

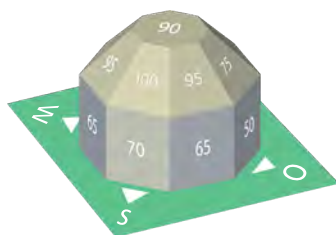
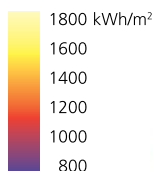
Energie – Sonnenklar

Photovoltaik: Technik und Infrastruktur



Tipps und Hinweise

- Arbeiten an elektrischen Installationen dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden.
- Solarstromanlagen bilden einen Mehrwert der Liegenschaft und haben Einfluss auf deren Verkaufs- sowie den steuerbaren Schätzwert.
- Solarmodule können Bauteile insbesondere in den Bereichen Sicht-, Schall-, Sonnen- oder Wetterschutz ersetzen.
- Die Module sollen eine zusammenhängende Fläche bilden, die in der Flucht zu den Dachrändern liegt und die Umrisse des Daches nicht überragt.
- Aktuell sind die stromwirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Rentabilität einer Solaranlage massgebend. Standorte mit grossem Eigenverbrauchsanteil, hohen Strompreisen und guten Rückliefertarifen sind im Vorteil.
- In jedem Fall ist auf eine gute Hinterlüftung von Solarmodulen zu achten, da hohe Zelltemperaturen zu erheblichen Ertragsverlusten führen können.
- Je höher der Standort gelegen ist, desto steiler sollte die Anlage geneigt sein (Schnee).
- Je grösser der Anteil an Diffusstrahlung, desto flacher sollte der Neigungswinkel der Anlage sein.
- Bei Anlagen > 100kW lohnt es sich, Projekte frühzeitig bei Pronovo (www.pronovo.ch) anzumelden, «Vergütung des Solarstroms», S. 17.
- Trafostationen für grössere Anlagen gleich von Beginn weg in Bewilligungsverfahren mit einbeziehen.
- Sammlung von anwendbaren Vorschriften siehe www.swissolar.ch.



Strahlungskarte

Die Summe der Sonneneinstrahlungsenergie über ein Jahr ergibt die jährliche Globalstrahlung in kWh/m². In der Schweiz werden je nach Region Werte von ca. 1000–1500 kWh/m² pro Jahr erreicht. In der global gesehen eher sonnenarmen Schweiz ist das Angebot der Sonne dennoch beachtlich.

Die Sonne:

- strahlt mit einer Intensität von rund 1000 W pro m²;
- liefert zwischen 1000 und 1500 kWh Sonnenenergie pro Jahr und m², was einem Heizwert von ca. 100–150 l Heizöl entspricht.

Die Werte beziehen sich auf eine 30° geneigte Fläche gegen Süden.

Die optimale Ausrichtung einer Solarstromanlage ist gegen Süden mit einer Neigung von 25–40°. Es lassen sich jedoch gute bis sehr gute Erträge mit abweichender Ausrichtung und Neigung erzielen.

Eigenverbrauch

Verteilnetzbetreiber (VNB) sind vom Thema Eigenverbrauch in verschiedener Art und Weise betroffen. Mit dem neuen Energiegesetz und den entsprechenden Verordnungen, gültig seit 1. Januar 2018, sind vor allem zwei zusätzliche Möglichkeiten für den Eigenverbrauch eingeführt worden.

Der Eigenverbrauch ist einschliesslich der angrenzenden Grundstücke möglich. Es können Zusammenschlüsse zum Eigenverbrauch (ZEV) gebildet werden.

Im Fall eines ZEV sind nicht mehr die einzelnen Haushalte oder Betriebsstätten Kunden des Verteilnetzbetreibers (VNB), sondern der ZEV. Er gilt als Kunde gegenüber dem VNB mit einer einzigen Messung für Bezug und Verbrauch. Für die Messung und Verrech-

nung des Stromverbrauchs von Teilnehmern des ZEV sind diese selbst zuständig und nicht mehr der VNB.

Definition Eigenverbrauch

Von Eigenverbrauch des Solarstroms spricht man, wenn die direkte, zeitgleiche Produktion und der Verbrauch des produzierten Stroms am selben Ort stattfinden.

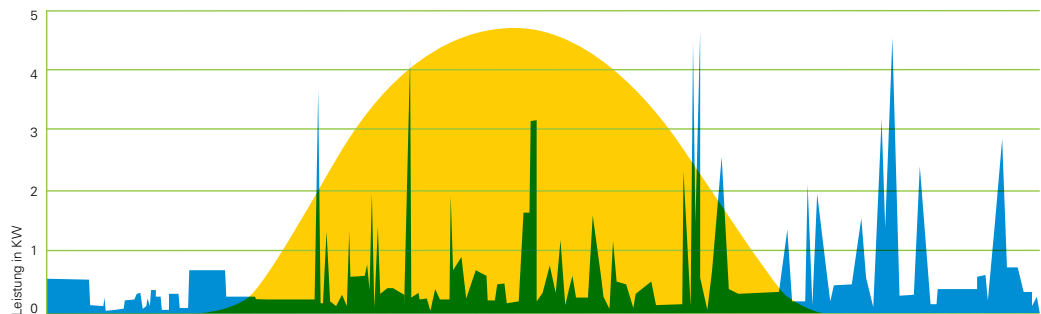
$$\text{Autarkiegrad} = \frac{\text{Eigenverbrauch} \quad \blacksquare}{\text{Gesamtverbrauch} \quad \blacksquare + \blacksquare}$$

$$\text{Eigenverbrauchsanteil} = \frac{\text{Eigenverbrauch} \quad \blacksquare}{\text{erzeugter Solarstrom} \quad \blacksquare + \blacksquare}$$

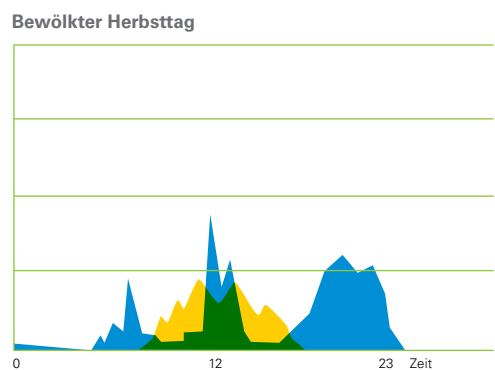
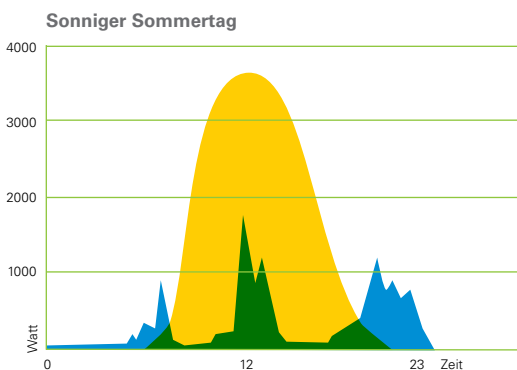
$$\text{Solarstromanteil} = \frac{\text{erzeugter Solarstrom} \quad \blacksquare + \blacksquare}{\text{Gesamtverbrauch} \quad \blacksquare + \blacksquare}$$

- PV-Rückspeisung
- Netzbezug
- Eigenverbrauch

Verlauf der Leistung an einem sonnigen Tag











Wetterabhängigkeit und Autarkie




Der Weg zur eigenen Solaranlage

Die Checkliste soll eine erste Einschätzung eines Solarstromprojekts ermöglichen (ohne Gewähr).

Was begünstigt die Rendite einer Solaranlage?

Ausrichtung der Solarfläche (www.swissolar.ch/ Solardach-Rechner)	 Südlage	 Ost-/Westlage	 Dach gegen Norden
Verfügbare Fläche (Dach, Fassade etc.)	 > 15 m ²	 15 m ²	 < 2 m ²
Ø Jährliche Sonneneinstrahlung	 > 1100 kWh/m ²	 700–1000 kWh/m ²	 < 600 kWh/m ²
Hoher Eigenverbrauchsanteil	 > 50 %	 25 %	 < 10 %
Bewilligungsverfahren (www.e-kantone.ch)	 keine	 einfach	 komplex
Investitions- und Betriebskosten	 tief	 mittel	 hoch
Kapitalzinsen	 tief	 mittel	 hoch
Steuererleichterung (Gemeinde, Kanton)	 ja	 teilweise	 keine
Förderbeiträge (www.e-kantone.ch)	 ja	 teilweise	 keine

 grundsätzlich sehr gute Voraussetzungen für eine eigene Solarstromanlage

 grundsätzlich gute Voraussetzungen, evtl. weitere Abklärungen notwendig

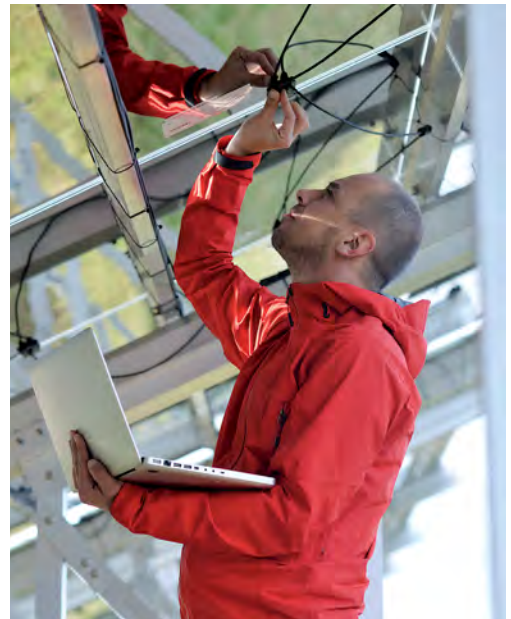
 voraussichtlich weniger gut geeignet für die Solarstrom-Produktion

Solarstrom-Fachstellen erteilen gerne weitere Auskünfte, siehe «Weitere Informationen» am Schluss der Broschüre.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Allgemeines Sonnenenergie	4
Lohnt sich die Solarstromproduktion? Unsicherheitsfaktor «Wetter». Wie funktioniert Photovoltaik? Welche Technologien gibt es? Wie hoch ist die Lebensdauer einer Anlage? Recycling.	
Immobilienbesitzer und -verwalter	7
Der geeignete Standort. «Lohnt sich» eine Solarstromanlage für mich? Welche Fläche liefert wie viel Strom? Optimierung meiner Energieversorgung. Stromlieferung an den Verteilnetzbetreiber?	
Architekten und Elektroplaner	9
Gestalterische Aspekte: architektonisch elegant und funktionell? Welches ist die ideale Neigung und Ausrichtung von Solarmodulen? Blendung durch Photovoltaikanlagen? Normen und Vorschriften. Vorsorgemassnahmen für Feuerwehreinsätze.	
Fachleute und Gewerbe	11
Was gehört zur Installation einer Photovoltaikanlage? Wer darf welche Arbeiten ausführen? Was muss ich beachten? Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz.	
Verteilnetzbetreiber	13
Varianten des Netzanschlusses. Welche Messarten gibt es? Wie wird abgerechnet? Wie können sich Mieter an Solarenergie beteiligen? Eigenverbrauch.	
Behörden	15
Wo finde ich Auskunft und Beratung? Welche Formalitäten benötigt die Erstellung einer Photovoltaikanlage? Abnahme, Inbetriebnahme und Kontrolle.	
Kosten Finanzierung Förderbeiträge	16
Mit welchen Investitionen muss ich rechnen? Was bedeutet «Contracting»? Welche Betriebskosten fallen an? Wie finanziere ich die Photovoltaikanlage? Vergütung von Solarstrom. Muss ich die Solarstromanlage versichern?	
Aussichten Technologie und Trends	19
Welches Potenzial hat Solarenergie in der Zukunft? Normierung und Standards. Stromerzeugungssysteme kombinieren? Ist es sinnvoll die PV-Anlage mit Stromspeichersystemen zu verbinden?	
Glossar Impressum	20

«Immobilienbesitzern den Einstieg in die Solartechnik erleichtern.»



Einleitung

Kein Weg führt an der Gewinnung von umweltschonender Energie vorbei. Die fossilen Energiequellen sind endlich. Wir sind mehr denn je aufgefordert, umweltfreundliche Alternativen zu finden und einzusetzen.

Solarzellen wandeln Sonnenstrahlung in elektrische Energie um – weitgehend ohne Abfall, ohne Lärm und ohne Abgase. Die «Photovoltaik» gilt als wichtiger Bestandteil der weltweiten Energieversorgung. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen solarthermischer und solarelektrischer (Photovoltaik) Nutzung der Sonnenenergie. In der Photovoltaik wandeln Solarzellen Sonnenstrahlung direkt in elektrische Energie um. Wir konzentrieren uns in dieser Informationsschrift auf die direkte Stromgewinnung durch Photovoltaik.

Die vorliegende Broschüre soll insbesondere Immobilienbesitzern den Einstieg in diese zukunftsorientierte Technik erleichtern. Interessierte finden die wichtigsten Informationen, die als Entscheidungshilfe zur Installation einer Solarstromanlage dienen. In «Energie – sonnenklar» werden die aktuellen Punkte aus heutiger Sicht zusammengefasst, erläutert sowie die wichtigsten Voraussetzungen und Regeln für die Planung und Realisierung einer Solarstromanlage skizziert. Auch finanzielle Aspekte werden aufgezeigt.

Fachpersonen aus den zuständigen Schweizer Verbänden und Organisationen haben zum Inhalt beigetragen. Sie stehen auch für weitere Informationen und Beratung zur Verfügung.

Electrosuisse
Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

Allgemeines | Sonnenenergie

Die Sonne strahlt in einer Stunde so viel Energie auf unseren Planeten, wie die gesamte Menschheit in einem Jahr verbraucht. Mit nur 0,1 % der Sonnenenergie – in nutzbare Energie verwandelt – wäre der gesamte Weltenergiebedarf gedeckt. Für die Energiegewinnung dieser Grössenordnung müssten 3–4 % der Wüstenfläche photovoltaisch genutzt werden.

«Sonnenland Schweiz?»

Unterschied zwischen Solarstrom und Solarwärme

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Formen von Solaranlagen: Eine produziert elektrischen Strom, die andere Wärme. Solarstromanlagen wandeln Sonnenstrahlung über die Solarmodule direkt in elektrischen Strom um. Diese Technologie nennt man «Photovoltaik». Solarwärme (Solarthermie) hingegen wird mit sogenannten «Sonnenkollektoren» gewonnen. Durch diese Kollektoren fliesst eine Flüssigkeit, die erwärmt wird. Die Wärme wird zum Speicher (Boiler) transportiert und erhitzt dort Wasser.



Unsicherheitsfaktor «Wetter»

Der Standort einer Solaranlage hat einen direkten Einfluss auf die erzielbare Leistung und den Ertrag. Das Sonnenlicht setzt sich auf der Erdoberfläche aus einem direkten und einem diffusen Anteil zusammen. Je nach Bewölkungszustand und Tageszeit können sowohl die Strahlungsleistung als auch der Anteil an direkter und diffuser Strahlung stark variieren. Bei schönem Wetter dominiert die Direktstrahlung, bei starker Bewölkung oder Nebel ist vorwiegend Diffusstrahlung vorhanden (siehe Solardach-Rechner: www.sonnendach.ch). Der durchschnittliche Anteil der Diffusstrahlung im Schweizer Mittelland beträgt ca. 50 %. Die Sonnenbahn variiert ausserdem in unseren Breitengraden sehr stark während eines Jahres: Die Sonne steigt im Sommer am Mittag auf ca. 67° Höhe, aber nur gerade auf 20° im Winter.

Potenzial Photovoltaik

Laut dem «Trends Report des IEA Photovoltaic Power System Programme» gab es Ende 2016 weltweit 306 GW installierte Leistung von Photovoltaikanlagen. Im Jahr 2017 wurden erneut ca. 100 GW Leistung zugebaut. Die Schätzungen des Europäischen PV-Industrieverbandes (EPIA) gehen von einem weiteren, wenn auch verlangsamten Wachstum aus. In Zukunft soll der globale PV-Markt auf deutlich über 100 GW jährlicher Zubaurate wachsen.

Aufgrund des tages- und jahreszeitlich schwankenden Angebots wird die Solarenergie den Elektrizitätsbedarf nicht alleine decken können. In Kombination mit anderen, vorzugsweise erneuerbaren Energiequellen, z.B. Geothermie, Wasser- und Windkraft, Biomasse und Speichertechnologien, kann die Sonnenenergie jedoch einen hohen Anteil an die Energieversorgung beitragen.

Wie funktioniert Photovoltaik?

Die klassische kristalline Siliziumsolarzelle setzt sich aus zwei aufeinanderliegenden Siliziumschichten zusammen, wobei zwischen den Schichten eine Potenzialdifferenz entsteht. Bei Sonneneinstrahlung bewegen sich freie Elektronen von der Schicht mit dem tieferen Potenzialniveau auf die Schicht mit dem höheren Niveau. Diese Potentialdifferenz kann nun über einen angeschlossenen Stromkreis als elektrische Energie genutzt werden. Damit eine

gut nutzbare Spannung entsteht, wird eine entsprechend notwendige Anzahl Solarzellen in Serie geschaltet. So braucht es für 200V Betriebsspannung rund 400 Solarzellen aus Silizium in Serieschaltung. Die Stärke des Stroms ergibt sich aus der Intensität des Sonnenlichts, dem Wirkungsgrad und der Grösse der Solarzelle. Typische Werte liegen heute bei 5–8A pro Zelle.

Photovoltaikanlagen bestehen aus unterschiedlichen Komponenten, die optimal aufeinander abgestimmt sein müssen:

Solargenerator

Der Photovoltaikgenerator wandelt das einfallende Sonnenlicht in elektrische Energie um. Zu ihm zählen die gut sichtbaren Solarmodule, die Gleichstromverkabelung sowie die Unterkonstruktion.

Wechselrichter

Der Wechselrichter bildet das Bindeglied zum Netz. Er wandelt den von den Solarmodulen erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom um.

Unterschiedliche Technologien

Die Entwicklung brachte eine grosse Vielfalt an Solarzellen-Technologien hervor. Sie werden grundsätzlich nach kristallinen Solarzellen und Dünnschichtzellen unterschieden. Kristalline Zellen erreichen den höchsten Wirkungsgrad. Mit einem Marktanteil von rund 80% ist dies die bedeutendste Photovoltaiktechnologie. Dünnschichtzellen gibt es in vielen Varianten und aus unterschiedlichen Materialien und Zusammensetzungen. Sie ermöglichen die Anbringung auch auf flexible Unterlagen. Ihr Wirkungsgrad ist hingegen geringer als bei kristallinen Solarzellen.

Netzverbundanlage oder Insellösung

Ist eine Anlage mit dem öffentlichen Elektrizitätsnetz verbunden, spricht man von einer Netzverbundanlage. Der Solarstrom fliesst via Wechselrichter direkt in das öffentliche Stromnetz und wird entweder am Standort der Solarstromproduktion selbst verbraucht oder via Netz zu anderen Verbrauchern transportiert. Diese Broschüre konzentriert sich auf Netzverbundanlagen. Dabei kommen vermehrt auch Kombinationen von Solaranlagen mit Batteriesystemen zur Anwendung.

Insulanlagen sind nicht mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden. Der gewonnene Strom wird bei der Insulanlage für den Eigenbedarf, also lokal direkt genutzt oder in einem separaten Energiespeicher, meist in eine Batterie, gespeichert. Eine Insulanlage findet vor allem auf SAC-Hütten, Ferienhäusern oder z.B. auch Parkscheinautomaten Verwendung.

Lebensdauer, Energierückzahlzeit

Eine Solaranlage liefert während ihrer Lebenszeit von ca. 25–30 Jahren etwa 12 mal soviel Energie, wie zu ihrer Herstellung aufgewendet werden musste. Das heisst, dass die Energie zur Herstellung der Solaranlage (graue Energie) nach 2–3 Jahren zurückgewonnen ist.

Recycling

Für die Entsorgung ausgedienter Solarmodule gelten in der Schweiz die Bestimmungen des Umweltschutzgesetzes und damit das Verursacherprinzip. Mit der Revision der VREG (Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte) sind Photovoltaikmodule seit 2015 denselben Auflagen wie etwa Haushaltgeräte, Computer oder Leuchten unterstellt. Der Branchenverband Swissolar ist mit der Stiftung Sens (www.erecycling.ch) einen Rahmenvertrag eingegangen. Demnach bezahlen die gemäss Vertrag teilnehmenden Betriebe eine freiwillige, vorgezogene Recyclinggebühr. Wer nicht mitmacht, muss dem BAFU (Bundesamt für Umwelt) eine deutlich höhere Entsorgungsgebühr entrichten. Nach der Lebensdauer können die meisten in der Schweiz verbauten Photovoltaikmodule problemlos recycelt werden. Die Materialien lassen sich für neue Module oder andere Produkte wiederverwenden. Die Solarbranche baut dazu europaweit Sammelstellen auf, siehe www.pvcycle.org. Für Solarzellen, die statt Silizium Cadmium oder andere Schwermetalle enthalten, gelten besondere Entsorgungsvorschriften. Weitere Informationen liefert das BAFU: <http://bit.ly/bafu-abfall>

Immobilienbesitzer und Verwalter

Eine eigene Solarstromanlage ist Ausdruck des Engagements für eine nachhaltige Ressourcennutzung. Zudem bietet sie interessante architektonische Gestaltungsmöglichkeiten, die Gebäude aufwerten können.

«Ein Platz an der Sonne – Solarstrom selbst produzieren.»

Der geeignete Standort

Solarstromanlagen können überall in der Schweiz gebaut werden. Die Sonneneinstrahlung beträgt zwischen 1000 und 1500 kWh pro m² und Jahr. An gut besonnten Lagen, beispielsweise im Süden Europas, ist die Einstrahlung ca. 50% höher als etwa in Bern mit rund 1300 kWh/m².

Solarmodule sollten möglichst direkt bestrahlt werden. Dabei sind die Ausrichtung Südost bis Südwest und die Neigung von 10–60° vorteilhaft. Solarmodule werden meistens entweder ins Dach integriert und ersetzen dabei die Dachhaut, oder sie werden auf das bestehende Dach aufgebaut. Sie finden aber vermehrt auch weiteren Einsatz, z.B. an Fassaden, als Dach für Auto- oder Zweiradunterstände, als Sonnenschutz etc.

«Lohnt sich» eine Solarstromanlage für mich?

Entscheidender Faktor einer Photovoltaikanlage sind die Anschaffungskosten, die lokalen Strompreise und der Eigenverbrauchsanteil. Der grösste Vorteil liegt darin, dass für die Sonnenenergie selbst keine Kosten anfallen. Technologiebedingt sind die Unterhaltskosten gering. Für einen wirtschaftlichen Betrieb spielt die richtige Dimensionierung eine entscheidende Rolle und auch, ob der Strom vor Ort selber genutzt werden kann.

Grundsätzlich empfehlen sich eingehende Abklärungen vor der Erstellung einer eigenen Solarstromanlage:

- Wie sind die örtlichen gesetzlichen und baurechtlichen Voraussetzungen?
- Sind die baulichen Voraussetzungen zur Installation einer Solarstromanlage gegeben, z.B. Ausrichtung, Dimensionen etc.?
- Gibt es Hemmnisse, wie z.B. Schattenwurf

aktueller oder künftiger Gebäude, Bäume etc., Denkmalschutz und Probleme mit Lichtreflexionen, die Nachbarn stören könnten?

- Kann ein erheblicher Anteil des produzierten Stroms vor Ort direkt verbraucht werden?
- Braucht es eine Baubewilligung? Solaranlagen auf Dächern sind in der Regel unter Beachtung der Vorschriften bewilligungsfrei. Eine Meldung ans Bauamt ist jedoch immer nötig. Anlagen an Fassaden und bei geschützten Objekten oder in speziellen Bauzonen benötigen eine Baubewilligung.
- Eine Anfrage beim zuständigen Verteilnetzbetreiber (VNB) bezüglich der Kapazität der Zuleitungen platzieren, insbesondere bei grösseren Anlagen.

Die Checkliste auf der Umschlagseite erlaubt eine erste, schnelle Einschätzung des Vorhabens.

Flächenbedarf

Eine vierköpfige Familie benötigt durchschnittlich ca. 4500 kWh Strom jährlich. Zur Produktion von 1000 kWh Strom wird eine Solarstromanlage mit einer Fläche von ca. 6–12 m² (je nach Wirkungsgrad) benötigt. Für 4500 kWh pro Jahr sind somit etwa 40 m² Dachfläche notwendig. Die Anlagenleistung beträgt damit rund 5 kW. Wird der Strom gespeichert, muss die Anlage wegen den Verlusten im Speichersystem um einige Prozente grösser sein.

Optimierung der Energieversorgung

Eventuell lohnt es sich, die aktuelle Energieversorgung und allfällig bestehende Anlagen auf ihre Optimierung hin zu überprüfen. Beratung bieten Fachpersonen aus Verbänden, der öffentlichen Hand, Planungsbüros oder der Solarindustrie (siehe «Weitere Informationen» am Schluss der Broschüre). Auf Dächern oder Fassaden von Firmen- oder Lagergebäuden, Autoabstellplätzen, Scheunen oder Clubhäusern gibt es erhebliches Potenzial zur Solarstromproduktion. Energie, die nicht für den Eigenbedarf benötigt wird, kann allenfalls verkauft werden. Entsprechende Abklärungen mit dem lokalen VNB schaffen Klarheit.

Stromlieferung an VNB

Das lokale VNB ist verpflichtet, die solare Stromproduktion im Netzverbund abzunehmen. Es wird aber oft ein eher bescheidener Preis für die zurückgelieferte Energie bezahlt.

Es lohnt sich darum, den selbst produzierten Strom möglichst vor Ort direkt zu verbrauchen (siehe «Eigenverbrauch» Umschlagseite). Dem lokalen Verteilnetzbetreiber wird dann nur noch der Überschuss verkauft. Seit dem 1.1.2018 kann der Eigenverbrauch auch innerhalb der anliegenden Grundstücke genutzt werden, solange das öffentliche Netz nicht beansprucht wird. Mehrere Nutzer können sich zu einer Eigenverbrauchsgemeinschaft zusammenschließen. Es entsteht ein sogenannter «Zusammenschluss zum Eigenverbrauch» (ZEV). Die Bildung von ZEVs wurde mit der Revision der Energieverordnung (EnV) per 1.4.2019 etwas erleichtert, indem zum Beispiel angren-

zende Grundstücke, welche durch Verkehrswege oder Bäche voneinander getrennt sind, dem ZEV angehören dürfen, vorausgesetzt dass Durchleitungsrechte vorhanden sind und die anderen Bedingungen eingehalten sind. Anstelle der Bildung von ZEV kann Eigenverbrauch auch in Zusammenarbeit mit dem lokalen Verteilnetzbetreiber realisiert werden. Stromkunden, welche elektrische Energie vom Verteilnetzbetreiber sowohl beziehen wie auch zurückspeisen, werden oft als «Prosumer» bezeichnet.



Architekten und Elektroplaner

Neben der Energieproduktion werden Solarstromanlagen immer häufiger als gestalterische oder funktionale Komponente eines Gebäudes verwendet. Sie dienen als Glasfassade oder als Beschattungselement und liefern nebenbei noch Strom.

«Mit Photovoltaik architektonische Akzente setzen.»

Gestalterische Aspekte

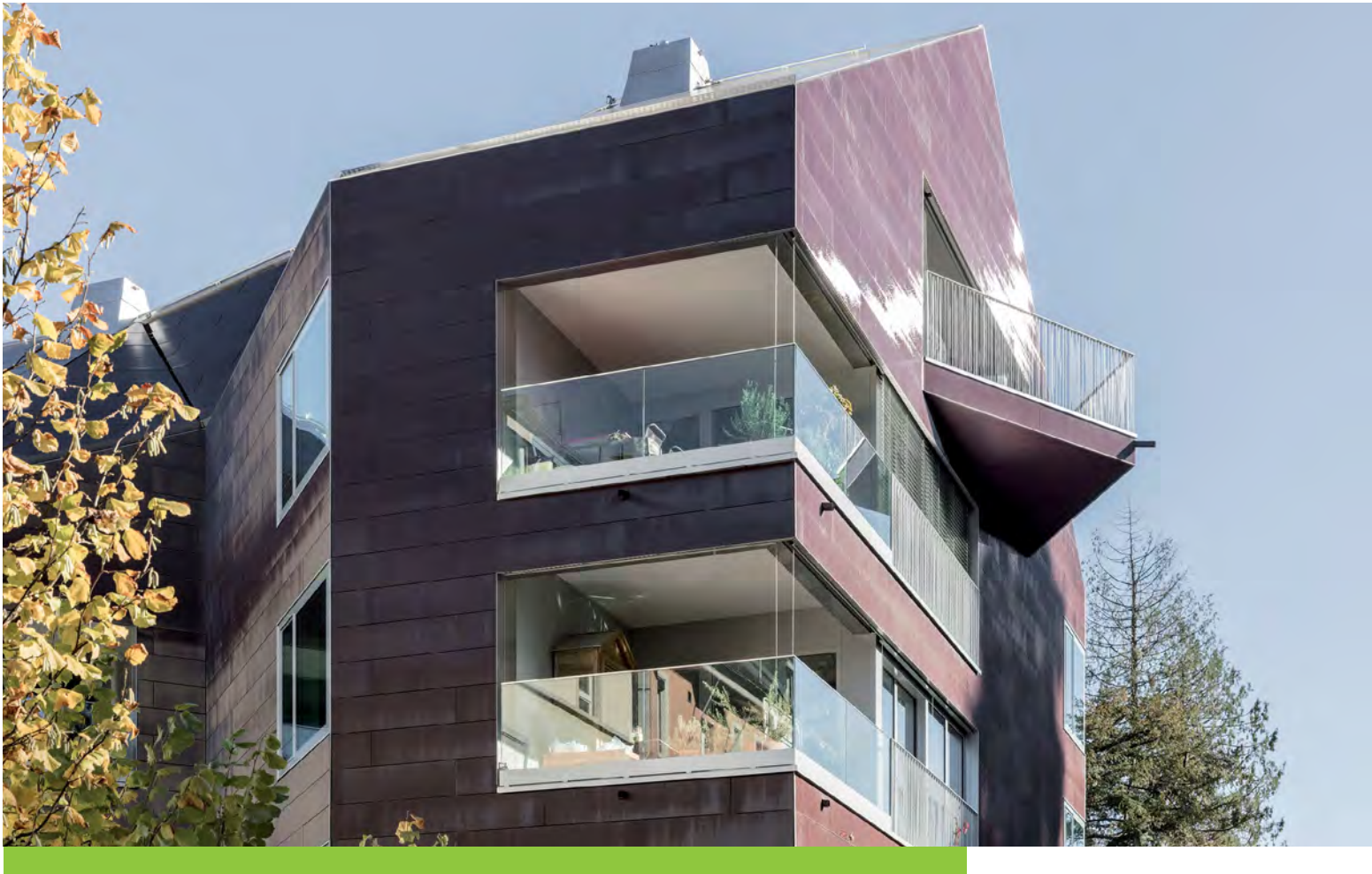
Meistens empfiehlt es sich, ein ruhigeres Gesamtbild anzustreben. So können z.B. Solarstrom und Solarwärme in gleichen Rahmensystemen Platz finden oder Fassadenkollektoren ähnlich eingebaut werden wie danebenliegende Fenster. Solarmodule können die Funktion von Bauteilen übernehmen, die ohnehin benötigt werden, z.B. Sicht-, Schall-, Sonnen- oder Wetterschutz.

Die Photovoltaikanlagen werden in drei Kategorien aufgebaut:

- angebaut, z.B. meist auf dem Dach installiert
- integriert, z.B. im Dach oder in der Fassade
- frei stehend, d.h. auf freiem Boden/Feld

Neigungswinkel und Ausrichtung (Azimut)

Ein senkrechter Sonneneinstrahlungswinkel ist immer effektiver als derjenige, welcher schräg auf die betreffende Fläche auftrifft. Da sich die Ausrichtung (Azimut) und die Sonnenhöhe im Laufe des Tages und Jahres stark ändern, variiert bei festen Installationen, wie z.B. Hausdächern, auch der Energieertrag. Die Betrachtung des jährlichen Strahlungsangebots ist deshalb hilfreich. Es muss nicht immer ein Süddach sein! Durch sinkende Solarmodulpreise werden auch Flächen interessant, die nicht genau nach Süden ausgerichtet sind. Ost- und Westdächer bieten den Vorteil, dass die Stromproduktion gemäss der Sonnenlaufbahn während des Tages besser verteilt wird.



Verordnungen, Normen und Vorschriften

Es gelten verschiedene Normen und Vorschriften. Nachstehend vier wichtige Beispiele:

Elektroinstallation

Hier gilt die Niederspannungs-Installationsnorm NIN (SN 41 000), insbesondere das Kapitel 7.12 oder HD 60364-7-712 (engl. oder franz.), erhältlich: www.normenshop.ch

Statik

SIA Norm 261: Einwirkungen auf Tragwerke, Schnee- und Windlasten. Mechanische Dimensionierung von Tragkonstruktionen, für die Schweiz spezifische Wind- und Schneelasten (www.webnorm.ch).

Brandschutz

Anforderungen an die Bildung von Brandabschnitten sowie die Standorte von elektrischen Geräten und Installationen sind von der Vereinigung der Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) und der kantonalen Feuerpolizei im jeweiligen Kanton festgelegt (www.praever.ch).

Netzanschluss

Die Werkvorschriften der örtlichen Verteilnetzbetreiber sind zu beachten (www.werkvorschriften.ch).

Projektablauf

Bei Neubauten und Sanierungen wird die Option mit Photovoltaik an Fassaden und auf Dächern heute bei vielen Vorhaben gleich von Beginn weg mitberücksichtigt. Photovoltaik wird dabei situativ und bedarfsbezogen in den üblichen Projektablauf beginnend ab Vorstudien, Vorprojekt, Bau- und Ausführungsprojekt integriert. Mit der Digitalisierung im Bauwesen fliesen die Projektphasen vermehrt ineinander.

Die Phasengliederung der SIA-Ordnung 112 Leistungsmodell gibt einen guten Überblick über den generellen Projektablauf mit Vorstudie, Vorprojekt, Bauprojekt, Ausführungsprojekt, Realisierungsphase und den Betrieb der Anlage. Dem Informationsfluss zwischen Planungsstelle, dem Bauherren und den Vertretern der Öffentlichkeit wie Verteilnetzbetreiber (VNB), Gemeinde usw. gilt besondere Aufmerksamkeit, um das Vorhaben effizient umzusetzen.



Vorsorge für Feuerwehreinsätze

Eine Photovoltaikanlage verändert die Risiken für Feuerwehreinsätze. Unter anderem ist zu beachten, dass:

- sich die Gleichstromseite bei vielen Photovoltaikanlagen nicht abschalten lässt. Sie produzieren bereits bei geringer Lichtstärke Spannung.
- elektrische Leitungen teilweise unter Spannung stehen; auch bei ausgeschaltetem Netz.
- der Zugang zum/vom Dach gewährleistet wird.

Die VKF hat ein Merkblatt publiziert, welches sowohl die Vorsorgemassnahmen für Feuerwehreinsätze wie auch die allgemeinen Brandschutzmassnahmen festlegt. Es kann unter www.praever.ch gratis bezogen werden. Ergänzend dazu hat Swissolar gemeinsam mit der VKF ein «Aktueller Stand der Technik-Papier» verfasst. Es kann unter www.swissolar.ch ebenfalls kostenlos bezogen werden.

Fachleute und Gewerbe

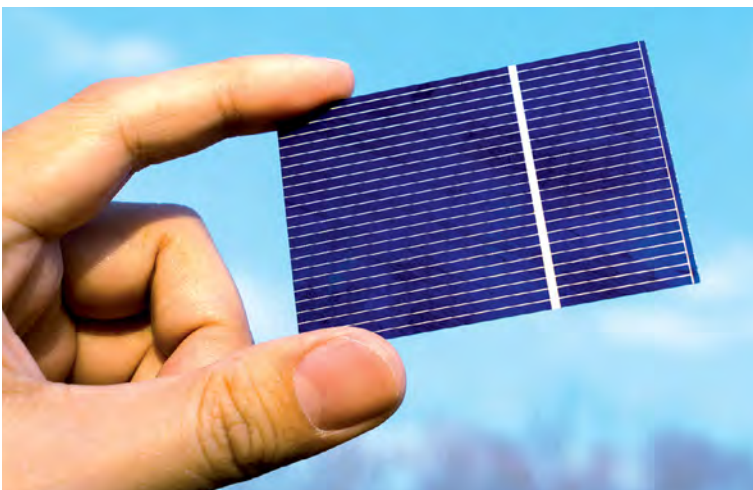
Die Installation von Solarstromanlagen erfordert die enge Zusammenarbeit verschiedener Fachkräfte. Die Funktion des Photovoltaikinstallateurs kann auch durch einen anderen Handwerker ausgeübt werden, z.B. Elektriker, Spengler, Dachdecker oder Fassadenbauer.

«Gute Planung für den reibungslosen Betrieb.»

Dabei ist zu beachten, dass gemäss Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) sämtliche Arbeiten an elektrischen Installationen nur von Installateuren mit Installationsberechtigung ausgeführt werden dürfen. Dachdecker können Module einbauen und zusammenstecken. Dafür brauchen sie keine Installationsberechtigung, sie müssen jedoch entsprechend instruiert sein. Das Verlegen und Anschliessen der Stringleitungen sowie Arbeiten im Wechselstrombereich müssen von konzessionierten Elektroinstallateuren ausgeführt werden. Unter www.solarprofis.ch sind von Swissolar geprüfte Unternehmen aufgelistet.

Was gehört zur Installation einer Photovoltaikanlage?

Solarmodule, Befestigungseinrichtungen, Steckverbinder, Solarkabel, Sicherungen, Überspannungsschutz, Erdung, Schalter, Wechselrichter und Stromzähler bilden die wesentlichen Komponenten einer Photovoltaikanlage.



Bei kleinen Anlagen sind viele Komponenten direkt im Wechselrichter eingebaut, bei grösseren Anlagen gibt es Feldverteilkästen. Nach der Hintereinanderschaltung von mehreren Modulen zu einem Strang übernimmt der Feldverteilkasten die Zusammenschaltung mehrerer Stränge. Im Allgemeinen enthält er auch Schutzvorrichtungen gegen die Einwirkung von Blitzen und Überlastung der Stränge.

Für die Netzeinspeisung muss der im Solarmodul entstandene Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umgewandelt werden. Diese Aufgabe erfüllt der Wechselrichter, der auch Sicherheits- und Steuerfunktionen übernimmt. In vielen Fällen werden die Stringleitungen ohne Umweg über den Feldverteilkasten direkt an den Wechselrichter angeschlossen.

Betrieb und Unterhalt

Qualitativ hochwertige PV-Anlagen benötigen in der Regel keinen regelmässigen Unterhalt. Generell sind die Betriebskosten tief, weil keine Energie zugeführt werden muss und der Betrieb automatisch läuft. Eine Studie zu den Betriebskosten ergab grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Anlagen; durchschnittlich ist mit etwa 2–4 Rp./kWh zu rechnen. Die EnergieSchweiz-Broschüre zeigt Beispiele und die verschiedenen Kostenfaktoren auf. <http://bit.ly/bfe-pv-betriebskosten>

Es ist sinnvoll, den Betrieb der PV-Anlage zu kontrollieren und die Erträge zu registrieren. Bei grossen Anlagen geschieht dies automatisch durch sogenannte Monitoringsysteme. Kleine Anlagen können auch mit regelmässigem Ablesen der Produktionswerte in Bezug auf die korrekte Funktion überprüft werden. Es empfiehlt sich, die Solarstromanlage regelmässig zu kontrollieren.

Wie bei anderen elektrischen Hausinstallationen müssen bei PV-Anlagen die Brandschutzanforderungen beachtet werden. Dies betrifft vor allem die Kabelqualität und Verlegungsart für die DC-Kabel im Gebäude, welche bei Tageslicht in der Regel durch die Solarmodule unter Spannung stehen. So dürfen solche Leitungen nicht ohne weitere Schutzmassnahmen in Fluchwegen installiert sein. Ähnliches gilt für die Wechselrichter. Diese dürfen zudem nicht in feuergefährdeten Räumen aufgestellt werden.

Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz

Bei diesen drei Themen überlappen sich die Massnahmen gegenseitig. Ein korrekt ausgeführter Blitzschutz schliesst die Erdung und den Potenzialausgleich mit ein. Zahlreiche Kantone verlangen im Rahmen des Anlagenschutzes durch die Gebäudeversicherung vor Baubeginn ein Konzept, wie die Anlage gegen Blitzschlag geschützt wird.

Ein Gebäude wird durch eine Photovoltaikanlage nicht blitzschutzpflichtig. Die Leitsätze SN SEV4022 schreiben vor, dass da, wo ein Blitzschutz vorhanden ist, die korrekte Einbindung der Solaranlage in das Blitzschutzsystem notwendig ist. Bei Gebäuden ohne Blitzschutz sind die Schutzmassnahmen gemäss NIN

Kapitel 7.12 auszuführen. Fast immer ist der Potenzialausgleich vom Solarmodulfeld bis zum Hauptverteiltableau notwendig.

Unabhängige Beratung

Für allfällige Problemfälle und allgemeine Beratungen stehen sowohl bei Electrosuisse wie auch im Netzwerk von Swissolar kompetente Fachleute zur Verfügung. Unter Solarprofil.ch können die gewünschten Fachleute regional gesucht und gefunden werden.





Verteilnetzbetreiber (VNB)

Es empfiehlt sich, vor der Installation einer Solarstromanlage mit den Verantwortlichen des entsprechenden Verteilnetzbetreibers (VNB) abzuklären, wie die Einspeisung geregelt werden soll. Bei Energieerzeugungsanlagen wie Solarstromanlagen, die Netzurückwirkungen verursachen können, kann der VNB spezielle Abnahmemessungen verlangen. Der Installationsinhaber hat seine Anlagen für diesen Zweck in die gewünschten Betriebszustände zu bringen.

Varianten des Netzanschlusses

Der Netzanschluss soll frühzeitig in die Projektplanung einbezogen werden. Dazu gehören insbesondere folgende Themen:

- Standort des Netzanschlusses
- Maximal mögliche Einspeisekapazität beim vorgesehenen Netzeinspeisepunkt
- Platz für den zusätzlichen Zähler
- Einspeiseschema

Es gibt grundsätzlich drei Einspeiseschemata:

- Bei der Messart «Produktion» wird der lokal produzierte Solarstrom direkt über Produktionszähler in das Netz eingespeist. Diese Messart wird verwendet, wenn der erzeugte Solarstrom direkt an einen Abnehmer verkauft wird. Es findet kein Eigenverbrauch statt.
- Messart «Überschuss»: Der erzeugte Solarstrom wird primär für den Eigenverbrauch genutzt. Nur der überschüssige Strom wird ins Netz abgegeben. Für die Messung der zurückgelieferten Energie gibt es zwei Varianten: ein zusätzlicher Rücklieferungszähler oder der Bezugszähler, welcher beide Stromflussrichtungen misst.
- Bei der «Hinterschaltung» erfolgt die Einspeisung des Solarstroms in das private Netz. Die Verrechnung erfolgt wie bei zwei Einspeisepunkten der VNB. Der VNB kauft die produzierte Energie ab dem Zähler und verkauft sie zeitgleich am selben Anschlusspunkt. Die Ablesung des Produktionszählers muss für den VNB daher jederzeit möglich sein. Dazu wird meistens eine Datenschnittstelle an den Netzanschlusspunkt geführt. Diese Messart verwendet man bei Objekten mit Anschluss ans Mittelspannungsnetz. Eine andere Anwendung kann bei grossen privaten Netzen in Arealüberbauungen vorkommen.

Solarstrom im Abonnement

Viele VNB bieten ihren Kunden Solarstrom im Abonnement an. Dadurch können auch Mieterinnen und Mieter – oder wer selbst keine Solarstromanlage bauen will – umweltfreundliche Elektrizität nutzen. Die Kosten sind kalkulierbar und transparent. Dazu wurde das Qualitätslabel «naturemade star» entwickelt (www.naturemade.ch).

«Die Photovoltaik – ein wichtiger Beitrag zur Stromversorgung.»

Eigenverbrauch

Der Eigenverbrauch über mehr als ein Grundstück kann auch im normalen Stromliefervertrag im Rahmen der Grundversorgung zwischen Endkunde und VNB stattfinden. In diesem Fall liefert die Solaranlage Strom für Verbraucher auf einem oder mehreren gegenseitig angrenzenden Grundstücken. Für die Messung und Abrechnung ist in dieser Konstellation der VNB zuständig. Je nach angebotener Dienstleistung verrechnen die VNB für den vor Ort produzierten und genutzten Strom, neben den eigentlichen Gestehungskosten, eine Verwaltungsgebühr. Im Modell ewz.solarsplit beispielsweise sind es aktuell 4 Rp./kWh. Für den zeitgleich direkt verbrauchten Solarstrom entfallen die Netzkosten und Abgaben. Bei guten Bedingungen für eine Solaranlage ist die Solarenergie meistens günstiger als die Energie aus dem Netz (weitere Informationen siehe Umschlagseite).

Steuerung von Verbrauchern in Abhängigkeit des Sonnenangebotes

Im gegenseitigen Interesse von VNB und Stromkunden werden in Zukunft vermehrt einzelne grössere Verbraucher entsprechend der momentanen Solarstromproduktion gesteuert. Dies ist dank neuen, steuerbaren Geräten und den Smart Meters einfacher möglich als früher. Es gilt in Zukunft noch abzuwägen, ob die Steuerung vor allem entsprechend dem Netzbedarf oder mehr im Interesse des Stromkonsumenten erfolgt.

Behörden

Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, setzt der Bundesrat im Rahmen der Energiestrategie 2050 u.a. auf verstärkte Einsparungen (Energieeffizienz) und sogenannte «neue erneuerbare Energie». Darin spielt die Solarstromproduktion (Photovoltaik) eine wichtige Rolle.

«Regeln für einen sorglosen Betrieb.»

Seit Anfang 2008 ist im Bundesgesetz über die Raumplanung der Artikel 18a in Kraft: «In Bau- und Landwirtschaftszonen sind sorgfältig in Dach- und Fassadenflächen integrierte Solaranlagen zu bewilligen, sofern keine Kultur- und Naturdenkmäler von kantonaler oder nationaler Bedeutung beeinträchtigt werden.» Eine erneute Revision wurde vom Volk in einer Abstimmung 2013 genehmigt. Damit sind «genügend angepasste» Solaranlagen gemäss revidiertem Art. 18a des Raumplanungsgesetzes (RPG) grundsätzlich bewilligungsfrei. Anlagen an Fassaden, auf Natur- und Kulturdenkmälern von kantonaler oder nationaler Bedeutung, Freiflächenanlagen und nicht genügend angepasste Solaranlagen sind nach wie vor bewilligungspflichtig.

Beratung

Die Website <http://bit.ly/regionale-energieberatung> zeigt Adressen der kantonalen Energiefachstellen und Energieberatungsstellen sowie Informationen zur finanziellen Förderung auf. Unabhängige Planungsbüros oder Solarstromorganisationen und -unternehmen erteilen umfassende Auskunft (z.B. www.solarprofis.ch).

Formalitäten

Für die Installation einer Solarstromanlage gilt die Meldepflicht oder es ist eine Baubewilligung notwendig (<http://bit.ly/regionale-energieberatung>). Die kommunale Baubehörde kann beraten, wie vorzugehen ist. Ausserdem muss der elektrische Anschluss an das Netz geregelt werden. Der örtliche Verteilnetzbetreiber (VNB) verlangt in der Regel mindestens ein Anschlussgesuch, eventuell ergänzt mit einer Deklaration bezüglich der Stromqualität, z.B. des Oberwellenverhaltens der Wechselrichter. Für Anlagen mit einer Nennleistung grösser 30 kVA muss zudem eine Planvorlage an das

Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) eingereicht werden.

Ein häufiger Einsprachegrund ist die Blendung durch eine Photovoltaikanlage. Solarmodule werden jedoch mit dem Ziel einer möglichst hohen Lichtabsorption produziert und spiegeln somit im Normalfall weniger Licht als Fensterglas. Zudem hält sich eine allfällige Spiegelung mit wenigen Ausnahmen in einem kurzen zeitlichen Rahmen.

Abnahme | Inbetriebnahme

Bei der Abnahme und Inbetriebnahme von fertig gebauten Solarstromanlagen wird jeweils ein Protokoll erstellt. Oft erfolgt im gleichen Schritt die Werksübergabe vom Ersteller an den Kunden. Der Inhalt des Abnahmeprotokolls ist gesetzlich nicht festgelegt und kann variieren. Swissolar stellt Vorlagen solcher Inbetriebnahmeprotokolle zur freien Verfügung (www.swissolar.ch). Ferner sind die Empfehlungen der Werkvorschriften (www.werkvorschriften.ch) und der SIA (www.webnorm.ch) zu beachten. Ein Mess- und Prüfprotokoll gemäss NIV sollte vom Anlageersteller mit der Fertigstellung verfasst werden. Electrosuisse (www.electrosuisse.ch) stellt eine entsprechende Vorlage zur Verfügung.

Abnahmekontrolle

Die Niederspannungs-Installationsverordnung NIV734.27 regelt unter anderem auch das Kontrollwesen für Elektroinstallationen. Neben der Erstkontrolle von neuen Installationen sind auch die Zeitpunkte für die periodischen Kontrollen von elektrischen Anlagen festgelegt. Darin wird unterschieden, wer die Installation erstellt hat.

Im Normalfall veranlasst der Eigentümer nach der Übernahme der Installation innerhalb von sechs Monaten zusätzlich eine Abnahmekontrolle durch ein unabhängiges Kontrollorgan oder eine akkreditierte Inspektionsstelle, welche den Sicherheitsnachweis des Installateurs entsprechend ergänzt. Das unabhängige Kontrollorgan übergibt dem VNB in Vertretung des Eigentümers eine Kopie des ergänzten Sicherheitsnachweises.

Eine Photovoltaikanlage hat keinen Einfluss auf die gesetzlich festgelegten Kontrollperioden der Gesamtanlage.

Bei Installationen nach NIV Art. 14 muss die

Erstkontrolle der Installation durch ein akkreditiertes Kontrollorgan erfolgen.

Öffentliche Gebäude

Behörden und Verwaltung sind in der Regel für den Bau und Betrieb öffentlicher Gebäude zuständig. In dieser Rolle ist es ihre Pflicht, diese Gebäude dem Zweck entsprechend optimal zu betreiben. Dazu gehören auch ökonomische und ökologische Ziele. Für die direkt vor Ort produzierte und verbrauchte Elektrizität ist Solarstrom in vielen Fällen die günstigste Lösung.

Für den Betrieb einer Solaranlage interessant sind insbesondere Alters- und Pflegeheime, Schulhäuser, Verwaltungsgebäude, Werkhöfe, Entsorgungsbetriebe, Infrastruktur für Bahn, Tram und Trolleybusse, Elektroladestationen und viele mehr.



Kosten | Finanzierung | Förderbeiträge

Eine Solarstromanlage ist eine Investition. Mit der Einspeisevergütung des Bundes konnten optimal ausgelegte Anlagen ohne spezielle Konfigurationen wirtschaftlich betrieben werden.

«Solarstrom selbst produzieren?»

Investitionen

Wie bei allen Technologien sinken auch bei der Solarenergie die Preise, sobald die Produktionsmengen steigen. Im langjährigen Durchschnitt reduzierten sich die Investitionskosten jährlich um rund 6–7%. Die Ausgaben für Aufdach- und Flachdachanlagen (bis 10 kW) liegen aktuell zwischen CHF 2000–4000/kW, für grosse Anlagen mit mehreren 100kW bewegt sich der Preis unter CHF 1500 pro kW. Gut in die Gebäudehülle integrierte Anlagen sind etwa 20% teurer. Sie decken jedoch meist zusätzliche Funktionen wie Beschattung oder Dichtung ab.

«Contracting»

Hauseigentümer, die nicht selbst investieren wollen, haben die Möglichkeit, ihr Dach einem «Contractor» zu vermieten. Dieser erstellt dann

die Solarstromanlage darauf. Wer keine Dachflächen zu vergeben hat, sich jedoch an einer Solarstromanlage beteiligen möchte, kann bei einem Contractor investieren. Dieser fasst mehrere Investitionen zusammen, um grössere Anlagen auf geeigneten Gebäuden zu realisieren.

Betriebskosten

Es lohnt sich, den Ertrag der Solarstromanlage regelmässig zu überwachen und den Zustand der Anlage zu kontrollieren. Eine monatliche Ertragskontrolle hilft, Fehler frühzeitig zu erkennen und Ausfälle zu vermeiden. Je nach Umgebung und Ausführung der Anlage kann eine Reinigung der Module nötig sein. Die Anlagedokumentation sollte zum Betrieb und Informationen zur Reinigung enthalten.

Die Kosten für Wartung- und Unterhalt sind u.a. von der Anlagengrösse abhängig. Dafür spielt die Anlagenkategorie – frei stehend, angebaut oder integriert – keine Rolle. Eine Publikation des Bundesamtes für Energie zeigt Unterhaltskosten von 2–5Rp./kWh auf, siehe Link.

Zu den Betriebskosten gehören: allgemeine Wartung, Reinigung der Module, ggf. Service-Vertrag, Fernüberwachung, Service und Instandhaltung der Wechselrichter, Aufwand für Messung und Abrechnung und das Audit für den Herkunftsnachweis.

Stromgestehungskosten bzw. Wirtschaftlichkeit

Die Gestehungskosten bezeichnen die Kosten, welche für die Energieumwandlung von einer anderen Energieform in elektrischen Strom notwendig sind. Die Kosten einer gut ausgerichteten Anlage liegen bei ca. 12 Rp./kWh für Grossanlagen und bei 18 Rp./kWh für Kleinanlagen. Die genaue Höhe ist von Faktoren wie Anlagekosten, Standort, Ausrichtung, Lebensdauer, Zinssatz, Unterhaltskosten usw. abhängig. Die Annuität berechnet den linearen jährlichen Kapitalkostenanteil einer Investition über eine bestimmte Zeitdauer zu einem bestimmten Zinssatz.



Vergütung des Solarstroms

Lieferanten können selbst entscheiden, ob und wem sie ihren Strom verkaufen. Ab 2009 galt die kostendeckende Eispeisevergütung (KEV) gemäss Energiegesetz und Energieverordnung. Dabei bekam der Produzent für jede Kilowattstunde eingespeister Energie den bei Inbetriebnahme gültigen Referenzpreis für Solarstrom während 25 Jahren, sofern eine Zusage von Swissgrid vorlag (Tarife: www.energie-schweiz.ch). Seitdem wurden einige Bedingungen geändert: Für neu angemeldete Anlagen wird nur noch eine Einmalvergütung von höchstens 30 % der Anlagekosten ausbezahlt. Dazu ist die Option mit dem Eigenverbrauch gesetzlich verankert. Bei kleinen Anlagen bis 100 kW muss der Antrag für die Einmalvergütung nach der Inbetriebnahme erfolgen. Für Anlagen über 100 kW kann jederzeit vor Baubeginn eine Anmeldung erfolgen. Es lohnt sich, Projekte frühzeitig bei Pronovo (www.pronovo.ch) anzumelden. Pronovo führt Wartelisten. Der Bund passt die Bedingungen der Vergütung der Marktsituation laufend an.

Vereinfachtes Beispiel:

Anlage, angebaut	5 kWp
Jahresproduktion	4750 kWh
Investitionskosten ./ Einmalvergütung von	13 700 CHF 3100 CHF
Nettokosten:	10 600 CHF
Annuität* bei 25 Jahren Lebensdauer und 2 % Verzinsung	5,12 %
Zins & Abschreibung pro Jahr (Annuität)	543 CHF
Jährliche Unterhaltskosten, 3 Rp./kWh	142 CHF
Total jährliche Kosten	685 CHF
Produktionskosten	14,4 Rp./kWh

* Die Annuität berechnet den linearen jährlichen Kostenanteil zur Amortisation einer Investition über eine bestimmte Zeitdauer bei einem bestimmten Zinssatz.

Banken

Die Finanzierung von Photovoltaikanlagen muss von den Banken individuell beurteilt werden. Verschiedene Punkte wirken sich auf Konditionen und Belehnungshöhe aus, u.a.:

- Wer ist der Eigentümer der Anlage?
- Ist der Besitzer der Anlage gleichzeitig auch der Gebäudeeigentümer?
- Gibt es einen garantierten Abnahmepreis der Stromproduktion mit einem Liefervertrag?
- Wie lange sind die Rückzahlungsfristen?
- Wie lauten die Bedingungen eines allfälligen Dachnutzungsvertrags?
- Wird die Dachnutzung als Dienstbarkeit im Grundbuch eingetragen? Erklärt die Bank des Inhabers den Rangrücktritt hinter diese Dienstbarkeit?

Versicherung

Der Wert und die Funktionalität von Photovoltaikanlagen soll über viele Jahre geschützt werden. Es bestehen verschiedene Bedürfnisse und regional unterschiedliche gesetzliche Rahmenbedingungen. Was versichert werden soll und kann, lässt sich primär in drei Gruppen unterscheiden:

1. Feuer/Elementarschaden (Sturm, Hagel, Hochwasser, Überschwemmung etc.)
2. Haftpflicht
3. Diebstahl, Wasser, Glasbruch, Bauwesen/Montage, und andere, wie z.B. technische Schäden und daraus resultierende Betriebsausfallkosten

In gewissen Kantonen wird ein Teil der Risiken über die Gebäudeversicherung gedeckt. Die Anmeldung der zusätzlichen Versicherungssumme ist notwendig. Falls keine obligatorische Gebäudeversicherung besteht, sind Versicherungsabschlüsse freiwillig.

Aussichten | Technologie und Trends

Der Anteil Solarstrom soll gemäss den Vorstellungen des Bundesrats bis 2050 17 % des Gesamtbedarfs abdecken. Es bestehen noch ehrgeizigere Ziele: Gemäss Swissolar könnten mit Photovoltaik bis 2025 20 % des Strombedarfs durch Solarstrom gedeckt werden, was 12 TWh entspricht. Die Produktion dieser 12 TWh Solarstrom wäre bis 2025 mit Anlagen auf bestehenden Gebäuden möglich. Allerdings bleibt das Wachstum wegen des Stromüberschusses im Europäischen Verbundnetz und den eng begrenzten Fördermitteln in den kommenden Jahren eher tief. Swissolar rechnet für die nahe Zukunft mit ca. 400–500 MW an neu installierter Leistung pro Jahr.

«Das grosse Potenzial nutzen.»

Gestützt auf die Daten in sonnendach.ch hat das Bundesamt für Energie ein Produktionspotenzial für die Photovoltaik von bis zu 50 TWh pro Jahr auf bestehenden gut geeigneten Dachflächen identifiziert. Wie weit und mit welchen Massnahmen das realisiert werden könnte, wurde bisher nicht weiter untersucht.

Forschung

Die Schweiz ist in verschiedenen Gebieten der Solarzellenforschung führend. Ein effizienter Einsatz von Solarenergie bedingt jedoch weitere Forschung auch ausserhalb des Photovoltaikbereichs, insbesondere in der Netzintegration und Speicherung.

Herstellung

Herstellungsprozesse und Photovoltaikmaterialien werden kontinuierlich optimiert. Dies führt zu höheren Wirkungsgraden, einer schnelleren energetischen Amortisation und einer besseren Wertschöpfung. Nebst den kristallinen und polykristallinen Siliziumzellen, die zurzeit über 85 % der Weltproduktion ausmachen, sind Silizium-Dünnschichtzellen im Einsatz. Weitere Materialien wie Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid, organische Materialien (Farbstoffe) und Kombinationen von verschiedenen Zellen werden voraussichtlich vermehrt zum Einsatz kommen.

Betrieb

Neben den Solarzellen ist auch die Systemtechnik relevant. Modernste Solarwechselrichter

arbeiten mit Spitzenwirkungsgraden von über 98 %. Hier gibt es nur noch wenig Verbesserungspotenzial. Hingegen könnten Solarwechselrichter künftig vermehrt auch andere Funktionen übernehmen, wie beispielsweise die Kompensation von Blindleistung, Erhöhung der Netzqualität und netzstützende Funktionen in Kombination mit einer Batterie.

Standardisierung

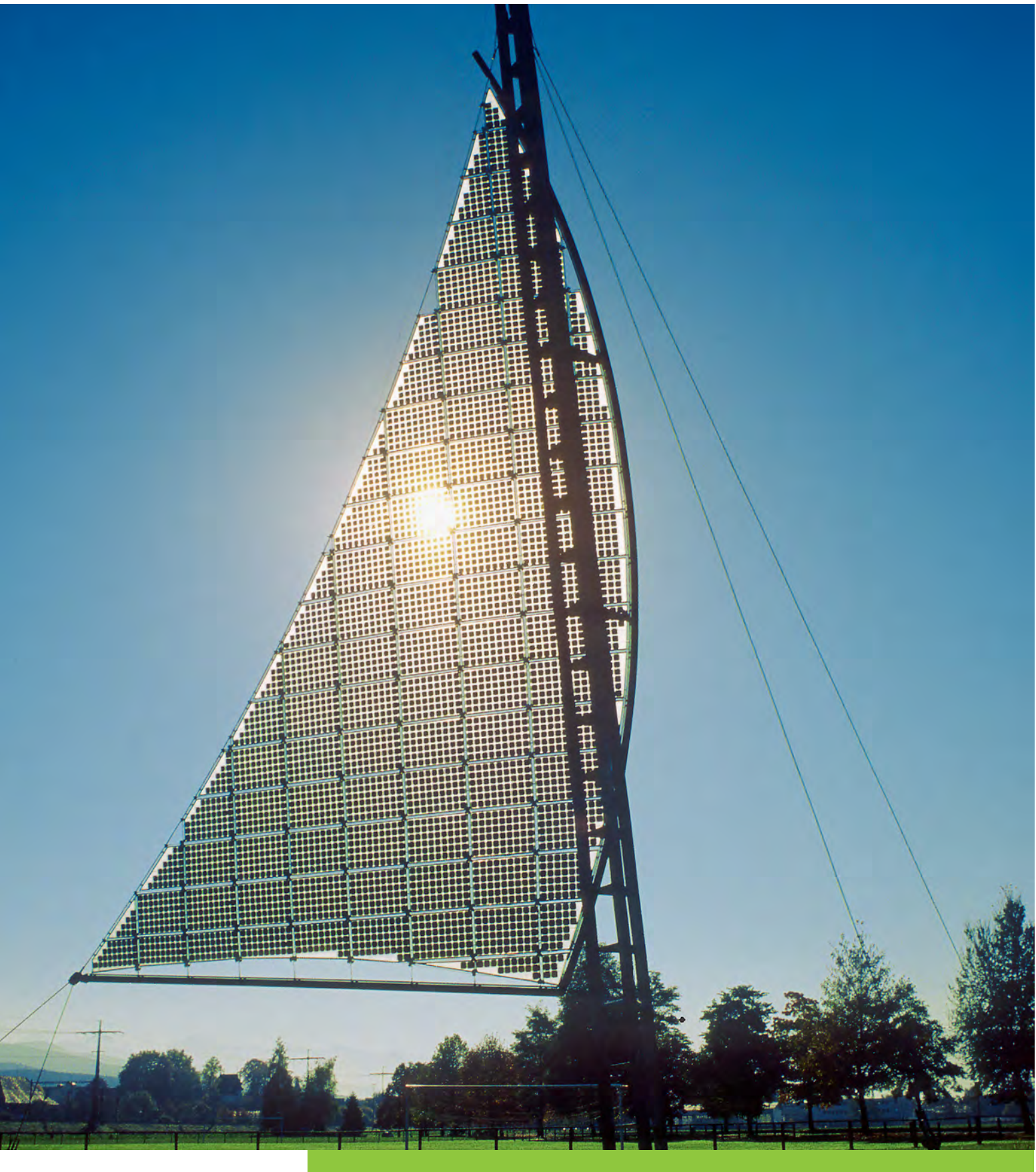
Um die reibungslose Koexistenz bestehender und neuer Anlagen zu gewährleisten, ist es nötig, bestehende Normen anzupassen oder neue Regelungen zu definieren. In den Normengremien des Comité Électrotechnique Suisse (CES) übernehmen die Schweizer Vertreter auch international immer wieder Führungsaufgaben in den Kommissionen und beeinflussen Normungsprozesse nachhaltig. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener in der Standardisierung tätigen Kommissionen und technischen Komitees muss jedoch weiter gefördert werden.

Kombination von Stromerzeugungssystemen

Die Menge des erneuerbaren Stroms, der in unseren Breitengraden produziert werden kann, unterliegt Witterungs- und Jahreszeitschwankungen. Deshalb gilt es, Photovoltaik sinnvoll in Gesamtlösungen einzubinden. Schon heute werden verschiedene Technologien wie Photovoltaik, Solarthermie, Wasserkraft, Wärmekraftkoppelung, Geothermie oder weitere erneuerbare Energieformen kombiniert. Solche Technologiekombinationen werden zunehmend im Siedlungsbau genutzt. Das gut ausgebaute Stromnetz ist die wichtige Grundlage dieser Vernetzung. Im Rahmen der Liberalisierung der Energiemärkte werden sich Technologiewahl, Investitionen und Geschäftsmodelle weiter dynamisieren. Dabei werden sich Herausforderungen für Investitionen und langlebige Infrastrukturen ergeben.

Kombination von Stromspeichern

Dank neuer Batterietechnologien ist das kurzfristige Speichern von Strom heute einfach machbar und mit vertretbaren Kosten möglich. Damit kann unter anderem am Tag produzierter Strom gespeichert und in der Nacht verbraucht werden; entsprechend erhöht sich der Eigenverbrauch.



Glossar

A	Ampere, Einheit für die elektrische Stromstärke.
AC	Alternating Current; Wechselstrom
DC	Direct Current; Gleichstrom
Energieertrag	Produzierte Energie der Photovoltaikanlage in kWh
W	Watt, Einheit für die bezogene oder gelieferte Leistung (Energie pro Zeit).
kWh	Die Kilowattstunde bezeichnet die Einheit der produzierten oder verbrauchten Energie; 1 kWh entspricht der Energie, die eine 100-W-Glühbirne in 10 h verbraucht (Leistung mal Zeit).
kWp	Kilowatt Peak bezeichnet die Nennleistung eines Moduls oder der ganzen Photovoltaikanlage bei STC; sie bezieht sich auf die Gleichstrom-Seite (DC).
MWh	1 Megawattstunde entspricht 1000 kWh
GWh	1 Gigawattstunde entspricht 1000 MWh
TWh	1 Terawattstunde entspricht 1000 GWh
Leistung	Die elektrische Leistung ist das Produkt aus Spannung und Strom, ohne den Faktor Zeit zu berücksichtigen.
Modulwirkungsgrad	Der Modulwirkungsgrad gibt an, welcher Anteil des eintreffenden Sonnenlichts vom Modul in elektrische Energie umgewandelt wird.
Photovoltaik	Methode zur Stromproduktion aus Licht
Prosumer	Netzkunde, der sowohl Stromkonsument als auch Stromproduzent ist.
Solarmodul	Verbund von Solarzellen zur Umwandlung von Sonnenlicht in Strom
Sonnenkollektor	Sonnenkollektoren dienen zur Umwandlung von Sonnenstrahlung in Wärme (Warmwasser).
STC	Standard Test Condition; 1000 W/m ² , 25° Zelltemperatur und AM 1,5. Um verschiedene Solarmodul-Typen unabhängig miteinander zu vergleichen und zu bewerten, werden weltweit einheitliche (genormte) Test- und Betriebsbedingungen in der Photovoltaik verwendet.
V	Volt, Masseinheit der elektrischen Spannung
WR	Wechselrichter wandeln die vom Generator kommende Gleichspannung in Wechselspannung um, synchronisieren die Frequenz mit der des öffentlichen Stromnetzes, besitzen Überwachungseinrichtungen zur Trennung vom Netz bei Störungen und dienen als Datenlieferanten.

Weitere Informationen

Folgende Verbände informieren über verschiedene Aspekte der Solarenergie:
www.electrosuisse.ch
www.swissolar.ch

Folgende Organisationen und Institutionen erteilen gerne weitere Auskünfte:

www.endk.ch
www.energie-schweiz.ch
www.iea-pvps.org
www.praever.ch
www.pronovo.ch
www.pvcycle.org
www.solarprofi.ch
www.strom.ch
www.swissgrid.ch
www.topten.ch
www.VSEI.ch
www.VSEK.ch

Impressum

Herausgeber

Electrosuisse, Swissolar

Verantwortlich für den Inhalt

Electrosuisse, Swissolar

Bild-Quellenangaben

S. 5: Bellwald/enAlpin, Bellwald
S. 8: (BIPV) Solaris, Fotograf: Beat Bühler
S. 18: Georges Miserez, Fotograf, Ostermundigen

Copyright:

Vervielfältigung und Veröffentlichung bitte mit Quellenangabe.
In Deutsch, Französisch und Italienisch auch als PDF erhältlich.
Kleinmengen bis 10 Exemplare sind kostenlos erhältlich, ab 11 Stück mit Unkostenbeitrag:
verband@electrosuisse.ch oder zu beziehen bei den Herausgebern.

Hinweis:

Die vorliegende Broschüre dient ausschliesslich zu Informationszwecken. Sie wurde mit grösstmöglicher Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität ihrer Inhalte wird keine Gewähr geleistet. Insbesondere entbindet es nicht, die einschlägigen und aktuellen Empfehlungen, Normen und Vorschriften zu konsultieren und zu befolgen. Eine Haftung für Schäden aus dem Konsultieren bzw. Befolgen dieser Informationsschrift resultieren könnte, wird ausdrücklich abgelehnt (Stand 31.03.2019).

Weitere Informationsbroschüren aus dieser Serie:

«Anschluss finden» – Elektromobilität und Infrastruktur | «Entspannt – dank Effizienz» – Der bewusste Umgang mit Elektrizität | «LED's go!» – Tipps und Hinweise zu LED-Beleuchtungen | EMF – Spannungsfelder: Elektrische und magnetische Felder gibt es überall

Mit Unterstützung von:



www.neovac.ch



Electrosuisse
Luppenstrasse 1
Postfach 269
CH-8320 Fehraltorf

T +41 44 956 11 11
info@electrosuisse.ch
www.electrosuisse.ch