



BÜRGER-SOLAR-BERATUNG

WISSENSWERTES
ZU PHOTOVOLTAIK,
SPEICHER & Co.



Herausgeber:
Landkreis Erlangen-Höchstadt
Verein Energiewende ER(H)langen

Autor:
Johannes Kollinger, Herzogenaurach

Redaktion:
Hannah Reuter-Özer, Landkreis Erlangen-Höchstadt
2. Auflage 2022

Druck:
100 % Recyclingpapier

Stand:
September 2022

Foto Deckblatt: © Smileus - stock.adobe.com

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Gute Gründe für eine PV-Anlage	5
Das leistet eine PV-Anlage.....	5
Anschaffungskosten einer PV-Anlage.....	6
Kosten für den Betrieb	6
Eignung des Daches für die PV-Anlage.....	7
Verfügbare Dachfläche und Belegung mit PV-Modulen	7
Solarertrag	8
Verschattung.....	8
Eigenverbrauch und Einspeisung	9
Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023	10
Autarkiegrad	11
Batteriespeicher.....	11
Betrachtung der Wirtschaftlichkeit	13
Solares Laden von E-Fahrzeugen	14
Betrieb einer Wärmepumpen mit einer PV-Anlage.....	15
Erwärmung des Brauchwassers mit PV-Strom	17
Rechtliche Vorgaben, Anforderungen	17
Sicherheitsaspekte.....	17
PV-Notstrom-Betrieb bzw. PV-Insel-Betrieb.....	18
Angebote bzw. Rechnung für eine PV-Anlage	19
Anmeldung der PV-Anlage	20
Versicherung der PV-Anlage.....	21
Wartung und Service.....	21
Hinweise zur Steuer	21
Weiterführende Informationen im Internet.....	22
Weitere Hinweise zum Bericht der Bürger-Solar-Beratung	23
Anhang: Checklisten für das Einholen und Beurteilen von Angeboten	24

Einleitung

Eine Photovoltaikanlage auf dem eigenen Haus hilft, das Klima zu schonen und zusätzlich Geld zu sparen. Doch es ist nicht so einfach, all die technischen Details zu kennen und auch wirtschaftliche Aspekte zu betrachten.

Häufig ergeben sich viele Fragen:

- Wie viel kostet eine PV-Anlage auf meinem Dach?
- Rechnet sich so eine Anlage?
- Wie groß sollte die Anlage sein?
- Ist es besser, auch einen Batteriespeicher zu installieren, um den Solarstrom auch nachts nutzen zu können?

Wir von der Bürger-Solar-Beratung Erlangen-Höchstadt wollen Ihnen mit einer Beratung diese Fragen beantworten und die Entscheidung für eine PV-Anlage erleichtern.

In diesem Heft haben wir für Sie allgemeingültige Informationen zusammengefasst, die für jede Photovoltaikanlage zutreffen. Für die auf Ihre Situation zugeschnittene PV-Anlage erstellen wir einen individuellen Bericht, der genaue Daten hinsichtlich der Größe und Leistung der PV-Anlage, dem Ertrag, den Kosten und der Bilanz über einen längeren Zeitraum enthält.

Gute Gründe für eine PV-Anlage

Eine PV-Anlage erzeugt elektrischen Strom aus Sonnenlicht. Dabei werden keine Treibhausgase emittiert, so dass der Strom klimaneutral ist.

Der Eigentümer einer PV-Anlage kann seinen Strom selbst verbrauchen und spart dadurch Kosten, weil er weniger Strom aus dem Netz beziehen muss.

Der Verein Energiewende ER(H)langen e. V. im Landkreis Erlangen-Höchstadt und der Stadt Erlangen bietet die Bürger-Solar-Beratung an, um zu klären, ob Ihr Haus für die Installation einer PV-Anlage in Frage kommt, wie diese Anlage ausgelegt werden sollte, wie groß der Energiegewinn sein wird, und ob sich die Investition rentiert.

TIPP: Informieren Sie sich umfassend und fragen Sie den Berater hinsichtlich offener Punkte. Falls der Berater eine Frage nicht beantworten kann, wird er sich bemühen, eine Antwort vom PV-Sachverständigen einzuholen.

Das leistet eine PV-Anlage

Je größer die PV-Anlage, desto mehr Leistung hat sie und desto größer ist der Ertrag an regenerativem Strom.

Die Leistung wird in „Kilowatt_{peak}“ (kW_p) angegeben. Das ist die Spitzenleistung, die unter bestimmten definierten Bedingungen erreicht wird. Ein einzelnes Solarmodul im weit verbreiteten Standardmaß von 1,05 m x 1,75 m hat eine Spitzenleistung von etwa 0,375 kW_p = 375 W_p auf einer Fläche von 1,83 m². Diese Werte sind nicht exakt normiert, sondern unterscheiden sich geringfügig je nach Hersteller. Damit müssen Sie sich erst im Rahmen der genauen Planung befassen.

Beispiel: Werden 10 Module mit je einer Leistung von 375 W_p installiert, erbringt die Anlage eine Leistung von 3,75 kW_p und benötigt eine Fläche von ca. 19 m².

Viele Hersteller werben mit Hochleistungsmodulen mit Leistungen 400 W_p und mehr. Wir empfehlen, sich genau anzuschauen, ob die hohe Leistung durch eine Vergrößerung der Fläche erreicht wird, oder ob die Leistungsdichte in W_p/m² überdurchschnittlich hoch ist. Im zweiten Fall sind die Kosten höher. Solche Module kommen insbesondere bei beengten Platzverhältnissen in Frage.

TIPP: Es ist ökologisch und ökonomisch sinnvoll, eine leistungsstarke PV-Anlage anzuschaffen, wenn ausreichend Fläche verfügbar ist. So können Sie mehr erneuerbare Energie gewinnen und sind bei steigenden Strompreisen unabhängiger.

Eine PV-Anlage in Deutschland erzeugt in ca. 1,5–2 Jahren die Energie, die für die Herstellung der PV-Anlage benötigt wird. Bei einer Nutzungszeit von 30 Jahren wird somit das 15-fache an Energie erzeugt im Vergleich zur Energie für die Produktion der Anlage. Der ökologische Vorteil ist offensichtlich. Die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage ergibt sich jedoch nicht automatisch.

Anschaffungskosten einer PV-Anlage

Die Kosten für PV-Anlagen sind in den letzten Jahren stark gesunken, in den letzten Monaten (Stand: Mitte 2022) wieder gestiegen. Daher sind Aussagen zu den Kosten schwierig.

Die spezifischen Kosten (Euro pro kW_p) hängen von der jeweiligen Situation ab:

- Je größer die PV-Anlage, desto niedriger sind die spezifischen Kosten pro kW_p.
- Individuelle Erschwernisse, z. B. schlecht zugängliches Dach, mehrere Dächer, lange oder schwierige Kabelverlegung, Funktionalität, spezielle Module etc. erhöhen die Kosten pro kW_p.

Bei mittlerem Installationsaufwand können Sie etwa mit folgenden Kosten für eine PV-Anlage rechnen:

Spitzenleistung	Preisspanne (ohne MwSt.)
4 kW _p	5.500–9.000 €
6 kW _p	8.000–13.000 €
8 kW _p	10.000–16.000 €
10 kW _p	12.000–20.000 €

Stand August 2022, Angaben ohne MwSt.

Die Angaben beinhalten die PV-Module, Trägersystem, Montage, Verkabelung, Überspannungsschutz, Wechselrichter, Gerüst zur Montage und Netzanschluss.

Wichtige Hinweise:

Bei der angegebenen Preisspanne handelt es sich um Nettowerte (ohne MwSt.).

Die in der Tabelle angegebenen Werte sind unverbindliche Erfahrungswerte von Anfang 2022. Bitte wenden Sie sich an einen Solarfachbetrieb, um ein konkretes Angebot zu erhalten. Eine Liste mit lokalen oder regionalen Anbietern erhalten Sie von uns.

TIPP: Der Preis einer PV-Anlage ist zwar ein wichtiges Kriterium, aber nicht allein ausschlaggebend. Die Qualität der Komponenten und eine gute, sichere Installation sind bei einer mehr als 20-jährigen Betriebsdauer ebenfalls bedeutsam.

Kosten für den Betrieb

Die Betriebskosten setzen sich zusammen aus Wartung, Reinigung, Versicherung und kleineren Reparaturen. Als Schätzwert für die jährlichen Betriebskosten haben sich 1,5% der Anschaffungskosten bewährt. Unvorhersehbare Kosten für größere Reparaturen können im Einzelfall dazu kommen.

Steuern sind nicht in den Betriebskosten enthalten, da steuerliche Ausgaben und Einnahmen immer individuell betrachtet werden müssen (siehe Kapitel „Hinweise zur Steuer“ auf Seite 26).

Beispiel: Bei einer PV-Anlage mit Anschaffungskosten von 8.000 € ergeben sich jährliche Betriebskosten von 120 € bei 1,5 % der Anschaffungskosten. Im Verlauf von 20 Jahren summieren sich die Betriebskosten auf 2.400 €.

Eignung des Daches für die PV-Anlage

Bevor Sie eine PV-Anlage installieren lassen, prüfen Sie bitte, ob sich das geplante Dach für eine solche Anlage eignet.

Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Eine nach Süden ausgerichtete, um etwa 30° geneigte Fläche hat im Jahresmittel den optimalen Ertrag. Abweichungen von der optimalen Ausrichtung sind nicht so schlimm wie man denkt, denn neben der direkten Sonneneinstrahlung trägt auch das diffuse Himmelslicht maßgeblich zum Ertrag bei.
- Bei der Ausrichtung nach Osten oder Westen ist bei gleicher Fläche mit geringeren Erträgen zu rechnen, allerdings steht ggf. mehr Fläche zur Verfügung. Zudem verteilt sich der Ertrag mehr über den Tag, was wiederum den Eigenverbrauchsanteil erhöhen kann.
- Die Nutzung eines Daches mit Ausrichtung nach Norden ist nur dann sinnvoll, wenn das Dach nicht zu steil ist. Bei einer Neigung größer als 25–30° sind die solaren Erträge vergleichsweise gering, sodass sich dies in der Regel nicht rechnet. Moderne Halbzellen-Module erreichen aber durchaus etwa 50–60% der Leistung von Modulen, die nach Süden ausgerichtet sind.
- Ein Flachdach kann auch sehr gut für eine PV-Anlage genutzt werden. Häufig werden dabei die Modulreihen abwechselnd nach Osten und Westen mit geringer Neigung (z. B. 15°) aufgeständert.
- Das Dach sollte nicht zu alt sein, d. h. in den nächsten Jahren sollte möglichst keine Sanierung anstehen. Damit vermeiden Sie spätere zusätzliche Kosten.
- Das Dach muss das zusätzliche Gewicht von Montagegestell und Solarmodulen tragen können. Die Unterkonstruktion muss generell eine ausreichende Stabilität gegenüber Druck-(Schneelast) und Sogkräften (Windlast) aufweisen. Insbesondere bei flachen Dächern (Neigung kleiner 30°) treten Sogkräfte auf der dem Wind abgewandten Seite auf. Holen Sie ggf. die Expertise eines Statikers ein.
- Ist eine Blitzschutzanlage vorhanden, binden Sie bitte die PV-Anlage in das Schutzkonzept ein.

Verfügbare Dachfläche und Belegung mit PV-Modulen

Um die Anzahl der Solarmodule und damit die elektrische Leistung und den Ertrag bestimmen zu können, müssen Sie wissen, wieviel Fläche für die PV-Anlage zur Verfügung steht.

Die Berater der Bürger-Solar-Beratung können die Dachfläche nicht präzise ausmessen, da dies zu aufwendig und häufig auch zu gefährlich wäre. Bitte stellen Sie Angaben zu den Abmessungen des Daches bereit, z. B. mittels einer Bauzeichnung des Gebäudes. Auch die Dachneigung sollten Sie dem Berater mitteilen.

Falls keine Maße verfügbar sind, kann anhand der Anzahl von Dachziegeln sowie Online-Geoinformationsdaten ein ungefähres Maß ermittelt werden. Für die grundsätzliche Auslegung ist das ausreichend; um Feinheiten kümmert sich später der Installateur. Die Maße der Ziegel (z. B. aus einem Dachfenster gemessen) und ggf. Maße von Dachaufbauten sollten Sie dem Berater mitteilen. Zum Zählen der Ziegel wird ggf. ein Foto des Daches genutzt. Anhand der Maße der Ziegel (z. B. aus einem Dachfenster heraus gemessen) können dann die Maße des Daches und ggf. Abstände zu Dachaufbauten ermittelt werden.

Im Rahmen der Beratung wird ermittelt, wie viele PV-Module auf dem Dach installiert werden können und wie diese anzuordnen sind. Dabei werden mögliche Einschränkungen durch Verschattung sowie die Einhaltung der Mindestabstände zum First, zum Ortgang und zur Traufe beachtet.

Solarertrag

In Mittelfranken ist ein Jahresertrag von 1 000 kWh/kW_p bei optimaler Aufrichtung zu erwarten.

Dächer mit abweichender Orientierung haben einen geringeren Ertrag, der durch den Gebäudefaktor angegeben wird. Bei optimaler Orientierung (nach Süden, 30° geneigt) ist der Gebäudefaktor 1.

Das nebenstehende Diagramm zeigt diese Gebäudefaktoren für verschiedene Ausrichtungen.

Auch wenn das Dach nicht die optimale Ausrichtung und Neigung hat, wird in der Regel ein ausreichend solarer Ertrag erzielt, um die Anlage wirtschaftlich zu betreiben.

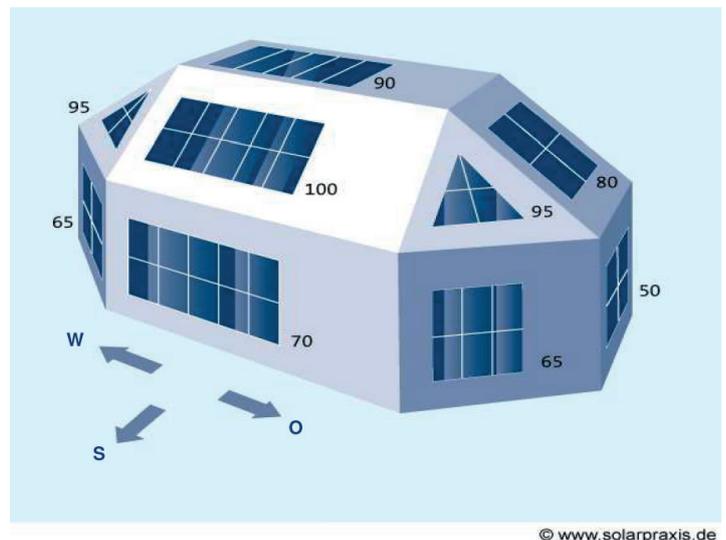
Beispiel: Eine PV-Anlage mit einer Leistung von 5 kW_p ist in Mittelfranken auf einem Dach installiert, welches eine Neigung von 30° hat und eine Ausrichtung von 40° nach Süd-Ost. Es ergibt sich ein Gebäudefaktor von 0,96 = 96%.

Damit errechnet sich:

Mittlerer Ertrag = Ertrag im Landkreis ERH * Leistung der Anlage * Gebäudefaktor

Mittlerer Ertrag = 1 000 kWh/kW_p * 5 kW_p * 0,96 = 4 800 kWh/a

Pro Jahr werden somit 4 800 kWh an elektrischer Energie erzeugt. Das ist ein Mittelwert, der tatsächliche Ertrag ändert sich von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit vom Wetter bzw. der Sonneneinstrahlung.



Verschattung

Die Dachfläche soll möglichst verschattungsfrei sein. Geringe Verschattungen im Winter, zum Beispiel durch Nachbargebäude, mindern den Ertrag in der Regel nur wenig. Ständige Verschattungen, wie Bäume, Gauben, Satellitenantenne etc., können jedoch erhebliche Ertragseinbußen hervorrufen, selbst wenn die Schattenfläche relativ klein ist. Dieser Effekt beruht auf der elektrischen Schaltung mehrerer Module zu einem sogenannten Strang (engl. String), welcher vom Wechselrichter auf maximale Leistung optimiert wird. Liegt in einem Strang von beispielsweise 8 Modulen nur ein Modul im Schatten, wirkt das auf die anderen Module so, als würden diese ebenfalls im Schatten liegen.

Eine professionelle Verschattungsanalyse kann einen möglichen Minderertrag durch Verschattung ermitteln. Diese Analyse ist technisch aufwändig und lohnt sich nur bei sehr großen Anlagen. Die Bürger-Solar-Beratung bietet die quantitative Verschattungsanalyse nicht an.

Bei Verschattung ist der Einsatz von sogenannten Leistungsoptimierern (Power Optimizer) möglich. Diese Geräte werden an den Modulen angebracht und optimieren die Leistung jedes einzelnen Moduls. Der ertragsmindernde Einfluss des Schattens beschränkt sich dann auf einzelne betroffene Module. Mit Leistungsoptimierern können selbst auf komplizierten Dächern ordentliche PV-Anlagen gebaut werden. Die Zusatzkosten werden im Beratungsbericht berücksichtigt.

Eigenverbrauch und Einspeisung

Die Vergütung für den Strom, den der Besitzer einer PV-Anlage ins Stromnetz einspeist, ist durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) geregelt. Hierzu ist es wichtig, die Begriffe Eigenverbrauch und Einspeisung und die aktuellen Fördersätze des EEG zu kennen.

Eigenverbrauch

Wird der mit der PV-Anlage erzeugte Strom (oder ein Teil davon) nicht in das Netz eingespeist, sondern unmittelbar selbst verbraucht, spricht man von Eigenverbrauch. Er verringert die bezogene Energiemenge aus dem Netz und spart entsprechend Kosten.

Der Eigenverbrauchsanteil hängt vom Stromverbrauch im Haushalt, von dessen zeitlichen Verlauf und vom Ertrag der PV-Anlage ab. Deshalb ist der bisherige Stromverbrauch eine wichtige Grundlage für die Solarberatung.

Beispiel: Eine PV-Anlage erzeugt im Jahr 3 000 kWh an elektrischer Energie. Davon werden 1 000 kWh im eigenen Haushalt verbraucht und 2 000 kWh ins Netz eingespeist. Somit beträgt der Eigenverbrauchsanteil 33 %.

Bei einem Strompreis von 33 Ct/kWh für Strom aus dem Netz ergibt der Eigenverbrauch eine Ersparnis von $1\,000\text{ kWh} \cdot 33\text{ Ct/kWh} = 330\text{ €}$.

Wenn Sie eine Wärmepumpe nutzen um das Haus zu heizen oder häufig ihr E-Auto laden, kann der Eigenverbrauchsanteil wesentlich höher liegen. Auch die Nutzung eines Batteriespeichers erhöht den Eigenverbrauchsanteil, da ein Teil des tagsüber erzeugten Stromes z. B. nachts verbraucht werden kann. Dazu später mehr.

Einspeisevergütung

Die Einspeisevergütung ist eine staatlich garantierte Vergütung, die für das Einspeisen von Strom aus erneuerbaren Quellen gezahlt wird. Die Vergütung wird ab Inbetriebnahme für 20 Kalenderjahre und die Monate von der Inbetriebnahme bis zum Jahresende des Inbetriebnahmejahres gezahlt.

Im Juli 2022 wurde eine Novellierung des EEG beschlossen. Dadurch ändern sich grundlegende Bedingungen für den Betrieb von PV-Anlagen.

Beispiel: Ein Haushalt hat einen jährlichen Strombedarf von 4 000 kWh. Mit der PV-Anlage mit 5 kWp werden pro Jahr 5 000 kWh an Solarstrom erzeugt. Die PV-Anlage wird im Jahr 2023 in Betrieb genommen, d. h. die Einspeisevergütung beträgt 8,2 Ct/kWh.

Aufgrund der im Haus vorhandenen elektrischen Verbraucher werden von den 5 000 kWh Solarstrom 1 500 kWh selbst verbraucht und 3 500 kWh eingespeist.

Eigenverbrauch = selbst verbrauchter Solarstrom/erzeugter Solarstrom

Der Eigenverbrauchsanteil beträgt damit somit $1\,500\text{ kWh}/5\,000\text{ kWh} = 0,3$ bzw. 30 %.

Der Autarkiegrad beträgt in diesem Beispiel $1\,500\text{ kWh}/4\,000\text{ kWh} = 0,37$ bzw. 37 %.

Bei Nutzung der Variante Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung gilt die Einspeisevergütung von 8,2 Ct/kWh. Als Strompreis für den Strombezug nehmen wir für dies Beispiel 33 Ct/kWh an.

Wird eine Eigenverbrauchsrate von 30 % erzielt, werden somit 1 500 kWh/a direkt im Haus verbraucht und 3 500 kWh/a ins Netz eingespeist. Daraus ergibt sich folgende Situation:

	Eigenverbrauch Haus	Einspeisung
Prozentualer Anteil	30 %	70 %
Energie	1 500 kWh/a	3 500 kWh/a
Preis für Strombezug bzw. Einspeisevergütung	33 Ct/kWh	8,2 Ct/kWh
Stromkostensparnis bzw. Einspeisevergütung	495 €	287 €
Ertrag im diesem Jahr	782 €	

Das Beispiel zeigt, dass durch die Stromkostensparnis durch den Eigenverbrauch eine höhere Einsparung erzielt wird als durch die Einspeisevergütung. Während die Einspeisevergütung über 20 Jahre gleich hoch bleibt, ist davon auszugehen, dass der Strompreis und somit die Stromkosteneinsparung im Verlauf der Jahre steigt.

Somit sind die Höhe des Eigenverbrauchs und die dadurch vermiedenen Strombezugskosten wesentliche Faktoren zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage.

Der Eigenverbrauch des Solarstroms ist entscheidend, da dadurch mehr Geld eingespart wird als durch die Einspeisevergütung eingenommen wird.

Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023

Für PV-Anlagen auf Einfamilienhäusern gibt es folgende Möglichkeiten für den Betrieb einer PV-Anlage ab 2023:

1. Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung

Diese Betriebsart ist der typische Fall für ein Einfamilienhaus. Hierbei wird ein Teil des Ertrages im Haus verbraucht, der Überschuss wird ins Netz eingespeist und vergütet.

Für 2023 gelten folgende Vergütungssätze: bis 10 kW_p: 8,2 Ct/kWh, ab 10 kW_p bis 40 kW_p: 7,1 Ct/kWh.

Durch den Eigenverbrauch werden die hohen (und voraussichtlich weiter steigenden) Strombezugskosten vermindert, was letztendlich für die Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend ist.

2. Volleinspeisung

Als weitere Betriebsart erlaubt das EEG 2023 die Volleinspeisung, d.h. der gesamte solare Ertrag wird ins Netz eingespeist.

Für 2023 gelten folgende Vergütungssätze: bis 10 kW_p: 13 Ct/kWh, ab 10 kW_p bis 40 kW_p: 10,9 Ct/kWh.

Die Vergütungssätze bei Volleinspeisung sind höher als bei Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung. Allerdings wird der Strom nicht selbst genutzt und somit keine hohen Strombezugskosten vermieden. Daher ist diese Variante in der Regel nicht für PV-Anlagen auf selbst genutzten Einfamilienhäusern sinnvoll. Diese Variante wird eher auf größeren Gebäuden und für Mietsgebäude angewandt werden, da hier der Eigenverbrauch schwierig umzusetzen ist.

3. Aufteilung auf 2 getrennte PV-Anlagen

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, zwei PV-Anlagen auf dem Dach des Hauses zu installieren. Eine Anlage wird für Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung genutzt, die andere wird für Volleinspeisung genutzt.

Diese Möglichkeit kommt eher bei Häusern zur Anwendung, deren Dachfläche sehr groß und deren Stromverbrauch vergleichsweise klein ist. Dann kann für die erste Anlage mit Volleinspeisung die hohe Einspeisevergütung genutzt werden, während bei der zweiten Anlage die Strombezugskosten durch Eigenverbrauch verringert werden.

Allerdings ist zu beachten, dass es sich um technisch getrennte Anlagen handelt und daher Aufwand und Kosten höher ausfallen (mehr Wechselrichter, Stromzähler, Zählerkosten).

Für die PV-Anlage auf einem Einfamilienhaus gehen wir bei der PV-Beratung aufgrund der Situation (Dachgröße, Stromverbrauch) davon aus, dass die Variante mit Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung die wirtschaftlich beste Lösung ist und berechnen daher die Wirtschaftlichkeit für diese Variante.

Die Werte der Einspeisevergütungen werden regelmäßig angepasst. Daher sind für die wirtschaftliche Betrachtung einer PV-Anlage die aktuellen Bedingungen zu beachten.

70 % Peak-Leistung

Das bisherige Erneuerbare Energien Gesetz legte fest, dass PV-Anlagen nicht mehr als 70 % ihrer Nennleistung (kW_p-Wert) in das Netz einspeisen dürfen.

Diese 70 %-Regelung ist in der Novelle des EEG vom August 2022 nicht mehr enthalten, das heißt sie braucht bei Anlagen, die in 2023 installiert und in Betrieb genommen werden, nicht mehr berücksichtigt zu werden.

Autarkiegrad

Eine weitere Größe, die häufig angesprochen wird, ist der Autarkiegrad. Das ist der Anteil des eigenen Solarstroms am gesamten eigenen Stromverbrauch.

Bei einem Autarkiegrad von 100 % wäre der Anschluss an das Netz überflüssig. Das ist in der Praxis unmöglich. Die meisten modernen PV-Anlagen erzeugen in der Jahresbilanz deutlich mehr Strom, als im Haus verbraucht wird, aber beim Autarkiegrad kommt es darauf an, dass der Bedarf zu jedem Zeitpunkt abgedeckt wird. Selbst mit einem großen Batteriespeicher (s. u.) lässt sich das unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht realisieren, weil im Winter längere Zeit trübes Wetter sein kann, bei dem der tägliche Ertrag nicht den Bedarf deckt. Interessenten für PV-Anlagen wünschen sich oft einen möglichst großen Autarkiegrad. Der Beitrag einer PV-Anlage zum Klimaschutz hängt davon aber gar nicht ab – wird der erzeugte Strom nicht vor Ort verbraucht, nützt er an anderer Stelle des Netzes.

Batteriespeicher

Der Anteil des Eigenstromverbrauchs am Ertrag der PV-Anlage hängt von mehreren Faktoren ab, nämlich vom Ertrag der PV-Anlage, der Menge des selbst verbrauchten Stroms, sowie der Verteilung des Stromverbrauchs über den Tag.

Der Eigenverbrauch erhöht sich mit einem Batteriespeicher. Tagsüber liefert die PV-Anlage oft mehr Strom, als im Haus verbraucht werden kann. Ein Teil des Überschusses wird nicht ins Netz eingespeist, sondern zum Aufladen der eigenen Batterie verwendet. Dann können Sie nachts den Strom aus der Batterie verbrauchen und so den Netzbezug reduzieren. Den Batteriespeicher steuern Sie über den so genannten Energiemanager. Bessere Modelle empfangen die Wettervorhersage aus dem Internet und lassen morgens bevorzugt die Kaffeemaschine laufen; die Batterie kommt erst mittags zum Zug.

Der Nutzen einer Batterie für den Eigenverbrauch steigt mit der Speicherkapazität, allerdings ist eine große Batterie auch teurer und wird in geringerem Umfang ausgenutzt. Es gilt die Faustregel: 1–1,5 kWh Speicher pro 1 000 kWh Jahresstromverbrauch.

Für einen Batteriespeicher in einer PV-Anlage müssen Sie etwa mit folgenden Kosten rechnen:

Kapazität (nutzbar)	Preisspanne (ohne MwSt.)
3 kWh	4.200 – 6.800 €
5 kWh	5.200 – 7.800 €
7 kWh	6.200 – 8.800 €
10 kWh	7.700 – 10.200 €

Stand: Februar 2022

Beim Vergleich von Angeboten ist die tatsächlich nutzbare Energiemenge in kWh zu bewerten, nicht die aufnehmbare Energiemenge, die wegen der Ladeverluste größer ist. Ferner ist die maximale Entladeleistung eine wichtige Größe. Kleine Speicher können große Verbraucher wie den Herd nicht ohne zusätzliche Unterstützung durch das Netz versorgen.

Die Speicherkapazität nimmt im Laufe der Jahre ab. Ggf. ist der Speicher nach 6 000 bis 7 000 Zyklen zu ersetzen. Je nach Nutzung kann dies nach 12 bis 13 Jahren notwendig sein, eventuell aber auch erst später.

Beispiel: Mit einer PV-Anlage wird an einem Sommertag ein Solarertrag von 10 kWh erzielt.

Der Stromverbrauch in diesem Haushalt beträgt an diesem Tag 10 kWh, wobei 6 kWh tagsüber und 4 kWh nachts verbraucht werden.

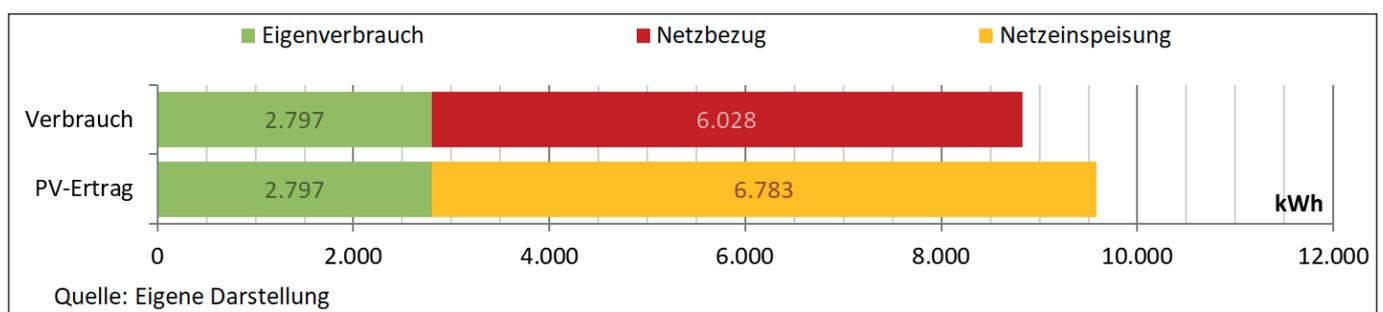
Wenn der Besitzer keine Batterie hat, werden tagsüber mindestens 4 kWh ins Netz eingespeist, weil nur 6 kWh verbraucht werden, während die Sonne scheint.

Ist dagegen eine Batterie vorhanden, kann 4 kWh elektrische Energie darin gespeichert werden. In diesem Fall reicht das für den gesamten Bedarf in der Nacht und die Kosten für den Netzbezug entfallen.

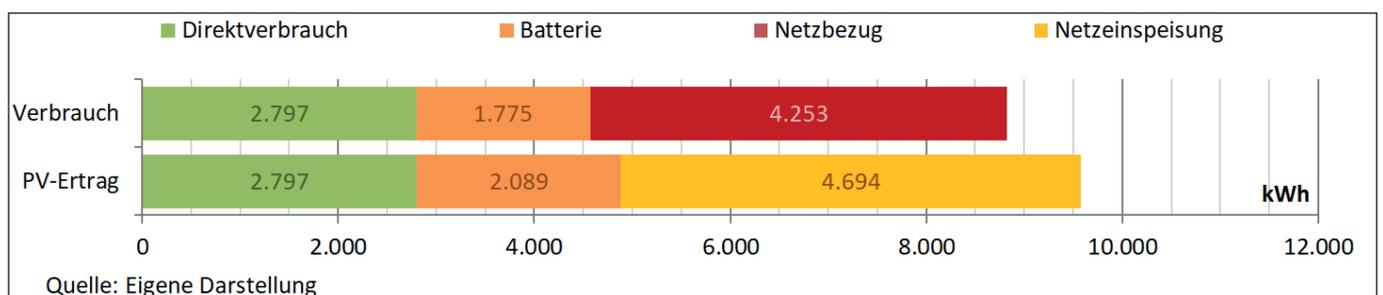
Über das Jahr gesehen ergeben sich bei einer PV-Anlage ohne und mit Batteriespeicher beispielhaft folgende Bilanzen:

Bilanz PV-Strom ohne und mit Batteriespeicher:

Ohne Batteriespeicher



Mit Batteriespeicher



Bei der PV-Anlage mit Batteriespeicher ist der Netzbezug (gelber Balken) wesentlich geringer. Die Kosten hierfür werden durch die Batterie vermieden, allerdings sind die Investitionskosten für die Batterie zu berücksichtigen.

Bei dem Beispiel handelt es sich um eine PV-Anlage mit einer Leistung von 10,8 kW_p, einem Speicher mit einer Kapazität von 8 kWh. Der Stromverbrauch im Haushalt beträgt 4 700 kWh pro Jahr und für die Wärmepumpe 4 100 kWh pro Jahr.

Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Anschaffungskosten der PV-Anlage und ggf. Speicherbatterie
- Regelmäßige Wartungskosten
- Unvorhergesehene Reparaturen
- Eigenverbrauch
- Einspeisevergütung
- Strompreisentwicklung in den kommenden 20 Jahren

Die Anschaffungskosten sind durch Angebote weitgehend festgelegt. Der energetische Ertrag in kWh pro Jahr kann gut prognostiziert werden, ebenso haben sich die Pauschalen für Wartungskosten als brauchbar erweisen. Eigenverbrauch und Einspeisevergütung hängen vom individuellen Nutzungsverhalten ab. Die Prognose der Strompreisentwicklung ist wegen des langen Zeitraums ungenau.

Im Beratungsbericht werden die einzelnen Punkte für die individuelle Situation ausführlich erläutert, sodass Sie entscheiden können, ob Sie eine PV-Anlage und ggf. einen Batteriespeicher installieren wollen und welche Dimensionierung jeweils geeignet ist.

Über 20 Jahre gerechnet, können Sie in der Regel mit der Erstattung der Investitionskosten rechnen, auch wenn das Dach nicht optimal ausgerichtet und stellenweise verschattet ist. Unter günstigen Bedingungen ist eine jährliche Rendite für das eingesetzte Kapital von etwa 4–7 % möglich.

Wenn mehrere ungünstige Faktoren zusammen kommen, beispielsweise ein großer Speicher für einen hohen Autarkiegrad gewählt wird, und der Stromverbrauch sehr gering ist, kann die berechnete Rendite negativ werden. In diesem Fall bleibt die PV-Anlage zwar ökologisch nützlich, aber sie wäre finanziell gesehen ein Luxus, den man sich bewusst leisten möchte.

Beispiel für die Bilanz einer PV-Anlage mit und ohne Speicher:

	Ohne Speicher	Mit Speicher
Gesamtkosten über 20 Jahre	10.192 €	19.552 €
Erträge nach 20 Jahren	18.133 €	25.443 €
Bilanz (Erträge – Kosten) über 20 Jahre	7.941 €	5.891 €
Gewinn pro Jahr	397 €	295 €
Gewinn pro Jahr in Prozent der Gesamtkosten über 20 Jahre	3,9 %	1,5 %

In diesem Beispiel ist der Gewinn pro Jahr bei der PV-Anlage mit Speicher kleiner als bei der gleichen Anlage ohne Speicher. Je nach Entwicklung des Strompreises kann dies allerdings auch anders aussehen, sodass sich die Wirtschaftlichkeit eines Batteriespeichers verbessert. Doch dies kann niemand voraussehen.

Bedenken Sie bei der Planung einer PV-Anlage, dass es nicht nur auf die Wirtschaftlichkeit allein ankommt. Sie kaufen mit der PV-Anlage auch ein Stück Unabhängigkeit von Strompreissteigerungen und erschaffen eine regenerative Energiequelle.

Sie helfen damit, den Ausstoß von CO₂ zu senken und das Klima zu schützen.

Solares Laden von E-Fahrzeugen

Elektroautos können Sie mit Strom aus der eigenen PV-Anlage aufladen. Das ist nicht nur gut für das Gefühl, sondern erhöht auch die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage, weil der Eigenverbrauch steigt.

Strombedarf eines E-Autos

Je nach Auto (und Fahrweise) brauchen Sie ca. 15–22 kWh elektrische Energie für 100 km Fahrstrecke.

Beispiel: Ein Kompaktwagen mit einer jährlichen Fahrleistung von 10 000 km benötigt ca. 1 500 kWh an Strom pro Jahr.

Schon bei mittelgroßen PV-Anlagen ist der Ertrag an Solarstrom größer als der Stromverbrauch von Haushalt und Auto zusammen. Allerdings ist damit noch nicht gesagt, dass das Auto unmittelbar mit dem eigenen Solarstrom aufgeladen wird.

Eigenverbrauch: Ladezeitpunkt und Ladeort

Um zu beurteilen, welchen Einfluss das Laden des Elektroautos auf den Eigenstromverbrauch hat, sollten Sie abschätzen, wie häufig Sie das Auto zu Hause laden.

Wenn das Fahrzeug tagsüber nicht zu Hause steht und somit abends oder nachts geladen werden muss, wäre das nur mit einem zusätzlichen stationären Batteriespeicher möglich.

Beispiel: Ein Fahrzeug, das hauptsächlich für die Fahrt zur Arbeit genutzt wird und auch an der Arbeitsstelle geladen werden kann, wird zu 20 % zu Hause geladen. Das bedeutet, dass selbst im Optimalfall maximal 20 % der benötigten Strommenge zur Erhöhung des Eigenstromverbrauchs beitragen kann.

Leistung der PV-Anlage

Selbst wenn das Auto mittags vor der Tür steht, muss man die Ladeleistung des Autos beachten und ggf. auf einen niedrigen Wert einstellen. Viele Elektroautos laden standardmäßig mit 11 kW. Das ist fast immer oberhalb der Leistung von hausüblichen PV-Anlagen. Im einfachsten Fall reduzieren Sie die Ladeleistung im Auto manuell. Für das Aufladen an der Steckdose beträgt die Leistung 2,3 kW; diesen Wert können Sie am Auto einstellen, selbst wenn die Wall Box eine höhere Leistung übertragen könnte.

Lademanagement

Mit einem Energiemanager können Sie verschiedene Verbraucher im Haus steuern. Beim Elektroauto lohnt sich das in besonderem Maße, weil die umgesetzte Energiemenge sehr groß ist. Im Idealfall wird die Ladeleistung an die verfügbare Leistung der PV-Anlage angepasst, d. h. bei Sonnenschein ist die Ladeleistung automatisch größer als bei bewölktem Himmel.

Zu empfehlen sind Systeme, die mit offenen Systemarchitekturen wie der OCPP-Technologie (Open Charge Point Protocol) arbeiten. Diese etabliert sich zunehmend als Standard für das Laden von Elektrofahrzeugen. Durch das typenoffene Ladeprotokoll wird die Kompatibilität mit gängigen Ladesäulen gewährleistet. Insgesamt ist die Branche noch sehr jung, wodurch sich die Preise tendenziell laufend nach unten entwickeln und mehr Anbieter auf den Markt drängen.

Nutzung der Autobatterie als Speicher für den PV-Strom: Bidirektionales Laden

Optimal arbeiten PV-Anlage und Elektroauto zusammen, wenn die Batterie des Fahrzeugs als Zwischenspeicher für den PV-Strom dient. Die Speicherkapazität von Autobatterien von rund 50 kWh ist zehnmal größer als die Speicherkapazität von stationären PV-Batteriesystemen. Selbst wenn Sie die Autobatterie nur zwischen 70 % und 100 % Füllstand benutzen, weil Sie noch gute Reserve zum Fahren haben möchten, sind die in diesem Beispiel verfügbaren 15 kWh deutlich mehr als im stationären Speicher. Zudem ist die

Autobatterie schon bezahlt, wenn das Auto vor der Tür steht. Wenn Strom aus der Fahrzeugbatterie in die Hauselektrik abgegeben werden kann, spricht man von bidirektionaler Ladung.

Für die praktische Anwendung muss neben dem Fahrzeug auch die Ladestation bidirektionales Laden unterstützen.

Bisher können wenige Elektroautos bidirektional laden, beispielsweise Nissan Leaf, Mitsubishi (ausgewählte Modelle) Peugeot iON sowie Citroën C-Zero. Auch bei den Ladesäulen ist das Angebot noch gering. Die Entwicklung ist allerdings dynamisch. In wenigen Jahren wird das bidirektionale Laden etabliert sein. Das ist vor allem bei der Frage zu bedenken, ob die PV-Anlage mit einer separaten stationären Batterie ausgestattet werden soll. Im Falle einer Anschaffung legt man sich für 20 Jahre fest.

Für bidirektionales Laden ist ein Energiemanager hilfreich.

Natürlich wäre auch ein rein manuelles Laden und Entladen der Autobatterie möglich. Hier müsste aber häufig eingegriffen werden, um den richtigen Ladezustand zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu haben.

Dies alles gilt es zu bedenken, wenn die PV-Anlage, Haushalt und Auto miteinander verknüpfen und der Strom vom Dach komfortabel und effektiv genutzt werden soll.

Hinweis: Wird die Batterie des Autos sehr häufig als Speicher für den Haushalt genutzt, erhöht sich die Anzahl der Ladezyklen. Dadurch kann die Lebensdauer der Batterie sinken. Andererseits bleibt die Batterie nicht ständig zu 100% aufgeladen, was ihr zugutekommt.

TIPP: Energiemanager können beliebige Verbraucher steuern. Das Auto kann unterschiedlich eng eingebunden werden, vom manuellen Einschalten des Ladevorgangs bis zum bidirektionalen Laden. Bitte informieren Sie sich, was diesbezüglich mit dem geplanten Fahrzeug und der PV-Anlage möglich ist. Wer auf Nummer Sicher gehen will, sollte sich die spezifizierete Funktion garantieren und möglichst auch einmal am praktischen Beispiel demonstrieren lassen. Auch Fragen der Sicherheit und die rechtliche Situation hinsichtlich des bidirektionalen Ladens sollten vor Installation der Wall Box geklärt sein.

Betrieb einer Wärmepumpen mit einer PV-Anlage

Die Wärmepumpe ist eine ökologisch vorteilhafte Raumheizung, weil man mit 1 kWh elektrischer Energie etwa 3-4 kWh Energie am Heizkörper bereitstellt. Der ökologische Vorteil der Wärmepumpe wird noch größer, wenn der Strom mit Photovoltaik erzeugt wird, und beim Anschluss an der eigenen PV-Anlage spart man auch noch Geld.

Die prinzipiellen Vorteile werden etwas eingetrübt, weil die Leistung der PV-Anlage im Winter aufgrund der Sonneneinstrahlung und des kürzeren Tageslichtes genau dann gering ist, wenn die Wärmepumpe viel Leistung braucht.

Die Wärmepumpe wird mit einem Pufferspeicher für Warmwasser optimal betrieben. Dann können Sie überschüssigen PV-Strom verwenden, um Wasser zu erwärmen, auch wenn in dem Moment kein warmes Wasser gebraucht wird.

Dieser Pufferspeicher soll ein Volumen von 600 bis 800 Liter haben. Bei Fußboden- oder Wandheizung hat man mit getrennten Speichern für ca. 300 Liter Warmwasser (höhere Temperaturen von ca. 60° C) und einem zweiten Speicher mit 300 bis 400 Liter Volumen für die Flächenheizung (niedrigere Temperaturen von ca. 30° C) einen höheren Wirkungsgrad, aber auch höhere Installationskosten.

Gerade in Verbindung mit einer PV-Anlage ist eine Inverter-Wärmepumpe sinnvoll. Dieser Typ Wärmepumpe wird in der Leistung geregelt. Zudem ist der Anlaufstrom gering. Bei nicht zu geringen Außentemperaturen kann eine Inverter-Wärmepumpe langsamer laufen, sodass die Sonneneinstrahlung besser genutzt wird und sie weniger Strom aus dem Netz beziehen muss.

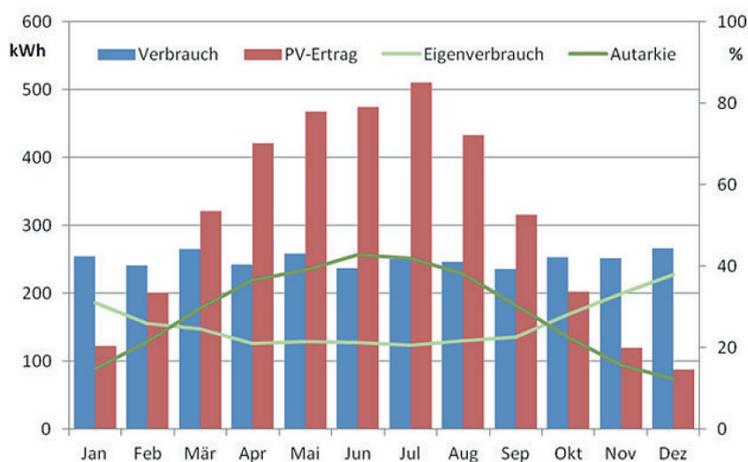
Die optimale Ausnutzung von Wärmepumpe und Solaranlage erfolgt mit einem Energiemanager: Die Wärmepumpe nebst Warmwasserspeicher geht immer dann in Betrieb, wenn die PV-Anlage Strom liefert. Im Winter und in der Übergangszeit können Sie mit dem Energiemanager das Einspeisen von Strom ins Netz effektiv reduzieren und haben den Vorteil von geringstmöglichem Netzbezug. Einmal vorhanden, kann derselbe Energiemanager auch andere große Verbraucher wie Waschmaschine und Elektroauto steuern. Die folgenden Abbildungen zeigen die Erhöhung des Eigenverbrauchs nach Anschluss einer Wärmepumpe.

Nachts und im kalten Winter braucht die Wärmepumpe Strom aus dem Netz. Bei großem Wärmebedarf lohnt sich der Abschluss eines sog. Wärmepumpentarifes mit besonders geringem Strompreis. In Verbindung mit der PV-Anlage wird dann eine sogenannte Wärmepumpen-Kaskaden-Schaltung notwendig. Wenn Sie die PV-Anlage beim Netzbetreiber anmelden, sollten Sie gleich klären, ob sich eine Wärmepumpen-Kaskaden-Schaltung auch bei Ihnen installieren lässt, welche Kosten dafür anfallen und ob regenerativer Strom im Wärmepumpentarif bezogen werden kann.

Bei der Neuanschaffung einer Wärmepumpe sollten Sie ein Modell mit Kältemitte R744 (CO₂) oder R290 (Propan) wählen. Kältemittel auf Fluorkohlenstoffbasis, wie R 410a und andere, haben einen sehr hohen Treibhauseffekt. Diese Eigenschaft wäre nur unschädlich, wenn am Ende der Lebensdauer das Kältemittel vollständig recycelt werden würde.

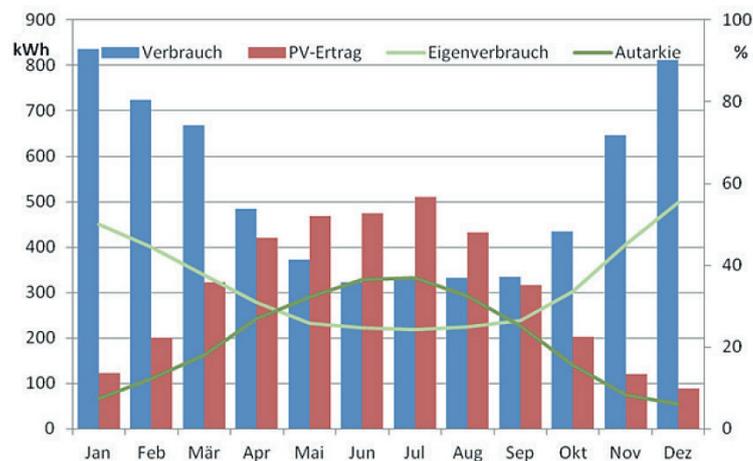
Beispiele zur Nutzung einer PV-Anlage mit und ohne Wärmepumpe:

Ohne Wärmepumpe:



Quelle: <http://www.eigenverbrauchsrechner.ch/Expertenmodus.aspx>

Mit Wärmepumpe:



Quelle: <http://www.eigenverbrauchsrechner.ch/Expertenmodus.aspx>

Die Grafiken zeigen die Aufteilung von Verbrauch und PV-Ertrag auf die Monate.

Erwärmung des Brauchwassers mit PV-Strom

Die Wärmepumpe ist theoretisch die beste Lösung für die Erwärmung von Brauch- und Heizungswasser. Allerdings ist es technisch nicht immer möglich oder wirtschaftlich nicht tragbar, eine vorhandene Heizungsanlage für Erdgas, Öl oder Holz durch eine Wärmepumpe zu ersetzen. In diesem Fall kann man die PV-Anlage dennoch zum Erwärmen von Brauchwasser einsetzen, vor allem im Sommer. Finanziell lohnt sich das nur, wenn der bisherige Brennstoff teurer ist als die Einspeisevergütung für PV-Strom. In der Vergangenheit war das oft nicht der Fall, aber zurzeit lohnt sich das, zumal die Installationskosten gering sind.

Um Wasser mit überschüssigem PV-Strom zu erwärmen wird ein elektrischer Heizstab in den vorhandenen Warmwasserspeicher der Heizung eingebaut. Am vielseitigsten ist die Steuerung mit einem Energiemanager. Eine elektronische Leistungsbegrenzung verhindert, dass der Heizstab im Betrieb mehr Leistung hat als die PV-Anlage in dem Moment zur Verfügung stellt; anderenfalls würde teurer Strom aus dem Netz verheizt werden. Manche PV-Wechselrichter erlauben auch den direkten Anschluss über eine Schnittstelle, ohne zusätzlichen Energiemanager.

Effizienter wird der PV-Strom genutzt, wenn eine kompakte Warmwasser-Wärmepumpe zum Erwärmen des Brauchwassers eingesetzt wird. Auch bei der Wärmepumpe ist die Steuerung durch Energiemanager vorteilhaft, wobei die finanziellen Einbußen im Falle des Netzbezuges geringer wären. Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung sind in Bezug auf die umgesetzte Energiemenge relativ teuer.

Rechtliche Vorgaben, Anforderungen

PV-Anlagen müssen die Vorgaben der Bayerischen Bauordnung (Bay(BO) einhalten. Das bedeutet, dass die PV-Anlagen die Anforderungen hinsichtlich Wind, Schnee, Erdbeben und den Brandschutz erfüllen müssen. Diese Anforderungen müssen vom Solarfachbetrieb bedacht und ggf. mit Ihnen besprochen werden.

Die PV-Anlage darf die Tragfähigkeit des Daches nicht überschreiten. Insbesondere auf Flachdächern kann dieser Punkt entscheidend sein, ob eine Befestigung des Montagegestells mittels Ballast möglich ist oder nicht.

Insbesondere der Brandschutz ist zu beachten. So ist ein Mindestabstand zu Brandschutzwänden, z. B. bei Reihenhäusern oder Doppelhaushälften, einzuhalten. Je nach verwendeten PV-Modulen ist ein Abstand von 0,5 m (Glas-Glas-Module) oder 1,25 m (Standard-Module) einzuhalten.

Besprechen Sie diese Punkte mit der ausführenden Fachfirma.

Sicherheitsaspekte

Eine PV-Anlage stellt elektrische Energie mit erheblicher Leistung auf einem hohen Spannungsniveau bereit. So werden PV-Anlagen mit einer Spannung von bis zu 1.000 Volt betrieben, was bei unsachgemäßem Betrieb oder Defekten ein erhebliches Gefährdungspotential beinhaltet. Wird ein Batteriespeicher betrieben, erhöht sich das Gefährdungspotential noch.

Trotzdem können Sie eine PV-Anlage mit oder ohne Batteriespeicher sicher betreiben, wenn die sicherheitstechnischen Regeln eingehalten werden. Das muss die Fachfirma leisten.

Hier einige Punkte, auf die Sie bei der Beauftragung der PV-Anlage achten sollten:

- notwendig ist die brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung der PV-Anlage
- es dürfen nur Komponenten mit den entsprechenden Zulassungen nach DIN 61730 verbaut werden.
- Die Kombination von Steckern unterschiedlicher Hersteller kann zu Problemen führen, auch wenn sie als „kompatibel“ bezeichnet werden.
- Unterirdisch verlegte Kabel müssen doppelt isoliert und besonders witterungsbeständig sein.

- Kabel dürfen nicht auf dem Dach aufliegen, sondern müssen hochgebunden sein (Wasser, Durchscheuern). Am besten ist es, wenn sie in Kabelkanälen verlegt sind.
- Die Plus- und Minus-Leitung sollte möglichst getrennt in Kabelkanälen verlegt werden.
- Die Kabel sollten mindestens 4 mm², besser 6 mm², im Querschnitt haben. Das Kabelmaterial muss für Außenanwendung tauglich sein (d. h. UV-beständig, erweiterter Temperaturbereich bis ca. 80° C).
- Die PV-Anlage muss geerdet sein.
- Wenn eine Blitzschutzanlage vorhanden ist, muss die PV-Anlage dort eingebunden werden.

Sicherheitseinrichtung zum Freischalten

Wechselstromseite: Auf der Wechselstromseite ist im Wechselrichter oder im Netzanschlusskasten ein Schalter vorhanden, mit dem die Anlage vom Netz genommen werden kann. Dies ist bspw. bei Arbeiten an der PV-Anlage oder bei einer Notsituation der Fall.

Gleichstromseite: Auf der Gleichstromseite entstehen Spannungen bis zu 1 000 V und Ströme mit 10 A (bei einer 10 kW_p Anlage). Wenn die Sonne scheint, kann der Stromkreis nicht einfach unterbrochen werden, da sich ein Lichtbogen bilden kann. Bevor der Stromkreis auf der Gleichstromseite geöffnet wird, sollte vorher immer der Wechselrichter auf der Wechselstromseite vom Netz genommen werden.

Wenn dann auf der Gleichstromseite der Stromkreis geöffnet wird, fließt zwar kein Strom mehr, die Spannung, die durch die PV-Module erzeugt wird, bleibt jedoch bestehen.

Überspannungsschutz

Der Überspannungsschutz für Photovoltaikanlagen wurde ab 14.12.2018 zur Pflicht.

Die Schutzgeräte, die meistens im Zählerschrank installiert werden, sorgen dafür, dass die Komponenten der Solaranlage bei einem Blitzeinschlag in der näheren Umgebung keinen Schaden durch Überspannung nehmen.

Die Kosten für diese Schutzeinrichtungen belaufen sich auf ca. 500 bis 600 €.

PV-Notstrom-Betrieb bzw. PV-Insel-Betrieb

Normale netzgekoppelte PV-Anlagen können nicht zur Notstromversorgung verwendet werden, da sie bei einem Stromausfall aus Sicherheitsgründen sofort abschalten, d. h. keinen Strom mehr liefern.

Eine PV-Anlage mit Batteriespeicher können Sie aber bei einem Stromausfall dazu nutzen, die wichtigsten Verbraucher im Haus mit Strom zu versorgen, z. B. Licht, Radio, Ladegerät für das Handy, Tiefkühltruhe und ggf. auch die Heizung.

Größere Verbraucher (z. B. Elektroherd, Wärmepumpe) können nicht oder nur kurz und mit eingeschränkter Leistung betrieben werden.

Nicht jede PV-Anlage mit Batteriespeicher kann den Notstrombetrieb durchführen. Ist dieser gewünscht, muss das im Angebot spezifiziert werden. Der Wechselrichter in Zusammenarbeit mit dem Batteriespeicher muss in der Lage sein, einen Inselbetrieb aufzubauen.

Fall Sie eine Notstromversorgung wünschen, überlegen Sie, welche Verbraucher im Notstrombetrieb betrieben werden sollen. Davon abhängig ist die Dauerleistung, bzw. die Kapazität des Batteriespeichers zu wählen. Für die Verbraucher, die im Notstrombetrieb mit Strom versorgt werden sollen, brauchen Sie ein Verschaltungskonzept, sodass wirklich nur diese Verbraucher Strom bekommen. Hierbei ist darauf zu achten, ob es ein einphasiges oder ein dreiphasiges System sein soll.

Im einfachsten Fall sind einige 230 Volt-Steckdosen am Batteriespeicher verfügbar. Im Notfall können Sie dann die wichtigsten Geräte über ein Verlängerungskabel anschließen.

Alternativ lassen sich die wichtigsten Geräte so verschalten, dass im Notfall nur diese Strom beziehen können. Das bedeutet allerdings teilweise ein getrenntes Stromnetz für diese Verbraucher. Planung und Umsetzung sollte ein Fachmann übernehmen.

In folgendem Beispiel für eine Notstromsituation wird davon ausgegangen, dass nur die wichtigsten Geräte an die PV-Anlage mit Batteriespeicher angeschlossen werden.

	mittlere Leistung (kW)	Anzahl	Stromverbrauch pro Stunde (kWh pro Stunde)	Nutzungszeit pro Tag bei Stromausfall	Stromverbrauch pro Tag (kWh)
LED Beleuchtung, 5 Lampen à 10 W	0,01	5	0,05	6	0,3
Gefrierschrank		1	0,02	24	0,48
Heizungsanlage, z. B. Erdgas, 2 Heizungspumpen und Steuerung	0,1	1	0,1	24	2,4
Fernseher	0,06	1	0,06	4	0,24
Laptop, WLAN-Router	0,06	1	0,06	4	0,24
					3,66

Wie dieses Beispiel zeigt, würden diese Verbraucher rund 3,7 kWh pro Tag an Strom verbrauchen. Wenn tagsüber häufiger die Sonne scheint, kann z. B. eine PV-Anlage mit 6 kWp genug Strom liefern, um diese Geräte mehrere Tage betreiben zu können.

Angebote bzw. Rechnung für eine PV-Anlage

Wir empfehlen, möglichst bei mehreren Fachfirmen Angebote einzuholen. Um ein Angebot zu erstellen ist ein Vor-Ort-Termin notwendig. Nur damit kann die Situation erfasst und der Arbeitsaufwand abgeschätzt werden.

Wenn Sie Angebote einholen, werden Sie feststellen, dass sich diese häufig stark unterscheiden. Prüfen Sie daher, ob tatsächlich alle nötigen Bauteile und Arbeiten aufgeführt sind. Die Angebote sollten möglichst genau sein und alle Komponenten genau beschreiben. Folgende Punkte sollten im Angebot und ggf. in der Rechnung enthalten sein:

- Bezeichnung der PV-Module, Anzahl, Technische Daten (Spitzenleistung eines Modules, Leistungstoleranzen, Maße, Garantieangaben) und Gesamtleistung der PV-Anlage
- Wechselrichter: Angabe zum Hersteller, der Typenbezeichnung und Garantien, technische Daten (max. Wirkungsgrad, Schutzart, DC-Eingangsspannung, Maße, Gewicht)
- Kabel: Kabelquerschnitt, Freigabe zum Einsatz im Solarbereich (doppelt isoliert, UV-, Ozon und Temperaturbeständig), Typ des Steckers
- Montagegestell, Unterkonstruktion: Angaben zum Hersteller und Material (Aluminium, Edelstahl), Statischer Nachweis
- Elektromaterial

Zusätzlich sollten bei einem Angebot enthalten sein

- Zeichnung der Anordnung der Module auf dem Dach
- Verschaltung der Module untereinander und mit dem Wechselrichter (Anzahl der Strings, Anzahl Module je String)
- Sicherheitskomponenten (Blitz- und Überspannungsschutz DC, Blitz- und Überspannungsschutz AC)

Bei Batteriespeichern sollten folgende Punkte aufgeführt sein:

- Angaben zum Hersteller, Typenbezeichnung, Garantien, Lieferumfang
- Technische Daten (Nennspannung, Maße, Gewicht)
- Speicherkapazität (nominale, maximal nutzbare und Höchstkapazität)
- Maximaler Ausgangsstroms

Angaben zu Installation

- Montage und Installationsaufwand für alle Komponenten
- Anschluss an Wechselrichter und Hausanschluss
- Erdung der PV-Anlage
- Dokumentation, Messungen, Anmeldung beim Netzbetreiber
- Gerüst (bauseits oder optional)
- Zusatzaufwand (z. B. aufwendige Stemm- oder Erdarbeiten bauseits, enthalten oder optional)

Weitere Angaben zu zusätzlichen Optionen, z. B. Wall Box, Notstrompaket, Anlagenmonitoring.

Sinnvoll ist auch eine Ertragsprognose, d.h. Berechnung der jährlichen solaren Erträge aufgrund der Situation, und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Und natürlich müssen auch die Zahlungskonditionen (Zeitpunkt und Höhe der zu leistenden Zahlungen) enthalten sein.

Vergleichen Sie Angebote sorgfältig und führen Sie ggf. eine Vergleichsrechnung verschiedener Anbieter durch (Kosten pro kW_p bzw. kWh). Achten Sie darauf, dass alle Kosten enthalten oder als optional gekennzeichnet sind. Nur dann ist ein Vergleich möglich.

Anmeldung der PV-Anlage

Die PV-Anlage müssen Sie an drei unterschiedlichen Stellen anmelden.

Anmeldung beim Netzbetreiber

Die Absicht, Strom ins Netz einzuspeisen, müssen Sie beim Netzbetreiber bzw. Energieversorgungsunternehmen anmelden. Dies sollten Sie vor Montage der Anlage tun.

Dazu stellt der Netzbetreiber/Energieversorger ein entsprechendes Formblatt bereit. In der Regel unterstützt die ausführende Fachfirma beim Anmelden der PV-Anlage, da sie die benötigten Unterlagen (Datenblätter, Unterlagen für die Anmeldung) bereitstellen.

Anmeldung bei der Bundesnetzagentur

Wenn die PV-Anlage ans Netz angeschlossen wurde, sollten Sie diese möglichst zeitgleich bei der Bundesnetzagentur anmelden. Hierzu muss ein entsprechender Eintrag im sogenannten Marktstammdatenregister erfolgen. Melden Sie die Anlage zu spät oder gar nicht an, reduziert sich ggf. die Einspeisevergütung oder der Vergütungsanspruch entfällt komplett.

Anmeldung beim Finanzamt

Beim für Sie zuständigen Finanzamt bekommen Sie Fragebögen, mit denen Sie die PV-Anlage als gewerbliche Tätigkeit (Kleinunternehmer oder Regelbesteuerung) gegenüber dem Finanzamt erklären. Die Anmeldung sollte baldmöglichst nach der Installation erfolgen.

Versicherung der PV-Anlage

Verschiedene Formen der Versicherung sind möglich:

- **Betreiberhaftpflicht:** Sie deckt Schäden ab, die von der PV-Anlage ausgehen, z. B. durch herabfallende Teile der Anlage. Sie können diese ggf. als Erweiterung in die Gebäudehaftpflicht aufnehmen.
- **Allgefahrenversicherung:** Sie sichert Schäden an der PV-Anlage (Module, Wechselrichter, Zähler, Verkabelung) ab. Sie hilft z. B. bei Diebstahl, Sturm, Hagel, Überspannung und kommt für den Ersatz der Teile und die Kosten der Arbeiten bei Neuinstallation auf.
- **Ertragsausfallversicherung:** Bei Ertragsausfall tritt diese Versicherung ein. Wenn z. B. ein Wechselrichter defekt wird und somit kein Ertrag erzielt wird bis er repariert oder ausgetauscht ist, zahlt die Ertragsausfallversicherung.

Häufig gibt es auch Kombinationen dieser Versicherungen oder bestehende Versicherungen (z. B. die Wohngebäudeversicherung) deckt einen Teil der Risiken ab. Fragen Sie bei Ihrer Versicherung nach.

Wartung und Service

Wichtig ist eine regelmäßige Funktionskontrolle. Diese sollte mindestens einmal pro Monat erfolgen. Sie können sie selbst durchführen. Dabei erfassen sie den Ertrag und vergleichen ihn, entweder mit Online-Datenbanken oder mit den Werten des Vorjahres. Daran können Sie erkennen, ob die Anlage etwa den gleichen Ertrag bringt wie im selben Zeitraum der Vorjahre. Wetterbedingt sind hierbei natürlich Unterschiede im Bereich von 10% zu erwarten.

Weiterhin können Sie selbst einfache Sichtprüfungen durchführen, insbesondere nach einem Sturm.

Insbesondere wenn die Anlage auf einem Flachdach installiert ist, kann eine Reinigung sinnvoll sein, um Ertragsverluste zu vermindern. Dreckablagerungen und Mooswachstum können auch auf einem steileren Dach den Ertrag mindern. Häufig ergeben sich viele Fragen: Die Häufigkeit der Solarreinigung hängt von den Standortfaktoren ab. Bei normaler Verschmutzung der Photovoltaikanlage ist eine Reinigung in größeren Abständen (z. B. alle fünf Jahre) ausreichend. Aus Sicherheitsgründen sollten Sie die Reinigung allerdings nicht selbst durchführen.

Um einen durchgängig hohen Photovoltaik-Ertrag und die Sicherheit zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Wartung notwendig. Die Wartung umfasst die Sichtprüfung der Solarmodule sowie die Überprüfung der elektrischen Verbindungen und der Wechselrichter.

Hinweise zur Steuer

Wird der erzeugte Strom an einen Netzbetreiber verkauft, liegt aus steuerlicher Sicht eine unternehmerische/gewerbliche Tätigkeit vor.

Umsatzsteuer

Umsätze aus dem Betrieb der PV-Anlage unterliegen grundsätzlich der Umsatzsteuerpflicht. Als sogenannter Kleinunternehmer müssen Sie keine Umsatzsteuer abführen.

Bei Anwendung der Kleinunternehmerregelung kann allerdings keine Vorsteuer aus den Eingangsrechnungen (z. B. für den Erwerb der PV-Anlage) vom Finanzamt erstattet werden, d. h. der Anlagenbetreiber verzichtet auf diese Beträge.

Kleinunternehmerregelung: geringerer Aufwand, keine Erstattung der Vorsteuer, keine Abführung der Umsatzsteuer auf eigenverbrauchten Strom.

Regelbesteuerung: höherer Aufwand (Umsatzsteuer-Voranmeldungen, Umsatzsteuerjahreserklärungen), Erstattung der Vorsteuer

Wenn Sie die Regelbesteuerung wählen, können Sie erst nach mindestens 5 Jahren (mit Wirkung vom Beginn eines Kalenderjahres) zur Kleinunternehmerregelung wechseln.

Ertrags- bzw. Einkommensteuer

Der Gewinn oder Verlust durch den Betrieb der PV-Anlage gehört zu den Einkünften aus Gewerbebetrieb und ist in der Einkommensteuer anzugeben. Auch der für den eigenen Haushalt entnommene Strom (Eigenverbrauch) ist wie eine fiktive Betriebseinnahme zu versteuern.

Dies gilt allerdings nur, wenn die Anlage über 20 Jahre betrachtet einen Gewinn erwirtschaftet.

Durch eine negative Gewinnerzielungsprognose wird der Anlagenbetrieb zur „Liebhaberei“ und die Ertragssteuer entfällt.

Es besteht seit Juni 2021 die Möglichkeit, dass der Betreiber erklären kann, dass er die Vereinfachungsregel für PV-Anlagen in Anspruch nehmen möchte, und der Betrieb der PV-Anlage als einkommensteuerlich unbeachtlicher Liebhabereibetrieb erklärt wird. Dann werden aus der Anlage weder Gewinne noch Verluste einkommensteuerlich berücksichtigt. Eine Gewinnermittlung (Einnahmen-/Überschussrechnung oder Bilanz) muss nicht mehr übermittelt werden.

Voraussetzung für das Wahlrecht ist, dass die PV-Anlage eine kleinere Leistung als 10 kWp hat, nach dem 31.12.2003 in Betrieb genommen wurde und auf einem zu eigenen Wohnzwecken genutzten oder unentgeltlich überlassenen Ein- und Zweifamilienhaus-Grundstück einschließlich Außenanlagen installiert ist.

Bei steuerlichen Fragen zur PV-Anlage wenden Sie sich an einen Steuerberater.

Weitere Infos finden sie auch unter:

https://www.erlangen-hoechstadt.de/media/4734/einseiter_pv-steuern-finanzamt.pdf

https://www.finanzamt.bayern.de/Informationen/Steuerinfos/Weitere_Themen/Photovoltaikanlagen/default.php?f=LfSt&c=n&d=x&t=x

Weiterführende Informationen im Internet

Informationen des Landkreises Erlangen-Höchstadt und der Stadt Erlangen zur Solarenergie (mit vielen weiteren Links zur Solarenergie (PV und Thermie)):

<https://www.erlangen-hoechstadt.de/leben-in-erh/klima-und-energie/angebote/fuer-buergerinnen-und-buerger/solarberatung/>

<https://www.solare-stadt.de/erlangen/>

Einen schnellen Hinweis auf die Eignung der Dachflächen Ihres Hauses für eine Photovoltaik-Anlage gibt Ihnen das Solar-Potenzialkataster nach nur wenigen Eingaben:

<https://www.solare-stadt.de/erlangen/Solarpotenzialkataster>

Kostenlose bzw. sehr günstige Energieberatungsangebote des Landkreises in Kooperation mit dem VerbraucherService Bayern(VSB):

<https://www.erlangen-hoechstadt.de/leben-in-erh/klima-und-energie/angebote/fuer-buergerinnen-und-buerger/>

Ausführliche Informationen zur Photovoltaik:

<https://www.photovoltaiik.org>

Weitere Hinweise zum Bericht der Bürger-Solar-Beratung

Die schriftlichen Ergebnisse einer Bürger-Solarberatung beruhen auf Ihren Angaben und einigen Annahmen, z. B. zur Strompreisentwicklung.

Darauf basierend hat Ihr Berater eine sorgfältige Planung und Berechnung durchgeführt, sodass realistische Ertragswerte ermittelt wurden. Da aber nicht vorhergesehen werden kann, wie sich die Werte über den langen Zeitraum von 20 Jahren verändern, können sich andere Ergebnisse hinsichtlich der Erträge und der Rendite ergeben. Auch kann ein Defekt an der Anlage zusätzliche Kosten verursachen.

Der Bericht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und dient lediglich als Anstoß, sich weiter zu informieren. Für die Richtigkeit der Berechnungen und Beschreibungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Falls Sie noch nicht Mitglied des Vereins Energiewende ER(H)langen e. V. sind, unsere Arbeit aber unterstützen wollen, würden wir uns über Ihre Mitgliedschaft sehr freuen. Für Privatpersonen liegt der reguläre Mitgliedsbeitrag bei nur 24 € pro Jahr. Das Antragsformular und weitere Informationen finden Sie unter:

<https://www.energiewende-erlangen.de/verein/ihre-mitgliedschaft-unterstuetzung/>

Falls Sie zudem selbst Interesse an einer aktiven Mitarbeit in unserem Verein haben, sind Sie ebenfalls herzlich eingeladen. Zum Kennenlernen sind unsere regelmäßigen offenen Monatstreffen in Erlangen gut geeignet. Die jeweils aktuellen Termine können sich ggf. ändern, schauen Sie daher bitte auf unserer Homepage nach. Schauen Sie gerne mal vorbei!

Über unsere Aktivitäten berichten wir zudem per kostenlosem Newsletter, den Sie auf unserer Homepage abonnieren können: www.energiewende-ERHlangen.de

Der Verein freut sich über eine Spende, die für den Aufwand und für die Vereinsarbeit verwendet wird.

Spenden können sie auf folgendes Konto überweisen:

Empfänger: Energiewende ER(H)langen e.V.

IBAN: DE79 7635 0000 0060 0655 35

BIC: BYLADEM1ERH

Bank: Stadt- und Kreissparkasse Erlangen Höchststadt Herzogenaurach

Anhang: Checklisten für das Einholen und Beurteilen von Angeboten

Der Ergebnisbericht sollte Sie in die Lage versetzen, gezielt Angebote anzufragen, die Ihren Vorstellungen hinsichtlich der PV-Anlage entsprechen. Zusätzlich finden Sie nachfolgend zwei Checklisten, die es Ihnen erleichtern sollen, Angebote einzuholen und zu beurteilen.

Die erste Checkliste fasst die wichtigsten Anforderungen zusammen, sodass sie diese dem Solarfachbetrieb übergeben können.

Vorgaben hinsichtlich Ausstattung und Ausführung von PV-Anlage und Speicher	
Größe bzw. Nennleistung der PV-Anlage	kW _p
Vorgaben hinsichtlich der Leistungsstufe der Module	
(Standardmodule, Hochleistungsmodule)	W _p
Vorgaben hinsichtlich Technik oder Aussehen der PV-Module	
(Mono-Kristallin, Poly-Kristalline, Dünnschichtmodule, Glas-Glas-Module, Rahmenlose Module, „Schwarze“ Module)	
Spezielle Vorgaben (z. B. Hersteller der Module)	
Vorgaben hinsichtlich Verkabelung und Ort der Installation des Wechselrichters und Zählers	
Bei Verschattungen: Power Optimizer gewünscht ja/nein	
Batteriespeicher gewünscht ja/nein	
Nutzbare Speicherkapazität des Batteriespeichers	kWh
Energiemanager gewünscht ja/nein	

Folgende Checkliste kann verwendet werden, um ein erhaltenes Angebot zu beurteilen.

Checkliste zu Inhalt/Umfang des Angebots	Enthalten und ausreichend spezifiziert (ja/nein)
Beschreibung der Anlagenkomponenten	
Angaben zu Wirkungsgrad, Nennleistung, Leistungstoleranz und Temperaturkoeffizient der PV-Module	
Leistungsgarantie (25 Jahre linear) mit Angabe des Leistungsabfalls pro Jahr	
Anlagenschema, Plan mit Modulbelegung, Verschaltung der Module mit dem Wechselrichter	
Europäischer Wirkungsgrad des Wechselrichters	
Angaben zu Montage- und Befestigungssystem, Kabel und Stecker	
Angaben zu den Hauptkomponenten (Anzahl, Hersteller, Typ, technische Daten) inkl. techn. Datenblatt mit Hinweis auf Zertifizierung nach DIN IEC 61215 (für kristalline Module) und DIN 61730 Schutzklasse.	
Lieferung, Montage, und Anschluss aller Komponenten inkl. Leitungen und Elektromaterial	
Ggf. Lieferung und Installation eines Zählerschranks	
Ggf. Stellung eines Gerüsts und Sicherungseinrichtungen (Absturzsicherungen)	
Netzanschluss und Inbetriebnahme mit Protokoll und Systemdokumentation	
Ertragsprognose, Wirtschaftlichkeitsberechnung	
Angaben hinsichtlich Verschattung	
Monitoring System (Ertragsdatenüberwachung)	
Energiemanager	
Beantragung des Netzanschlusses beim zuständigen Netzbetreiber	

Hinweis auf Zahlungsbedingungen	
Termine und Dauer der Arbeiten	
Konditionen und Haftungsausschlüsse	
Angaben zur Anlagensicherheit (Überspannungsschutz, Erdung)	
Produkt - oder Herstellergarantie	
Batteriespeicher: Angaben zu Garantie und Lebensdauer (Lebensdauer in Jahren und/oder Mindestanzahl an Vollzyklen der Be- und Entladung).	
Empfehlenswert: Garantie mindestens 10 Jahre	
Angaben zum Stromverbrauch des Speichers (Ladeelektronik etc.)	

Landratsamt Erlangen-Höchstadt
Klimaschutz
Nägelsbachstraße 1
91052 Erlangen

Telefon: 09131 803-1274

klimaschutz@erlangen-hoechstadt.de