

PHOTOVOLTAIK

Umwandlung von Solarstrahlung in elektrischen Strom

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Licht in elektrischen Strom. Dies geschieht in den kleinsten Einheiten einer Photovoltaikanlage, den Solarzellen. Der entstehende Gleichstrom wird durch einen „Wechselrichter“ in Wechselstrom umgewandelt. Am ökologisch und ökonomisch sinnvollsten ist es, den selbst erzeugten Strom direkt vor Ort zu verbrauchen (Eigenstromnutzung).

Ein Überschuss kann entweder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden, wo der Strom nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) vergütet wird, oder in einen eigenen Batteriespeicher, in dem der Solarstrom für eine spätere Nutzung zwischengespeichert wird.

Wie viel Strom erzeugt eine PV-Anlage?

Ideale Bedingungen für einen maximalen Stromertrag sind

- volle Südausrichtung des Daches
- keine Beschattung
- Dachneigung ca. 30°

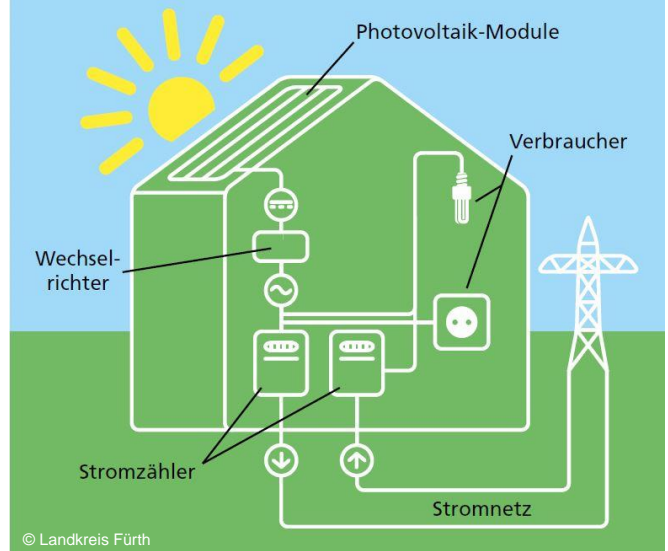
Wenn dann noch qualitativ hochwertige Solarmodule und Wechselrichter verwendet werden, kann im Landkreis Fürth mit einer jährlichen Ausbeute von etwa 1.000 kWh pro kWp installierter Leistung gerechnet werden.

Soll nur der Eigenbedarf gedeckt werden, sind eventuell auch Ost-West-Anlagen geeignet. Sie bringen zwar weniger Ertrag, aber dieser deckt sich besser mit den Verbrauchszeiträumen morgens und abends.

Was bedeutet „kWp“ bei einer Photovoltaik-Anlage?

Die Abkürzung kWp steht für „Kilowatt-peak“ und gibt die maximal mögliche Spitzenleistung (engl. peak: Spitze) einer PV-Anlage unter genormten Bedingungen (senkrechter Einstrahlwinkel, Temperatur 25° C, ...) an. Die Angabe des kWp-Wertes ist eine aussagekräftige Information für den Preisvergleich der Solarmodule verschiedener Hersteller.

Komponenten einer PV-Anlage (ohne Speicher)



BEISPIEL

Eine PV-Anlage mit einer Nennleistung von 1 kWp könnte rein theoretisch in einer Stunde unter optimalen Bedingungen 1 kWh Strom erzeugen. Dieser Wert wird aber in der Praxis fast nie erreicht, weil die Außenbedingungen so gut wie nie optimal sind.

Mit 1 kWh könnte man z. B.

- mit einem 1000 Watt-Staubsauger eine Stunde lang saugen
- eine 60 Watt-Glühlampe 16 Stunden und 40 Minuten brennen lassen
- eine 10 Watt-LED-Lampe 100 Stunden brennen lassen
- mit einem 50-Watt-TV 20 Stunden fernsehen.

Was bedeutet die Abkürzung „kWh“?

Unter der Abkürzung „kWh“ versteht man „Kilowattstunde“. Die kWh ist eine Maßeinheit für Energie, mit welcher der Stromertrag bzw. die Stromproduktion einer PV-Anlage gemessen werden kann.

PHOTOVOLTAIK

Wie viel Strom braucht ein Haushalt?

Der Stromverbrauch eines Haushaltes schwankt sehr stark, weil er im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängt:

- von der Anzahl der Personen und von deren persönlichen Nutzerverhalten hinsichtlich Stromsparens,
- von der Ausstattung des Haushaltes mit elektrischen Geräten bezüglich der Anzahl und der Höhe des Stromverbrauchs der einzelnen Geräte.

Der Durchschnittswert für eine vierköpfige Familie in einer Vierzimmerwohnung liegt bei ca. 4.000 kWh im Jahr, bei einem Haus mit vier Personen liegt der Verbrauch bei ca. 5.000 kWh/Jahr.

Faustregel Verbrauch:

ca. 1.000 kWh/Person im Jahr; für ein Haus kommen einmalig noch ca. 1.000 kWh dazu.

Welche Dachfläche benötigt man zur Erzeugung von ca. 5.000 kWh/Jahr?

Für 1 kWp mit einem Ertrag 1.000 kWh/Jahr braucht man je nach dem Wirkungsgrad der PV-Module eine Fläche von ca. 7 bis 9 m². Für die Erzeugung von ca. 5.000 kWh benötigt man, in Abhängigkeit von der Neigung und der Ausrichtung, ca. 35 bis 45 m² Dachfläche.

Faustregel Erzeugung:

1 kWp installierte Leistung erzeugt ca. 1.000 kWh/Jahr; dafür braucht man 7 bis 9 m² Dachfläche.

Rechnet sich eine PV-Anlage wirtschaftlich?

Die Stiftung Warentest hat 2018 und 2019 aktuelle Untersuchungen zur Rentabilität privater Photovoltaikanlagen veröffentlicht. Das Ergebnis lautet, dass die Größe der Anlage und das Vorhandensein eines Stromspeichers zwar die Höhe der Rendite beeinflussen können, aber dass sich jede Anlage rechnet, sofern sie an einem geeigneten Standort fachgerecht installiert wird.



Beispiele für PV-Anlagen

Die nachfolgenden drei Beispielanlagen dienen lediglich einer groben Orientierung. Bei allen Beispiel-Anlagen wird ausgegangen von

- einem Preis von ca. 1.400 Euro/kWp
- einem Ertrag von ca. 1.000 kWh/kWp
- einem Dachflächenbedarf von ca. 8 m²/kWp

Bsp. 1: Kleines Einfamilienhaus, dreiköpfige Familie, Strombedarf ca. 4.500 kWh/Jahr

- PV-Stromerzeugung.....ca. 4.800 kWh/Jahr
- Leistung der PVA.....ca. 4,8 kWp
- Kosten.....ca. 6.700 Euro
- Bedarf an Dachfläche.....ca. 38 m²

Bsp. 2: Größeres Einfamilienhaus, fünfköpfige Familie, Strombedarf ca. 6.500 kWh/Jahr

- PV-Stromerzeugung.....ca. 6.800 kWh/Jahr
- Leistung der PVA.....ca. 6,8 kWp
- Kosten.....ca. 9.500 Euro
- Bedarf an Dachfläche.....ca. 54 m²

Bsp. 3: Größeres Zweifamilienhaus, acht Personen, Strombedarf ca. 8.500 kWh/Jahr

- PV-Stromerzeugung.....ca. 9.000 kWh/Jahr
- Leistung der PVA.....ca. 9 kWp
- Kosten.....ca. 12.600 Euro
- Bedarf an Dachfläche.....ca. 72 m²

WICHTIG! Bis zu einer Leistung der PV-Anlage von 10 kWp entfällt bei Eigenverbrauch des Solarstroms die Bezahlung der EEG-Umlage, die im Jahr 2020 bei 6,756 ct/kWh liegt. Bei Anlagen ab 10 kWp muss sie bezahlt werden.

PHOTOVOLTAIK

Steigert Eigenverbrauch die Rentabilität?

Es gibt zwei Möglichkeiten, den Eigenverbrauch zu erhöhen:

- Durch zeitliche Verschiebung des Stromverbrauchs (Geschirrspüler, Waschmaschine, ...) in die Mittagszeit, wenn genügend Solarstrom zur Verfügung steht. Durch Zeitschaltuhren und sogenannte Smart-Home-Systeme kann der Verbrauch optimiert werden.
- Durch einen Solarstromspeicher, welcher verhindert, dass der überschüssige Solarstrom ins Netz eingespeist wird. Den Kosten des Speichers stehen eine Reihe gewichtiger Vorteile gegenüber.

Rechenbeispiel mit folgenden Annahmen: Anlagengröße 5 kWp; jährlicher Ertrag 5.000 kWh; Einspeisevergütung im April 2020 (voraussichtlich) 9,56 ct/kWh; Strompreis (voraussichtlich) 30 ct/kWh.

	Volleinspeisung 0 % Eigenverbrauch	25 % Eigenverbrauch	75 % Eigenverbrauch
Produzierter Solarstrom (in kWh)	5.000	5.000	5.000
Einspeisung (in kWh)	5.000	3.750	1.250
Einspeisevergütung (9,56 ct/kWh)	478,00 €	358,50 €	119,50 €
PV-Eigenverbrauch (in kWh)	0	1.250	3.750
Ersparnis durch Eigenverbrauch	0,00 €	375,00 €	1.125,00 €
Gesamtertrag, einschließlich eingesparter Kosten durch weniger Zukauf	478,00 €	733,50 €	1.244,50 €

Ergebnis: Je höher der anteilige Eigenverbrauch des durch die PV-Anlage produzierten Solarstroms ist, desto profitabler ist der Betrieb der Anlage. Besonders Gewerbebetriebe kommen auf einen sehr hohen Eigenverbrauch, weil sie den Strom normalerweise tagsüber benötigen, wenn er gerade produziert wird!

Prinzipiell gilt, dass es am wirtschaftlichsten ist, den Solarstrom selbst zu verbrauchen. Wer im April 2020 eine PV-Anlage in Betrieb nimmt, bekommt als Einspeisevergütung ca. 9,56 ct/kWh, muss aber ca. 30 ct/kWh bezahlen, wenn er Strom aus dem Netz bezieht. Das ist eine Differenz von über 20 ct/kWh.

Da der Strompreis auch in den nächsten Jahren weiter steigen wird, die Einspeisevergütung aber für 20 Jahre festgeschrieben ist, vergrößert sich auch die Differenz zwischen Einspeisevergütung und Netzbezug. Am besten ist es, möglichst viel eigenen Solarstrom selbst zu

verbrauchen und wenig zuzukaufen (siehe „Steigert Eigenverbrauch die Rentabilität“).

Steuerliche Überlegung: PV-Unternehmer werden – oder besser nicht?

Wer sich eine Photovoltaik-Anlage auf sein Dach installieren lässt, muss diese, ganz im Gegensatz zu einer Solarthermie-Anlage, in jedem Fall nach Inbetriebnahme beim Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur anmelden. Der PV-Installateur weiß wie das geht.

PHOTOVOLTAIK

Wenn man Strom ins öffentliche Netz einspeist, egal wie viel, ist man automatisch „Unternehmer“ und muss seine Anlage sowohl bei der Gemeinde als auch dem Finanzamt als „Gewerbe“ anmelden. Weil das sehr weitreichende steuerliche Konsequenzen haben kann, empfiehlt es sich, vor dieser Entscheidung einen Steuerberater zu konsultieren.

Wer keinen Strom einspeist, muss seine PV-Anlage nicht bei der Gemeinde und dem Finanzamt anmelden, erhält aber auch die Mehrwertsteuer nicht zurück. Dieser Weg ist bei kleineren Anlagen mit nur wenigen kWp oft der sinnvollere, weil der gesamte steuerliche Bereich wegfällt, welcher oft mit Zeitaufwand und Kosten verbunden ist.

Welche Varianten der Nutzung von Solarstrom gibt es?

Mit Einspeisung

Volleinspeisung ins Netz

Man bekommt für seinen Solarstrom weniger als 10 ct/kWh vergütet und muss den Strom für ca. 30 ct/kWh aus dem Netz teuer zurückkaufen. Das ist die schlechteste aller Möglichkeiten.

Eigenverbrauch und Einspeisung ins Netz

Der Solarstrom wird tagsüber zum Teil im Haus verbraucht, der Rest ins Netz eingespeist.

- Eigenverbrauch: 20 % und mehr
- Einspeisung: 80 % oder weniger

Ist PV-Strom absolut CO₂ frei?

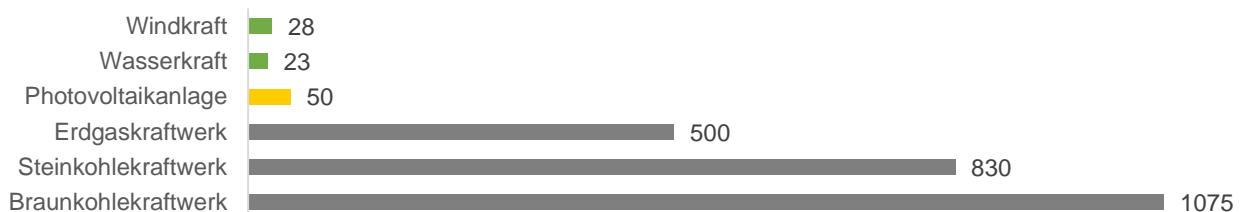
Ja, weil die fertige PV-Anlage den Solarstrom tatsächlich ohne CO₂-Ausstoß produziert. **Nein**, weil man in die Gesamtköbilanz auch die Herstellung der Module, Wechselrichter, Kabel, usw. mit einrechnen muss sowie die spätere Entsorgung. Berücksichtigt man diese Faktoren, ergibt sich trotzdem ein sehr niedriger CO₂-Ausstoß von lediglich 50 g/kWh.

Photovoltaik-Strom hat, verglichen mit Strom aus fossilen Energieträgern, eine hervorragende CO₂-Bilanz. Nur Wasser- und Windkraft sind laut Fraunhofer Institut noch emissionsärmer. Betrachtet man die Grafik, erkennt man sofort, dass die Erneuerbaren Energien, allen voran die insbesondere in Bayern brachliegende Windenergie, massiv ausgebaut werden müssen.

Beim deutschen Strommix, an dem neben Atom, Steinkohle, Braunkohle und Gas auch die erneuerbaren Energien (PV, Wind, Wasser, Biomasse) zu einem hohen Anteil beteiligt sind, rechnet man mit einer Emission von ca. 474 g CO₂ pro Kilowattstunde erzeugten Stroms (Stand 2018). Dieser Wert lag 1990 noch bei 764 g/kWh und ist vor allem wegen des Ausbaus der erneuerbaren Energien zurückgegangen.

Ein Umstieg auf 100 % erneuerbare Energien würde den CO₂-Ausstoß drastisch senken. Jeder, der eine Solaranlage besitzt oder installiert, egal ob PV oder Solarthermie, trägt mit dazu bei. Bei einer PV-Anlage produziert man Strom ohne Umweltbelastung, bei einer ST-Anlage ist es Wärme, welche statt mit Öl oder Gas emissionslos durch die Sonne erzeugt wird.

CO₂-Ausstoß von Energiequellen (g/kWh)



Quelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Januar 2020

Die Inhalte wurden freundlicherweise bereitgestellt vom:

PHOTOVOLTAIK

Eigenverbrauch, Solarbatteriespeicher und Einspeisung

Der Anteil des Eigenverbrauchs wird durch einen Solarstromspeicher erhöht. Der Rest wird eingespeist.

- Eigenverbrauch: bis zu 80 %
- Einspeisung: 20 % oder mehr

Eigenverbrauch, Solarbatteriespeicher, Warmwasserspeicher und Einspeisung

Sollte nach dem Laden des Speichers noch Strom im Überschuss vorhanden sein, kann er z. B. über eine Wärmepumpe oder eine Heizpatrone zur Erwärmung von Wasser genutzt werden („Warmwasserspeicher“)

- höchster Anteil an Eigenverbrauch und damit
- höchste Rentabilität

Anmerkung: Die angegebenen Prozentzahlen hängen sehr stark von der Größe der PV-Anlage sowie von der Kapazität eines eventuell vorhandenen Solarstromspeichers ab.

Ohne Einspeisung

Nur Eigenverbrauch, keine Einspeisung

Wirtschaftlich interessant v.a. bei kleineren Anlagen, weil der gesamte steuerliche Bereich entfällt, was normalerweise mit Kosten verbunden ist (siehe auch bei „Steuerliche Betrachtung“). Allerdings wird Strom, der nicht selbst verbraucht wird, nicht vergütet.

Ist es dann nicht sinnvoll, eine PV-Anlage möglichst klein zu dimensionieren, damit man einen hohen Eigenverbrauchsanteil hat?

Die Antwort ist ganz klar „Nein“, weil der Preis bei einer kleinen Anlage pro kWp höher liegt als bei größeren. Es muss ein sinnvolles Verhältnis zwischen Strombedarf und Anlagengröße sein, wobei auch ein Speicher mit in die Überlegungen einbezogen werden sollte.

Es kommen außerdem noch ökologische Aspekte dazu. Jede kWh Strom, die umweltfreundlich mit Photovoltaik erzeugt wird, entlastet die Umwelt um ca. 0,450 kg CO₂,

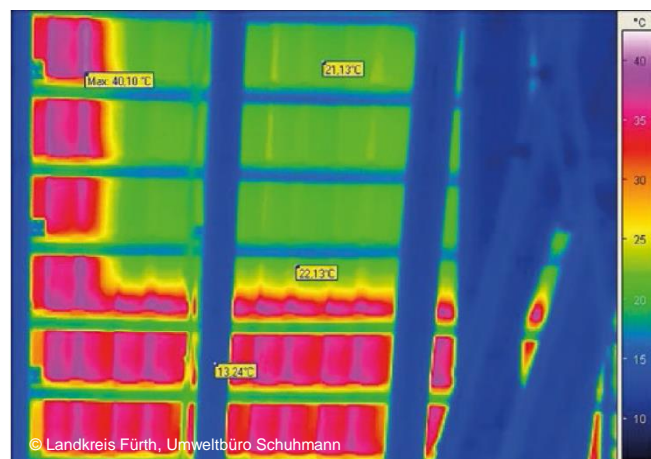
welches beim deutschen Strommix ausgestoßen worden wäre.

Jede Solaranlage, sei es Photovoltaik oder Solarthermie, ist ein winziger, aber wichtiger Schritt im Kampf gegen die Klimakrise. Jede einzelne Anlage verlangsamt die Geschwindigkeit der globalen Erwärmung ein ganz kleines Bisschen und trägt dazu bei, dass die Kosten der Klimakrise möglicherweise etwas geringer ausfallen.

Positive Auswirkungen auf die „lokale“ Erwärmung

Nicht zu vernachlässigen sind die positiven Auswirkungen von Solaranlagen auf die „lokale“ Erwärmung, weil sie Sonnenwärme in Strom oder Warmwasser umwandeln.

Solarthermie- und PV-Anlagen erzeugen Schatten und reduzieren somit die Hitze an den Standorten. Die Dächer heizen sich nicht so stark auf, sondern bleiben kühler. Verglichen mit einer extensiven Dachbegrünung sind Solaranlagen diesbezüglich bis zu vierfach wirksamer.



Das Foto zeigt die IR-Thermografie eines ungedämmten Scheunendachs von innen, an welchem man die kühlende Wirkung von PV-Modulen deutlich sehen kann. Das Gebäck erscheint mit seiner Temperatur von ca. 13 °C blau. Während unter den Ziegeln (rot) eine Temperatur von ca. 40 °C herrscht, sind es bei den Ziegeln unter der PV-Anlage (grün) nur 20 °C.

Die Inhalte wurden freundlicherweise bereitgestellt vom:

PHOTOVOLTAIK

Im Gegensatz zu Scheunen sollten die Dächer von Wohngebäuden natürlich generell mit geeigneten Materialien gut gedämmt sein, was sowohl den winterlichen Kälteschutz, als auch den sommerlichen Wärmeschutz erheblich verbessert.

Welche PV-Module soll ich nehmen?

Es gibt zwar in einschlägigen Fachzeitschriften Tests, aber die Module unterscheiden sich qualitativ nicht mehr sehr stark voneinander. Im Normalfall nimmt man mono- oder polykristalline Module auf Siliziumbasis. Steht nur wenig Dachfläche zur Verfügung, sollte man Module mit einem besonders hohen Wirkungsgrad nehmen.

Wie lange halten PV-Module?

Alle Hersteller geben eine Garantie von mindestens 20 Jahren auf ihre PV-Module. Diese müssen nach 20 Jahren noch mindestens 80 % ihrer Nennleistung bringen. Der Leistungsabfall ist zumeist auf eine Alterung der Glasoberfläche des Moduls zurückzuführen. In der Regel halten Module aber erheblich länger als 20 Jahre und liefern auch dann noch Strom.

Stellen PV-Anlagen eine Brandgefahr dar?

PV-Anlagen können unter ungünstigsten Umständen brennen – wie fast alle elektrischen Anlagen auch. Wenn aber eine PV-Anlage durch einen zugelassenen Betrieb fachgerecht installiert wurde, ist die Brandgefahr extrem gering. Zudem gibt es einen Schalter, mit welchem die PV-Anlage vom Netz getrennt werden kann. Auch sind die Feuerwehren inzwischen gut geschult und wissen genau, was in einem Ernstfall zu tun wäre.

Sind alte PV-Module Sondermüll oder können sie recycelt werden?

PV-Module sind kein Sondermüll, müssen aber ordnungsgemäß entsorgt werden. Das Recycling von Solarmodulen ist möglich und wurde 2016 im Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) geregelt. In Wertstoffhöfen können von Privatpersonen haushaltsübliche Mengen PV-Module kostenfrei abgegeben werden, wobei die Anlieferung angemeldet werden sollte.

Brauche ich eine Anlagenüberwachung?

Bei größeren Anlagen empfiehlt sich eine Überwachung, mit welcher z. B. vom Smartphone oder PC aus die Funktion überwacht werden kann. Auf diese Weise können Ertragsausfälle minimiert werden.

Verschattung bei PV-Anlagen – nicht ideal, aber lösbar

Der Ertrag einer PV-Anlage ist abhängig von der Intensität der Lichteinstrahlung. Je höher die Belichtung der Solarmodule, desto mehr Strom wird produziert. Eine teilweise Verschattung der Anlage stellt deswegen ein Problem dar und reduziert den Ertrag. Es gibt aber Möglichkeiten durch bauliche Veränderungen am Dach (z. B. Versetzen der Satellitenschüssel) oder durch technische Maßnahmen auf der Modul- und Wechselrichter-ebene (z. B. Leistungsoptimierer) das Beschattungsproblem zu minimieren.

EEG-Umlage

Die EEG-Umlage ist ein Entgelt, welches alle Stromkunden zur – vereinfacht ausgedrückt – Förderung der Erneuerbaren Energien bezahlen müssen. Sie wurde für das Jahr 2020 auf 6,756 ct/kWh festgelegt.

Wer den Strom seiner eigenen PV-Anlage mit einer installierten Leistung bis 10 kWp selbst nutzt, ist von der Umlage befreit.

Mieterstrom

Das Mieterstrommodell, bei welchem ein Photovoltaikanlagenbetreiber den auf dem Dach seines Mietshauses erzeugten Solarstrom direkt an seine Mieter verkaufen kann, ist kompliziert und bürokratisch – und damit für die Praxis leider kaum geeignet. Es soll überarbeitet werden.

Aktuelle Informationen erhalten Sie bei

- www.pv-mieterstrom.de
- www.bundesnetzagentur.de/mieterstrom.