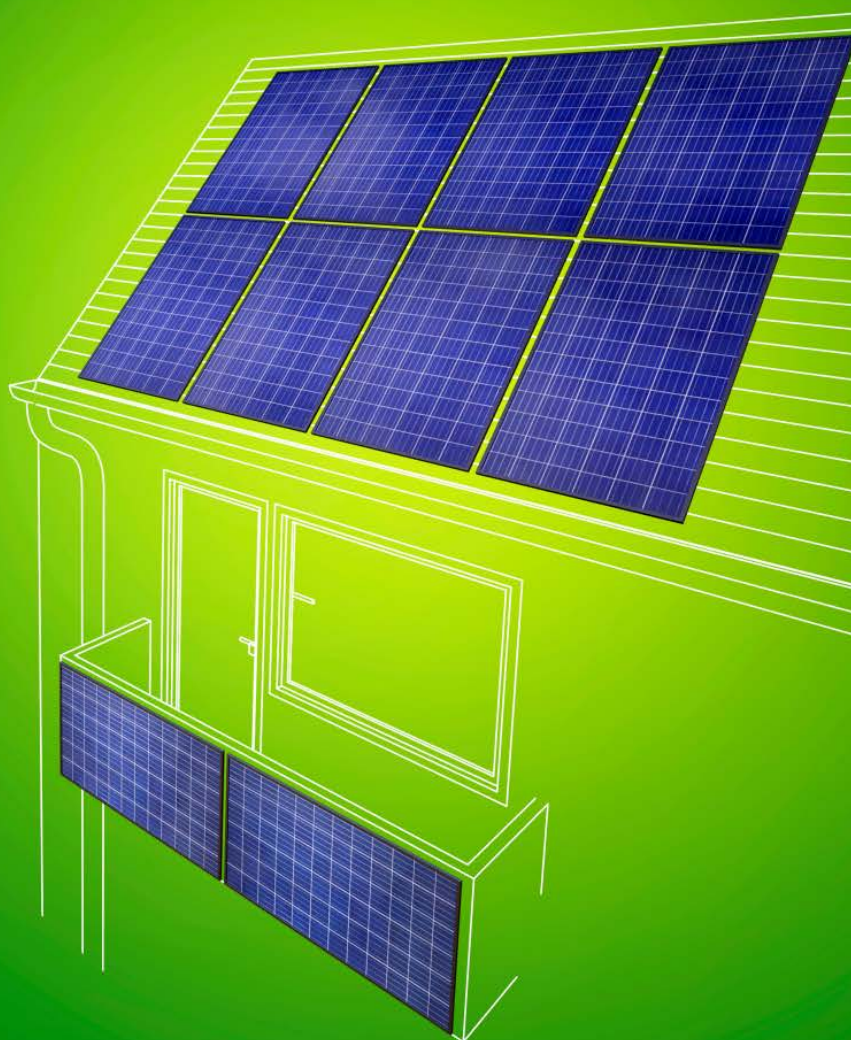


Solarstrom für alle

Rechtliche, technische und finanzielle
Rahmenbedingungen für die eigene PV-Anlage



Solarstrom für alle	Seite 14
Balkonkraftwerke: Der aktuelle Stand	Seite 20
Ab aufs Dach	Seite 24
Wie Solarwechselrichter arbeiten	Seite 32

Die Anschaffung einer Photovoltaikanlage lohnt sich immer. Doch aktuell ist es schwer, jemanden zu finden, der sie aufbaut. Warum also nicht selbst zum Installateur werden? Selber bauen ist nicht Ihr Ding? Hier lernen Sie auch alles Wissenswerte, um dem Profi auf die Finger zu schauen oder ihm Arbeit abzunehmen.

Von Georg Schnurer

Jetzt dürfte nahezu jeder Post vom Energieversorger bekommen haben: Der alte Tarif läuft aus und Strom wird teurer. Begründet wird das in der Regel mit gestiegenen Einkaufspreisen an den Strombörsen. Deshalb – so schreibt mir etwa mein aktueller Stromlieferant, die Naturstrom AG – steigt der Preis für die Kilowattstunde nachhaltigen Ökostroms von ehemals 37 auf stolze 57 Cent.

Tatsächlich ist der mittlere Strompreis für Privathaushalte seit Oktober 2021 stark gestiegen. Zahlte man im Oktober 2021 noch durchschnittlich 32 Cent pro Kilowattstunde (ct/kWh), waren es im Mai 2022 bereits 39 ct/kWh und im Oktober 2022 folgte dann das Allzeithoch von 54 ct/kWh. Für Sparfüchse lautet das Gebot der Stunde: Preise vergleichen und Strom sparen. Ein Blick auf die Strompreisvergleichsportale gibt erste Orientierung, sollte aber nicht die einzige Basis für die Wahl des Stromlieferanten sein. Mitunter fehlen dort die Tarife der örtlichen Grundversorger, die inzwischen durchaus konkurrenzfähig sein können. Auch wichtig: Vertragslaufzeiten und Preisgarantien im Auge behalten und sich nicht von einmaligen Boni blenden lassen.

Meine Empfehlung für den Tarifwechsel in turbulenten Zeiten wäre ein Vertrag mit einer einjährigen Preisgarantie und idealerweise der gleichen Laufzeit. Kürzere Preisgarantien schützen nicht vor Kapriolen am Strommarkt. Längere Preisgarantien gibt es nur selten und man bezahlt dafür meist einen erheblichen Aufpreis. Tarife mit Vorkasse oder Kautions sollte man grundsätzlich meiden – die

Vergangenheit hat gezeigt, dass das Geld weg ist, wenn der Anbieter plötzlich in die Pleite schlittert.

Eigener Strom

Nach der Tarifoptimierung lohnt es sich, über die Anschaffung einer eigenen Photovoltaikanlage nachzudenken. Das kann ein kleines Balkonkraftwerk, aber natürlich auch eine größere Anlage sein. Überall, wo die Sonne weitgehend ungehindert scheinen kann, lässt sich meist auch ein Solarpanel unterbringen. Ideal sind Flächen mit Südausrichtung, aber auch Dächer und Balkone mit Ost- oder West-Ausrichtung eignen sich fürs eigene Solarkraftwerk.

Sind passende Flächen verfügbar, folgt die Kosten-Nutzen-Analyse. Eine moderne PV-Anlage in Deutschland erzeugt übers Jahr gerechnet zwischen 800 und 1000 kWh pro installierter Nennleistung. Diese wird in der Einheit „kW Peak“ gemessen und in der PV-Szene physikalisch nicht korrekt als kWp abgekürzt. Ein typisches Balkonkraftwerk mit einer Nennleistung von 600 Wp sammelt in einem Jahr zwischen 480 und 600 kWh elektrischer Energie ein. Wird der Strom komplett im Haushalt verbraucht, ent-

Nach dem Allzeithoch im Oktober 2022 pendelt sich der mittlere Strompreis für Privathaushalte mit einem jährlichen Verbrauch von 4000 kWh aktuell bei etwa 48 ct/kWh ein.

spricht das einer Jahresersparnis von 192 bis 240 Euro (Strompreis 40 ct/kWh). Ein Balkonkraftwerk besteht in der Regel aus zwei PV-Modulen für etwa 400 Euro. Hinzu kommt noch ein 600-Watt-Wechselrichter (120 bis 180 Euro) sowie Kabel und Installationsmaterial für etwa 80 Euro. Komplettsysteme werden für knapp 700 Euro angeboten. Die Investition in Höhe von 600 bis 700 Euro hat sich in zweieinhalb bis dreieinhalb Jahren amortisiert. Wer die Möglichkeit hat, sollte sich deshalb so ein Mini-Kraftwerk zulegen.

Der Installationsaufwand ist überschaubar und auch die vorgeschriebene Anmeldung beim Marktstammdatenregister geht leicht von der Hand. Etwas mehr bürokratischen Aufwand verursacht die Anmeldung beim Netzbetreiber. Doch hier bröckelt die Front der Verhinderer so langsam – mehr zu Balkonkraftwerken, deren Installation und den sich anbahnenden Erleichterungen bei der Inbetriebnahme finden Sie im nachfolgenden Artikel ab Seite 20.

Groß denken

Wer Platz für eine größere PV-Anlage hat, muss seine Investition sorgfältiger planen. Auch bei einer typischen Dachanlage rechnet man mit einem jährlichen Ertrag von 800 bis 1000 kWh pro kWp. Der Installationsaufwand ist hier aber höher. Zudem muss bei der Inbetriebnahme ein Elektriker mithelfen. In der Regel beauftragt man deshalb eine spezialisierte Firma mit der Installation der Anlage. Blind auf die Empfehlungen des Solaranlagenbauers verlassen sollte man sich aber nicht. Deshalb lohnt es sich, selbst einige grundlegende Dinge über moderne PV-Anlagen zu wissen.

Das geht schon mit der Wirtschaftlichkeitsrechnung los: So erzeugt eine typische private PV-Anlage mit einer Leistung von knapp 10 kWp zwar im Jahr bis zu 10 MWh (10.000 kWh) Energie, doch diese selbst zu verbrauchen, klappt kaum. Gerade im

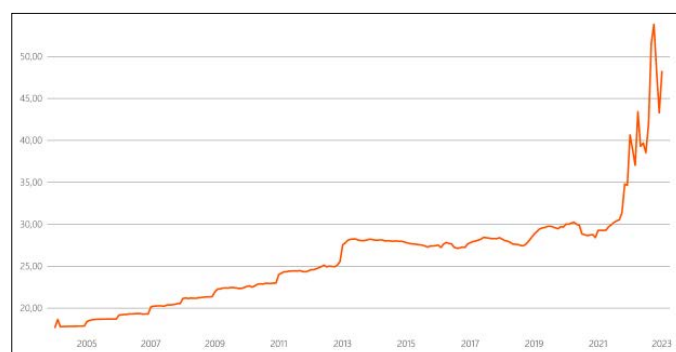
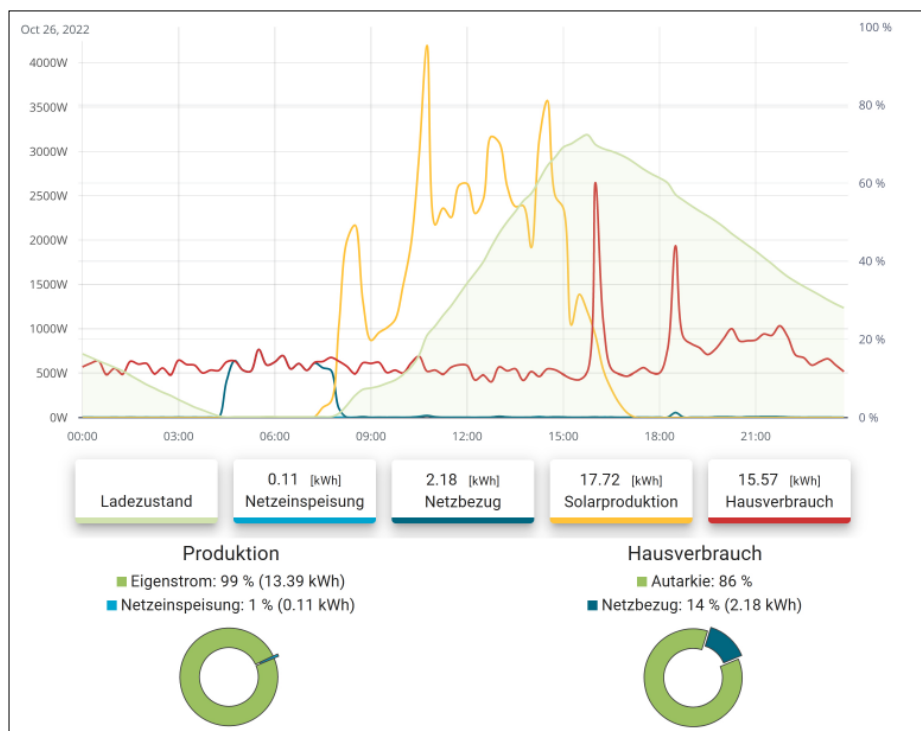


Bild: Verivox



Ein typischer Tag im Oktober: Die Sonne wurde teilweise von Wolken verdeckt, deshalb füllte sich der Speicher über den Tag nur zu gut 70 Prozent.

Sommer, wo die Anlage etwa 80 Prozent ihrer Energie produziert, fließt ein großer Teil des über den Tag gewonnenen Stroms ins öffentliche Netz. Dieser wird aber für neue Anlagen nur mit 8,2 ct/kWh vergütet.

Es lohnt sich deshalb fast immer, der PV-Anlage auch noch einen Speicher zu spendieren. Dieser speichert die tagsüber produzierte überschüssige Energie und gibt sie nach Sonnenuntergang wieder ab. Solarspeicher sind aber ein teurer Spaß – pro kWh Kapazität muss man mit Kosten zwischen 700 und 1200 Euro rechnen. Zu groß heißt deshalb meist auch zu teuer. Über den Daumen gepeilt, sollte ein PV-Speicher knapp die halbe Nennkapazität der PV-Anlage haben. Wer seinen Bedarf genauer berechnen will, ermittelt zunächst den Grundverbrauch von Haus oder Wohnung und wählt den Akku so groß, dass dieser 12 Stunden lang Strom liefern kann.

Zu theoretisch? Nun, in meinem Haushalt mit sieben Personen haben wir uns für eine PV-Anlage (Ost-West-Dach) mit einer Maximalleistung von knapp 16 kWp entschieden. Dieser steht ein Akku mit 10 kWh zur Seite. Unser nächtlicher Grundverbrauch liegt bei gut 600 Watt. Rechnerisch würde also ein Akku mit 7,2 kWh ausreichen, um die sonnenlose Zeit zu überbrücken. Trotzdem schaffen wir es auch im Sommer immer mal wieder, den 10-kWh-Akku leer zu saugen – da wird abends aus-

giebig gekocht, der Server läuft und wenn dann auch noch alle Mitbewohner ihre PCs einschalten, sind die 10 kWh schon vor Sonnenaufgang verbraten. Trotzdem lohnt sich kein größerer Akku, denn für den zusätzlichen Puffer entstünden uns, verglichen mit dem eingesparten Strom vom Energieversorger, unverhältnismäßig hohe Kosten.

PV-Akkus gibt es in zwei grundverschiedenen Ausführungen: AC- oder DC-gekoppelt. DC-gekoppelte Speichersysteme hängen in der Regel direkt am Wechselrichter und werden von der Gleichspannung der PV-Anlage versorgt. Oft sind sie schon in den Wechselrichter integriert – der heißt dann „Hybrid-Wechselrichter“, weil er auch noch den Akku verwaltet. Die Integration des Akkus bringt den Vorteil, dass der Wechselrichter den Akku direkt und ohne große Verluste be- und entladen kann. Dafür sind DC-gekoppelte Akkus nur erweiterbar, wenn der Wechselrichterhersteller entsprechende Vorkehrungen getroffen hat.

AC-gekoppelte Speicher hängen hingegen im Wechselspannungskreis des Hauses. Deshalb eignen sie sich sehr gut, um PV-Anlagen nachträglich mit einem Speicher auszustatten. Sie enthalten einen eigenen Wechselrichter, der sowohl Energie aus dem Akku ins Hausnetz speist als auch bei Energieüberschuss im Hausnetz die Wechselspannung gleichrichtet und den Akku lädt. Damit beides stets zur rechten Zeit

passiert, muss der AC-gekoppelte Wechselrichter mit dem Wechselrichter der PV-Anlage kommunizieren. Durch die mehrfach entstehenden Wandlungsverluste haben PV-Anlagen mit AC-gekoppeltem Akku meist einen etwas schlechteren Wirkungsgrad als Anlagen mit Hybridwechselrichter.

Viel hilft viel

Wie viele PV-Module man installiert, hängt von Platzangebot und Geldbeutel ab. Generell gilt hier: Viel hilft viel. Das liegt vor allem daran, dass Solarmodule in der trüben Jahreszeit gerade mal 20 Prozent ihrer Jahresleistung produzieren. Je mehr PV-Module vorhanden sind, desto höher ist die Autarkie auch im Winter.

Auch hier einige Zahlen aus meiner Praxis: Der Oktober 2022 war „golden“ und die PV-Anlage verhalf uns zu einem Autarkiegrad von 93 Prozent. Wir mussten also lediglich sieben Prozent Energie (42 kWh) zukaufen. Im Dezember sank der Autarkiegrad auf 17 Prozent, was uns zum Zukauf von 543 kWh zwang. Für den Januar sieht es mit einer Autarkie von 20 Prozent schon besser aus.

String oder nicht?

Dach-PV-Anlagen arbeiten meist mit großen Wechselrichtern, die Anschluss für ein oder zwei sogenannte Strings bieten. Ein String besteht aus mehreren in Reihe geschalteten PV-Modulen. Dadurch addieren sich die Ausgangsspannungen der angeschlossenen Module und es entstehen schnell gefährlich hohe Gleichspannungen. Für jeden String bringt der Wechselrichter einen sogenannten MPP-Tracker (Maximum Power Point) mit. Dieser sucht kontinuierlich den optimalen Arbeitspunkt der angeschlossenen PV-Module, um den Ertrag zu maximieren. Alle an einem String angeschlossenen PV-Module sollten die gleiche Ausrichtung zur Sonne haben.

Die maximale Eingangsspannung eines Wechselrichters bestimmt, wie viele Module an einem String hängen dürfen. Um dennoch auch Anlagen mit vielen PV-Modulen zu bauen, bieten einige Wechselrichter die Möglichkeit, zwei Strings parallel auf einen MPP-Tracker zu schalten. Damit das funktioniert, müssen die parallel geschalteten Strings aber aus gleich vielen PV-Modulen bestehen – also die gleiche Maximalspannung aufweisen – und zusätzlich die gleiche Ausrichtung haben. Wer tiefer in die Arbeitsweise von Wechselrichtern und MPP-Trackern einsteigen will, kann das mit dem Beitrag ab Seite 32.

Mikrowechselrichter

Der Gegenentwurf sind sogenannte Mikrowechselrichter, die bis zu sechs PV-Module ansteuern und im Idealfall für jedes Modul einen eigenen MPP-Tracker mitbringen. Mikrowechselrichter gibt es mit Wechsel- und Drehstromausgang (einphasig und dreiphasig). Sie lassen sich auf der AC-Seite einfach parallel schalten, was auch den Aufbau größerer PV-Anlagen erlaubt. Das ist freilich nur sinnvoll, wenn die Anlage sehr inhomogen ist. Je mehr PV-Module es mit gleicher Ausrichtung und Beschattung gibt, desto eher rentiert sich der Griff zum String-Wechselrichter. Zudem kosten viele Mikrowechselrichter in Summe mehr als ein großer String-Wechselrichter und haben einen schlechteren Wirkungsgrad. Bei kleineren Anlagen bieten die kleinen Geräte aber den Vorteil, dass man es beim Installieren nie mit hohen Gleichspannungen zu tun hat. Wie man so eine PV-Anlage mit zwei Mikrowechselrichtern selbst aufs Dach bringt und welche Tücken dabei lauern, beschreibt der Artikel auf Seite 24 ganz praktisch.

Modultypen

PV-Module gibt es in sehr unterschiedlicher Ausprägung. Am günstigsten sind polykristalline Module. Ihr Wirkungsgrad liegt aber bei lediglich 15 bis 20 Prozent. Teurer, aber auch ertragreicher sind monokristalline Module mit einem Wirkungsgrad von bis zu 22 Prozent. Noch höhere Wirkungsgrade erreichen teure Tandem-Solarzellen. Sie bestehen aus mehreren Schichten, die jeweils andere Wellenlängen des Lichts in Energie umwandeln können. In der Summe sind mit dieser Technik Wirkungsgrade von bis zu 41 Prozent erreichbar, serienreife Tandem-Solarzellen liegen aktuell bei etwas über 30 Prozent Wirkungsgrad.

Neben starren PV-Modulen gibt es auch flexible und semiflexible Varianten. Sie eignen sich gut, um etwa Fahrzeuge zu bekleben, bieten aber einen Wirkungsgrad von nur zehn bis dreizehn Prozent. Ihre Lebensdauer ist mit 10 Jahren auch gering.

Im Massenmarkt dominieren derzeit PV-Module mit monokristallinen Solarzellen. Sie sind nur noch wenig teurer als polykristalline Modelle, bieten aber bei beschränktem Platzangebot eine höhere Energieausbeute. Die Lebensdauer eines aktuellen monokristallinen PV-Moduls wird auf bis zu 30 Jahre geschätzt.

Unterschiedliche Bauformen ermöglichen den flexiblen Einsatz von PV-Modulen. Auf dem Dach und am Balkon kommen



Trauriger Solar-Sonntag: Kaum Sonne am Himmel und die halbe WG ist am Kuchenbacken.

typischerweise Module mit Aluminiumrahmen zum Einsatz. Sie sind robust, preiswert und leicht zu handhaben. Geht es um die Bedachung etwa von Carports, bieten sich Glas-Glas-PV-Module an. Hier befinden sich die PV-Zellen zwischen zwei gehärteten Glasscheiben. Die Stärke der beiden Glasscheiben variiert je nach Einsatzszenario zwischen 4 und 10 Millimeter. Glas-Glas-PV-Module sind deutlich schwerer und auch kostspieliger als Module mit Rahmen. Neben nahezu undurchsichtigen Modulen gibt es auch solche, die zwischen 30 und 40 Prozent Licht durchlassen. Sie eignen sich etwa als Terrassenüberdachung und werden von verschiedenen Herstellern angeboten. Für Wintergärten gibt es auch Glas-Glas-PV-Module als Isolierglas.

Zweigesichtig

Eine weitere Variante monokristalliner PV-Module sind sogenannte bifaziale Module. Die arbeiten beidseitig und nutzen auch das Licht, das auf die Modulrückseite fällt. Dadurch erhöht sich der Wirkungsgrad um fünf bis 30 Prozent. Die Herstellung bifazialer Module erfordert aber zusätzliche Arbeitsschritte. So muss die Zellenrückseite poliert und passiviert werden. Dazu kommt ein Metallisierungsgitter mit ähn-

licher Struktur wie auf der Vorderseite. Da immer mehr Hersteller ihre Anlagen auf bifaziale Zellen umstellen, verringert sich der Preisunterschied zwischen monofazialen und bifazialen PV-Modulen aber stetig.

Ideale Bedingungen für bifaziale Module bieten Solarzäune, aber auch Carport-Dächer profitieren von dieser Technik. Bei einer typischen Dach- oder Fassadeninstallation ist der Zugewinn durch den Einsatz bifazialer Module eher gering.

Eine weitere Entwicklung bei monokristallinen Solarzellen sind Halbzellen. Sie bestehen aus den gleichen Materialien wie normale Solarzellen, werden nach der Produktion aber in zwei Hälften geschnitten. Das Teilen der Zellen halbiert den durch die Zelle fließenden Strom. Dadurch verringern sich die Leistungsverluste in einer Halbzelle um den Faktor 4 ($P_v = R \times I^2$). Die geringere Verlustleistung innerhalb der Zellen verbessert den Temperaturkoeffizienten, sodass Halbzellenmodule bei hohen Temperaturen bessere Leistungen erbringen können. Ein Halbzellen-Solarmodul besteht dann aus 120 statt der sonst üblichen 60 Solarzellen. Der zusätzliche Raum zwischen den Zellen verstärkt Reflexionen innerhalb des Laminats und erhöht so die Lichtnutzung

in der Zelle. Unterm Strich sind PV-Module mit Halbzellen bei gleicher Größe etwa zwei bis drei Prozent leistungsfähiger als Module mit Vollzellen. Weil Halbzellenmodule inzwischen bereits günstiger sind als Vollzellenmodule werden diese langsam aus dem Markt gedrängt.

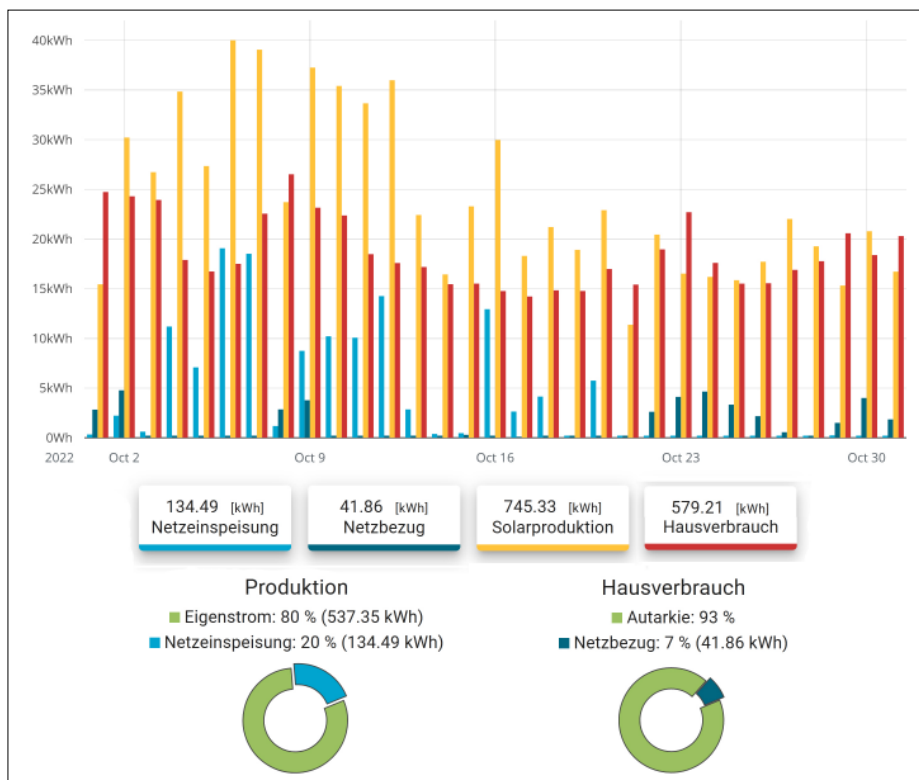
Hürdenlauf

Auch wenn die Ampelkoalition inzwischen einiges getan hat, um den Bau privater PV-Anlagen zu unterstützen, gibt es nach wie vor einige Stolpersteine. So hat der Wegfall der Mehrwertsteuer für PV-Komponenten zum 1. Januar zwar die Preise gesenkt, doch nach wie vor gibt es lange Wartezeiten, bis die Anlage auf dem Dach liegt und in Betrieb gehen kann. Wer heute ein Angebot einholt, sollte mit mehreren Monaten Wartezeit bis zum Baubeginn rechnen.

Steht die Anlage, muss man sie im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur eintragen und beim örtlichen Netzbetreiber anmelden. Die Registrierung im Marktstammdatenregister ist mit etwas Schützenhilfe vom Errichter keine große Hürde. Die Registrierung beim Netzbetreiber kann aber ein echter Alptraum werden. Jeder Betreiber kocht da sein eigenes Süppchen.

Zu weiteren Verzögerungen führt oft der fällige Zählerwechsel: Alte Ferraris-Zähler – die schwarzen Kästchen mit mechanischem Zählwerk und Drehrad – würden beim Einspeisen ins Stromnetz rückwärts laufen. Das ist verboten, da man ja für die bezogene Energie viel mehr zahlt, als man für die Einspeisung bekommt. Dreht der Zähler rückwärts, betrügt man also den Energieversorger, und das ist böse ... Bei moderneren Digitalzählern mit Rücklaufsperrung besteht diese Gefahr nicht, trotzdem bestehen die Energieversorger hier auf den Austausch gegen einen Zweirichtungszähler. Für den Wechsel wiederum braucht es Personal und mitunter sind auch die Zähler nicht sofort verfügbar. So kann es vorkommen, dass die betriebsbereite PV-Anlage monatelang im Dornröschenschlaf verbringt, weil der Netzbetreiber nicht in die Pötte kommt. Zwar gibt es auch hier Bestrebungen, das Verfahren zu vereinheitlichen, doch bis das in der Praxis zur schnelleren und einfacheren Inbetriebnahme von privaten PV-Anlagen führt, wird es noch eine Weile dauern.

Immerhin: Der bereits erwähnte Wegfall der Mehrwertsteuer beim Kauf der PV-Anlage und Änderungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bringt eine



Der goldene Oktober 2022: Die PV-Anlage auf dem Dach sammelte 745 kWh Energie ein, trotzdem mussten noch 42 kWh Energie zugekauft werden.

weitere Erleichterung für 2023 neu errichtete PV-Anlagen mit sich. Speist man die nicht selbst verbrauchte Energie ins Netz ein, erhält man dafür ja eine Vergütung. Damit galt man nach alter Rechtsprechung als Unternehmen und musste die Einkünfte aus dem Stromverkauf beim Finanzamt melden und dafür Steuern entrichten. Auch für die selbst verbrauchte Energie aus der PV-Anlage fielen Steuern an (Selbstentnahme). Im Gegenzug konnte man die Investition für die Solaranlage über mehrere Jahre abschreiben und sich im ersten Jahr die beim Kauf gezahlte Mehrwertsteuer erstatten lassen. Das ist zwar mit einigem Aufwand verbunden, rentierte sich aber zumindest im Jahr der Anschaffung der PV-Anlage. Nach zwei Jahren konnte man dann versuchen, dem Finanzamt glaubhaft zu machen, dass mit der PV-Anlage keine langfristige Gewinnerzielungsabsicht einhergeht.

Seit Januar 2023 hat man nun bei privaten PV-Anlagen mit einer Nennleistung von weniger als 30 kWp die Möglichkeit, unkompliziert die sogenannte Kleinunternehmerregelung in Anspruch zu nehmen. Das erspart einem die Notwendigkeit, eine Umsatzsteuervoranmeldung abzugeben. Zusätzlich stellt das EEG Einnahmen aus privaten PV-Anlagen mit weniger als 30

kWp ab dem Steuerjahr 2022 steuerfrei. Damit sind keine Einkommensteuern mehr auf die Einnahmen aus dem Energieverkauf an den Netzbetreiber zu entrichten und auch die Versteuerung der Selbstentnahme entfällt. Beim Finanzamt anmelden muss man die PV-Anlage aber nach wie vor.

Für Selbstständige lauert hier aber eine Falle: Das Finanzamt betrachtet Sie als eine Steuerperson. Das bedeutet, die Umsätze aus einer selbstständigen Tätigkeit oder auch weiteren unternehmerischen Einnahmen werden zusammen betrachtet. Überschreitet die Summe den Freibetrag von 22.000 Euro, können Sie die Kleinunternehmerregelung nicht mehr in Anspruch nehmen. Das gilt auch nach der EEG-Neuregelung. Selbstständige sollten daher die PV-Anlage nicht selbst kaufen, sondern dies an den Partner oder die Partnerin delegieren.

Ans Werk!

Doch nun genug der Theorie – in den nachfolgenden Artikeln finden Sie praktische Beispiele rund um das Thema Balkonkraftwerke und den – zumindest teilweisen – Selbstbau einer Dach-PV-Anlage. Vielleicht ermutigen Sie unsere Tipps ja zum Bau einer eigenen PV-Anlage. (gs@ct.de) **ct**