hat beispielsweise einen negativen Temperaturkoeffizienten und sinkt damit bei steigender Temperatur. Der Strom hingegen steigt geringfügig an (kleiner positiver Temperaturkoeffizient). Insgesamt besitzt die Leistung einer Solarzelle bzw. eines Solarmoduls einen negativen Temperaturkoeffizienten.
Das bedeutet, dass die Leistung mit zunehmender Temperatur abnimmt.

Transformator (Trafo) | Wechselrichter für Photovoltaikanlagen formen den Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom um. Um die Spannung an das Netzniveau anzupassen, arbeiten viele Wechselrichter mit einem internen Transformator (Trafo). Es ist aber auch möglich, einen Wechselrichter ohne Trafo zu betreiben. Diese trafolosen Geräte haben einen höheren Wirkungsgrad und erwirtschaften daher in der Regel einen höheren Ertrag.

V

Volt | Elektrische Einheit für Spannung. Siehe auch → Ampere.

W

Watt | Elektrische Einheit für Leistung. Siehe auch → Ampere.

Wechselrichter/Insel | Bei einem Inselwechselrichter handelt es sich um einen Wechselrichter für ein Inselsystem. Der Wechselrichter in einem Inselsystem hat die Aufgabe, den Anschluss von Wechselstromverbrauchern zu ermöglichen und eine stabile Wechselspannung vorzugeben und zu erhalten. Diese Aufgabe kann der Inselwechselrichter meist nur unter Einbeziehung von Speicherelementen (z. B. Batteriespeicher) im Inselsystem bewältigen.

Wechselrichter/Netz | Der Netzwechselrichter wandelt den vom Solargenerator produzierten Gleichstrom (DC) in Wechselstrom (AC) um, damit er in ein vorgegebenes Netz eingespeist werden kann. Wichtige Größen bei Netzwechselrichtern sind ihr Wirkungsgrad und ihre Zuverlässigkeit.

Wh | Einheit für Wattstunde. 1000 Wattstunden (Wh) entsprechen einer Kilowattstunde (kWh).

Wirkungsgrad | Der Wirkungsgrad gibt die Effektivität der Energieumwandlung wieder. Wirkungsgrade von kristallinen Solarmodulen liegen typischerweise bei 13 bis 18 %, d. h. 13 bis 18 % der eingestrahlten Sonnenenergie werden in elektrische Energie umgewandelt. Bei Wechselrichtern liegen die Wirkungsgrade bei Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom bei 90 bis 97 % (vgl. Europäischer Wirkungsgrad von Wechselrichtern).

Wp | Einheit für Wattpeak. 1000 Wattpeak (Wp) entsprechen einem Kilowattpeak (kWp)

Z

Zelle | Solarzelle

das klima hat zukunft

klima+ energie fonds

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Klima- und Energiefonds
Gumpendorferstraße 5/22, 1060 Wien
www.klimafonds.gv.at

Redaktion: Stefan Reininger

Gestaltung: ZS communication + art GmbH

Fachliche Beratung:
FH Technikum Wien – Hubert Fechner und Andreas Dallinger
mit Unterstützung der Landesinnung Wien der Elektro-, Gebäude-, Alarm- und Kommunikationstechniker,
der Wirtschaftskammer Wien sowie Photovoltaik Austria

Fotos: CC-Lizenz (BY 2.0) piqs.de©tille (Seite 2), BMLFUW, Hans Ringhofer, sxc, ATB Becker, pixelio©Rainer Sturm (Seite 12), Lanzinger (Seite 13), sxc©Neville Micallef (Seite 21), CC-Lizenz (BY 2.0) piqs.de©helico (Seite 24), photocase

Druck: gugler* cross media (Melk/Donau). Bei der mit Ökostrom durchgeführten Produktion wurden sowohl die Anforderungen des Österreichischen Umweltzeichens als auch die strengen Öko-Richtlinien von greenprint* erfüllt. Sämtliche während des Herstellungsprozesses anfallenden Emissionen wurden im Sinne einer klimaneutralen Druckproduktion neutralisiert. Der Gesamtbetrag daraus fließt zu 100 % in ein vom WWF ausgewähltes Klimaschutz-Projekt in Karnataka/Indien.

FSC www.fsc.org MIX FSC® C005108

greenprint*
klimapositiv gedruckt

Herstellungsort: Wien 2013