



Kanton Zürich  
Baudirektion  
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

# Photovoltaik

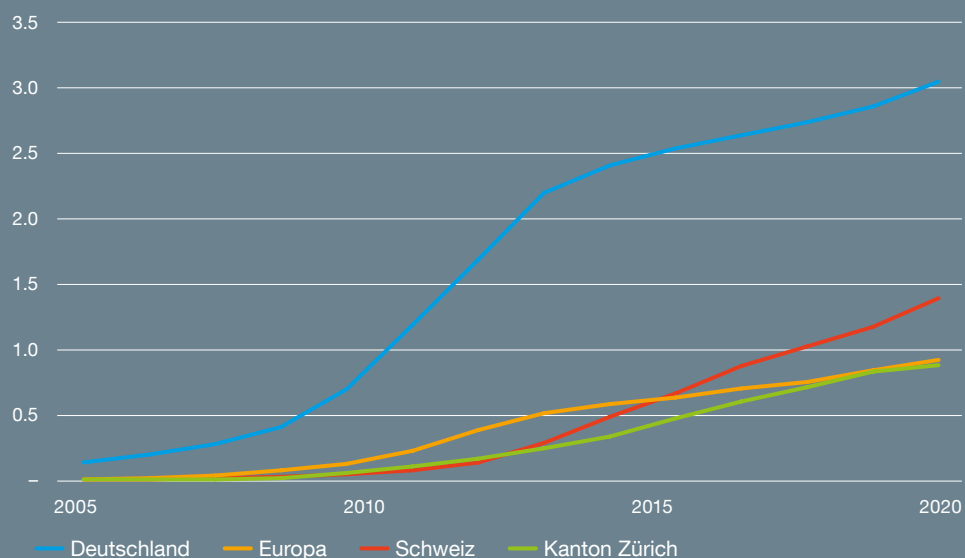
## Ein aktueller Überblick



**Stetiges Wachstum.** Die Gesamtfläche an Photovoltaik-Modulen im Kanton Zürich nimmt kontinuierlich zu. Sie beträgt rund 1.4 Mio. m<sup>2</sup> (Stand 2019). Das entspricht knapp einem Quadratmeter pro Einwohner. Der Schweizer Durchschnitt liegt etwas höher. Im Gegensatz zur Schweiz, wo Photovoltaik-Module überwiegend auf Gebäuden liegen, verfügt Deutschland zusätzlich über einen hohen Anteil an Grossanlagen (Freiflächenanlagen).

Quellen: Solar Power Europe (Deutschland, Europa), Swissolar (Schweiz), Stadtwerk Winterthur und EKZ (Kanton Zürich, hochgerechnet).

### Installierte Photovoltaik-Module in m<sup>2</sup> pro Person



**Grosses Potenzial.** Mit Blick auf Dachflächen, die für Photovoltaik-Module geeignet sind, wäre im Kanton Zürich heute fast das Zehnfache der aktuellen Gesamtfläche möglich. Würde dieses Potenzial realisiert, bräuhete es Massnahmen, um punktuellen Netzüberlastungen entgegenzuwirken. Eine solche würde auftreten, wenn die Produktion vorübergehend höher läge, als der Verbrauch.

Solarpotenzialkarte Kanton Zürich:  
GIS-Browser, [www.gis.zh.ch](http://www.gis.zh.ch)

# Der Stand der Dinge

**Erneuerbare Ressourcen übernehmen für die Stromproduktion in der Schweiz schon bisher die tragende Rolle. Für unsere künftige Stromversorgung gewinnt neben der Wasserkraft vor allem eine Quelle an Bedeutung: die Sonne.**

**Im Kanton Zürich ist die Gesamtfläche an Photovoltaik-Anlagen über die letzten zehn Jahre kontinuierlich angestiegen. Ein wichtiger Treiber ist die vorteilhafte Preisentwicklung. Die Kosten für Photovoltaik-Anlagen sind markant gesunken. Dies schafft günstige Voraussetzungen, um das enorme Potenzial auszuschöpfen, das hier noch vorhanden ist.**

**Wo steht die Photovoltaik heute – aus technischer, praktischer, wirtschaftlicher und ökologischer Perspektive? Die vorliegende Broschüre liefert einen kompakten Überblick.**

<b>Architektur und Technologie</b>	<b>4</b>
<b>Netzanschluss und Eigenverbrauch</b>	<b>6</b>
<b>Wirtschaftlichkeit</b>	<b>8</b>
<b>Ökologie</b>	<b>10</b>

# Architektur und Technologie

Die Photovoltaik hat sich in den letzten Jahren stark entwickelt. Heute stehen vielfältige und technisch ausgereifte Lösungen zur Auswahl. Neben Anlagen für Dachflächen gewinnen individuell gestaltete Fassadensysteme an Bedeutung.

## Flachdachsysteme

Neben klassischen, nach Süden ausgerichteten Photovoltaik-Modulen werden auf Flachdächern heute vermehrt Ost-West-Systeme eingesetzt. Sie nutzen die Dachfläche sehr gut aus und bringen dadurch einen hohen Energieertrag. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Aufbauhöhe. Ost-West-Systeme sind materialsparend, schnell aufgebaut und günstig.



## Ost-West-Systeme

Auf Kiesdächern gehören sie zu den effizientesten und günstigsten Anlagen. (Bild: Basler & Hofmann)

Eine weitere Lösung bieten Gründachsysteme. Sie sind ökologisch wertvoll. Zudem erhöht sich durch die Teilverschattung des Gründachsubstrats die Biodiversität auf dem Dach. Gründachsysteme sind rund 10 % teurer als Ost-West-Systeme, da sie etwa einen halben Meter hoch aufgeständert werden müssen.



## Gründachsysteme

Ökologisch wertvoll, aber etwas aufwändiger in Installation und Unterhalt als Flachdachsysteme, weil es z. B. die Verschattung durch Pflanzen zu verhindern gilt. (Bild: Contec AG)

## Schrägdachsysteme

Schrägdächer machen den Grossteil der Schweizer Dachlandschaften aus. Nach Süden ausgerichtet können hier die höchsten Energieerträge erwirtschaftet werden. Doch auch Ost-, West- und sogar Nord-Ausrichtungen eignen sich für Photovoltaik.



## Aufdachanlage

Hier auf Ost-West-ausgerichteten Dachflächen. (Bild: Basler & Hofmann)

Die Möglichkeiten für eine gute optische Einpassung verbessern sich laufend. Dies macht Photovoltaik auch auf historischen Gebäuden verstärkt zum Thema. Der Leitfaden «Energie und Baudenkmal: Solarenergie» der Baudirektion zeigt auf, wie sich Denkmalschutz und Anliegen des Klimaschutzes in Einklang bringen lassen: [www.are.zh.ch](http://www.are.zh.ch)



## Integrierte Anlage

Hier auf dem denkmalgeschützten Rathaus von Stuttgart. (Bild: Ernst Schweizer AG)

## Fassadensysteme

Fassadensysteme erleben in der Schweiz einen regelrechten Boom. Da sie in geringen Stückzahlen auf Mass und vorwiegend im Inland hergestellt werden, liegt ihr Preis vergleichsweise hoch. Allerdings sind sie heute bereits günstiger als eine hochwertige herkömmliche Fassade, zum Beispiel aus Naturstein. Im Gegensatz zu Dachsystemen produzieren sie auch dann Strom, wenn Schnee liegt.

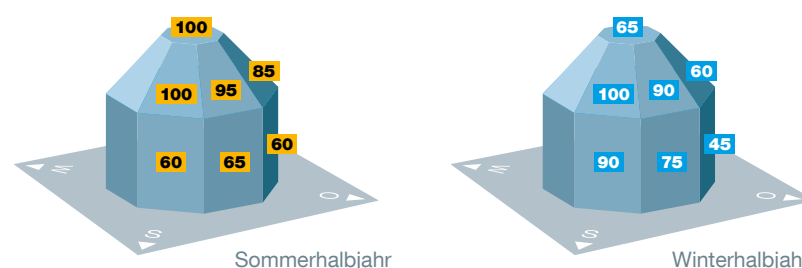


## Integrierte Anlage

Fassade aus individuell gefertigten Photovoltaik-Modulen. (Bild: Viridén + Partner)

## Platzierung am Gebäude

Die drei oben dargestellten Systeme verfügen alle über das Potenzial für hohe Energieerträge. Ein wichtiger Einflussfaktor ist die Platzierung und Ausrichtung der Photovoltaik-Module. Besteht der Strombedarf vor allem im Sommerhalbjahr (z. B. für Gebäudekühlung) sind südlich ausgerichtete Dachflächen-Systeme eine gute Wahl. Vertikal angebrachte Fassadensysteme wiederum erreichen vor allem im Winterhalbjahr, wenn der Sonnenstand tief ist, einen hohen Ertrag (90 % des maximalen standortspezifischen Potenzials).



## Die führenden Technologien

### Monokristallin (Silizium)



Das Rohmaterial der monokristallinen Solarzellen wird aus einem hochreinen, gezüchteten Siliziumkristall geschnitten. Die Zellen werden miteinander verlötet und im Vakuum zwischen eine Glasscheibe und eine Kunststoffolie verbacken.

Erhältlich mit weisser Rückseitenfolie oder fast homogen schwarz eingefärbt.

18 % bis 22 %

35 %

25 bis 30 Jahre

### Polykristallin (Silizium)



Polykristalline Solarzellen werden aus einem vereinfacht hergestellten Siliziumblock geschnitten. Dieser weist einzelne Brüche auf, was den Zellen die charakteristische Optik (bläuliche, segmentierte Struktur) verleiht.

Der Herstellungsprozess ist etwas günstiger als bei den monokristallinen Zellen.

17 % bis 20 %

60 %

25 bis 30 Jahre

### Dünnschicht (Diverse)



Im Gegensatz zu kristallinen Solarzellen werden bei Dünnschichtmodulen die Solarzellen direkt auf das Solarglas aufgedampft. Es wird deutlich weniger Material benötigt als bei kristallinen Solarzellen.

Das Erscheinungsbild ist homogen. Zudem sind die Module weniger empfindlich bei Teilverschattungen als kristalline Module.

13 % bis 17 %

5 %

15 bis 20 Jahre

### Technologie

### Beschreibung

typischer  
Modulwirkungsgrad

ungefährer  
Weltmarktanteil

erwartete  
Lebensdauer

## Wechselrichter

Solarzellen produzieren Gleichstrom. Um diesen in netzkonformen Wechselstrom umzuwandeln, ist ein Wechselrichter nötig. Der umgewandelte Wechselstrom kann im Gebäude selbst verbraucht oder ins Netz eingespeist werden. Typische Wechselrichter weisen heute einen Wirkungsgrad von 97 % bis 98 % auf. Sie eignen sich für die Wandmontage im Keller oder im Freien. Dank einem Kommunikationsmodul können sie Energieerträge visualisieren und per E-Mail oder SMS Störungsmeldungen versenden. Mit einfachen Funktionen (z. B. Boiler ein- und ausschalten) tragen sie zur Optimierung des Eigenverbrauchs bei. Bei einem Stromausfall schalten sie sich aus Sicherheitsgründen automatisch ab.



## Aktuelle Entwicklungen

**Wirkungsgrad:** Die Wirkungsgrade der kristallinen Solarzellen sind schon heute nahe am theoretischen Maximum (Rekordwert im Labor: 28 %). Etwas steigen dürften sie noch, grosse Sprünge sind in naher Zukunft aber nicht zu erwarten.

**Bifaziale Solarzellen:** Ein neuer und effizienter Typ von Solarzellen ist bifazial. Solche Solarmodule können Licht auf der Vorder- wie auf der Rückseite in Strom umwandeln. Sie kommen vor allem bei frei aufgeständerten Systemen zum Einsatz, wo über Bodenreflexion (z. B. Schnee) auch die Rückseite der Module angestrahlt wird. Je nach Installationsart kann der Energieertrag bis zu 15 % höher liegen.

**Farbige Module:** Photovoltaik-Module können heute fast beliebig farbig produziert werden. Dafür wird das Solarglas in der Regel bedruckt oder beschichtet. Je satter und intensiver die Farbe, desto eher entsteht eine Einbusse beim Wirkungsgrad. Die meisten Farben führen zu einem Verlust von 5 % bis 20 % des Energieertrags.

**Sonderformen:** Einige Hersteller können Photovoltaik-Module in Sonderformen herstellen. Farbige oder speziell zugeschnittene Module sind deutlich teurer als günstige Standardmodule.

# Netzanschluss und Eigenverbrauch

**Fast jede Photovoltaik-Anlage wird ans öffentliche Stromnetz angeschlossen. So wird es möglich, überschüssigen Strom zu verkaufen und bei ungenügender oder fehlender Eigenproduktion Strom zu beziehen. Die politischen Rahmenbedingungen fördern den Eigenverbrauch.**

**Einfache Einbindung.** Eine Photovoltaik-Anlage kann ähnlich wie der Backofen oder die Waschmaschine am Strom angeschlossen werden.

Die roten Leitungen im Schema müssen neu für die Photovoltaik-Anlage erstellt werden, die schwarzen Leitungen sind bei einem Gebäude bereits vorhanden.



## Solarstrom im Stromnetz

Je näher bei den Verbrauchern der Solarstrom produziert wird, desto stärker entlastet er die Stromnetze. Die meisten Schweizer Stromnetze könnten ohne weitere Massnahmen rund 25 % Solarstrom aufnehmen. Das ist das Zehnfache der heute produzierten Menge. Sollte es in Zukunft doch einmal eng werden, bestehen verschiedene Lösungsansätze. So können Photovoltaik-Anlagen gedrosselt oder abgeschaltet werden («Peak Shaving»). Bei wenigen Stunden gedrosseltem Betrieb geht nicht viel Energie verloren, die Netze werden aber erheblich entlastet. Ferner helfen moderne Lastregelungen, Eigenverbrauch und Speicher zu verhindern, dass zu einem gewissen Zeitpunkt plötzlich zu viel Solarstrom im Netz ist.

## Strom auch bei Netzausfall

Bei einem Stromausfall im öffentlichen Netz muss sich eine Photovoltaik-Anlage sofort vom Netz trennen. Dies wird vom Wechselrichter sichergestellt. Wer auch bei einem Stromausfall weiter Solarstrom brauchen möchte, benötigt die zwei folgenden Installationen:

- Einen geeigneten Wechselrichter plus einen Stromspeicher, die nicht nur den Eigenverbrauch optimieren, sondern auch einen Inselbetrieb versorgen können.
- Einen Schalter, der die elektrische Hausinstallation bei einem Stromausfall automatisch vom Stromnetz trennt. Schliesslich ist das eigene System nicht stark genug, um das ganze Dorf mit Strom zu versorgen.

## Batteriespeicher: Vor- und Nachteile

Wegen ihres ökologischen Fussabdrucks sind Batterien nicht unumstritten. Aber wie die rechts dargestellten Grafiken veranschaulichen, haben auch die Vorteile Gewicht. Über ein Jahr betrachtet verdoppelt sich mit einem Batteriespeicher der Eigenverbrauchsanteil in einem Wohnhaus typischerweise von 30 % auf 60 %. Wenn ein Backup-System vorhanden ist, bietet ein Batteriespeicher zudem höhere Versorgungssicherheit bei einem Stromausfall.

## Eigenverbrauch: zwei Arten

### Standardmodell

Der mit der Photovoltaik-Anlage produzierte Strom wird von einem oder allenfalls mehreren Hausbesitzern selber verbraucht. Die individuelle Abrechnung erfolgt weiterhin durch den Verteilnetzbetreiber. Jeder Nutzer bleibt Endkunde des Verteilnetzbetreibers.

### Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV)

Mehrere Stromverbraucher und Produzenten bilden einen ZEV. Gegenüber dem Netzbetreiber treten sie gemeinsam als ein Endverbraucher auf.

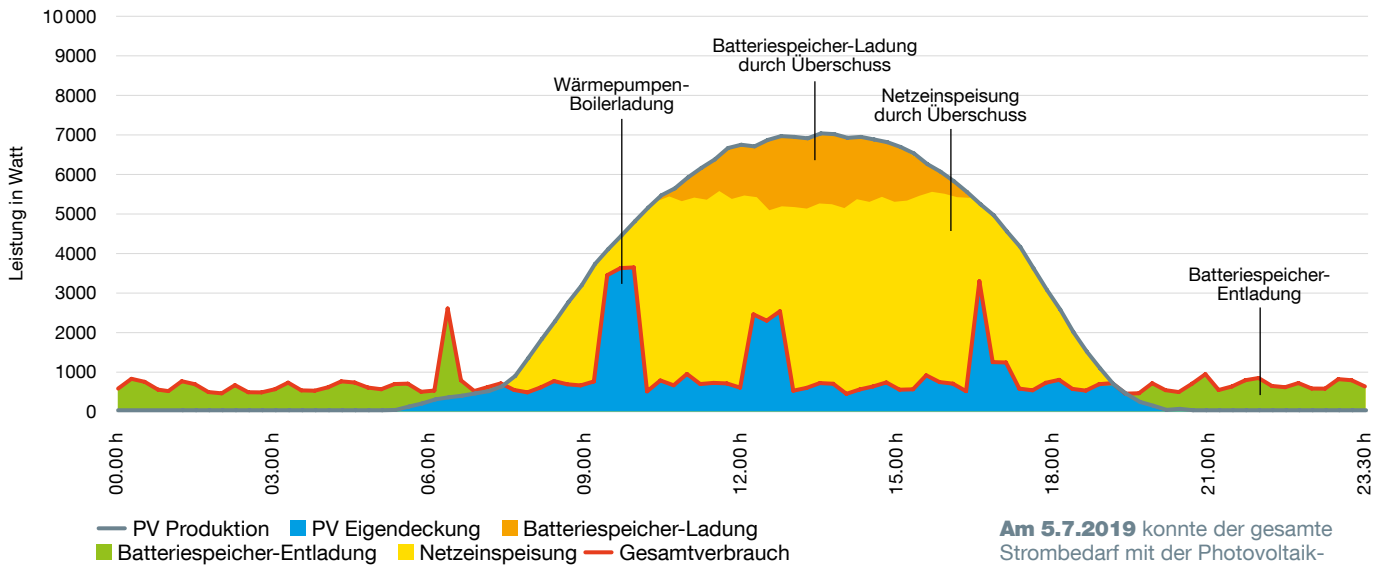
## Eigenverbrauch berechnen

Weil man keine Abgaben und keine Netznutzung auf eigenverbrauchten Strom bezahlt, ist es bei den aktuellen Bedingungen fast immer günstiger, Strom vom eigenen Dach zu beziehen als Strom aus dem öffentlichen Stromnetz. Wie hoch der Eigenverbrauch unter dem Strich liegt, hängt vor allem von zwei Faktoren ab:

- von der Leistungsfähigkeit der eigenen Anlage im Verhältnis zum eigenen Stromverbrauch
- von den Möglichkeiten, die Verbraucher auf Solarstrom zu optimieren sowie einen Speicher einzusetzen.

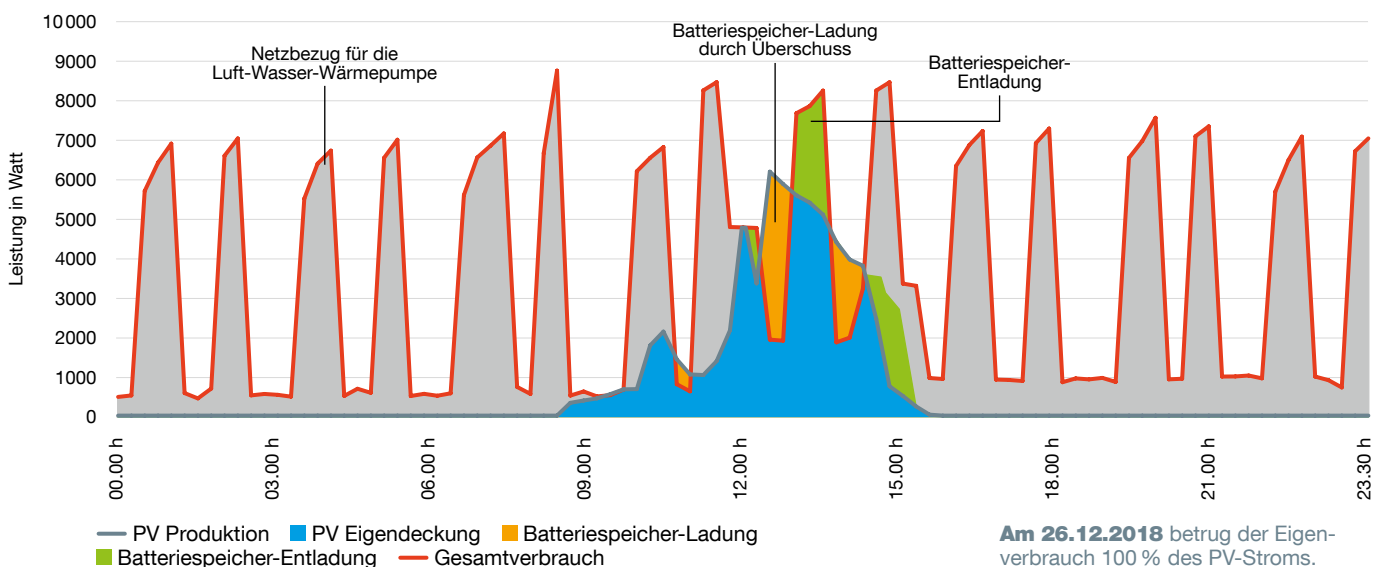
Die folgenden Abbildungen zeigen beispielhaft das Leistungs- und Verbrauchsprofil eines 2-Personenhaushalts mit einer 9.15 kWp-Anlage und einer Luft-Wasser-Wärmepumpe sowie einem simulierten Batteriespeicher (10 kWh Speicherkapazität, 5 kW maximale Lade-/Entladeleistung).

### Leistungs- und Verbrauchsprofil: Wolkenfreier Sommertag mit tiefem Eigenverbrauch (35%)



**Am 5.7.2019** konnte der gesamte Strombedarf mit der Photovoltaik-Anlage und dem Batteriespeicher gedeckt werden (100 % Eigendeckung). Es fand kein Netzbezug statt.

### Leistungs- und Verbrauchsprofil: Sonniger Wintertag mit hohem Eigenverbrauch (100%)



**Am 26.12.2018** betrug der Eigenverbrauch 100 % des PV-Stroms. Die Eigendeckung war gering (rund 15 bis 20 %). Es fand keine Netzeinspeisung statt.

# Wirtschaftlichkeit

Die Preise für Photovoltaik-Module sind in den letzten zehn Jahren stark gesunken. Solarstrom ist markant günstiger geworden. Vor allem bei kleineren Anlagen gewinnen neben den reinen Anschaffungskosten weitere Kostenfaktoren an Bedeutung.

## Baukosten einer Photovoltaik-Anlage

Die Anschaffungskosten für Module (25 m<sup>2</sup>), Wechselrichter und Kabel für eine Photovoltaik-Anlage auf einem typischen Einfamilienhaus betragen heute rund 5000 Franken. Dazu kommen die Installationsarbeiten und weitere Positionen. Gerade bei kleineren Anlagen auf bereits bestehenden Gebäuden können die kostentreibenden Faktoren rasch das Doppel- bis Dreifache des Materialpreises erreichen.

### 🔴 Kostentreibende Faktoren

- Gerüst für den Anlagenbau
- Umbau der Elektroverteilung
- Anpassungsarbeiten am Dach
- Administratives (Gesuche, Bewilligungen)
- Steuerpflicht für verkauften Solarstrom
- Beratung und Planung bei Kleinanlagen

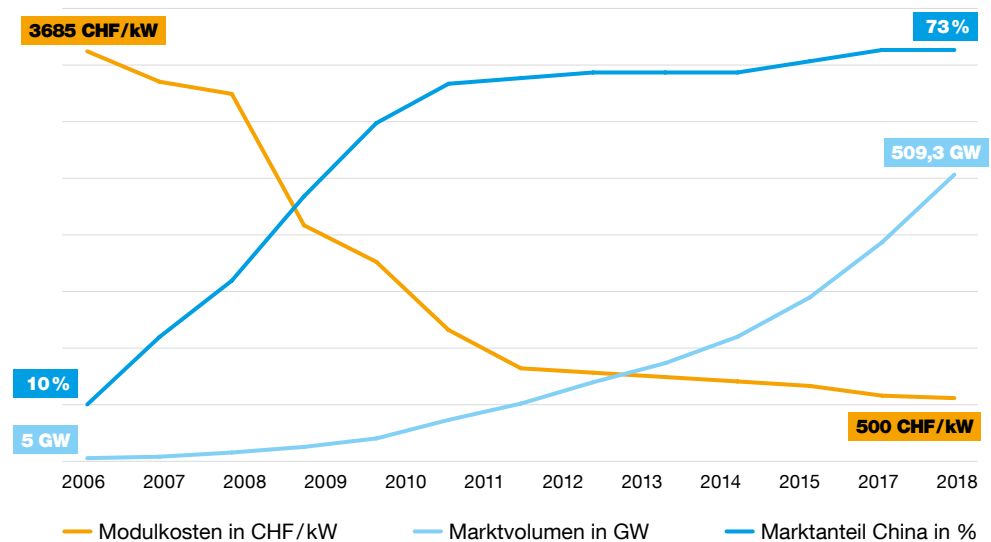
### 🟢 Kostensenkende Faktoren

- Tiefes Zinsniveau
- Abzugsfähigkeit der Photovoltaik-Anlage von den Steuern bei bestehenden Gebäuden
- Massenproduktion von Photovoltaik-Modulen in günstig produzierenden Ländern, vor allem in China

Bei einem Neubau fallen die kostentreibenden Faktoren weniger ins Gewicht. Hier kommen bei frühzeitiger Planung Synergien mit anderen Bautätigkeiten zum Zug. Hingegen entfällt in diesem Fall die steuerliche Abzugsfähigkeit.

## Entwicklung Modulkosten und Markt

**Starke Abnahme der Kosten.**  
Die Zunahme des Marktvolumens hat zu merklich günstigeren Modulkosten geführt. Zusätzlich hat sich vor allem in den Anfängen die Verlagerung der Produktion nach Asien kostensenkend ausgewirkt.



## Betriebs- und Unterhaltskosten

Photovoltaik-Anlagen sind wartungsarm. Sie müssen meist nicht gereinigt werden und erfordern keine regelmässigen Unterhaltsarbeiten. Trotzdem fallen über die Lebensdauer einer Anlage einige Kosten an, welche aufgrund der tiefen Abnahmepreise für Solarstrom nicht mehr vernachlässigt werden können:

- Die Wechselrichter müssen typischerweise einmal während der Lebensdauer einer Photovoltaik-Anlage ersetzt werden.
- Der Unterhalt von Gründächern nimmt wegen der Photovoltaik-Anlage etwas mehr Zeit in Anspruch.
- Der Energieertrag sollte überwacht werden, sodass bei Ausfällen reagiert werden kann.
- Stromzähler, Versicherungen, Kontrollen und Administration sind weitere Kosten, die entstehen können.

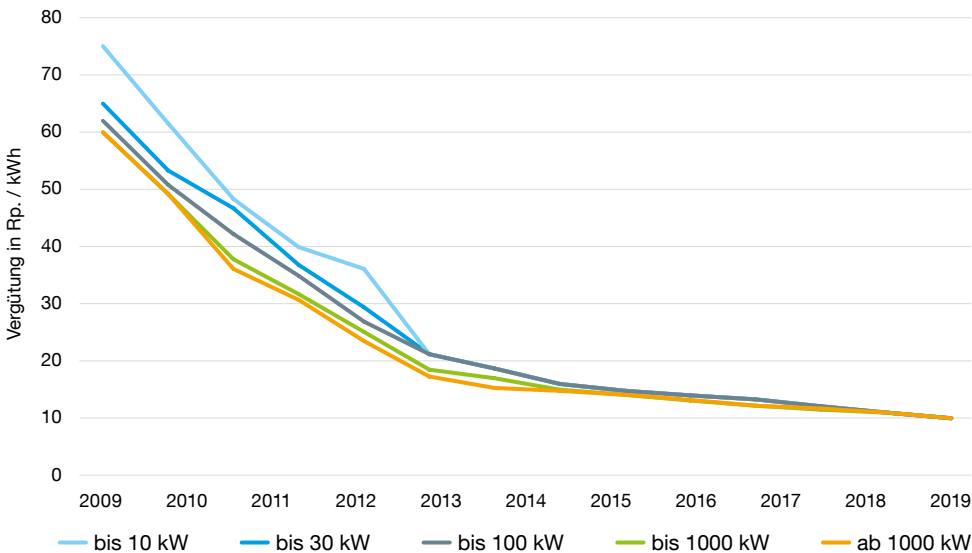
Die Betriebs- und Unterhaltskosten schlagen mit mindestens 2 Rappen pro Kilowattstunde zu Buche.



## Wieviel Modulfläche?

Ein Quadratmeter Photovoltaik-Modul produziert im Schweizer Mittelland typischerweise einen jährlichen Energieertrag von rund 180 kWh. Ein durchschnittlicher Haushalt braucht rund 4000 kWh Strom. Es empfiehlt sich also eine Modulfläche von 20 bis 25 m<sup>2</sup> pro Haushalt, um diesen Bedarf rechnerisch zu decken. In den Bergen reicht eine kleinere Fläche, weil die jährliche Globalstrahlung höher liegt, auch aufgrund der vermehrten winterlichen Sonnenstunden.

## Kostendeckende Einspeisevergütung KEV: Vergütungssätze Solarstrom



**Preisentwicklung.** Vor zehn Jahren waren die Investitions- bzw. Anschaffungskosten für Solaranlagen sehr hoch. Das spiegelt sich auch in den damaligen Abnahmepreisen. Mit den immer günstigeren Herstellungskosten für Photovoltaik-Module sind auch die Vergütungssätze gesunken. Dabei haben sich die Abnahmepreise für Solarstrom aus unterschiedlich grossen Anlagen immer stärker angeglichen. Für Kleinanlagen gibt es seit 2017 anstelle der KEV eine Einmalvergütung.

Quelle: Energieförderungsverordnung EnFV



## Aktuelle Entwicklungen

### Preisentwicklung international:

Auf internationaler Ebene werden die Preise weiter sinken. Solarstrom aus Grosskraftwerken in sonnigen Regionen wie Portugal wird schon heute für weniger als zwei Rappen pro Kilowattstunde produziert.

### Preisentwicklung Schweiz:

Die weiterhin fallenden Kosten für Photovoltaik-Module haben nur noch einen geringen Einfluss auf die Preise von kleinen und mittleren Anlagen. In der Schweiz können die Solarstrompreise vor allem dann weiter sinken, wenn Prozessabläufe optimiert werden. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich die Gestehungskosten von Photovoltaik-Anlagen je länger je mehr in einer ähnlichen Bandbreite bewegen wie andere Technologien.

# Ökologie

**Mittel- und langfristig wird der Photovoltaik eine grosse Bedeutung für die Stromversorgung der Schweiz zukommen. Ihre Umweltbilanz ist im Vergleich mit anderen Technologien gut, weist aber auch Schwachpunkte auf.**

## Heutige Stromquellen

Der Schweizer Strommix steht mit seiner CO<sub>2</sub>-Bilanz gut da. Dies hängt namentlich mit der Wasserkraft zusammen. Sie bleibt die wichtigste Säule der Schweizer Stromversorgung, wenn auch mit begrenztem Ausbaupotenzial. Die Kernkraftwerke weisen ebenfalls eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz auf. Aber sie stellen vor allem mit der ungelösten Entsorgung der radioaktiven Abfälle ein Risiko dar, das die Bevölkerung auf lange Sicht nicht mehr tragen will. Bestehende Kernkraftwerke werden nicht mit neuen ersetzt. Biomasse und Wind sind wertvolle Ergänzungen, weisen aber beschränktes Potenzial auf. Dies macht die Photovoltaik nach heutigem Kenntnisstand zu derjenigen Technologie, die am ehesten in der Lage ist, die künftig wegfallende Produktion zu ersetzen. Die Stromversorgung für den Winter ist damit jedoch noch nicht gelöst. Es sind weitere Produktionstechnologien oder Langzeitspeicher nötig.

Um die jährliche Stromproduktion der Schweizer Kernkraftwerke zu kompensieren, braucht es rund 24 TWh Solarstrom. Dazu müssten rund die Hälfte der gut geeigneten Dachflächen mit Photovoltaik-Modulen belegt werden. Dies würde aber auch vermehrt zu Stromüberschüssen im Sommer führen und würde nicht ausreichen, um den ganzen Winterbedarf zu decken. Besonders wertvoll sind daher nach Süden stark geneigte Photovoltaik-Anlagen. Sie produzieren bis zu 50 % ihres Stromertrags im Winterhalbjahr.

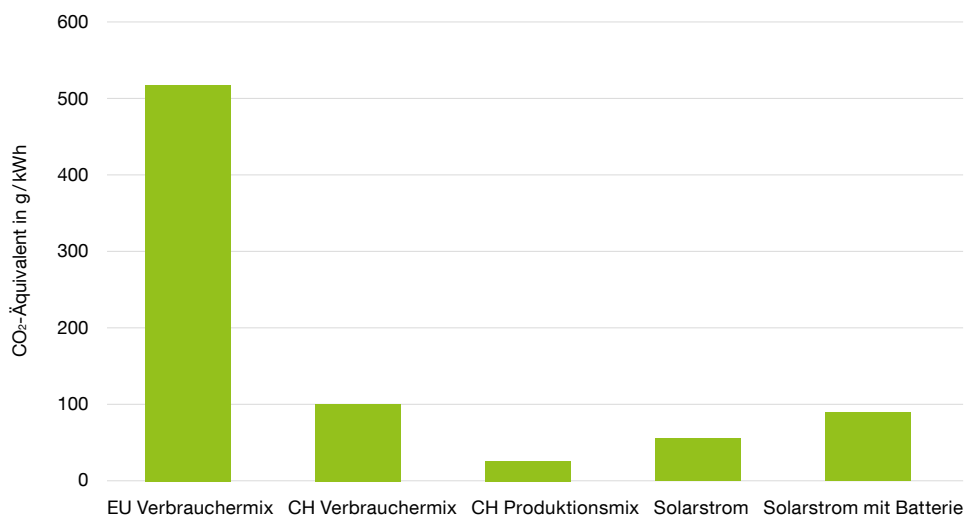
## CO<sub>2</sub>-Bilanz einer Photovoltaik-Anlage

Im Betrieb stösst eine Photovoltaik-Anlage kein CO<sub>2</sub> aus. Hingegen sind bei der Herstellung der nötigen Komponenten diverse Emissionen zu verzeichnen. Rund 80 % fallen für die Photovoltaik-Module an. Hier ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoss der für die Herstellung erforderlichen Energie der entscheidende Faktor. Umgerechnet auf eine Lebensdauer von 30 Jahren stösst eine Photovoltaik-Anlage in der Schweiz rund 54 g CO<sub>2</sub> pro kWh aus. Zum Vergleich: Der heutige Verbrauchermix weist in der Schweiz eine CO<sub>2</sub>-Belastung von rund 102 g CO<sub>2</sub> pro kWh auf.

## CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stromproduktion

**Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Bilanz.** Der in der Schweiz hergestellte Strom (Produktionsmix) verursacht heute sehr wenig CO<sub>2</sub>. Beim tatsächlich konsumierten Strom (Verbrauchermix) liegt der Anteil höher, weil hier importierter Strom einfließt. Interessanterweise verschlechtert Solarstrom die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Der Grund: Die Herstellung von Photovoltaik-Modulen, weiteren Komponenten und Batterien verursacht CO<sub>2</sub>. Dem stehen aber zwei Tatsachen gegenüber: Die CO<sub>2</sub>-freundlichen Kernkraftwerke müssen sowieso ersetzt werden – auf möglichst ökologische Weise; und Solarstrom verdrängt nicht die umweltfreundliche Wasserkraft, sondern den Import von stark CO<sub>2</sub>-belastetem europäischem Strom.

Quellen: KBOB und Treeze, Solarbildung Schweiz (SBS)



## Nachhaltigkeit ist mehr als CO<sub>2</sub>

Neben CO<sub>2</sub> spielen weitere Faktoren eine relevante Rolle für die Umweltbilanz einer Technologie. Auch Fragen nach Ressourcen und nach sozialer Nachhaltigkeit sind zu beachten. Photovoltaik besteht hauptsächlich aus Silizium und Aluminium, die in der Erdkruste in grossen Mengen vorhanden sind, sowie aus Kupfer. Sie weist im Vergleich mit anderen Kraftwerkstechnologien bei den meisten ökologischen Faktoren eine gute Umweltbilanz auf. Einzig beim Energiebedarf für die Modulproduktion ist ihre Bilanz weniger gut. Dies fällt jedoch insofern weniger ins Gewicht, als Photovoltaik-Anlagen über ihre Lebensdauer rund 10-15 mal mehr Energie einspeisen, als für ihre Produktion aufgewendet werden muss.

## Batteriespeicher

Die heute meistverkauften Batteriesysteme basieren auf Lithium. Die Umweltbilanz dieser Speicher ist durchzogen: Insbesondere der Bedarf an Lithium und Kobalt führt in den Abbauländern lokal zu grossen Umweltbelastungen und sozialen Spannungen. Dem steht gegenüber, dass Batteriespeicher das Potenzial haben, den Übergang zu einer erneuerbaren Stromversorgung zu unterstützen.



### Wachsender Bedarf an Lithium.

Chile verfügt mit deutlichem Abstand über die grössten Lithium-Vorkommen der Erde. Die drei Salzseen der Atacama-Wüste bilden ein riesiges Lithium-Reservoir. Wie jede Gewinnung von Rohstoffen im grossen Stil hat der Abbau auch hier seine sozialen und ökologischen Schattenseiten.

REUTERS / Ivan Alvarado – stock.adobe.com



## Aktuelle Entwicklungen

**Solarstrom:** Solarstrom wird in der Tendenz ökologischer. Heute werden die meisten Solarzellen in China produziert, wo der Strom noch vorwiegend aus Kohlekraftwerken stammt. Werden Photovoltaik-Module dereinst mit erneuerbaren Energien hergestellt, wird sich deren CO<sub>2</sub>-Belastung deutlich reduzieren.

**Recycling:** Der Absatz von Photovoltaik-Modulen nimmt weiter zu. Damit stellt sich die Frage, was mit diesen Modulen am Ende ihrer Lebensdauer geschieht. Schon heute sind auf internationaler Ebene Bemühungen im Gang, Entsorgungs- beziehungsweise Recyclingprozesse zu organisieren, um einen möglichst hohen Wiederverwertungsanteil zu erreichen. Solarzellen sind zu 96 % recycelbar.



Kanton Zürich  
Baudirektion  
**Amt für Abfall, Wasser,  
Energie und Luft**  
Stampfenbachstrasse 12  
8090 Zürich  
043 259 42 66  
[www.energie.zh.ch](http://www.energie.zh.ch)

Januar 2020