

# Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) bis 30 kW Spitzenleistung

## Einige grundlegende Fakten und Regelungen - Überarbeitete Version Mai 2023

Hans Martin Gündner, Günter Offermann, Udo Seier, Solarverein Marbach am Neckar e.V.<sup>1</sup>  
Mit freundlicher Mitwirkung von Vincent Clarke, Fachberater Photovoltaik, Crailsheim.

Hier finden sich grundlegende Informationen zu kleineren PV-Anlagen (nicht für „Balkonkraftwerke“), die für ein Einfamilienhaus typisch sind. Auf einige aktuelle gesetzliche Regelungen wird eingegangen. Die Angaben sind ohne Anspruch auf Vollständigkeit und ohne Gewähr. Genannt sind in der Regel typische Werte; konkrete Einzelfälle können davon abweichen. Alle Geldwerte mit der Einheit Euro (€) oder Cent (ct) sind Nettoangaben.

Energiewerte werden in der Einheit kWh (Kilowattstunde) angegeben. Die Einheit für die Stärke eines Energiestroms, auch als Leistungswert bezeichnet, ist kW (Kilowatt).

*Die kursiv gedruckten **Hinweise** geben einige vertiefende Informationen.*

*Sie sind zum Verständnis des Gesamtzusammenhangs nicht zwingend notwendig.*

## 1 Energieversorgung aus dem öffentlichen Stromnetz ohne PV-Anlage

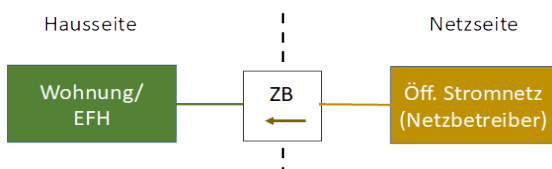


Bild 1: Energieversorgungsanschluss mit Bezugszähler ZB

Wenn keine PV-Anlage vorhanden ist (und auch kein sonstiger Energielieferant wie z.B. ein kleines Blockheizkraftwerk oder eine Brennstoffzelle), bezieht eine Wohnung bzw. ein Einfamilienwohnhaus (EFH) die benötigte elektrische Energie vollständig aus dem öffentlichen Stromnetz. Die abrechnungstechnische Grenze zwischen dem Wohnungsnetz und dem öffentlichen Stromnetz bildet der geeichte amtliche Strombezugszähler ZB; er misst die bezogene Energiemenge. Für den technischen Betrieb des öffentlichen Netzes ist der Netzbetreiber zuständig, in Marbach ist das die **Netze BW GmbH**<sup>2</sup>, ein Teilunternehmen der EnBW (Energieversorgung Baden-Württemberg). Der Wohnungsinhaber kann sowohl seinen Energielieferanten als auch den Betreiber des Bezugszählers frei wählen; macht er davon keinen Gebrauch, dann besorgt beides der Netzbetreiber.

## 2 Neu errichtete PV-Anlagen

Die ins öffentliche Stromnetz eingespeiste Energie aus neu errichteten Photovoltaikanlagen wird ab dem Datum der Inbetriebnahme und dann für die folgenden 20 vollen Kalenderjahre finanziell gefördert. Die Förderung ist im EEG unter „Einspeisevergütung“ geregelt. Die Höhe der Vergütung je kWh ist gemäß Energieeinspeisegesetz (EEG) der Wert der Vergütung am Tag der Inbetriebnahme. Dieser Vergütungswert ist unveränderlich über die gesamte Laufzeit festgeschrieben. Die Bundesnetzagentur legt den Vergütungswert regelmäßig neu fest und gibt ihn bekannt<sup>3</sup>.

Die meisten heute errichteten Anlagen dienen vorwiegend dem Eigenverbrauch der solaren Energie. Nur die überschüssige Energie wird ins Netz eingespeist. Bei Volleinspeiseranlagen (siehe 2.1) wird die gesamte Energie ins Netz abgegeben, an den Netzbetreiber oder einen Direktvermarkter; beides ist für kleine Anlagen meist unwirtschaftlich.

Im Moment sind folgende Einspeisevergütungen maßgebend, fest bis 31.12.2024, dann langsam sinkend:

Anlagengröße bis 10 kWp	Überschusseinspeisung	8,6 ct/kWh
	Volleinspeisung	13,4 ct/kWh
Anlagengröße bis 40 kWp:	Überschusseinspeisung	7,5 ct/kWh
	Volleinspeisung	11,3 ct/kWh

<sup>1</sup> [www.solarverein-marbach.de](http://www.solarverein-marbach.de)

<sup>2</sup> <https://www.netze-bw.de/>

<sup>3</sup> [www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de) – Elektrizität und Gas - Erneuerbare Energien

Mit der Angabe kWp (kilo-Watt-peak (englisch Spitze)) wird die Stärke des Energiestroms bezeichnet, den die PV-Anlage im besten Fall liefern kann. Diese größte Energiestromstärke wird üblicherweise „Spitzenleistung“ genannt. Die Spitzenleistung ist festgelegt als die Summe der beim Hersteller der PV-Module im Labor gemessenen und protokollierten Einzelleistungen aller Module ohne eventuelle Verluste in sonstigen Anlagenteilen.

Eine typische PV-Anlage mit Süddach liefert bei uns in einem Jahr ungefähr 1100 kWh an Energie je 1 kWp. Dies ist ein Erfahrungswert. Der größte Teil der Energie stammt aus dem Sommerhalbjahr, weil dann die Tage länger sind und das Wetter meist schöner.

## 2.1 Konzept „Volleinspeisung“

Wird die gesamte Energie aus einer PV-Anlage an den Netzbetreiber abgegeben, so sprechen wir vom Betriebskonzept „Volleinspeisung“. Der Netzbetreiber ist nach dem EEG verpflichtet, die Energie aus der PV-Anlage abzunehmen.

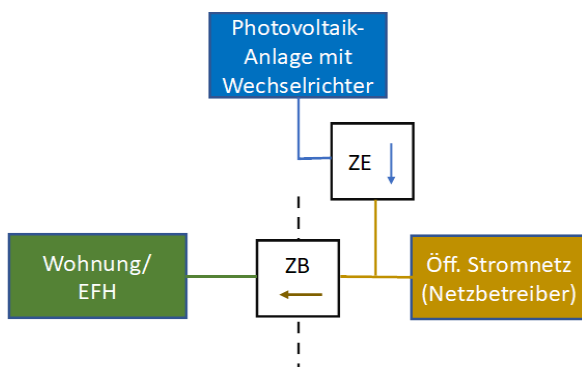


Bild 2: Volleinspeisung der Energie aus der PV-Anlage

Bis vor wenigen Jahren waren fast alle Anlagen von diesem Typ, weil die Einspeisevergütung höher war als mögliche Ersparnisse bei Eigennutzung der Energie aus der PV-Anlage. Die PV-Anlage ist auf der Seite des öffentlichen Stromnetzes angeschlossen. Zusätzlich zum Bezugszähler ZB ist im Zählerkasten ein nichtamtlicher aber geeichter Einspeisezähler ZE eingebaut, der die ins Netz eingespeiste Energie misst. Der Betreiber der PV-Anlage liest seine Zählerstände jährlich ab und meldet sie dem Netzbetreiber zur Abrechnung. Alternativ können elektronische Zähler mit automatischer Datenübermittlung über das Internet eingesetzt sein.

**Hinweis 1:** Wenn Energie von der PV-Anlage verfügbar ist und in der Wohnung gebraucht wird, fließt sie direkt über die beiden Zähler ZE und ZB zu den eingeschalteten elektrischen Geräten. Das öffentliche Stromnetz wird in diesem Fall also entlastet.

**Hinweis 2:** Die PV-Anlage enthält als wesentlichen Bestandteil einen sogenannten Wechselrichter. In Wechselrichter wird die Energie vom Gleichstrom (Direct Current, DC), den die PV-Module liefern, auf den üblichen Wechselstrom (Alternating Current, AC) des Stromnetzes umgesetzt. Die Wechselrichter-Elektronik erledigt noch weitere wichtige Aufgaben, nämlich die ständige Optimierung der Energieabgabe der PV-Module bei wechselnden Lichtverhältnissen (das sogenannte Maximum-Power-Point (MPP)-Tracking), die Steuerung der Anlage insgesamt und eventuell den Datenaustausch mit anderen Geräten.

**Hinweis 3:** Einzelne PV-Module arbeiten typisch bei einer Gleichspannung von etwa 35 V. Man schaltet in der Regel mehrere von ihnen hintereinander („in Reihe“), womit sich die Spannung entsprechend erhöht. Beispiel: 10 Module in Reihe ergeben eine Gesamtspannung von 350 V. Eine Reihe von hintereinandergeschalteten Modulen nennt man String. Das skizzierte Vorgehen vereinfacht die Verkabelung und verringert die Leitungsverluste. Die Module eines Strings müssen sorgfältig auf Gleichheit ausgesucht sein und brauchen identische Lichtverhältnisse, sonst reduziert sich die Gesamtenergieabgabe unter ihren momentan bestmöglichen Wert (ein an einer Stelle zusammengequetschter Gartenschlauch ist ein schönes Bild dafür). So sogenannte Leistungsoptimierer an jedem Modul beheben dieses und weitere Probleme (siehe Abschnitt 4).

Das Betriebskonzept „Volleinspeisung“ ist für PV-Neuanlagen im Privathaus in der Regel nicht wirtschaftlich, weil die Einspeisevergütung (siehe oben) deutlich unter den Gestehungskosten für die Energie aus der PV-Anlage liegt. Diese Kosten entstehen aus der Beschaffung und Montage der Anlage, der Wartung und eventuellen Reparaturen, Versicherungen und ggf. Steuern; sie betragen bei zwanzigjähriger Laufzeit der Anlage typisch 15 ct/kWh oder mehr.

**Hinweis 4:** Alle gerade eingeschalteten elektrischen Geräte, die an das öffentliche Stromnetz angeschlossen sind, nehmen Energie aus allen einspeisenden PV-Anlagen auf. Dadurch müssen andere Energiequellen (Kraftwerke aller Art, Speicher) weniger Energie in das Stromnetz liefern. Bei Dunkelheit allerdings müssen diese anderen Energiequellen alle angeschalteten und an das Stromnetz angeschlossenen elektrischen Geräte mit Energie versorgen. An Sonnentagen dagegen muss das Stromnetz unter Umständen mit einer sehr hohen Menge eingespeister Energie aus allen einspeisenden PV-Anlagen zurechtkommen (siehe dazu das Stichwort Leistungsbegrenzung im Abschnitt 5, „Wichtige gesetzliche Regelungen“). Im Stromnetz selbst kann aber keine Energie gespeichert werden. Was die elektrischen Geräte zu einem Zeitpunkt an Energie benötigen, muss von allen Energiequellen im Stromnetz zu genau diesem Zeitpunkt auch geliefert werden. Andernfalls kommt es zu Stabilitätsproblemen des Stromnetzes wie in manchen Ländern, wo dann das „Licht“ für ein paar Stunden ausgeht. Die Regelung findet dadurch statt, dass die Zufuhr von Energie ins Stromnetz gesenkt bzw. erhöht wird oder bei Bedarf auch große industrielle Energieabnehmer vorübergehend abgeschaltet werden. In Deutschland war die Netzstabilität bisher sehr gut.

## 2.2 Konzept „Energie-Eigennutzung ohne Energiespeicher“

Wenn heute jede vom Energieversorger bezogene Kilowattstunde netto mindestens 35 ct kostet, man jedoch für die Volleinspeisung der Energie aus der PV-Anlage nur 8,6 ct/kWh erhält, dann lohnt es sich, möglichst viel der Energie aus der PV-Anlage im eigenen Haus zu nutzen. Am realen Beispiel eines Haushalts mit einer PV-Anlage der Spitzenleistung 10 kWp wird im nachfolgenden Bild 3 für einen schönen Sommertag gezeigt, welche Energiemengen die PV-Anlage über den Tag hinweg liefert, was laufend für die Geräte im Haus gebraucht wird und welchen Anteil davon die Energie aus der PV-Anlage decken kann. Das sind im Beispiel 68 %.

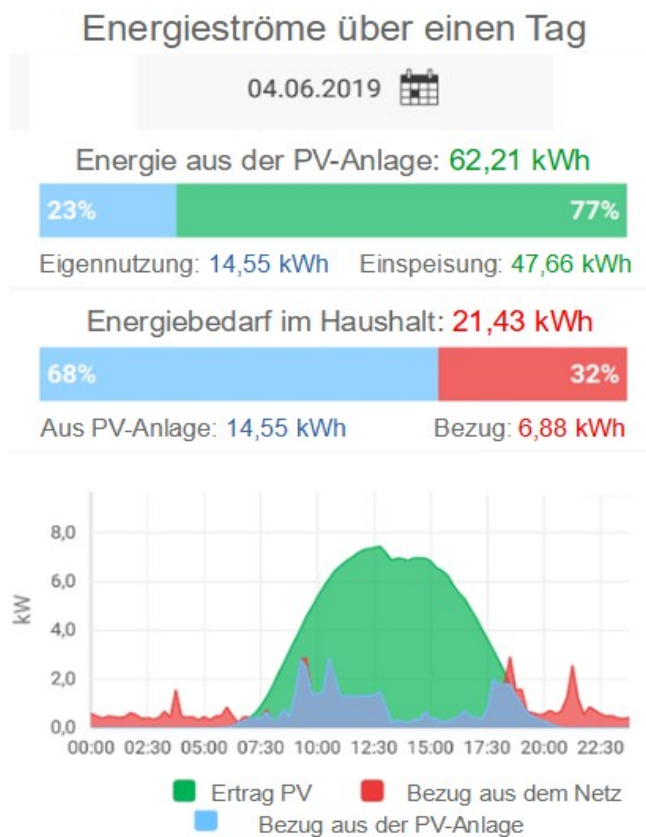


Bild 3:

Gemessene Energieströme in einem Haushalt mit Energie aus einer eigenen Photovoltaik-Anlage

(mit freundlicher Genehmigung von Vincent Clarke)

Wie dieses Konzept prinzipiell realisiert wird, zeigt Bild 4 auf der linken Seite.

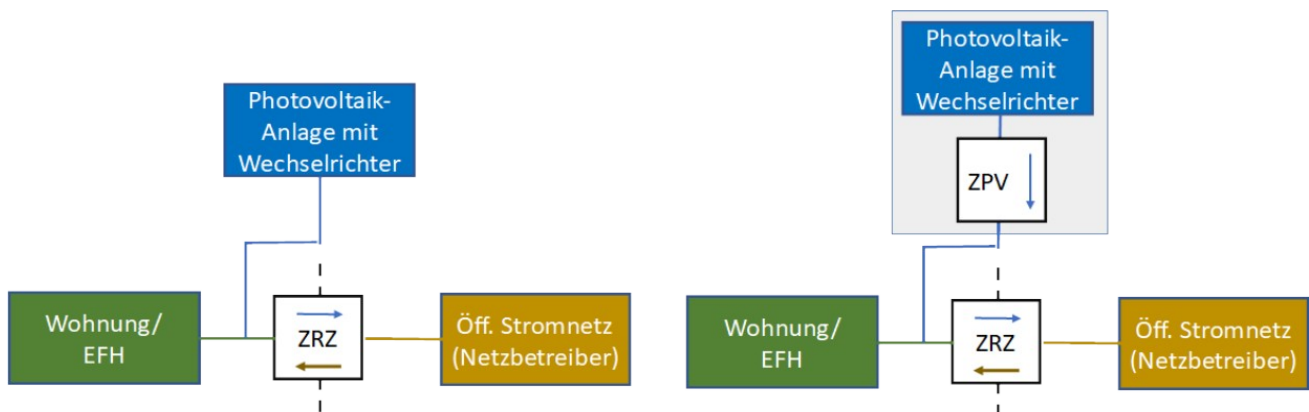


Bild 4: a: Energie-Eigennutzung ohne Speicher

b: mit zusätzlichem Zähler ZPV für die Energie aus der PV-Anlage

Die PV-Anlage wird jetzt auf der Hausseite angeschlossen. Sind elektrische Geräte in Betrieb, wird vorrangig die Energie von der Sonne genutzt. Ist davon zu wenig oder nichts vorhanden, wird der Restbedarf wie bisher vom öffentlichen Stromnetz bezogen (Bezug). Ist zu viel Energie von der PV-Anlage vorhanden, fließt die nicht benötigte Energie ins öffentliche Stromnetz (Einspeisung). Ein geeichter elektronischer Zweirichtungszähler ZRZ zählt die bezogene und die eingespeiste Energie getrennt. Beide Zählerstände werden in der Regel am Jahresende abgelesen und dem Netzbetreiber gemeldet.

Dieses Konzept ist bei Neuanlagen finanziell vorteilhaft. Bezieht der Haushalt z.B. 1 kWh Energie aus dem öffentlichen Stromnetz, so müssen dafür etwa 35 ct bezahlt werden, während 1 kWh Energie aus der eigenen PV-Anlage nur 15 ct kostet. Was an Energie aus der PV-Anlage nicht selbst genutzt werden kann, wird weiterhin ins Stromnetz eingespeist und wie oben angegeben mit 8,6 ct/kWh vergütet.

**Hinweis 5:** *Bezüglich der Energieflüsse unterscheiden sich die Konzepte „Volleinspeisung“ und „Energie-Eigennutzung ohne Energiespeicher“ nicht. Für den Netzbetrieb sind sie identisch. Die Unterschiede liegen ausschließlich in der Abrechnung.*

Bei der Messung mit dem Zweirichtungszähler ZRZ erfährt man nicht, wie viel Energie die PV-Anlage insgesamt liefert und wie viel davon direkt in die elektrischen Geräte des Haushalts fließt. Diese beiden Werte kann man durch den Einbau eines weiteren Zählers ZPV bestimmen (Bild 4b). ZPV misst die gesamte Energie, die die PV-Anlage liefert. Die Energie, die die elektrischen Geräte im Haushalt aus der eigenen PV-Anlage in einem Zeitraum erhalten, kann man dann leicht ermitteln aus dem Unterschied der Zählerstände am Beginn und am Ende dieses betrachteten Zeitraums (z.B. 1 Tag, 1 Monat, die jährliche Abrechnungsperiode):

Selbst genutzte Energie = von der PV-Anlage insgesamt gelieferte Energie  
abzüglich der ins Netz eingespeisten Energie

Der zusätzliche Zähler ZPV muss nicht geeicht sein, weil seine Messwerte nicht in die finanzielle Abrechnung eingehen. Er ist in der Regel bereits im Wechselrichter enthalten.

**Hinweis 6:** *Moderne Monitoring-Systeme im Wechselrichter erledigen die genannten Berechnungen automatisch. Sie erfassen dazu fortlaufend die Werte aller Zähler und erlauben die Darstellung aller interessierenden Größen (siehe zum Beispiel Bild 3) auf dem Smartphone, Tablet oder PC. Die Monitoring-Software wird von den meisten Wechselrichter-Herstellern kostenlos zur Verfügung gestellt.*

Als Selbstnutzer beim Konzept „Energie-Eigennutzung ohne Energiespeicher“ kann man übers Jahr hinweg in der Regel 40% der gesamten Energie für die elektrischen Geräte im eigenen Haushalt von der Energiequelle PV-Anlage beziehen. Der Autarkiegrad ist also 40%. Wenn die Möglichkeit besteht, geeignete Geräte mit hohem Energiebedarf (beispielsweise Waschmaschine, Trockner oder Spülmaschine, die jeweils pro Jahr zwischen 150 bis hin zu 400 kWh benötigen) vorwiegend bei Sonnenschein zu betreiben, kann der Autarkiegrad auch bis 45 % betragen. Weiteren Einfluss auf seine Höhe hat die Anlagengröße: Je größer die Spitzenleistung der PV-Anlage, desto höher der Autarkiegrad.

Natürlich ist es im Sinne des Klimaschutzes und der Wirtschaftlichkeit sinnvoll, die Energie aus der PV-Anlage auch in den Bereichen Elektromobilität, Warmwasserbereitung (Heizstab und/oder Brauchwasser-Wärmepumpe) bis zur Gesamtwärmeerzeugung über eine elektrische Wärmepumpenheizung zu nutzen.

**Hinweis 7:** Eine Brauchwasser-Wärmepumpe (BWWP) kann statt einer Solarthermie-Anlage außerhalb der Heizperiode das Warmwasser kostengünstig und umweltfreundlich erzeugen. Die Installation einer BWWP ist gegenüber einer Solarthermie-Anlage meist kostengünstiger und einfacher. Gleichzeitig kann die Heizung über die warme Jahreszeit komplett stillgelegt werden, was der Lebensdauer sehr zugute kommt.

**Hinweis 8:** Der Energiebedarf für den Antrieb einer elektrischen Heizungs-Wärmepumpe kann zum Teil ebenfalls aus einer PV-Anlage gedeckt werden. Klar ist, dass die Heizungs-Wärmepumpe den größten Energiebedarf in den Wintermonaten hat und gleichzeitig die PV-Anlage in diesem Zeitraum weniger Energie liefert. Erfahrungswerte zeigen hier eine Abdeckung von etwa 25% des Jahres-Energiebedarfs bei einer Kombination mit einer PV-Anlage von 10 kWp und mehr. Da eine weitere Verteuerung der Energiepreise in den nächsten Jahren zu erwarten ist, sollte man bei der Anschaffung einer PV-Anlage die Option Heizungs-Wärmepumpe unbedingt im Auge behalten, denn irgendwann wird man die alte Heizungsanlage ökologisch verträglich erneuern müssen.

Mit den Einsparungen bei der bezogenen Energie aus dem öffentlichen Stromnetz und den Erlösen aus der Einspeisung in das öffentliche Stromnetz können die Investitionen und die Betriebskosten (Versicherung, Wartung, Reparatur, ...) für die PV-Anlage üblicherweise innerhalb von 10 Jahren bis 15 Jahren zurück erwirtschaftet werden. Ab dann macht die PV-Anlage für viele weitere Jahre Gewinn, da die Lebensdauer der Anlage bis zu 30 Jahre und mehr betragen kann. Seriöse Angebote von Firmen, die PV-Anlagen mit zugehörigem Betriebskonzept zum Verkauf anbieten, weisen eine Wirtschaftlichkeitsrechnung aus. Diese sollte Angaben zu Garantiefristen und zu erwartbaren Reparaturen (Wechselrichter) beinhalten.

**Tip:** Nutzen Sie ihre gesamte Dachfläche für die PV-Anlage aus. Je größer die PV-Anlage, desto wirtschaftlicher ist diese und desto größer ist der Autarkiegrad. Auch wenn eventuell zum jetzigen Zeitpunkt ein großer Teil der Energie aus der PV-Anlage ins Stromnetz eingespeist wird, steht bei zukünftiger Nutzung einer Wärmepumpe oder eines Elektroautos viel preiswerte Energie aus der PV-Anlage zur Verfügung.

*Hinweis 9: Jede PV-Anlage stärkt die dezentrale Energieversorgung und den Klimaschutz. Kurz gesagt: PV-Anlagen rechnen sich für den Eigentümer und die Umwelt und sie liefern einen beachtlichen Beitrag für die Erreichung von Klimaschutzzielen!*

## 2.3 Konzept „Energie-Eigennutzung mit Energiespeicher“

Um einen noch größeren Anteil an Energie aus der PV-Anlage selbst zu nutzen (beispielsweise nachts), muss die Anlage um einen Energiespeicher, einen Akku (landläufig oft Batterie genannt) erweitert werden. Energie, die momentan im eigenen Haushalt nicht benötigt wird, wird im Akku gespeichert. Besteht in sonnenarmen Zeiten und nachts ein Bedarf an Energie im Haushalt, so wird dem Akku Energie entnommen. Der Akku ist somit manchmal Energieempfänger und manchmal Energiequelle. Ist der Akku voll mit Energie aufgeladen, fließt die dann überschüssige Energie aus der PV-Anlage ins öffentliche Stromnetz ab. Wird hingegen im eigenen Haushalt Energie benötigt, die zu diesem Zeitpunkt nicht oder nicht vollständig von den PV-Modulen und/oder dem Akku geliefert werden kann, so wird die fehlende Energie aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen.

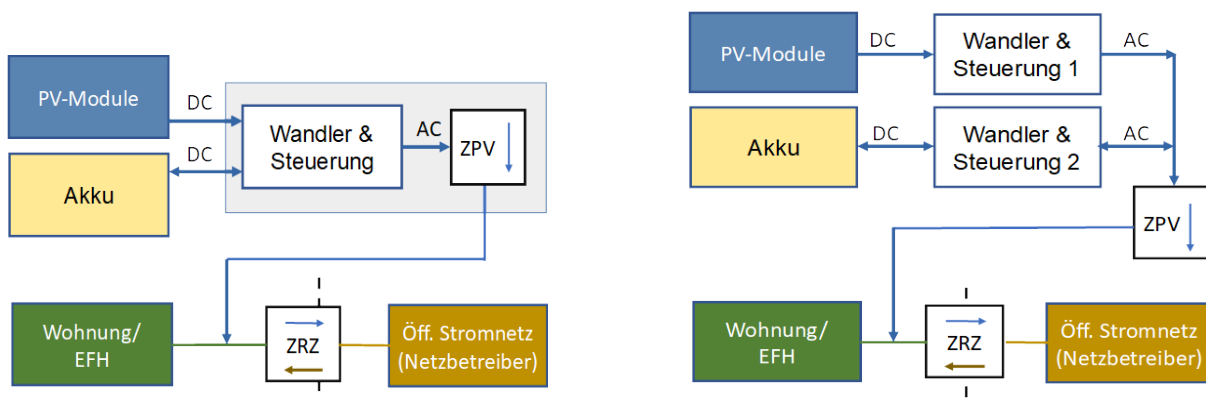


Bild 5: Energie-Eigennutzung mit Speicher

a) Integriertes Konzept

b) Nachrüstung eines Akkus mit separatem Wandler & Steuerung 2



Ein modernes integriertes Konzept zeigt Bild 5 links. Das Bauteil „Wandler und Steuerung“, bisweilen als Hybridwechselrichter bezeichnet,

- optimiert die Energieentnahme aus den PV-Modulen,
- stellt die günstigsten Lade- und Entladebedingungen für den Akku ein,
- setzt die Energie vom Gleichstrom der PV-Module auf den Gleichstrom des Akkus um,
- setzt die Energie vom Gleichstrom der PV-Module bzw. des Akkus auf den Wechselstrom des Hausnetzes / des öffentlichen Stromnetzes um,
- steuert die aktuellen Energieflüsse zwischen Modulen, Akku und Hausnetz,
- überwacht die Gesamtanlage, erstellt Schaubilder und ermöglicht die Fernbedienung über das Internet.

Die Verschaltung nach Bild 5 rechts ist beispielsweise nötig, wenn eine bestehende PV-Anlage mit einem Speicher eines anderen Anbieters nachgerüstet wird oder der Akku sehr weit entfernt aufgestellt werden muss. Ein kleiner Nachteil ist aus Bild 5 rechts zu ahnen: Die Energie muss auf dem Weg von den PV-Modulen zum Akku zwei Wandler durchlaufen. Dadurch entstehen etwas größere Verluste als bei der Akkueinbindung links in Bild 5; die Verluste sind aber nicht groß. Die elektronische Kommunikation zwischen den Anlagenteilen ist ggf. etwas aufwändiger.

**Hinweis 10:** Bei beiden Schnittstellen zwischen dem Bauteil „Wandler & Steuerung“ und den PV-Modulen bzw. dem Akku besteht der Trend, immer höhere Spannungen im Bereich bis zu etwa 800 Volt DC zu verwenden, weil das die Verluste verkleinert.

Beim Konzept „Energie-Eigennutzung mit Energiespeicher“ kann die PV-Anlage für die elektrischen Geräte des Haushalts 50 bis 60 % der Energie liefern, die diese Geräte übers Jahr benötigen (= 50 bis 60 % Autarkiegrad). Im Internet findet man bei einigen Anbietern folgende Faustformel für eine besonders kostengünstige PV-Anlage: Die Menge an Energie in kWh, die der Akku speichern kann, sollte 1/1000 der Menge an Energie sein, mit der die elektrischen Geräte des Haushalts das ganze Jahr über versorgt werden müssen („Jahresenergiebedarf“). Ist diese Menge an Energie beispielhaft 5.000 kWh, so sollte ein Akku eingesetzt werden, der mindestens 5 kWh an Energie speichern kann (seine Nennkapazität sollte dann um 10 bis 20 % größer sein). Pro kWh, die der Akku aufnehmen kann, sollte eine PV-Spitzenleistung von etwa 1,4 kWp vorhanden sein. In dem genannten Beispiel wäre somit eine PV-Anlage mit 1,4 kWp/kWh \* 5 kWh = 7 kWp günstig.

Ist eine PV-Anlage mit Speicher auf der Grundlage der gegebenen Faustformel ausgelegt, so kann die PV-Anlage kaum wirtschaftlich betrieben werden. Die Wirtschaftlichkeit wird umso besser, je größer die Spitzenleistung der PV-Anlage, je größer der Speicher und je größer der Autarkiegrad sind.

Es ist auch möglich, in der elektronischen Steuerung der Energiespeicherung eine Notversorgung des Hauses / der Wohnung vorzusehen. Der zusätzliche Aufwand und die Kosten sind erheblich und die reguläre Nutzung der Energie im Akku wird zugunsten der nötigen Notfall-Energiereserve eingeschränkt.

**Hinweis 11:** Standardanlagen mit Akku liefern bei Störung im öffentlichen Stromnetz keine Energie!

Die Auswahl des Energiespeichers Akku hängt in jedem Einzelfall stark von den Zielen des Anwenders ab. Zu diesem Aspekt sollte eine sorgfältige Beratung gesucht werden. Angebote sollten Garantiefrieten und typische Lebensdauern von Akkus beinhalten.

**Hinweis 12:** Die (verlustbehaftete) Umladung von Energie aus dem Energiespeicher Akku im Haus in den Energiespeicher Akku in einem Elektroauto ist nur manchmal sinnvoll: Die maximale Menge an Energie im Akku eines PKW (beispielsweise 70 kWh) ist typisch mindestens zehnmal so groß wie die des Akkus im Haus (z.B. 7 kWh). Dementsprechend kann der Autoakku nur zu einem Bruchteil seines maximalen Energieinhalts mit Energie aus dem Hausakku beladen werden. Ein Elektroauto benötigt zwischen 15 und 25 kWh für 100 km. Mit 7 kWh kann es also 50 bzw. 30 km zurücklegen, was vielleicht für die Fahrt zum Arbeitsplatz reicht. Das direkte Laden des Autoakkus zu Sonnenzeiten ist dagegen sehr günstig, wenn sich das zeitlich einrichten lässt.

**Hinweis 13:** Angebote, die damit werben, dass die überschüssige Energie aus PV-Anlagen in eine „Cloud“ fließt und damit besonders günstige Energiebezugpreise ermöglichen, sind mit Vorsicht zu betrachten. Sie mögen wegen der Aussicht auf weniger Verwaltungsarbeit zunächst attraktiv erscheinen. In der Regel ist aber mit erheblichen Zusatzkosten zu rechnen, denn es steht ja immer eine Dienstleistung dahinter, die bezahlt werden muss.

Akkus sind in Summe geeignet, das öffentliche Stromnetz deutlich zu entlasten, weil sie sowohl den Energiebezug in Dunkelzeiten als auch die Einspeisung von Energie in das öffentliche Stromnetz bei Sonnenschein senken.

### 3 Altanlagen nach Auslauf der EEG-Förderung

PV-Anlagen, deren Förderung aus dem EEG nach 20 Kalenderjahren ausläuft, nennt man kurz Ü20-Anlagen. Man kann diese Anlagen ohne irgendwelche Verwaltungsschritte und ohne technische Änderungen weiterhin mit dem Konzept „Volleinspeisung“ betreiben. Der Netzbetreiber ist verpflichtet, die Einspeisung zuzulassen. Er bezahlt dafür den sogenannten „Jahresmarktwert“ des Vorjahres. Das waren 2021 gerade mal 2,458 ct/kWh abzüglich 0,4 ct/kWh Vermarktungspauschale. Es verblieben etwa 2 ct/kWh, die in der Regel nicht kostendeckend für den weiteren Betrieb der Ü20-Anlage waren. 2022 hat sich das wegen explosionsartig erhöhter Energiepreise an der Strombörse total gedreht. Es wurden (rückwirkend) ca. 22 ct/kWh vom Netzbetreiber bezahlt. Direktvermarkter konnten da nicht mithalten. Diese hohen Vergütungen werden aber auf Dauer nicht bestehen bleiben.

Zu erwägen ist bei Ü20-Anlagen immer die Umstellung auf die Energie-Eigennutzung nach Abschnitt 2.2 bzw. 2.3. Es entsteht damit keine neue Anlage. Der zusätzliche Zähler ZPV für die Messung der Energie aus der PV-Anlage ist nicht verpflichtend, man hat dann aber keine Angaben zum Energieertrag aus der PV-Anlage und zur Menge der von der PV-Anlage gelieferten selbstgenutzten Energie. Zu erwägen ist die Nachrüstung eines Akkus, sie amortisiert sich betriebswirtschaftlich aber wahrscheinlich nicht während der restlichen Lebensdauer der Altanlage.

Eine oft interessante Lösung ist, die aus der Förderung gefallene PV-Anlage abzubauen und eine neue PV-Anlage mit oder ohne Akku nach dem Stand der Technik errichten zu lassen. Auch wenn es zunächst Unbehagen bereiten mag, eine funktionstüchtige Anlage zu ersetzen, gibt es mehrere Vorteile, die für dieses Vorgehen sprechen:

- Die neue Anlage hat bei gleicher Fläche eine typisch mindestens 1,5-fache Spitzenleistung (in kWp), möglicherweise kann die Fläche für die PV-Module noch vergrößert werden.
- Vorhandene Haltegestelle und ggf. elektrische Kabel können eventuell weiter verwendet werden.
- Die alte Anlage ist wahrscheinlich reparaturanfälliger als die neue.
- Gebrauchte PV-Module können möglicherweise für einen guten Zweck gespendet oder auf Internetplattformen (z.B. [secondsol.com](https://www.secondsol.com)) verkauft werden. Es gibt mittlerweile auch gute Recyclingtechniken.

### 4 Einige technische Anmerkungen und Kennzahlen

#### PV-Module

Die Module werden immer besser und aktuell auch wieder billiger. Module der Standardgröße von etwa 1,7 m x 1 m liefern aktuell eine Spitzenleistung von 0,41 kWp. Pro 1 kWp werden weniger als 5 m<sup>2</sup> Dachfläche benötigt. Die Südorientierung der Dachfläche ist nicht zwingend. Liegt der Dachgiebel in Nord-Süd-Richtung und werden PV-Module auf den nach Osten UND Westen zeigenden Dachflächen montiert, erhält man pro m<sup>2</sup> etwa 90 % der Energieernte im Vergleich zu gleich viel Modulen auf einem nach Süden orientierten Dach. Dabei hat man mehr Energie am Morgen und Abend und flacht die Mittagsspitze ab, was den Autarkiegrad erhöht. Meist hat man bei Verwendung von nach Osten und Westen ausgerichteten Dachflächen sogar deutlich mehr geeignete Dachfläche als bei alleiniger Verwendung eines Süddaches. Flachdächer sind ebenfalls gut geeignet; mit der heute üblichen Montagetechnik kommt man ohne die früher übliche aufwändige Aufständigung aus. Das Angebot an Modulen mit kleineren Maßen als oben gesagt, nimmt leider ab; die Dachausnutzung kann dann schlechter sein.

#### Leistungsoptimierer

Bei in Reihe geschalteten PV-Modulen (siehe Hinweis 3) bestimmt das aktuell leistungsschwächste Modul die Gesamtenergieausbeute („das schwächste Glied der Kette“). Ungleiche Alterung der Module, Defekte oder lokale und zeitweise Abschattungen durch Dachgauben, Kamine, Antennen und Bäume können Ursachen für die unterschiedliche Energieausbeute der Module sein. Ein sogenannter Leistungsoptimierer an jedem PV-Modul behebt dieses Problem. Manche Leistungsoptimierer erlauben, den Zustand jedes Moduls zu melden und im Störfall gezielt vorzugehen; Wartungsausgaben werden damit minimiert. Leistungsoptimierer sind aber zusätzliche elektronische Geräte, die ausfallen können; man muss ihren Einsatz sorgfältig abwägen.

#### Wechselrichter

Wechselrichter müssen heute nicht mehr wie früher möglichst nahe bei den PV-Modulen oder gar auf dem Dach angeordnet werden. Sie werden günstiger Weise zusammen mit einem eventuellen Speicher an einem geschützten, relativ kühlen Ort montiert. Am Zählerkasten sollte möglichst ein LAN-Kabel zum Internet-Router vorhanden sein oder eine gute WLAN-Verbindung bestehen. Wenn beides nicht machbar ist, sollte eine Mobiltelefon-Verbindung möglich sein – im Keller oft schwierig! (Siehe unten bei „Wichtige gesetzliche Regelungen“).

## 5 Wichtige gesetzliche Regelungen zu PV-Anlagen bis 30 kWp

### EEG-Umlage, Erneuerbare-Energien-Gesetz-Umlage

Die EEG-Umlage ist bei Anlagen bis 30 kWp abgeschafft.

### Zähler

Ein Zweirichtungszähler ist zwingend. Für den Einbau eines neuen amtlichen Zählers ist der Netzbetreiber zuständig; es besteht wegen deren Überlastung die Tendenz, das auch von zugelassenen Elektrikern ausführen zu lassen. Zähler werden heute bei Neuanlagen in aller Regel als elektronische Zähler ausgeführt. Momentan ist es noch nicht verbindlich, solche Zähler einzubauen, sie sollen aber bis 2026 flächendeckend nachgerüstet werden. Das wird kostenfrei sein.

Die alten schwarzen Zähler mit dem sichtbaren Laufrad sind nicht zulässig, weil sie rückwärts laufen können und damit einen kleineren Strombezug vortäuschen würden.

Sogenannte „Smart Meter“ haben über ein „Gateway“ (Verbindungsgerät) eine Internetverbindung mittels LAN, WLAN oder Mobilfunk und bieten einige Komfort-Funktionen; dafür werden in der Regel Gebühren fällig. Moderne Wechselrichter bieten aber heute im Haus vergleichbare Funktionen auf einem Smartphone oder Tablet – man muss nicht unbedingt seine Verbrauchsgewohnheiten im Internet sichtbar machen.

### Leistungsbegrenzung

Um Überlastungen des öffentlichen Netzes durch viele PV-Anlagen bei sehr guten Wetterbedingungen zu verhindern, muss die Steuerung einer PV-Anlage mit mehr als 25 kWp die Einspeisung auf 70% der Spitzenleistung begrenzen oder fernsteuerbar sein. Für kleinere Neuanlagen gilt das nicht mehr. Bei Anlagen im Bestand entfällt die Begrenzung unterhalb 7 kWp, darüber bleibt sie leider vorerst bestehen.

### Verwaltungsarbeiten und Finanzamt

Jede PV-Anlage muss beim lokalen Netzbetreiber angemeldet werden. Die frühere Netzverträglichkeitsprüfung ist bis 30 kWp nicht mehr erforderlich. Zusätzlich müssen die PV-Anlage UND getrennt davon der Energiespeicher mit vielen Kenndaten in das „Marktstammdatenregister“<sup>4</sup> eingetragen werden, möglichst vor oder sofort bei Inbetriebnahme. Bei den Anmeldungen kann man die Hilfe der ausführenden Firma erwarten.

Wer Energie aus einer PV-Anlage ins öffentliche Stromnetz einspeist und dafür vom Netzbetreiber eine Einspeisevergütung erhält UND/ODER wer die Energie aus einer PV-Anlage selbst nutzt, erzielt steuerrechtlich gesehen Einnahmen, auf die Umsatzsteuer zu erheben ist. Seit 2023 ist aber der Umsatzsteuersatz = 0 (Null). Es muss auch bei Neuanschaffung einer Anlage sowie eines Akkus keine Umsatzsteuer auf die Geräte und die Handwerksleistungen bezahlt werden. Leider haben nicht alle Anbieter diese Kostensenkung in ihren Preisen weitergegeben.

Seit 2022 ist auch die Einkommensteuer auf Gewinne aus privaten Photovoltaikanlagen entfallen, was eine erhebliche Vereinfachung darstellt.

### Fachfirmen

Einige Fachfirmen, die zugleich Mitglieder im Solarverein sind, finden sich auf der Homepage des Solarvereins. Es gibt im näheren Raum eine recht große Zahl weiterer Anbieter.