

# Photovoltaik

## Strom aus der Sonne

Einmal installiert, produziert eine Solarstromanlage während mindestens 30 Jahren zuverlässig Strom – bei einem sehr geringen Wartungsaufwand. Die Technik ist auch unter dem Namen Photovoltaik (PV) bekannt. In der Schweiz liefern Solarstromanlagen mit einer Fläche von über 225 000 Quadratmetern bereits heute Strom für über 6000 Haushalte. Das Potenzial ist damit aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft: Würden in der Schweiz nur die am besten besonnten, bestehenden Dachflächen mit Solarstromanlagen bestückt, könnte

ein Drittel unseres jährlichen Strombedarfs gedeckt werden. Die vorliegende Broschüre soll den Einstieg in die faszinierende, zukunftssträchtige Technik erleichtern: Sie bietet einen aktuellen Überblick über die Technologie, zeigt Möglichkeiten und Grenzen der Photovoltaik auf, erläutert die wichtigsten Punkte für die Planung und die Realisierung einer Solarstromanlage, liefert einfache Faustregeln für die Dimensionierung und skizziert finanzielle Aspekte.



## EINE FASZINIERENDE TECHNIK

2 Die Photovoltaik (PV) ist eine Form der aktiven Nutzung der Sonnenenergie. Die Solarzellen wandeln Sonnenlicht in elektrische Energie um. Im Unterschied dazu wandeln die Sonnenkollektoren in solarthermischen Anlagen das Sonnenlicht in Wärme um.

### Strom aus Licht

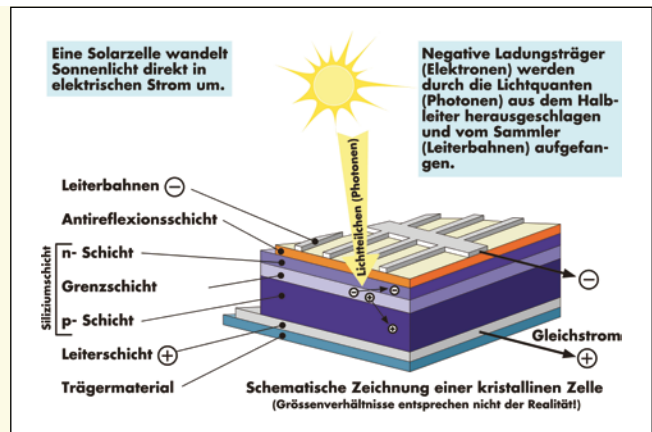
Solarstromanlagen beruhen auf einem faszinierenden physikalischen Effekt: Die Lichtquanten (Photonen) der Sonneneinstrahlung erzeugen im Halbleitermaterial der Solarzelle direkt einen elektrischen Gleichstrom (siehe Grafik 1). Dieser Strom wird über Kontakte an den Oberflächen der Solarzellen gesammelt. Mehrere Solarzellen werden zu einem Solarmodul zusammengeschlossen.

Der photovoltaische Effekt wurde bereits 1839 vom französischen Physiker A.E. Becquerel entdeckt. Zur technischen Nutzung des Effektes kam es aber erst ab 1958. Die ersten Anwendungen waren im Weltraum zur Energieversorgung von Satelliten. Die industrielle Nutzung im grossen Stil setzt erst heute richtig ein. In den letzten fünf Jahren lag das Wachstum der Photovoltaikbranche weltweit bei über 35% pro Jahr!

### Unterschiedliche Technologien

Es hat sich eine grosse Vielfalt an Solarzellen-Technologien entwickelt, die meist nach kristallinen Solarzellen und Dünnschichtzellen unterschieden werden.

**Kristalline Solarzellen:** Bei der Herstellung kristalliner Solarzellen wird der Halbleiter aus einem Silizium-Block in dünne «Wafer» gesägt. Solarzellen aus mono- und polykristallinem Silizium sind mit einem Marktanteil von rund 94% heute die bedeutendste Photovoltaik-Technologie. Monokristalline Zellen erkennt man gut am sehr homogenen Erscheinungsbild, mit einem tiefen Blau bis hin zu dunklem Anthrazit. Sie haben die höchsten Wirkungsgrade, sind aber etwas teuer in der Herstellung. Die polykristallinen Zellen weisen ein sehr lebhaftes Bild auf, das durch etwa fingernagelgrosse Kristalle bestimmt wird.



Grafik 1: Funktionsweise einer Solarzelle. (TNC)

**Dünnschichtzellen:** Der Vorteil von Dünnschichttechnologien ist, dass die Solarzellen mit grossflächigen Beschichtungsverfahren kostengünstig hergestellt werden können. Sie sind dünner und können sogar auf flexiblen Unterlagen abgeschieden werden. Allerdings ist ihr Wirkungsgrad tiefer als bei kristallinen Solarzellen. Verschiedenste Halbleitermaterialien kommen für diese Technologie in Frage: amorphes und mikromorphes Silizium, Cd-Te (Cadmium-Tellurid), CIS (Kupfer-Indium-Diselenid), manchmal auch CIGS (Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid). Noch keine grosse Rolle spielen Nanotechnologien (Farbstoff-Zellen).



PV-Anlage mit Dünnschichtzellen aus amorphem Silizium.

(Frédéric Pachoud)

### Enormes Potenzial

Die Sonne strahlt täglich rund 10000-mal soviel Energie auf die Erde, wie die Menschheit pro Tag verbraucht. Anders ausgedrückt: In einer knappen Stunde gelangt von der Sonne soviel Energie zur Erde, wie die Weltbevölkerung in einem Jahr konsumiert. Würden in der Schweiz auf den am besten besonnten Dach- und Fassadenflächen Photovoltaikmodule installiert, so könnten diese gemäss einer Studie der Internationalen Energieagentur (IEA, PVPS, 2002) 34,6% des elektrischen Energiebedarfes des Jahres decken. Um die Weltenergieversorgung zu decken, müssten zwischen 3% und 4% der Wüstenflächen photovoltaisch genutzt werden.

Aufgrund des tages- und jahreszeitlich schwankenden Angebots wird die Solarenergie den Energiebedarf jedoch nicht allein decken können, sondern nur in Kombination mit anderen (erneuerbaren) Energiequellen. Dazu ist eine gezielte Bewirtschaftung der Strombezüge und der dezentralen Stromerzeugung notwendig.

## DIE SOLARSTROMANLAGE

PV-Anlagen werden für unterschiedlichste Zwecke eingesetzt. Nicht immer steht allein die Energieproduktion im Vordergrund. Immer häufiger werden Solarstromanlagen auch als gestalterisches oder funktionales Element eines Gebäudes eingesetzt: Sie dienen als spezielle Glasfassade oder als Beschattungselement und produzieren sozusagen als Nebeneffekt Strom.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Typen von Solarstromanlagen: Ist eine Anlage mit dem öffentlichen Elektrizitätsnetz verbunden, spricht man von einer Netzverbundanlage. Sie speisen zumindest einen Teil des produzierten Stroms ins Netz ein. In autonomen Anlagen, wie man sie typischerweise auf SAC-Hütten, Parkscheinautomaten oder Ferienhäusern sieht, wird der Strom nur für den jeweiligen Eigenbedarf produziert. Sie werden als Inselanlagen bezeichnet und verfügen über einen eigenen Elektrizitätsspeicher.

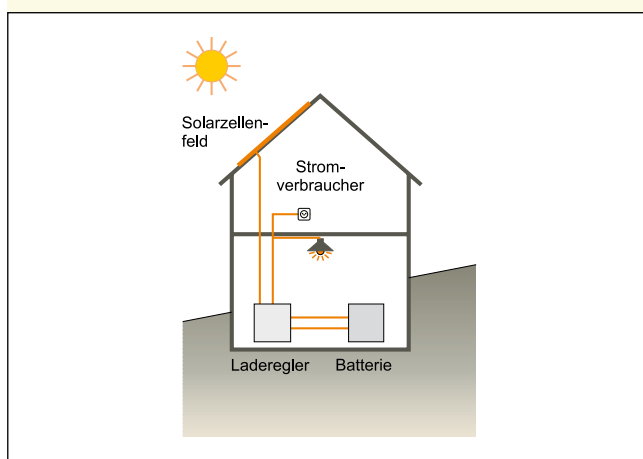
### Die Komponenten einer Solarstromanlage

Je nach Typ besteht eine Photovoltaikanlage aus unterschiedlichen Komponenten. In jedem Fall gehören Solarmodule dazu. Sie wandeln das eintreffende Sonnenlicht direkt in elektrische Energie in Form von Gleichstrom.

Um die Solarmodule auf dem Dach, an der Fassade oder an einer Lärmschutzwand mechanisch zu befestigen, braucht es eine Unterkonstruktion (in der Regel aus Metall). Zudem müssen die einzelnen Module elektrisch miteinander verbunden werden.

### Spezialitäten der Inselanlagen

In der einfachsten Ausführung besteht eine Inselanlage lediglich aus einem Solarmodul sowie einem Verbraucher. Dieser Aufbau würde aber nur dann Energie liefern, wenn die Sonne scheint und wäre dadurch in ihren Möglichkeiten stark eingeschränkt. Deshalb werden die Anlagen üblicherweise mit einem Energiespeicher in Form eines Akkumulators (Batterie) ergänzt. Um den Akkumulator vor schädlichen Betriebszustän-

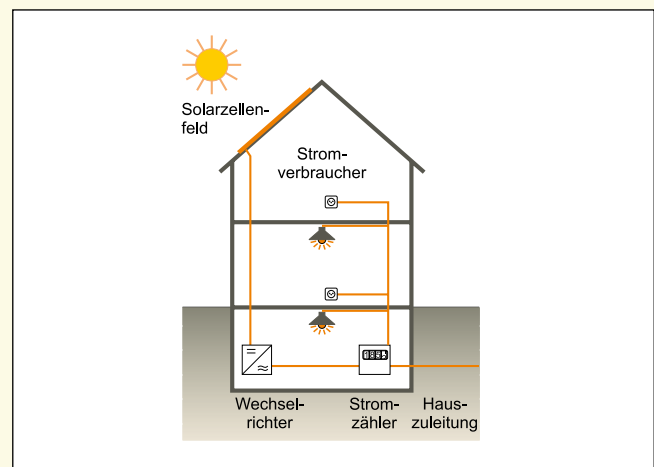


Grafik 2: Schematischer Aufbau einer PV-Anlage im Inselbetrieb.

den zu schützen, wird ein Laderegler mit Tiefentladeschutz vorgeschaltet. Dieser sorgt auch dafür, dass ein Maximum an Energie aus dem Modul tatsächlich in den Speicher gelangt. Grafik 2 zeigt den Aufbau einer Inselanlage.

### Spezialitäten der Netzverbundanlagen

Netzverbundanlagen sind in der Regel einigesimal grösser als autonome Anlagen. Für die elektrische Verschaltung der Module ist deshalb ein zusätzliches Element, der so genannte Feldverteilkasten, notwendig. Nach der Hintereinanderschaltung von mehreren Modulen zu einem Strang, übernimmt der Feldverteilkasten die Zusammenschaltung von mehreren Strängen. In der Regel enthält er auch Schutzvorrichtungen gegen die



Grafik 3: Aufbau einer PV-Anlage im Netzverbund.

Einwirkung von Blitzen und gegen Überlastung der Stränge. Anstatt eines Speichers speist die Netzverbundanlage überschüssigen Strom ins Netz ein. Dazu muss der im Solarmodul entstandene Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umgewandelt werden. Diese Aufgabe erfüllt der Wechselrichter. Daneben übernimmt er verschiedene Sicherheitsfunktionen. Die Grafik 3 zeigt den Aufbau einer Netzverbundanlage.

### PV-Anlagen für jedermann

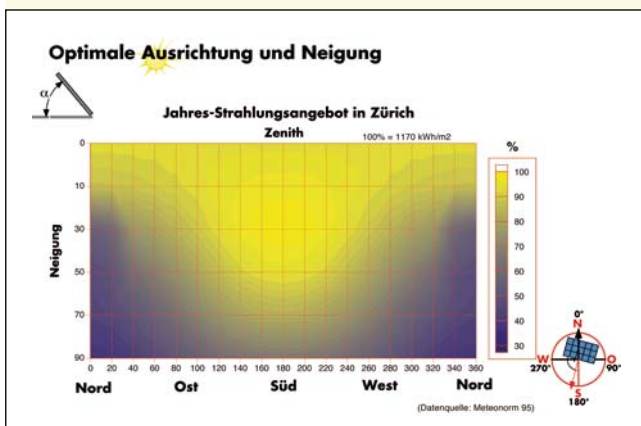
Nicht nur Hauseigentümer können Solarstromanlagen bauen. Wer nicht selbst investieren will, kann sein Dach einem Contractor «vermieten», der darauf eine PV-Anlage baut. Besonders interessant sind dafür grössere Dachflächen von Mehrfamilienhäusern oder Gewerbebauten. Wer keine Dachflächen zu vergeben hat, sich aber trotzdem an einer Solarstromanlage beteiligen möchte, kann sein Geld bei einem Contractor investieren. Dieser fasst mehrere Investitionen zusammen, um dann grössere Anlagen auf geeigneten Gebäuden zu realisieren.

## PLANUNG UND BAU EINER PV-ANLAGE

- 4 Solarstromanlagen können überall in der Schweiz gebaut werden. Das Strahlungsangebot beträgt zwischen 1000 und 1500 Kilowattstunden (kWh) pro Quadratmeter und Jahr. In der Sahara ist die Einstrahlung «nur» 2,2-mal höher als in Bern.

### Welche Flächen eignen sich?

Grundsätzlich eignen sich alle Objekte, die eine grosse Dachfläche gegen Süden aufweisen und bis rund 50° geneigt sind, ein Flachdach aufweisen oder über eine unbeschattete Fassade verfügen. Optimal ist eine Fläche gegen Süden mit einer Neigung von rund 30°. Der Einfluss der Neigung und der Abweichung von Süden ist jedoch relativ moderat, wie aus Grafik 4 ersichtlich ist. So ergibt beispielsweise ein Dach direkt gegen Westen mit einer Neigung von 30° einen Minderertrag von etwa 15%. Wichtig ist auch, dass die vorgesehene Fläche nicht durch Nachbargebäude oder Bäume beschattet wird und dass wenig Aufbauten wie Kamine oder Gauben vorhanden sind.



Grafik 4: Jahresertrag einer PV-Anlage am Standort Zürich in Abhängigkeit von Neigung und Ausrichtung. (TNC)

### Worauf muss ich beim Bau einer PV-Anlage achten?

Bei der Wahl der mechanischen Befestigung ist es wichtig, den Zustand des Daches gut zu kennen. Denn eine PV-Anlage auf ein Ziegeldach zu montieren, das in vielleicht 5 Jahren erneuert werden muss, macht wenig Sinn. Hingegen bietet die bevorstehende Sanierung eines Daches die Gelegenheit, eine integrierte Anlage zu realisieren, die auch ästhetisch überzeugt. Eine Aufbaulösung kann fast überall erstellt werden, sie bietet die grösste Unabhängigkeit zum bestehenden Dach.

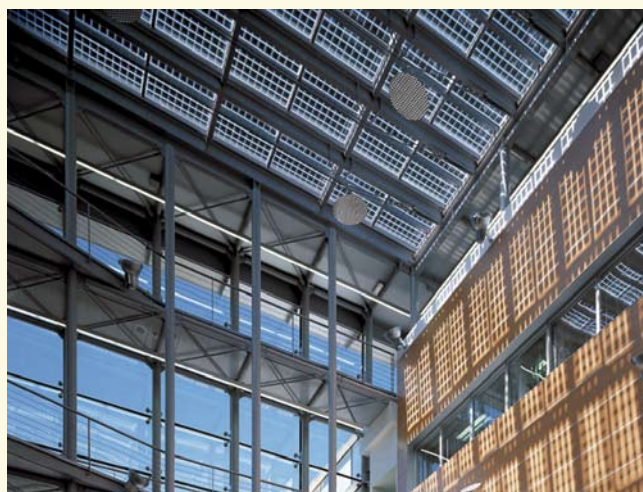
Im Haus selbst muss einerseits der Standort eines allfälligen Feldverteilkastens sowie des Wechselrichters bestimmt werden. Ideal sind Räume, die im Sommer nicht zu heiss werden und nicht allzu klein sind, damit die Abwärme des Wechselrichters weggeführt werden kann. Andererseits muss die Anbindung an das elektrische Netz mit dem örtlichen Elektrizitätswerk (EW) abgesprochen werden.

### Wie dimensioniere ich eine Solarstromanlage?

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Grösse einer Anlage zu bestimmen. So kann die Bauherrschaft festlegen, welcher prozentuale Anteil des eigenen Stromverbrauchs solar gedeckt werden soll – beispielsweise 50%. Sie kann auch entscheiden, eine ganze Dachseite für die Module bereitzustellen. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Hausbesitzer ein Kostendach vorgeben, das für Planung und Realisierung nicht überschritten werden darf. Als Orientierung für die Dimensionierung können folgende Faustregeln dienen:

- Um 50% des elektrischen Energieverbrauchs eines energetisch durchschnittlichen Haushalts mit einem Stromverbrauch von 4000 kWh (Warmwassererzeugung nicht mit Elektroboiler) abzudecken, wird eine Anlage mit einer Leistung von rund 2 kW (rund 16 m<sup>2</sup>) benötigt.
- Sparsame Haushalte können mit einer Anlage von rund 3 kW (rund 24 m<sup>2</sup>) den gesamten Jahresstromverbrauch (Warmwasser nicht mit Elektroboiler aufbereitet) abdecken.
- Ein Quadratmeter Solarmodule erbringt eine Leistung von 130 Watt (bei kristallinen Siliziumzellen). Im Schweizer Mittelland lassen sich mit dieser Leistung im Optimalfall rund 120 kWh Strom pro Jahr erzeugen.
- Die gesamten Investitionskosten für Planung und Installation einer schlüsselfertigen Anlage betragen für einen Quadratmeter zwischen 1200 und 1700 Franken, abhängig von der jeweiligen Situation.

Der eigentliche Bau einer Solarstromanlage dauert lediglich zwischen einem Tag für Aufdach- oder Flachdachlösungen und maximal 3 Tagen für integrierte Anlagen. Mehr Zeit in Anspruch nehmen die sorgfältige Planung und Vorbereitung sowie die Lieferung.



Eine Solarstromanlage, die nicht nur Strom produziert, sondern auch beschattet. (Daniele Domenicali)

### Welche Formalitäten sind zu beachten?

Bezüglich Formalitäten gibt es zwei Punkte zu klären. Einerseits ist für die Installation einer Solarstromanlage in vielen Kantonen, respektive Gemeinden eine Baubewilligung notwendig. Nur in gewissen Kantonen sind kleinere Anlagen ausserhalb von Ortskernzonen baubewilligungsfrei. Die kommunale Baubehörde kann beraten, wie vorzugehen ist.

Andererseits muss der elektrische Anschluss an das Netz geregelt werden. Das örtliche Elektrizitätswerk (EW) verlangt in der Regel mindestens ein Anschlussgesuch, eventuell ergänzt mit einer Deklaration bezüglich des Oberwellenverhaltens der Wechselrichter. Überschreitet die Anlage eine bestimmte Grösse (3,5 kW pro Phase, respektive 10 kW dreiphasig), so muss ausserdem eine Planvorlage an das ESTI (Eidgenössisches Starkstrominspektorat) gemacht werden. Der Eigentümer ist auch verpflichtet, seine Anlage alle 10 Jahre einem Sicherheits-Nachweis (Si-Na) durch ein konzessioniertes Unternehmen unterziehen zu lassen. Das örtliche EW fordert diesen Nachweis jeweils ein.

### Wer kann mir beim Bau einer Solarstromanlage helfen?

Erste Beratungen erteilen verschiedene Verbände, Institutionen und Stellen der öffentlichen Hand. Sie können hilfreiche Tipps zum Vorgehen vermitteln. Adressen sind auf der letzten Seite dieser Broschüre zu finden. Wie viele und welche Firmen für die eigentliche Planung und den Bau beigezogen werden, wird durch den Anlagentyp beeinflusst.

- Netzverbundanlage, aufgebaut: Benötigt im einfachsten Fall einen Installateur, der alle Arbeiten durchführt. Eventuell muss noch ein Elektriker beigezogen werden, der den Anschluss an das Netz vornehmen darf.
- Netzverbundanlage, integriert: Mindestens ein Installateur sollte als Verantwortlicher zusammen mit Dachdecker und Spengler die Arbeiten koordinieren und durchführen. Je nach Komplexität der Anlage lohnt sich der Beizug eines Planers oder eines Architekten für die bautechnische Umsetzung.
- Inselanlage: Erfordert viel Erfahrung in der Dimensionierung, weshalb eine sorgfältige Auswahl des Installateurs von grosser Bedeutung ist.



Optimal ins Gebäude integriert: Die Solarstromanlage bildet die Fassade eines Privathauses. (Josef Troxler)

### Die wichtigsten Etappen der Realisierung einer Solarstromanlage

- Standort der Anlage bestimmen: möglichst keine Beschattung sowie möglichst gute Exposition zwischen Südost und Südwest
- Die Grösse der Anlage auswählen (nach Fläche/ prozentualer Abdeckung Energieverbrauch/ Kostendach). Allenfalls Hilfe von neutralen Stellen (Planer/Verbände/Infoline) beanspruchen
- Offerten für die Realisierung einholen, Referenzanlagen besichtigen. Ausgewiesene Experten sind die «Solarprofis» von Swissolar
- Zeitgleich die Abklärung der notwendigen Formalitäten bei Kanton, Gemeinde, EW und ESTI durchführen (Baubewilligung, Förderbeiträge, Steuerabzugsfähigkeit, Anschlussgesuch, evtl. Planvorlage)
- Offerten und Konzepte vergleichen, allenfalls externe Hilfe beiziehen
- Unternehmer auswählen und Realisierungstermine festlegen
- Korrekte Abnahme der Anlage durchführen (lassen), die offerierten Leistungen der Unternehmen kontrollieren, Instruktion und Dokumentation verlangen
- Korrekter Abschluss der Formalitäten bei den entsprechenden Stellen

## DIE KOSTEN

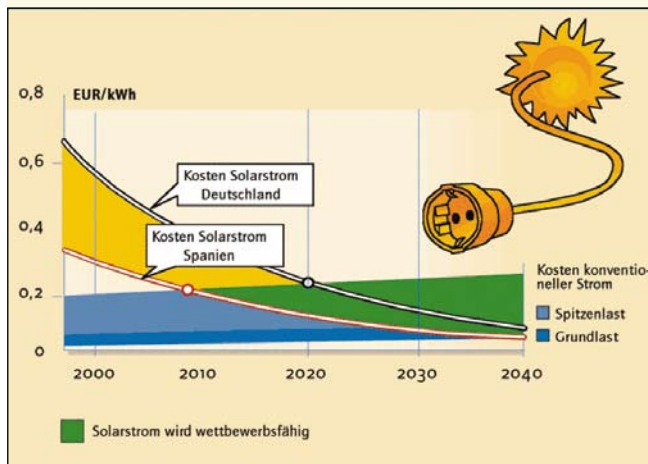
- 6 Eine Solarstromanlage ist eine Investition in die Zukunft. Wer heute Solarmodule montiert, kann über die gesamte Lebensdauer von gut 30 Jahren gratis Strom beziehen oder die Energie verkaufen. Mit den kostendeckenden Einspeisetarifen werden optimal ausgelegte Anlagen ohne spezielle Konfigurationen wirtschaftlich.

### Was kostet eine Solarstromanlage?

Wie bei allen Technologien sinken auch bei der Solarenergie die Preise, wenn die Produktionsmengen bei den beteiligten Firmen steigen. Im langjährigen Durchschnitt reduzierten sich die Kosten für Solaranlagen um rund 5% pro Jahr. Aktuell betragen die Kosten für Aufdach- und Flachdachanlagen bis 4 kW rund 9000 bis 11000 Franken pro installiertem Kilowatt (Stand Ende 2006). Gut in die Gebäudehülle integrierte Anlagen kosten etwa 25% mehr, sie decken aber meist noch zusätzliche Funktionen wie Beschattung oder Dichtigkeit ab.

### Wie teuer kommt mich der Solarstrom zu stehen?

Die aktuellen Gestehungskosten einer gut ausgerichteten Anlage für eine Kilowattstunde Solarstrom betragen weniger als 80 Rappen. Die genaue Höhe ist von vielen Faktoren wie Ausrichtung, Lebensdauer, Zinssatz, usw. abhängig. Die Grafik 5 zeigt den prognostizierten Verlauf der Gestehungskosten.



Grafik 5: Die Gestehungskosten von Solarstrom nehmen stetig ab, während die Preise für Strom in Zukunft steigen werden. (Schott Solar)



Gelungene Dachsanierung mit Solaranlage. (Raimund Hächler)

### Wie viel vergüten Elektrizitätswerke?

Wer eine Netzverbundanlage installiert, kann den gesamten erzeugten Strom ins öffentliche Netz einspeisen, oder den Solarstrom primär selbst nutzen und lediglich die Überschüsse ans Netz abgeben. In diesem Fall läuft der Stromzähler bei Einspeisung einfach rückwärts. Grundsätzlich ist es dem Lieferanten freigestellt, wem er seinen Solarstrom verkauft. Das örtliche Elektrizitätswerk (EW) ist von Gesetzes wegen verpflichtet, die produzierte Energie abzunehmen. Mit der neu eingeführten kostendeckenden Vergütung muss das EW dem Lieferanten für jede Kilowattstunde eingespeister Energie den im Baujahr gültigen Referenzpreis für Solarstrom bezahlen. Dieser Preis wird von den Behörden für neu in Betrieb gehende Anlagen regelmässig neu festgelegt. Unter Umständen bezahlt aber ein anderes EW einen höheren Preis, weil es den Strom über eine Solarstrombörse verkauft. Deshalb müssen sich Anlageneigner gut überlegen, mit wem sie einen Vertrag für den Energieverkauf eingehen.

### Erhalte ich finanzielle Unterstützung?

Das Inkrafttreten der kostendeckenden Vergütung hebt die bisherigen kantonalen und kommunalen Unterstützungsmöglichkeiten auf. Während einer Übergangsfrist muss die Situation im Einzelfall bei der Gemeinde und bei der jeweiligen Energiefachstelle des Kantons nachgefragt werden.

Die bisher gewährte Steuererleichterung der Kantone unter dem Titel «Investitionen zur rationellen Energieverwendung und Nutzung von erneuerbaren Energien» wird voraussichtlich auslaufen und der kostendeckenden Vergütung Platz machen. Die Geschwindigkeit dieser Anpassung war zum Zeitpunkt der Drucklegung dieser Broschüre noch unklar. Wahrscheinlich aber ist, dass nur eine Unterstützung beansprucht werden darf, entweder die kostendeckende Vergütung oder die indirekte Unterstützung via Steuererleichterung.

## DIE ANLAGE IM BETRIEB

### Welchen Unterhalt braucht eine Anlage?

Der grösste Vorteil einer Solarstromanlage ist, dass die Sonne für den «Betriebsstoff» der Anlage keine Rechnung schickt. Da ausserdem keine bewegten Teile vorhanden sind, ist ein verhältnismässig geringer Unterhalt notwendig. Es lohnt sich, eine Solarstromanlage regelmässig zu überwachen und jährlich mindestens einmal etwas genauer zu kontrollieren. Eine monatliche Ertragskontrolle hilft, Fehler frühzeitig zu erkennen und Ausfälle zu vermeiden. Je nach Umgebung der Anlage kann eine Reinigung der Module in gewissen Abständen notwendig werden – Blütenstaub im Frühling, Laub im Herbst oder Verschmutzungen durch eine nahe gelegene Strasse. Die Anlage-Dokumentation sollte entsprechende Formulare zur Ertragskontrolle und Informationen zur Reinigung enthalten.

### Wie umweltfreundlich ist eine PV-Anlage?

Die vermutlich am häufigsten gestellte Frage bezieht sich auf die graue Energie in Solarzellen. Wissenschaftlich anerkannte Studien belegen, dass die zur Produktion eingesetzte graue Energie von Solarmodulen, respektive einer ganzen Anlage bei schweizerischen Mittellandverhältnissen nach etwa drei Jahren zurückgewonnen ist.

Bei einer Lebensdauer von mindestens 30 Jahren produziert eine PV-Anlage also etwa zehnmals soviel Energie, wie zu ihrer Herstellung nötig war. Dieser Faktor, auch Erntefaktor genannt, hängt von verschiedenen Randbedingungen ab – von der eingesetzten Zellen-Technologie, vom Rahmenmaterial, von Ausrichtung und Standort der Anlage oder von der Dimensionierung. Mit der laufenden Weiterentwicklung der Solartechnologie steigt auch der Erntefaktor weiter an.

Ein weiteres Vorurteil ist, dass Siliziumzellen giftige Stoffe enthalten, sodass die Zellen am Ende ihrer Lebensdauer als Sondermüll entsorgt werden müssten. Silizium ist ein chemisch



*Aufgeständerte Solarstrommodule auf dem Flachdach eines Schulhauses.  
(Patrick Lüthy)*

beständiger und ungefährlicher Stoff. Um die gewünschten elektrischen Eigenschaften zu erreichen, wird es mit so genannten Dotierstoffen (Bor, Phosphor) versetzt. Diese kommen aber nur in äusserst geringen Mengen vor – ein Dotieratom auf eine Million Siliziumatome. Zudem sind sie fest im Kristallgitter des Siliziums eingebaut, sodass sie sich nicht lösen können. Heute werden Recycling-Konzepte für Materialien der Solarmodule, wie Glas, Metalle oder die Siliziumzellen entwickelt und erprobt.



*In Fassade integrierte PV-Anlage mit mikrokristallinen Solarzellen.  
(NET AG)*

### Photovoltaikland Schweiz

Die Photovoltaikindustrie ist weltweit verteilt, hat aber deutliche Schwergewichte in den westlichen Industriestaaten, in Japan und in zunehmendem Masse auch in Indien und China. Es gibt eine bedeutende Anzahl Schweizer Firmen, die im internationalen PV-Markt ganz vorne mithalten.

Sie bietet Arbeitsplätze für Forschende, für qualifizierte Personen in der Industrie und für die örtlichen Installateure, welche die Anlagen beim Kunden fachgerecht montieren. 2006 bot die Branche mehr als 1000 Arbeitsplätze und erwirtschaftete einen Umsatz von gut 400 Mio. Fr., wovon 90 % aus Exporten stammten.

## 8 Information und Beratung

### Swissolar

#### Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie.

Infoline 0848 000 104 (unentgeltliche Beratung)  
info@swissolar.ch, www.swissolar.ch

### Beratungszentralen Energie Schweiz

#### Nordwestschweiz (Kantone AG, BE, BL, BS, JU, SO)

c/o Nova Energie GmbH, 5000 Aarau,  
Tel. 062 834 03 03, office.aarau@novaenergie.ch

#### Ostschweiz (Kantone AI, AR, GR, GL, SH, SG, TG, ZH und FL)

c/o Nova Energie GmbH, 8356 Tänikon b. Aadorf,  
Tel. 052 368 08 08, office.taenikon@novaenergie.ch

#### Zentralschweiz (Kantone LU, UR, SZ, OW, NW, ZG),

c/o Oekowatt GmbH, 6343 Rotkreuz, Tel. 041 790 80 60,  
info@oekowatt.ch, www.energie-zentralschweiz.ch

### Energieberatungsstellen der Kantone

Adressen der kantonalen Energiefachstellen und Energieberatungsstellen sowie Informationen zur finanziellen Förderung sind zu finden unter: [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)

### Planungsbüro

Beratung bieten auch die unabhängigen Planungsbüros. Adressen sind zu finden im Verzeichnis der Solarprofis oder im Verzeichnis von gibbeco:  
[www.solarprofis.ch](http://www.solarprofis.ch), [www.gibbecodatabank.org](http://www.gibbecodatabank.org)

### Weblinks

- Swissolar, Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)
- Energie Schweiz, Programm des Bundesamtes für Energie [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)
- Infos zum schweizerischen Photovoltaik-Programm: [www.photovoltaiik.ch](http://www.photovoltaiik.ch)
- AEE, Agentur für Erneuerbare Energien, Anbieter von Ökostrom: [www.erneuerbar.ch](http://www.erneuerbar.ch)
- Internationales PV-Programm der IEA: [www.iea-pvps.org](http://www.iea-pvps.org)

### Weiterführende Literatur für Schulen und Fachleute

- Solar Power Box, 2002. Herausgeber: Aktion PV Berufsschule und Swissolar. Bezug: [mail@tnc.ch](mailto:mail@tnc.ch)
- ENS: Empfehlungen zur Nutzung der Sonnenenergie. Herausgeber: Swissolar. Bezug: [info@swissolar.ch](mailto:info@swissolar.ch)

## Glossar

**kWp oder kW peak** Bezeichnet die Nennleistung eines Moduls oder der ganzen PV-Anlage. Sie bezieht sich auf die Gleichstrom-Seite (DC).

**FVK** Abkürzung für Feldverteilkasten, ein Element, das einerseits elektrische Verschaltungen von Modulen übernimmt und andererseits Schutzelemente gegen Blitzschlag enthält.

**Wechselrichter (WR)** Wandelt den Gleichstrom der Solarmodule in netzkonformen Wechselstrom um.

**Wirkungsgrad** Gibt an, wie viel Prozent des eintreffenden Sonnenlichts ein Solarmodul in elektrische Energie umwandeln kann. Aktuell übliche Wirkungsgrade von Solarmodulen mit monokristallinen Zellen liegen bei ca. 18%, mit polykristallinen Zellen bei ca. 15%. Im Labor erreichen speziell präparierte Zellen bis knapp 30%. Der Wirkungsgrad des ganzen Systems liegt etwas tiefer.

**kWh** Kilowattstunde, die Einheit der produzierten Energie. Eine kWh entspricht der Energie, die ein 100-W-Glühbirne in 10h verbraucht. Weitere Grössen von Energie: MWh (1 Megawattstunde=1 000 kWh), GWh (1 Gigawattstunde=1 000 MWh)

**Monokristallin** Monokristallines (single crystalline) Silizium (sc-Si) wird in der Regel aus einer Schmelze gezogen und ist deshalb relativ aufwendig zu produzieren.

**Polykristallin** Polykristallines (multi crystalline) Silizium (mc-Si) wird in Blöcke gegossen und danach weiterverarbeitet.

**Amorph** Amorphes Silizium (a-Si) hat keine Kristallstruktur. Es wird in Solarzellen in sehr dünnen Schichten angewendet und mit unterschiedlichen Verfahren aus einer gasförmigen Phase auf ein Trägermaterial deponiert.

**STC** (= Standard Test Conditions) Beschreibt die Bedingungen, unter denen Solarmodule getestet werden müssen. Die Norm legt die Einstrahlung, das Strahlungsspektrum sowie die Zelltemperatur fest.

**PV** Photovoltaik, setzt sich aus den Begriffen Photo=Licht und Volt=Spannung zusammen.

**Laderegler** Elektronisches Gerät, das die Ladung und Entladung des Akkumulators überwacht und diesen vor unzulässigen Betriebszuständen schützt. Enthält meist auch noch einen MPP-Tracker, der für eine optimale Anpassung der Verbraucher an den Betriebszustand des Solarmoduls sorgt.

## Impressum

EnergieSchweiz

Swissolar, Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie  
Neugasse 6, 8005 Zürich, [info@swissolar.ch](mailto:info@swissolar.ch), Tel. 044 250 88 33, [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

Text: Thomas Hostettler, Energieingenieur NDS, Ingenieurbüro Hostettler, Bern. Redaktion: Irene Bättig, Sprachwerk GmbH, Zürich. Titelbild: Karl-Heinz Hug  
BBL-Bestellnummer 805.352d 05.2007 12 000 860172927