

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

Ende 2022 haben wir, die Scientists for Future Mainz/Wiesbaden [1], eine Sammelbestellung organisiert für interessierte Menschen aus Mainz. Dies geschah im Nachgang zu einem zweistündigen Workshop mit Praxis-Anteil seitens unseres geschätzten Kollegen Herrn Dr. Stolz (HS Koblenz), der sehr großes Interesse geweckt hat und aus dem klar zu entnehmen war, dass es quasi keine Gründe gibt, keine eigene PV-Anlage zu betreiben.

Wenn man sich dann noch überlegt, dass bei z.B. einem neuen Smartphone wenige Menschen hierzu-lande hinterfragen, warum man dafür 800 – 1100 Euro ausgeben soll, während eine steckerfertige PV-Anlage für den Balkon für weit weniger Geld zu haben ist (im Frühjahr 2024 zwischen 350 und 600 Euro) UND dabei auch noch Geld spart nach der Anschaffung (Amortisierung in unter vier/fünf Jahren ist realistisch, so leicht anzuschließen wie ein Staubsauger) ...

Aber bitte lies selber, wie die Sachlage in diesem Zusammenhang ist. Eine Haftung im rechtlichen Sinne für die Richtigkeit aller Angaben kann ich nicht machen. Doch Du kannst Dich darauf verlassen, dass ich alles nach bestem Wissen und Gewissen zusammengetragen habe und weiter zusammentragen werde. All dies geschah und geschieht ehrenamtlich, daher freue ich mich und freuen wir uns stets über eine Spende [2], die uns bei künftigen Veranstaltungen unterstützt.

Wenn Du mich persönlich unterstützen möchtest, kontaktiere mich gern, die Kontaktadresse ist am Ende dieses Dokuments (letzte der FAQ) zu finden.

Weiterhin danke ich meinen Lektorinnen und Lektoren für den unermüdlichen Einsatz.

Viel Freude an Deiner (neuen) PV-Anlage und bei der Erzeugung echten grünen Stroms,

Martin Hahn

Veröffentlicht unter der „Creative Commons“-Lizenz [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) – keine kommerzielle Nutzung.

Fragen-Verzeichnis

Ich bin lesefaul :) Welche Schritte brauche ich bis zur ersten Strom-Erzeugung für mich?.....	4
Was/welche Art Balkon-PV-Anlage (alias „Balkonkraftwerk“) erlaubt der Gesetzgeber hierzulande?.....	4
Was für Photovoltaik-Module gibt es, wo kann ich welche bekommen?.....	5
Welche Wechselrichter „passen“ zu meinem PV-Modul, zu meinen PV-Modulen?.....	6
Wieso haben die PV-Module nicht einfach 400 Watt, was soll dieses „peak“?.....	6
Brauche ich Verlängerungskabel von den Modulen zum Wechselrichter, und wenn ja: Welche?.....	7
Wie viel Verlustleistung habe ich zu erwarten bei einer Verlängerung der PV-Modul-Anschlüsse?.....	7
Ist beim Wechselrichter, den ich bestelle, ein passendes Kabel dabei für die Schuko-Steckdose?.....	7
Kann ich zwei PV-Module auch an einem Wechselrichter mit nur einem Anschluss-Paar betreiben?.....	8
Wie schließe ich 2.000 Watt peak an einen Wechselrichter mit nur 800 VA (Watt) Leistung an?.....	9
Wie schließe ich PV-Module parallel (Ströme addieren sich, Spannung gleich) am Wechselrichter an?.....	9
Muss ich einen Shelly-Plug-S verwenden, wie im Workshop seinerzeit empfohlen?.....	10
So ein Shelly-Plus-S ist doch für den Innenbereich, kann ich den an der Außensteckdose verwenden?.....	11
Wie funktioniert die Anmeldung meines Balkonkraftwerks, was habe ich zu beachten?.....	11
Kann ich meine Anmeldung auch mit eigenen Schreiben durchführen?.....	11
Mein Messstellen-Betreiber besteht auf einem Zählertausch vor Inbetriebnahme der Anlage, und nun?.....	11
Muss ich eine spezielle „Energie-Steckdose“ (Wieland-Steckdose) setzen lassen?.....	12
Kann ich das Balkonkraftwerk an praktisch jede Schukosteckdose meines Haushalts anschließen?.....	12
Diese unter Überlast stehende Leitung aus der Frage vorher, wie warm wird die denn?.....	14
Darf ich dann (s.o) keinen Elektrogrill mehr im Garten betreiben, wenn ich PV-Strom erzeuge?.....	15
Wie sicher ist denn der Betrieb eines solchen Wechselrichters an den PV-Modulen?.....	15
Was war denn im Sommer 2023 mit Deye-Wechselrichtern los, sind die denn sicher?.....	15
Ist ein eigener Stromkreis für den Betrieb des Balkonkraftwerks erforderlich?.....	16
Ich habe noch einen alten Stromzähler mit einer „Drehscheibe“ drin, darf ich trotzdem loslegen?.....	16
Ist die Anmeldung wirklich an zwei Stellen (Netzbetreiber + Bundesnetzagentur) nötig?.....	17
Muss ich als Mieter:in jemanden fragen, ob ich die Module montieren darf?.....	17
Mein Vermieter/meine Wohnungseigentümergeinschaft/mein Verwalter ist rückständig, was tun?.....	17
Mein Balkon hat keine Außensteckdose, wie gehe ich jetzt vor?.....	19
Ich wohne in einem denkmalgeschützten Gebäude, darf ich dann trotzdem ein Balkonkraftwerk haben?.....	19
Ich habe schon eine PV-Anlage auf dem Dach, kann ich auch einfach ein Balkonkraftwerk anmelden?.....	20
Kann ich mit mehreren Balkonkraftwerken vielleicht eine größere PV-Anlage machen?.....	20
Kann ich zwei Module auch unterschiedlich ausrichten, zum Beispiel West+Ost statt Süd+Süd?.....	21
Ausrichtung oder Verschattung, was ist eher ausschlaggebend für die Energiegewinnung/-einbußen?.....	21
Wie lange „leben“ meine PV-Module und mein Wechselrichter?.....	22
Kann ich auch gebrauchte PV-Module einsetzen?.....	22
Wie reinige ich meine PV-Module?.....	22
Kann ich beim Anschließen von PV-Modulen oder Wechselrichter etwas falsch machen?.....	23
Gibt es besondere Montage-Hinweise in Bezug auf den Wechselrichter, wo soll der hin?.....	23
Welche Hilfsmittel kann ich nutzen, um meine PV-Module zu montieren/montieren zu lassen?.....	23
Wie sieht eine Wandmontage aus, hast Du da ein gutes Beispiel?.....	24
Hast Du ein Beispiel, wie auch eine individuelle Befestigung von PV-Modulen aussehen kann?.....	24
Wie viel Ersparnis kann ich erhoffen, wenn die PV-Anlage an einem sonnigen Tag läuft?.....	25
Kann ich mehr sparen, wenn ich meinen Verbrauch bewusster steuere?.....	26
Hast Du auch konkrete, echte Beispiele für den Ertrag und den Verbrauch?.....	27
Kann ich noch mehr machen, um meinen Verbrauch zu optimieren?.....	28
Was geschieht, wenn ich in einem Stromkreis einspeise, aber in einem anderen Strom verbrauche?.....	29
Mein Stromzähler dreht sich rückwärts, muss ich da was tun?.....	29
Kann ich erkennen, ob ich einen modernen Stromzähler habe, also „Zweirichtungszähler“?.....	30
Wer ist überhaupt mein Netzbetreiber, wohin also muss ich meine Anmeldung senden?.....	30
Wie entwickeln sich denn die steckerfertigen Solaranlagen, wie ist der Trend?.....	31
Die Werte unter „2.8.0“ am Stromzähler, also meine Einspeisung ins Netz, was bringen die?.....	31
Kann ich am Stromzähler auch mehr ablesen, z.B. die aktuell verbrauchte Leistung?.....	32

Kosten mich die Anmeldungen beim Netzbetreiber oder bei der Bundesnetzagentur Geld?.....	32
Wenn ich für ein paar Tage den Wechselrichter vom Netz nehme, muss ich die Anlage dann abmelden?.....	32
Ich möchte umziehen, was mache ich dann mit meinem Balkonkraftwerk?.....	32
Wenn ich eine Shelly-Steckdose (Shelly Plug-S) habe und sie konfigurieren will, wie gehe ich dann vor?.....	33
Kann so eine Shelly-Steckdose auch mehr als nur die momentane Leistung zeigen und „On/Off“?.....	33
Wo kann ich eine solche Shelly-Steckdose kaufen?.....	33
Lohnt sich unter dem Strich so ein Balkonkraftwerk überhaupt?.....	34
Gibt es bei YouTube nützliche Anleitungen oder Informationen zum Thema Balkonkraftwerk?.....	34
Sollte ich noch einen Speicher/eine Batterie mit einbauen lassen?.....	35
Wäre ich mit einem Speicher autark, wäre also gegen einen Stromausfall eine Zeit lang geschützt?.....	35
Gibt es denn neben der (teuren) autarken Versorgung eine günstige Möglichkeit zur Pufferung?.....	36
Kann ich mir einen Speicher mit einer Batterie selber zusammenbauen?.....	37
Im Juli bei bestem Sonnenschein habe ich am Tag weniger Erzeugung als im Mai, wie kann das sein?.....	37
Kann es sich lohnen, die PV-Module der Sonne nachzuführen?.....	38
Welche Software hast Du verwendet, um die FAQ zu erstellen?.....	39
Kann ich den Urheber dieser FAQ mal erreichen, wenn noch Fragen offen sind?.....	40

Ich bin lesefaul :) Welche Schritte brauche ich bis zur ersten Strom-Erzeugung für mich?

Na gut. Das ist der Absatz für den ganz ungeduldigen Menschen ... dennoch sind einige Details dann doch weiter unten in den FAQ zu finden, und ich hoffe, dass Du sie dann später auch noch lesen wirst. Aber jetzt los:

1. Bitte mindestens Deinen Vermieter oder Deine Wohnungseigentümergeinschaft (WEG) um Erlaubnis, ein Balkonkraftwerk montieren zu dürfen (in aller Regel ist das Recht auf Deiner Seite dabei, bleibe am Ball :)). Bei WEG gelten seit 2020 einfache Mehrheits-Entscheidungen, Einstimmigkeit ist hier nicht (mehr) erforderlich, auch ein einzelner rückwärtsgewandter Widersacher in einer WEG kann damit nicht mehr so viel Schaden anrichten. Sobald Balkonkraftwerke als „privilegierte Maßnahme“ übernommen sein werden, kann Dir praktisch niemand mehr die Installation verwehren ([3], Seite 25, rechte Spalte), und das ist gut so.
2. Suche Dir ein passendes Angebot beim Händler Deines Vertrauens (kann auch gut online sein, ich würde nur darauf achten, dass der Händler seinen Sitz in der EU hat, besser noch in Deutschland). Meine Module kommen – als Beispiel – von einem Händler aus Bayern. Denke auch daran, ggfs. ein passendes Anschlusskabel und möglicherweise Verlängerungskabel mit zu kaufen. Auch eine Energie-Messsteckdose kann sehr nützlich sein (wie sollst Du sonst wissen, was Deine neue Anlage gerade „leistet“?), ist aber kein Muss.
3. Falls kein Montage-Material bei Deinen Modulen dabei sein sollte, suche Dir auch dafür einen Händler und besorge Dir das passende Material für Deinen Balkon (siehe auch nach „Bühnentechnik“, Details weiter unten). Jeder Jeck ist anders, jeder Balkon aber auch :). Wetterfest und stabil muss es werden, Kunststoff-Kabelbinder, die meisten Kunststoffe oder auch Holz scheiden daher direkt aus.
4. Ist alles komplett, kannst Du allein oder bestenfalls mit Hilfe einer oder zwei weiterer Personen Deine Module montieren. Achte auf sicheren Halt der Module, Deine eigene Sicherheit sowie schonenden Umgang mit dem Balkon-Geländer. Bohrungen am Gebäude nur nach Absprache mit Eigentümer:in bzw. der WEG!
5. Schließe die Module am Wechselrichter an, lege das Anschlusskabel für die Schuko-Steckdose bereit.
6. Mache die Anmeldung (früher waren es noch zwei, die Pioniere erinnern sich ;)) beim Marktstammdatenregister, parallel zu Punkt 4 oder nach Punkt 5), achte darauf, dass Deine Angaben stimmen.
7. Ist die Anmeldung im Marktstammdaten-Register abgeschlossen, kannst Du den Wechselrichter einstecken.
8. Ab hier: Freuen über selbst-produzierten grünen Strom :)

So einfach? Ja, so einfach. Kosten: 350-600 Euro aktuell (Juni 2024), bei brauchbarer Sonnen-Einstrahlung hast Du die Kosten in wenigen Jahren schon wieder raus. Wieso? Na, Du musst bei 30 Eurocent je Kilowattstunde etwa 1.150-2.000 Kilowattstunden für Dich, für Deinen Verbrauch, gewinnen, und das geht wirklich schnell (bei nur einem Modul und den dazugehörigen Zahlenverhältnissen geht es sogar noch schneller, durch noch geringere Kosten höheren Eigenverbrauch).

Was/welche Art Balkon-PV-Anlage (alias „Balkonkraftwerk“) erlaubt der Gesetzgeber hierzulande?

Die EU-Richtlinie „2016/631 zur Festlegung eines Netzkodex' mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger“ vom 14.04.2016 sieht vor, dass eine 800-Watt-Bagatellgrenze gelten soll, unterhalb derer eine Energieerzeugung für das Stromnetz nicht relevant und damit nicht einmal meldepflichtig sein soll. Es gibt Länder, welche diese Grenze von 800 Watt 1:1 übernommen haben (die Niederlande als Beispiel), in der Bundesrepublik wurden daraus zunächst 600 Watt mit umständlicher doppelter Meldepflicht. Ausschlaggebend für das Einhalten dieser 800-Watt-Grenze ist die maxima-

le Ausgangsleistung des Wechselrichters (eigentlich „die Summe der Ausgangsleistungen aller Wechselrichter“), nicht die Größe und Anzahl der angeschlossenen PV-Module, sofern sie je 2m² Fläche nicht überschreiten. Seit Ende April 2024 ist das so genannte „Solarpaket I“ beschlossen, so dass die maximale Leistung der angeschlossenen PV-Module 2.000 Watt peak nicht überschreiten darf, das war vorher nicht weiter begrenzt.

Persönlich habe ich immer die Tendenz, solche gesetzlichen Grenzen vollständig auszunutzen, in diesem Fall also selbst dann einen 800-Watt-Wechselrichter anschliesse, wenn ich nur ein einziges PV-Modul (im Augenblick) anschließen könnte. Die Lebenserwartung dieser Geräte ist so hoch, dass ich mir danach erstmal keine Gedanken mehr machen müsste, ggfs. hier noch eine Umstrukturierung vornehmen zu müssen (z.B. den „kleinen“ Wechselrichter verkaufen und einen größeren anschaffen). Außerdem wichtig zu wissen: Gerade die 600-Watt-Wechselrichter sind durch die hohen Stückzahlen, den Wegfall der Mehrwertsteuer 2023 und die Anhebung der gesetzlichen Grenze auf 800 Watt 2024 (s.u.) sehr(!) günstig geworden in der Anschaffung.

Am 11.01.2023 hat der VDE eine Pressemitteilung herausgebracht. Demnach schlägt er einfachere Regeln für Balkonkraftwerke vor sowie auch eine Anhebung der Bagatellgrenze auf dann einheitliche 800 Watt gemäß EU-Richtlinie [4]. Noch ist es nur ein Vorschlag, aber er zeigt eine gute Richtung auf, in die es wahrscheinlich gehen wird.

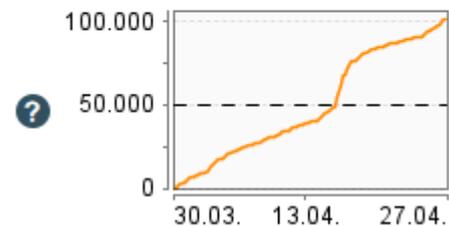
Mai 2023: Es gab eine recht gut gezeichnete Petition für den deutschen Bundestag, in der noch einmal auf die Umsetzung des Vorschlags des VDE aus dem Januar gepocht wurde. Der Verlauf der Zeichnungen war recht imposant und stetig (rechts, siehe [6]). Weiterhin wurden die Vorschläge des VDE im neuen Strategiepapier des Bundeswirtschaftsministeriums am 05.05. praktisch 1:1 übernommen ([3], S. 25). August 2023: Das Kabinett billigte nunmehr den Gesetzesentwurf, der nun im Bundestag behandelt wird. Demnach: Anhebung der Wechselrichterleistung auf 800 Watt, Duldung des Schukosteckers, vorübergehende Duldung von rückwärtsdrehenden Stromzählern und Wegfall der Anmeldung beim Netzbetreiber (Messstellen-Betreiber), Zieldatum: 01.01.2024.

Das Zieldatum wurde (hätte fast „natürlich“ geschrieben) gerissen, aber am 26.04.2024 war es dann soweit ([7]). Allerdings kann der Gesetzgeber keine Vorschriften machen, was für Stecker oder Steckdosen Verwendung finden, es hat sich aber für Stecker-Solaranlagen der Schukostecker de facto als Standard etabliert – und ich kann auch keine Empfehlung für eine andere Steckverbindung an dieser Stelle geben, da es die einzige ist, die auch Laien das Anschließen der Anlage ermöglicht.

Sollte der VDE wirklich zu dem Schluss kommen, dass Schukostecker hier nicht „erlaubt“ sein sollen, können sie auch gleich die meisten Staubsauger und viele Mehrfachsteckdosen verbieten.

Anzahl Online-Mitzeichnungen
101877

zeitlicher Verlauf



Was für Photovoltaik-Module gibt es, wo kann ich welche bekommen?

Die heute üblichen Module haben eine maximale Leistungs-Ausbeute zwischen etwa 380 und 450 Watt (eingemessen bei 25°C Modultemperatur und festgelegter Einstrahlung, angedeutet immer durch das Schlüsselwort „peak“ für Spitzenleistung). Dabei – so mussten wir in der Ortsgruppe feststellen – gibt es zwar auch hiesige „Hersteller“, aber die so genannten „Wafer“, also das Basis-Material für die PV-Module, werden im Prinzip zu 100 Prozent in Fernost gefertigt. In der Folge ist es eher so, dass man praktisch keine komplett EU-intern hergestellten PV-Module kaufen kann, die hauptsächlich Produktion findet ohnehin nicht „hier“ statt.

Radiobeitrag aus dem März 2023: „Sachsen wage“, so entnahm ich es einem Beitrag aus dem Deutschlandfunk, den „Neuanfang“, es könnte also auch wieder in Deutschland hergestellte PV-Module geben [9]. Ob das auch für die Wafer gilt, also die Produktion „von Grund auf“, wage ich nicht zu hoffen.

Die erhältlichen PV-Module werden in aller Regel eine Fläche von unter zwei Quadratmetern haben, da für Module mit einer Grundfläche von über zwei Quadratmetern wiederum seitens des

deutschen Instituts für Bautechnik (DIBT) keine allgemeine Zulassung (eben bautechnisch) zur senkrechten Montage (an Balkonen) besteht. Solche „großen“ Module dürfen baurechtlich nur liegend montiert werden, also etwa im Garten oder auf dem Garagendach. Bitte rechne also gerne kurz „Länge mal Breite“ Deines Moduls, um hier maximal auf die 1,99 m² Fläche zu kommen und so auf der sicheren Seite zu sein. Die Entwicklung geht zwar hin zu größeren Modulen, aber Behörden und Institute sind nun einmal meist nicht so schnell wie technische Entwicklungen :)

Welche Wechselrichter „passen“ zu meinem PV-Modul, zu meinen PV-Modulen?

Es gibt eine Reihe von Wechselrichtern auf dem Markt, die sich in den Grundeigenschaften nur wenig unterscheiden. Ich nenne hier mal zwei Beispiele, anhand derer Du Dich orientieren kannst, eine richtig gute Auswahl und Bewertung von gängigen Wechselrichtern findest Du unter „**akkudoktor.net**“^[5]:

- Hoymiles [HMS800-2WB](#) – Gebräuchliche PV-Module laut Anleitung: Bis 2x 540 Watt peak
- APsystems [EZ1](#) – Gebräuchliche PV-Module laut Anleitung: Bis 2x 730 Watt peak

Zu Erstgenanntem (den ich hier auch daheim habe) kann ich noch beisteuern, dass ich dessen Vorgänger HM600 (für den deutschen Markt auf 600 Watt gedrosselte 800-Watt-Variante) daheim habe, bei dem eine softwareseitige Entsperrung aller Wahrscheinlichkeit nach möglich und dann auch erlaubt sein wird, also die Anhebung auf 800 Watt Ausgangsleistung (s.o. bzw. [4]). Weiterhin ist u.a. der Hoymiles HM600 recht „gesprächig“, man kann mit wenig finanziellem Einsatz (Mikroprozessor und USB-Netzteil) die aktuellen internen Messdaten des Wechselrichters in Bezug auf die angeschlossenen Module auslesen [10][11], vermutlich gilt das auch für den Nachfolger mit den 800 Watt (aber noch nicht ausprobiert). Da die Bagatell-Grenze von 600 Watt Ausgangsleistung nunmehr angehoben wurde, wäre es vermutlich gut, sich nach einem 800-Watt-Wechselrichter umzusehen (allerdings sind die 600-Watt-Wechselrichter natürlich gerade jetzt sehr viel günstiger zu haben) oder eben nach einer Möglichkeit zu suchen, einen schon vorhandenen 600-W-Wechselrichter auf 800 Watt umzustellen, sofern das möglich ist.

Auf Anfrage suche ich gerne noch weitere Modelle heraus. Die beiden o.a. Geräte unterscheiden sich auf der PV-Modul-Seite dadurch, dass der erstgenannte schon bei 22 Volt Eingangsspannung „zündet“, also Energie umwandelt und als Wechselstrom anbietet, der zweite laut Datenblatt erst bei 28 Volt. Den Hoymiles-Wechselrichter (HM600) erlebe ich ihn als sehr zuverlässig, zum APsystems kann ich leider noch nicht berichten, das Gerät habe ich bislang nicht getestet. Hier bin ich für Deine Erfahrungsberichte dankbar und bitte sie gerne in eine der folgenden Versionen der FAQ.

Zu der niedrigeren Startspannung noch Folgendes: Da die PV-Module meist recht zügig auch schon bei wenig Einstrahlung ihre Nenn-Spannung erreichen (die deutlich über 20 Volt liegt), spielt das mit der leicht höheren Startspannung eines Wechselrichters im Prinzip keine Rolle.

Wichtig ist, dass der Wechselrichter vor allem die maximale Spannung (und den maximalen Strom) des PV-Moduls/der PV-Module „verkräftet“, das kannst Du den jeweiligen Datenblättern entnehmen. Ein Datenblatt (beispielhaft liegt mir eines vor von JA-PV-Modulen) zeigt mir folgende Werte: 385 Watt peak (→ o.k.), max. Spannung: 35,04 Volt (→ o.k.), max. Strom: 10,99 Ampere (→ o.k.). Primär ist es wichtig, dass die maximale Eingangsspannung des Wechselrichters nicht überschritten wird, das verkürzt die Lebenszeit des Geräts erfahrungsgemäß drastisch!

Wechselrichter haben nicht bei jedem Betriebspunkt die maximale Effizienz, es kann also sein, dass ein PV-Modul A bessere Leistungen des Wechselrichters hervorruft als ein PV-Modul B, obwohl es ähnliche Werte bei der „Watt peak“-Leistung aufweist. Hierzu werde ich noch nähere Informationen nachliefern in einer der kommenden Versionen des Dokuments.

Wieso haben die PV-Module nicht einfach 400 Watt, was soll dieses „peak“?

Ja, das ist ein guter Punkt. Ich gebe zu: Bei Verbrauchern wie z.B. meinem LED-Projektor, steht auch nichts von „peak“, obwohl er nur bei sehr heller Bildwiedergabe wirklich die Leistungsaufnahme aufweist, die auf dem Gerät angegeben ist.

Ich nehme an, dass hier die Hersteller sichergehen wollten, dass kein Käufer mit Beschwerden kommt, dass die angegebene Leistung nicht aus dem Modul herauskommt. Es soll deutlich sein, dass es sich hier um eine maximale Leistungs-Ausbeute zu bestimmten Zeitpunkten mit optimalen und wohl definierten Bedingungen handelt, also bei einer Modul-Temperatur von 25°C, direkter und unverschatteter Sonnen-Einstrahlung (auch keine Höhenwolken oder andere Lufttrübungen). Es ist gut möglich, dass nach einer Gewöhnungsphase kein Mensch mehr von „peak“ sprechen wird, da es zu einer Selbstverständlichkeit geworden sein wird, wie PV-Module arbeiten.

Brauche ich Verlängerungskabel von den Modulen zum Wechselrichter, und wenn ja: Welche?

Mit großer Wahrscheinlichkeit: Ja. Ob eine Verlängerung nötig sein wird, richtet sich unmittelbar nach dem Montage-Ort der Module und des Wechselrichters. Die Module selber haben zwei Anschlusskabel (Plus & Minus) mit einer Länge von je 0,3 bis 1 Meter, abhängig von Fabrikat und Modell. In der Folge könnte man ohne Verlängerungskabel auskommen, wenn der Aufbau „eng“ ist, sich also PV-Modul neben PV-Modul und dahinter mittig der Wechselrichter befinden.

Sollte es einen etwas anderen Aufbau geben und in der Folge eine Verlängerung erforderlich werden, so werden paarweise Kabel mit so genannten MC4-Steckern bzw. MC4-Buchsen benötigt. Um die Verluste auf den Leitungen klein zu halten, empfehle ich einen Leitungsquerschnitt von 2,5 mm² bis 6 mm². Diese Art Leitungen sind gut erhältlich, ich habe hier mal ein Beispiel herausgesucht:

[Verlängerungskabel 6mm² kompatibel mit MC4-Solarkabel rot/schwarz inkl. Stecker 2 x 2m](#)

Natürlich sind auch andere Längen erhältlich und es gibt mehr Lieferanten, dies ist nur ein Beispiel! Kabel mit MC4-Steckern und -Buchsen sehen beispielsweise aus wie oben abgebildet (hier mal zweifarbig). Zu den in solchen Verlängerungskabeln auftretenden Verlustleistungen kommen wir gleich in der nächsten Frage:



Wie viel Verlustleistung habe ich zu erwarten bei einer Verlängerung der PV-Modul-Anschlüsse?

Das hängt von mehreren Umständen ab, und ich möchte hier nur eine Orientierung dazu geben: Das Material in den Leitungen ist zumeist Kupfer, und man hat bei unterschiedlichen Leitungsquerschnitten unterschiedliche Widerstandswerte je Länge (je „dicker“ das Kabel, desto geringer der Widerstand). Zusätzlich bietet ein wärmeres Kabel etwas mehr Widerstand als ein kühles, daher hier einige Annahmen: Es soll sich um eine Kupferleitung handeln, wir nutzen 2x5 Meter Verlängerung, also 10 Meter Verlängerung in Summe, Temperatur des Kabels selbst sei 20°C, die Sonneneinstrahlung sei gut, das Modul liefere 10 Ampere Strom. Dann hätten wir bei vier exemplarischen unterschiedlichen Querschnitten von der Größenordnung her etwa diese Verlustleistungen:

Bei 2,5 mm²: **1,8 Watt**, bei 4 mm²: **1,1 Watt** und bei 6 mm²: **0,7 Watt**

Wie gesagt: Das sind Näherungswerte für gute Sonnen-Verhältnisse, aber man kann erkennen, dass sich auch schon bei 2,5 mm² Leitungsquerschnitt die Verluste in Grenzen halten bei 2*5 Meter Verlängerung, hier wären es bei einem 400-Watt-Modul weniger als ein Prozent. Mit diesen Werten kannst Du die für andere Längen einfach umrechnen. Bei 2*20 Meter bspw. vervierfachen sich die Werte entsprechend, möglicherweise tendierst Du dann bei einer solchen Kabellänge zu einem größeren Leitungsquerschnitt, um die Verluste klein zu halten.

Ist beim Wechselrichter, den ich bestelle, ein passendes Kabel dabei für die Schuko-Steckdose?

In aller Regel ist das nicht der Fall, ein „naggisch“ bestellter Wechselrichter wird weder für eine Wieland- noch für eine Schuko-Steckdose ein Kabel im Lieferumfang haben. Aber: Viele Händler bieten schon bei der Bestellung eines Wechselrichters als Options-Auswahl ein passendes Kabel mit an oder haben es zumindest mit im Katalog. Um im Beispiel oben zu bleiben:

Der Hoymiles HM600 hat als Ausgang einen so genannten Betteri-BC01-Stecker (passende Buchse dazu ist im Bild auf der nächsten Seite gelb umrandet). Der Nachfolger (HMS800) besitzt wiederum einen Betteri-BC05-Stecker (Abbildung rechts). Bei einem älteren Gerät von APsystems brauchte man ebenfalls einen proprietären Stecker, der so aussieht (Abbildung mittig, rechts neben dem Schukostecker), der EZ1 kommt mit einem „EP030-1224-00“-Stecker daher (ohne Bild). Man kann also subsumieren, dass hier unglücklicherweise seitens der Wechselrichter-Hersteller absolut keine Einigkeit besteht, was das Anschließen auf der Wechselstrom-Seite angeht. Einen Grund hierfür kann ich nicht erkennen.



Einer der vielen Händler, wo ich die Option der Mitbestellung gesehen habe, wäre beispielhaft für das ältere Gerät von APsystems (Stand August 2023) Reichelt Elektronik:

APSYSTEMS DS3S+B Microinverter, APSystems DS3-S, 600 W + ECU-B

35%
SPAREN



Artikel-Nr.: APSYSTEMS DS3S+B

239,99 €

155,99 €

inkl. gesetzl. MwSt. zzgl. Versandkosten

ab Lager, Lieferzeit: 2-3 Werktage

- 1 Stück + in den Warenkorb

Zum Vergleich markieren

in Liste übernehmen

neue Liste erstellen

+ Hinzufügen

Anmerkung: Das ist das 600-Watt-Modell, bei dem ich nicht beurteilen kann, ob es auf 800 Watt umrüstbar ist/war. Derweil, im Juni 2024, wäre sicherlich das 800-Watt-Modell zu bevorzugen, das teils auch schon für unter 200 Euro zu haben ist, denn die Anhebung von 600 auf 800 Watt liegt ja nun zum Glück hinter uns ([3], S. 25 ff).

Kann ich zwei PV-Module auch an einem Wechselrichter mit nur einem Anschluss-Paar betreiben?

Im Prinzip schon, sofern dort zwei Module „in Serie“, also hintereinander, oder parallel („nebeneinander“) angeschlossen werden können (ist dem Datenblatt/der Anleitung des Wechselrichters zu entnehmen), allerdings hast Du nur einen „Regler“ (MPPT abgekürzt [12]).

- Im Falle der seriellen Zusammenschaltung agieren Deine beiden Module wie ein einziges großes Modul mit allen Konsequenzen. Die beiden Spannungen der Module addieren sich dann, und diese Summe darf die maximale Eingangsspannung des Wechselrichters nicht überschreiten. Der Stromfluss durch beide Module wird von dem Modul bestimmt, das am wenigsten Licht erhält. Wird also eines Deiner Module auch nur zum Teil verschattet, wirkt sich das auch auf das andere Modul aus, und Du hast große Einbußen an Energiegewinnung. Daher kannst Du auch die Module nicht mehr

unabhängig voneinander ausrichten (z.B. West-Ost), denn auch dann bestimmt immer das Modul „im Schatten“, wie groß bzw. dann wie klein die Energiegewinnung sein wird.

- Man kann zwei Module auch parallel betreiben, allerdings musst Du aus Sicherheitsgründen vor jedes Modul eine Sperr-Diode setzen (sind verbaut in MC4-Steckern erhältlich), um die Module zu schützen. Die Ströme der beiden Module addieren sich am Eingang des Wechselrichters, und bei der Parallelschaltung wird die unterschiedliche Ausrichtung der beiden Module möglich.

Wie schließe ich 2.000 Watt peak an einen Wechselrichter mit nur 800 VA (Watt) Leistung an?

Wie in der Antwort zuvor geht es hier vornehmlich um die Parallelschaltung von PV-Modulen. Dein Wechselrichter mit den 800 VA (Watt) wird fast sicher zwei Eingänge für PV-Module haben. Jeder dieser Eingänge hat einen Spannungsbereich von grob 20-60 Volt. Wenn Du bedenkst, dass ein gewöhnliches PV-Modul um die 40 Volt Spannung bereitstellt, kannst Du schon sehen, dass hier nicht zwei Module hintereinander (in Serie) an einem Eingang angeschlossen werden dürfen, denn das übersteigt den zulässigen Eingangsspannungsbereich des Wechselrichters erheblich, und das wird für einen recht schnellen Tod des Geräts sorgen. Bleibt also die Parallelschaltung von PV-Modulen, dazu mehr in der kommenden Frage:

Wie schließe ich PV-Module parallel (Ströme addieren sich, Spannung gleich) am Wechselrichter an?

Mal angenommen, Du hast vier 500-Watt-peak-Module (zwei davon jeweils gleich, aber alle passend zum Wechselrichter) und einen 800-VA-Wechselrichter (was ja die Maximal-Konfiguration für eine Steckersolaranlage nach dem Gesetz („Solarpaket I“, April 2024) ist, dann schließt Du jeweils zwei der Module parallel an einen Anschluss des Wechselrichters. Natürlich muss nach wie vor die Ausgangsspannung eines Moduls zum Eingangsspannungsbereich des Wechselrichters passen, bestenfalls ist die Ausgangsspannung des einzelnen Moduls im oberen Spannungsbereich des „MPPT“ („maximum power point tracker“), dann arbeitet der Wechselrichter richtig effizient. Bei der Parallelschaltung werden die beiden Plus-Pole an den entsprechenden Pol am Eingang des Wechselrichters und die beiden Minus-Pole an dem anderen Pol angeschlossen. Das geht freilich nicht mehr mit einem Kabel, hier brauchst Du so genannte Y-Adapter, die sehen bspw. so aus (Bild links). Diese Adapter werden zweckmäßigerweise meist paarweise angeboten, denn man braucht ja umgekehrte Stecker-Buchsen-Kombinationen, je nach Anschluss-Pol.

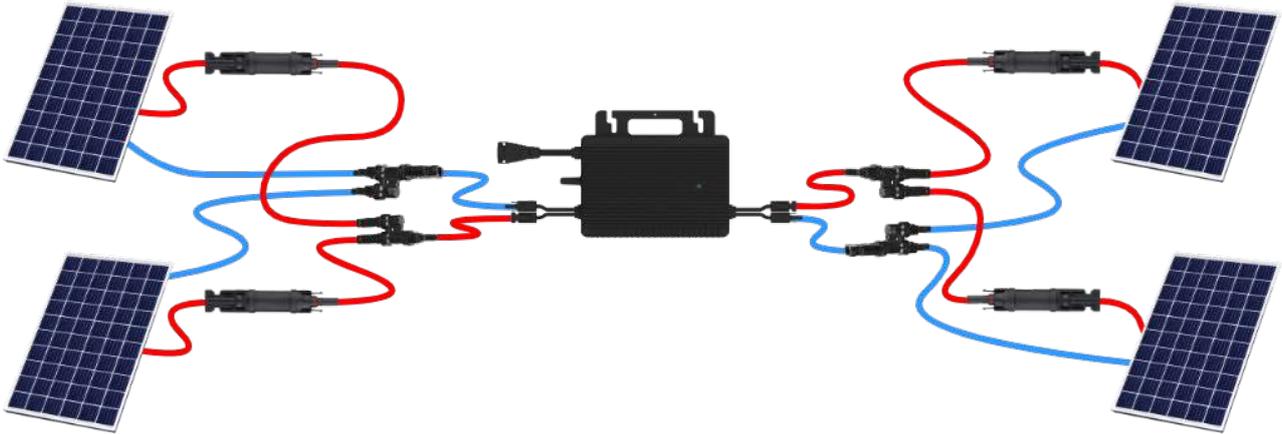


Soweit, so gut, die Verbindung zwischen zwei Modulen und einem Wechselrichter-Eingang kann man so herstellen. Aber: Wenn diese zwei Module sehr unterschiedlich beleuchtet werden, könnte es geschehen, dass Strom vom einen in der falschen Richtung durch das andere Modul fließt. Das ist zu vermeiden, da dies die Lebensdauer des betreffenden Moduls herabsetzt. Hier helfen Diodenstecker, die als MC4-Adapter für relativ wenig Geld zu haben sind. Natürlich müssen auch diese die Spannungs- und Stromfestigkeit haben, damit sie nicht durch den Betrieb zerstört werden. Im Bild unten siehst Du ein Beispiel zweier solcher Diodenstecker:

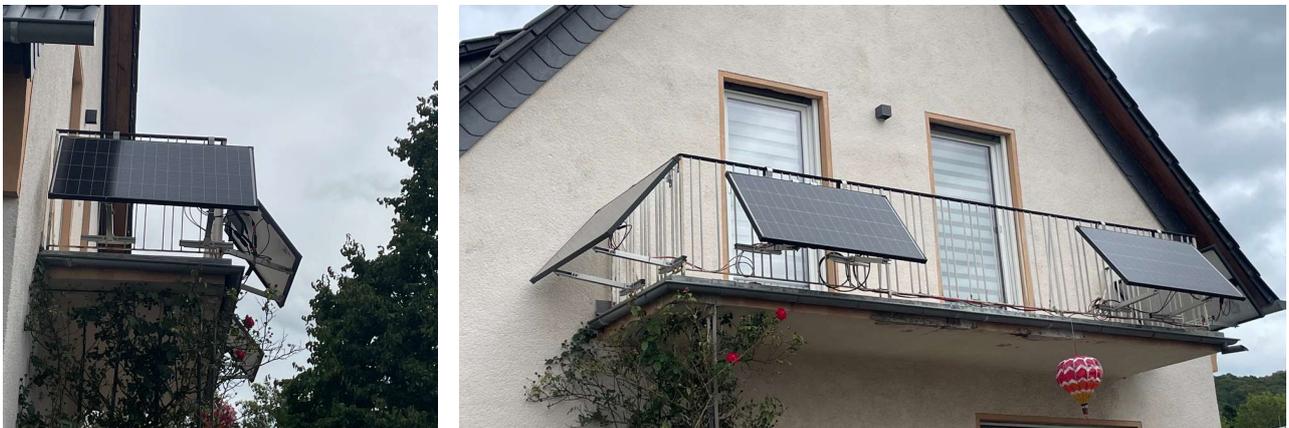


Pro parallel angeschlossenem Modul brauchst Du einen Diodenstecker, in dem Beispiel hier also vier Stück. Die beiden Stecker im Bild „vertragen“ dabei einen maximalen Strom von 15 Ampere und halten eine Sperrspannung von 45 Volt aus.

Damit ist alles zusammen, damit die Parallelschaltung auf Dauer funktionieren kann. So sieht Deine Schaltung dann am Ende vollständig aus (2.000 Watt peak, 800 VA Wechselrichter):



Der große Vorteil dieser Schaltung ist aus meiner Sicht, dass Du damit wirklich jedes der vier Module anders ausrichten kannst. So könntest Du vier Module rund um den Balkon positionieren und hättest den ganzen Tag eine passable Leistung. Ein Beispiel aus dem Ahrtal sieht so aus:



Ich denke, mit der Anleitung wird es auch bei Dir klappen, das Maximum aus Deiner Installation herauszuholen. Wenn auch Du mit vier Modulen erfolgreich in Betrieb gegangen bist, freue ich mich über Bilder, wie das dann bei Dir aussieht, Kontaktadresse ist unten im PDF zu finden :)

Muss ich einen Shelly-Plug-S verwenden, wie im Workshop seinerzeit empfohlen?

An sich musst Du das natürlich nicht. Die Verwendung einer Energie-Messsteckdose macht Dir nur die Überwachung Deiner Energiegewinnung möglich bzw. etwas einfacher. Die Shelly-Geräte, welche sich einfach in die Schuko-Steckdose stecken lassen, sind für etwa 20-25 Euro erhältlich, sie sind extrem sparsam im Eigenverbrauch, und Du kannst bequem vom Sofa aus mit dem Browser auf dem Laptop/Computer oder auf Deinem Handy sehen, was an Energie gerade gewonnen wird. Es gibt inzwischen recht viele Geräte auf dem Markt, die eine ähnliche Aufgabe erfüllen, die meisten davon sind allerdings teurer und/oder verbrauchen für sich selber mehr Energie (zwei recht gute Links zu Videos in Bezug auf Shelly-Plug-S am Ende der FAQ).

Ein weiterer Vorteil einer solchen Energie-Messvorrichtung ist aber, dass Du erkennen kannst, ob Dein Wechselrichter überhaupt arbeitet. In wirklich extrem seltenen Fällen kann es geschehen, dass trotz Sonneneinstrahlung der Wechselrichter nicht einschaltet. Da kann es helfen, ihn mal vom Netz zu trennen (also etwa per Fernbedienung den Shelly-Stecker auszuschalten) und wieder anzuschließen (den Shelly-Stecker aus der Ferne wieder einzuschalten).

Der echte Nutzen einer Energie-Messsteckdose entsteht aus meiner Sicht aber erst dann, wenn man über MQTT (Industrie-Protokoll zur Ereignis- und Status-Übermittlung) mit den Daten aus solchen Steckdosen die Hausautomatisierung über alles auf dem Laufenden halten kann.

So ein Shelly-Plus-S ist doch für den Innenbereich, kann ich den an der Außensteckdose verwenden?

Uneingeschränkt empfehlen kann ich das natürlich nicht, denn tatsächlich hat dieser Typ Steckdose (vermutlich IP20, auch angezeigt durch das kleine Haussymbol an der Unterseite) nicht die notwendige Schutzklasse für einen Außeneinsatz ([20]). Allerdings ist das Gerät sehr klein, und Außensteckdosen (meist mit Schutzart IP44, „fremdkörper- und spritzwassergeschützt“) haben in aller Regel einen Deckel. Wenn das ganze nicht gerade an einer „nackten“ Wand, die strömendem Regen ausgesetzt sein kann, montiert wird (und der Taster des Shelly zweckmäßiger Weise ohnehin unten ist, damit man ihn auch betätigen kann), habe ich keine Bedenken gegen einen Einsatz auf einem Balkon. Bei mir kann bspw. kein Regen an die Steckdose kommen, er müsste dazu „um die Ecke“ fallen, das halte ich für hinreichend unwahrscheinlich.

Hier ist ein Foto einer solchen Kombination, mach' Dir selbst ein Bild, ob Du es verantworten kannst bei Deiner Außensteckdose oder nicht.



Wie funktioniert die Anmeldung meines Balkonkraftwerks, was habe ich zu beachten?

Es gibt (anders als früher, siehe [3] und [4]) **nur noch eine notwendige Anmeldung**: Die muss bundesweit einheitlich im so genannten **Marktstammdaten-Register** erfolgen. Das lässt sich sehr bequem online (im Browser, eher an einem größeren Bildschirm) machen. Die Adresse des Registers der Bundesnetzagentur lautet aktuell: <https://www.-marktstammdatenregister.de/> [13]

Diese zweite Anmeldung (beim Netz- bzw. Messstellen-Betreiber) ist glücklicherweise mit Einführung des „Solarpakets I“ weggefallen, was das Leben wirklich sehr viel einfacher macht.

Kann ich meine Anmeldung auch mit eigenen Schreiben durchführen?

Das sollte im Prinzip – auch wenn ich kein Jurist bin – gehen. Nur: Ich prophezeihe Dir, dass es der Verarbeitung Deiner Anmeldungen keinen zeitlichen oder irgendeinen anderen Vorteil verschafft, wenn Du eigene Briefe oder ähnliche Dinge aufsetzt, um die Anmeldung vorzunehmen. Die Bundesnetzagentur (Betreiberin des Marktstammdatenregisters) hat den Vorgang des Anmeldens online abgebildet (und da ist man wirklich in wenigen Minuten durch(!)), wenn Du dort einen Brief hinschreibst, muss sich jemand dort des Schreibens annehmen, es vielleicht weiterleiten, eine andere Person wird dann beizeiten Deine Daten in das System eingeben, ggfs. gibt es Rückfragen, es ergeht also ein Schreiben wiederum an Dich ... Möchtest Du das wirklich? Oder ist es hier nicht doch leichter, das Online-Angebot ([13]) schlicht zu nutzen?

Mein Messstellen-Betreiber besteht auf einem Zählertausch vor Inbetriebnahme der Anlage, und nun?

Das sollte gar nicht mehr vorkommen :) Das „Solarpaket I“ legt fest, dass selbst ein rückwärtslaufender Ferraris-Zähler vorübergehend durch den Messstellenbetreiber geduldet werden muss. Irgendwann (und je später, desto besser für Dich :) wird der Messstellenbetreiber das schon erledigen. Wenn Dir das Verhalten Deines Messstellenbetreibers (meist identisch mit Deinem Netzbetreiber) aber zu spanisch vorkommen oder Geld für den Tausch des Zählers verlangen sollte, gibt es noch eine Möglichkeit: Nach §5 Messstellen-Betriebs-Gesetz ([14]) kannst Du – ähnlich wie Deinen Energieversorger – Deinen Messstellenbetreiber frei wählen. Auch ein Wechsel dieses Messstellen-Betreibers darf Dich nichts kosten! Es gibt einige Messstellen-Betreiber, die Du als Privatanwender:in deutschlandweit wählen kannst. Es kann aber auch schon helfen, wenn Du Deinem aktuellen Messstellenbetreiber Deine Pläne ankündigst und nebenbei fragst, ob er denn noch immer so viel Geld für einen neuen Zähler verlangen möchte (denn immerhin möchte er ja weiterhin an Dir Geld verdienen ...). Das könnte schon helfen.

Muss ich eine spezielle „Energie-Steckdose“ (Wieland-Steckdose) setzen lassen?

Aus gesetzlicher Sicht: Nein. Es gibt keine gesetzliche Regelung, die Dich dazu verpflichtete (ja, das ist ein alter Konjunktiv II, und ich mag diesen sehr ;)), eine solche spezielle Steckdose zu verwenden (auch bekannt als „Wieland-Steckdose“). Es ist eher als Wunsch der jeweiligen Netzbetreiber oder mancher Wohnungsverwaltungsgesellschaften zu sehen, dem man aber nicht nachkommen muss (hier wird einfach nur die Unwissenheit der Mehrheit der Bevölkerung vorausgesetzt, so dass es in einigen Formularen als angeblich „verpflichtend“ zu finden/lesen ist). Mit der Balkon-PV-Anlage bis 800 Watt Ausgangsleistung am Wechselrichter ist man anmelde- aber nicht genehmigungspflichtig. Aber: Diese Art „Energie-Steckdose“ wurde nicht nur aus reiner Schikane erfunden, sie ist im Gegensatz zur Schuko-Steckdose auf beiden Seiten (Stecker und Buchse) berührungssicher, man kann also nicht an blanke Kontakte kommen. Und sie „verträgt“ mehr Leistung (ca. 4.000 Watt) als eine Schuko-Steckdose (3.680 Watt, dauerhaft ca. 3.000 Watt).

Bei den vergleichsweise geringen Leistungsabgaben des Wechselrichters in unserem Fall aber spielt das überhaupt keine Rolle, 800 VA (Watt) sind völlig unproblematisch für Schukosteckdosen.

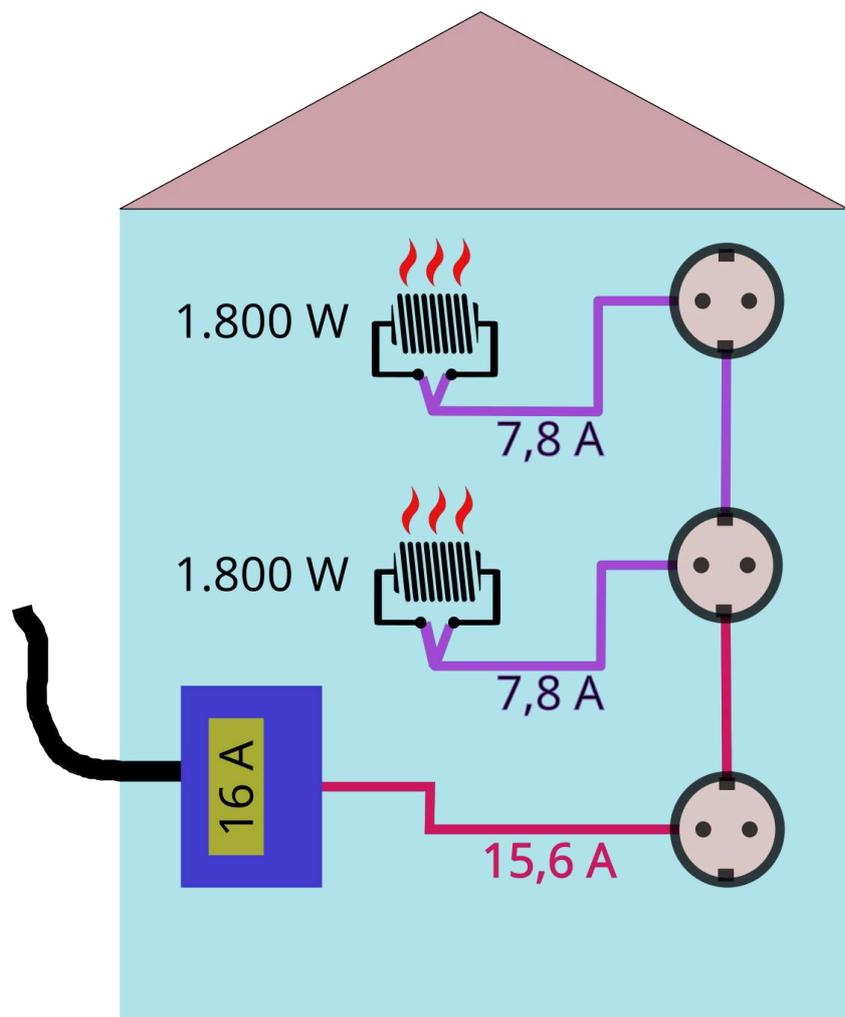
Kann ich das Balkonkraftwerk an praktisch jede Schukosteckdose meines Haushalts anschließen?

Im Prinzip ja, nur zwei wichtige Dinge sind zu beachten:

1) Dass die Steckdose (draußen, also eben auf Deinem Balkon o.ä.) spritzwassergeschützt ist. Ist eine solche vorhanden, kann man es an der Klappe über der Steckdose erkennen. In keinem Fall darf man es an einer Mehrfach-Steckdose anschließen, was technisch zwar funktioniert, aber aus Sicherheitsgründen untersagt ist. Ohnehin: Von Mehrfach-Steckdosen (und deren meist völlig unterdimensionierten Schaltern) geht meiner Erkenntnis nach mehr Gefahr aus als von einem Balkonkraftwerk, vor allem, wenn mehrere davon (von den Mehrfachsteckdosen), vielleicht sogar mit zu geringen Leitungsquerschnitten hintereinanderhängen (Bitte nicht groß ausprobieren, Danke.)

2) Der zweite Punkt ist vielleicht nicht ganz so leicht nachzuvollziehen, daher versuche ich es unten graphisch zu erläutern. Deine Balkonsteckdose (oder wo auch immer Du den Wechselrichter einsteckst) sollte „am Ende“ einer Leitung sein, keine Steckdosen sollten sich „dahinter“ befinden, so dass an derselben Leitung später noch Steckdosen folgen. Klingt merkwürdig? Jetzt vielleicht noch, aber ich beschreibe hier mal mit zwei Bildern (einmal ohne, einmal mit der Einspeisung durch PV), worin das Problem bestehen kann:

Hier mal schematisch ein Haus, die dicke schwarze Leitung sei diejenige, welche von außen von Deinem Energieversorger zu Deiner Unterverteilung (Sicherungskasten) führt. An zwei Schuko-Steckdosen hängt jeweils eine elektrische Heizung mit je 1.800 Watt aktuellem Verbrauch. Die Leitungen seien hier mal die mit dem üblichen Leitungsquerschnitt von 1,5 mm²,



die sind nach VDE-Norm bis 18 Ampere belastbar (allerdings dürften sie dann auch schon leicht warm werden). Zu sehen ist hier schnell, dass in Summe ab der zweiten Steckdose ordentliche 15,6 Ampere fließen, der Leitungsschutz (im Volksmund auch „Sicherung“) wird aber ohne Probleme halten in dieser Situation, das auch auf Dauer.

Würde an der letzten - noch freien - Steckdose auch noch ein Verbraucher angeschlossen, so dass die 16 Ampere dauerhaft deutlich überschritten werden, so würde „die Sicherung rausfliegen“, oder besser formuliert: Der Leitungsschutzschalter wird hier dann auslösen und diese Leitung von der Spannungsversorgung trennen, eben zum Schutz der Leitung.

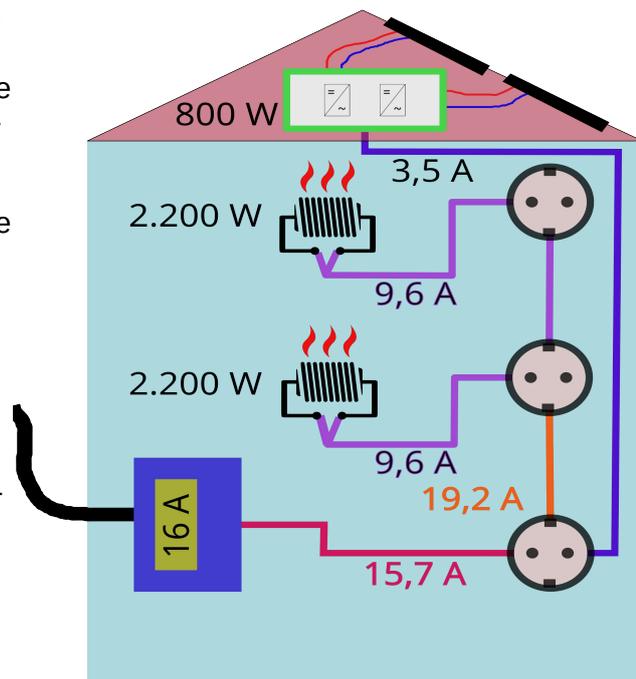
Nun kommen wir zu der angekündigten Situation (folgende Graphik), dass in demselben Haus an der freien Steckdose unten (also näher an der Verteilung) der Wechselrichter der PV-Anlage angeschlossen würde und durch günstige Verhältnisse dann die vollen 800 Watt dort auch eingespeist werden.

Damit liefert der Wechselrichter die maximal möglichen 3,5 Ampere an der unteren Steckdose in die Leitung, an sich erstmal eine schöne Sache. In diesem fiktiven Beispiel könnte ich aber nun zwei andere Heizungen mit etwas größerer Leistung betreiben, hier mal mit je 2.200 Watt, das verträgt eine Schuko-Steckdose noch recht gut. In den violett-farbenen Leitungs-Abschnitten fließen damit je 9,6 Ampere, das ist kein Problem. Nun kommen wir aber zum unschönen Effekt:

Von außen werden hier 15,7 Ampere (~3.600 Watt) bereitgestellt, vom Wechselrichter kommen weitere 3,5 Ampere (800 Watt), und damit wird der Leitungs-Abschnitt zwischen der ersten und der zweiten Steckdose mit über 19 Ampere belastet.

Damit hätte ich auf einer haushaltsüblichen Leitung mit 10 Meter Länge schon eine Verlustleistung von annähernd 88 Watt ($2 \cdot 10 \text{ m} \cdot (19,2 \text{ A})^2 \cdot 0,018 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} / 1,5 \text{ mm}^2 [15]$), die Leitung (hier der orange-farbene Abschnitt) würde also doch ordentlich warm werden, wenn vielleicht auch noch nicht bedrohlich (siehe nächste Frage). Aber: Eigentlich hätte hier bei über 19 Ampere der Leitungsschutzschalter nach angemessener Zeit ausgelöst und so die Leitung entlastet, nur: Er „sieht“ diesen Streckenabschnitt nicht, über ihn fließen ja nur knapp 16 Ampere in die Leitung...

Ich gebe zu, das Beispiel ist tatsächlich weit hergeholt, wenn auch nicht völlig unmöglich. Gerade aber der VDE ist früher wie auch jüngst mit diesem konstruierten Fall als Argument gegen Balkonkraftwerke ins Feld gezogen. Dieselben Geräte würden, nur etwas anders angeschlossen (von unten nach oben: Heizung mit 2.200 Watt, Heizung mit 2.200 Watt, Wechselrichter mit 800 Watt Einspeisung), die Gefahr einer Erwärmung der Leitung nicht hervorrufen. Der vorher belastete Abschnitt mit den 19,2 Ampere hätte nur noch 6,1 Ampere zu verkraften und wäre damit weit weg vom Bereich einer solchen Erwärmung oder gar Überlastung. Da die Heizungen aber nicht dauerhaft die 2.200 Watt „ziehen“ würden, ist dieses konstruierte Beispiel nichts, was Dir irgendwie Angst bereiten sollte :)



Als Merksatz vielleicht: NACH dem Wechselrichter sollten nicht noch (starke) Verbraucher hängen.

Zur Verdeutlichung (jetzt konstruiere ich nochmal einen Fall), weil das Beispiel oben vielleicht etwas sperrig erscheint, und gerade die Balkon-Steckdose in aller Regel eben doch am „Ende der Nah-

lungskette“ hängt (dahinter kommt meist nichts mehr => alles o.k.), habe ich hier noch etwas Griffigeres, das die Situation in der zweiten Graphik vorhin auch veranschaulichen kann:

Stell' Dir vor, Du möchtest Deinen Elektrogrill zu sonniger Stunde im Juli im Garten betreiben, vielleicht sind es sogar zwei Grills mit gut 2.000 Watt jeweils, weil Du ein paar Gäste erwartest. Dazu steckst Du in die Nachbarsteckdose neben derjenigen, wo Dein Wechselrichter gerade komplette 800 Watt in Dein Hausnetz einspeist, ein Verlängerungskabel bis zum Grillplatz im Garten. Dann kann es für die Leitung etwas eng werden ... der Leitungsschutz "sieht" ja nicht, dass da noch 3,5 Ampere (die 800 Watt durch den Wechselrichter) beigesteuert werden, liefert munter seine 14 Ampere, während in dem Kabelabschnitt (Verlängerungskabel Richtung Elektrogrills) über 18 Ampere fließen. Dennoch wird dies noch nicht zu einem „fröhlichen Gummi-Barbeque“ werden oder gar nach „Ampere riechen“, denn dazu müssten diese Grills dauerhaft heizen. Diese jedoch schalten in Intervallen stets wieder Leistung zu und ab, so dass selbst hier keine Folgen zu erwarten sind, auch, wenn ich persönlich immer mal wieder an der Leitung die Temperatur ertasten würde :)

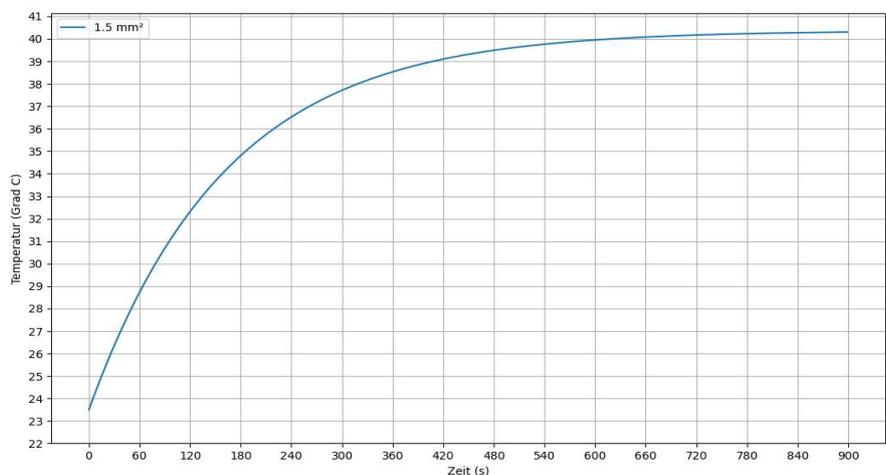
Interessanter Weise interessiert es aber niemanden (beim VDE), wenn Du in der Küche Toaster, Kaffeemaschine, Wasserkocher, Mikrowelle, Waffeleisen und ggfs. noch den Staubsauger an derselben Leitung betreibst, schlimmstenfalls auch noch an derselben Mehrfachsteckdose, das wiederum sollte mehr Beachtung finden, denn das ist gar nicht so selten der Fall und etwas weniger „konstruiert“.

Diese unter Überlast stehende Leitung aus der Frage vorher, wie warm wird die denn?

Im ersten Anlauf konnte ich das Beispiel nicht exakt nachstellen (da ich die „übliche“ 3-polige NYM-Leitung nicht da hatte und auch kein Netzteil, das die nötige Stromstärke liefern kann). Schließlich aber hat sich das geändert. Im Experiment mit den Werten aus obigen Beispielen bekam ich bei einer freiliegenden Leitung (zwei von drei Adern anfänglich mit 18,3 Ampere belastet) und einer Start-Temperatur von etwa 23 Grad einen Zustand von etwas unter 40 Grad Celsius nach einigen Minuten. Danach gingen die Steigerungen der Temperatur deutlich zurück, so dass ich von einer Stabilisierung (Energie-Zufluss und Wärme-Abgabe des Leiters kommen ins Gleichgewicht) bei oder knapp über 40 Grad Celsius

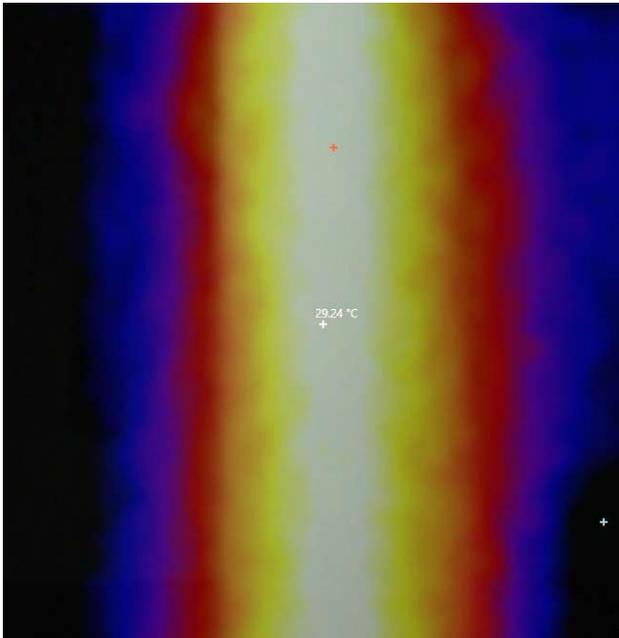
rechne (bei 19,2 Ampere freilich wäre die Temperatur, auf die es hinauslief, noch höher). „Freiliegend“ habe ich oben deswegen unterstrichen, weil der Wärme-Abfluss einer Leitung in der Wand sich unterscheidet von der in der Luft, aber für einen Versuch genügt das schon.

Hier eine Simulation, welche ich nach der Erfahrung mit den tatsächlichen Messdaten erstellt habe, das ist annähernd der Temperatur-Verlauf, den mein Leiter im Experiment nahm, wenn auch etwas langsamer in der Realität.

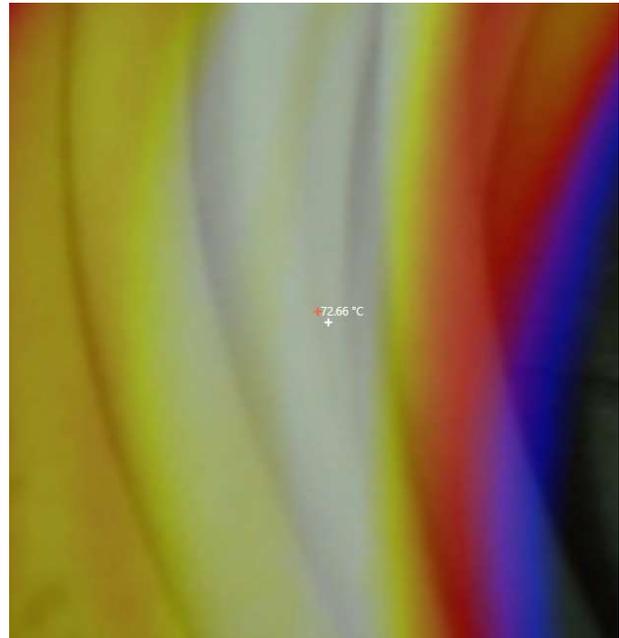


Übrigens:

Bei meinem ersten Versuch (falscher und zu langer Leiter, 90 Watt Last) wurde mir aber auch einmal anschaulich vor Augen geführt, wie riesig der Unterschied zwischen einer einzelnen belasteten Leitung zu mehreren nebeneinander liegenden belasteten Leitungen ist (im Übrigen derselbe Grund, warum Du das Kabel einer Kabeltrommel stets vollständig abwickeln solltest, wenn Du ein etwas stärkeres Gerät am Ende betreiben möchtest, denn sonst wird es „lecker warm“, wie mein Vater immer zu sagen pflegte). Links ist der einzelne (an der Luft befindliche) Leiter, rechts liegen viele mit derselben Stromstärke belastete Leiter nebeneinander, so dass die Wärme nicht in brauchbarem Maße abgegeben werden kann:



(gemessenes Maximum: 29,24°C)



(gemessenes Maximum: 72,66°C)

Darf ich dann (s.o) keinen Elektrogrill mehr im Garten betreiben, wenn ich PV-Strom erzeuge?

Doch, natürlich. Nur würde ich vorsichtshalber die Grills an einen anderen Stromkreis (also eine andere „Sicherung“, einen anderen Leitungsschutzschalter) anschließen oder wie angedeutet regelmäßig prüfen, ob eine Zuleitung ggfs. zu warm wird. In meinem Fall in meiner Wohnung hieße das: Wenn ich solche starken Verbraucher „hinter“ dem Wechselrichter betreiben wollte, steckte ich sie nicht am Balkon oder im Wohnzimmer ein (bei mir derselbe Stromkreis – das kann man feststellen, wenn man mal den Leitungsschutzschalter, alias „die Sicherung“, ausschaltet und mal die Verbraucher kontrolliert) – sondern in der Küche nebenan oder eben im übernächsten Raum.

Dieser Umstand (Punkt hier und der davor) ist im Übrigen der (vorgeschobene) Grund, warum die Netzbetreiber und der VDE anfangs noch auf eine eigene Zuleitung zum Wechselrichter, also zur Energie-Erzeugung bestehen wollten. Das war eben nicht nur Schikane, sondern bietet tatsächlich eine zumindest kleine zusätzliche Sicherheit, die bei 800 Watt ([4]) Einspeisung aber an sich keine Rolle spielt.

Wenn Du den Tip (der Satz auf Seite 13 in ROT) beherzigst, bist Du aber stets auf der sicheren Seite.

Wie sicher ist denn der Betrieb eines solchen Wechselrichters an den PV-Modulen?

Laut Verbraucherzentrale waren Ende 2021 schon über 190.000 solcher Geräte in Deutschland im Einsatz ([8]), und es hat noch keinen einzigen Fall von Sach- oder Personenschäden gegeben (im Jahr 2023 ist die Anzahl sehr stark angestiegen, gewiss eine Folge auch der weggefallenen Mehrwertsteuer), und wie erwartet gab es keinen Zwischenfall. Das einzige Mal, dass ich einen Zusammenhang von „Brand“ und „Balkonkraftwerk“ etwas mitbekommen habe, war es ein billiger Lithium-Ionen-Speicher, der in Brand geraten war, Wechselrichter und PV-Module hatten mit dem Brand überhaupt nichts zu tun, nur die Überschrift der Pressemitteilung war leider irreführend.

Die Wechselrichter sind im Übrigen im Innern vergossen, das dient auch der Kühlung des Geräts im Betrieb. Solltest Du einen solchen Wechselrichter (wie auch immer Du auf ein solch schmales Brett gekommen sein magst) öffnen, so ist er mit höchster Wahrscheinlichkeit danach richtig kaputt.

Was war denn im Sommer 2023 mit Deye-Wechselrichtern los, sind die denn sicher?

Das ist so pauschal schwer zu sagen. Fakt ist, dass wohl bei großen Mengen von Mikrowechselrichtern von Deye das vorgeschriebene Abschalt-Relais weggelassen worden ist, das für den Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz) sorgen soll. Da der Betrieb eines Wechselrichters mit Netzan-

schluss ohne ein solches Relais nicht zulässig ist, gab es verständlicher Weise „großen Wirbel“ und die Drohung, dass diese Art Wechselrichter nicht mehr betrieben werden dürfen.

Der Hersteller hat in diesem Fall mit einem externen Relais reagiert, dass sich Kunden angeblich kostenfrei nachbestellen dürfen, es soll so aussehen wie hier im folgenden Bild zu sehen:



Ob das der Bundesnetzagentur genügen würde, blieb zunächst abzuwarten, denn es wurde schon geschrieben, dass ein solches NA-Schutzrelais im Gerät selber verbaut/integriert sein muss, damit die Betriebsgenehmigung erstellt werden kann. Softwareseitig wird die erzeugte Wechselspannung aber auch bei diesen Geräten bei Netztrennung abgeschaltet, so dass eine Gefährdung für Anwender:innen aber nicht gegeben sein dürfte. Tatsächlich (Nachtrag 2024) wurde diese nachträgliche Art des Schutzes erstaunlicherweise anerkannt, und die Besitzer:innen solcher Wechselrichter mussten nicht alles austauschen, sondern können so nachträglich ihre Anlage sichern. Die Hersteller sind nunmehr wohl aber gewarnt, dass die Vorschriften insbesondere für den Netz- und Anlagenschutz beachtet werden sollten.

Ist ein eigener Stromkreis für den Betrieb des Balkonkraftwerks erforderlich?

Nein. Das bedeutete ja, dass Du eigens vom Balkonkraftwerk eine Leitung (s.o.) zu Deiner Unterverteilung (alias „Sicherungskasten“) legen lassen müsstest. Auch das stand mal auf dem großen „Wunschzettel“ von Netzbetreibern (und ggfs. auf dem des VDE), um wirklich sicher zu sein, dass keine Gefahr besteht (siehe oben). Doch das wurde recht schnell fallen gelassen. Als Anmerkung: In den Niederlanden waren Balkonkraftwerke schon länger mit 800 Watt Leistung zugelassen und dort wird immer(!) der Schuko-Stecker verwendet. Wie ich mir heute habe erzählen lassen, ist das auch in bspw. Griechenland so. Es gab noch keinen Zwischenfall dort (zumindest nach meiner Kenntnis, andernfalls bitte gerne Notiz an mich, meine Kontaktadresse ist am Ende der FAQ).

Ich habe noch einen alten Stromzähler mit einer „Drehscheibe“ drin, darf ich trotzdem loslegen?

Ja! :)

Aktuell (Stand Juni 2024) ist es so: Wenn Du die Anmeldung beim Marktstammdaten-Register durchgeführt hast, darfst Du das Balkonkraftwerk anschließen. Der Zähler wird irgendwann seitens der Netzbetreiberin getauscht, falls es sich noch um einen alten Zähler ohne Rücklaufsperrung handelt. Aber wann das geschieht, ist für Dich völlig unerheblich (je später freilich, desto besser :)). Nur: Wenn Du Dein Kraftwerk NICHT angemeldet hast und einen alten Zähler damit häufiger und nicht nur vorübergehend zum Rückwärtslaufen bringst (ja, das ist technisch so), dann ist das – zumindest aktuell noch - illegal und strafbar, denn in dem Moment begehst Du de facto eine Steuerhinterziehung. Darum wäre eingangs ein „Jain“ auch richtig. Aber Du meldest ja sicher ordnungsgemäß Dein Balkonkraftwerk im Marktstammdaten-Register an, damit bist Du da auf der sicheren Seite. Anmerkung: Bislang ist der Straftatbestand der Steuerhinterziehung wegen eines rückwärtsdrehenden Stromzählers nie zur Anwendung gekommen, es gibt aber Netzbetreiber, die die Inbetriebnahmedaten einer Anlage geschätzt haben, wenn so ein „unangemeldetetes Rückwärtsdrehen“ aufgefallen war. In dem Fall hatte man teils mit erheblichen Rückzahlungen zu tun, das kann man vermeiden.

Auch eine strafbewährte „Manipulation elektronischer Messeinrichtungen“ lag meines Erachtens auch schon vor dem „Solarpaket I“ nicht vor, da schlicht nicht „manipuliert“ wird: Der rückwärtsdrehende Zähler misst ja völlig korrekt weiterhin die Summe des Stroms, eben dann eine Summe mit negativem Vorzeichen.

Der Betrieb an einem „Drehscheiben-Zähler“ ist vorübergehend erlaubt [4], und damit ein rückwärts drehender Zähler möglich(!). Ein sich rückwärts drehender Zähler ist monetär das Beste, was Dir passieren kann, denn dann bekommst Du quasi Deinen Strompreis 1:1 für jede ins Netz gespeiste Kilowattstunde zurück samt Steuern. Aber irgendwann werden dann schon die Leute klingeln, die den Zähler tauschen möchten, ist eben nur schöner, wenn das möglichst lange dauert bis dahin.

Ist die Anmeldung wirklich an zwei Stellen (Netzbetreiber + Bundesnetzagentur) nötig?

Nein, das ist seit Inkrafttreten des „Solarpakets I“ hinfällig (hier könnte die Antwort schon enden). Du meldest Deine Anlage genau einmal beim Marktstammdaten-Register an und gehst dann damit ans Netz, fertig. Die durchaus lästige und bei etwa 900 verschiedenen Netzbetreibern auch unterschiedlich gehandhabte Anmeldung fiel damit zum Glück endlich weg. Denk' nur dran, dass Du maximal 800 Watt Wechselrichterleistung und ebenfalls maximal 2.000 Watt (peak) PV-Leistung als „Steckersolaranlage“ betreiben darfst, alles Andere muss von einer Fachkraft abgenommen und angemeldet werden. Bei so großer PV-Leistung musst Du die Module parallel anschließen, dazu an anderer Stelle mehr.

Muss ich als Mieter:in jemanden fragen, ob ich die Module montieren darf?

Ja, das Einverständnis des Vermieters/der Vermieterin sowie ggfs. der Wohnungsverwaltung muss aktuell noch eingeholt werden. Erfahrungsgemäß sind Vermietende in diesen Zeiten aber deutlich eher zu einer Zusage geneigt als vielleicht noch 2021, auch die Letzten verstehen allmählich, dass Energieerzeugung in die Hand von Bürgerinnen und Bürgern gehört. Ferner gibt es bereits zahlreiche Urteile, die „pro Mietpartei“ sprachen, ein gutes Beispiel dazu gab es in Stuttgart [16]. Es gibt leider, leider immer noch Wohnungsverwaltungs- oder auch Vermietungsgesellschaften (ein sehr trauriges Beispiel ist hier nebenan in Mainz, dort ist es sogar eine an der Stadt „hängende“ Gesellschaft, nicht einmal ein privates Unternehmen), die völlig überzogene Forderungen an Mieterin oder Mieter stellen. Aber die Hoffnung keimt auch hier: Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) unterstützte in Kiel eine Klage einer Mieterin und eines Mieters, die sich gegen die Wohnungsverwaltung und deren Auflagen für das Aufstellen einer Balkonsolaranlage richteten, und am Ende musste die Wohnungsverwaltungsgesellschaft sehr klein beigeben [17].

Sei aber bei der Montage in jedem Fall „lieb“ zum Fremdeigentum, befestige bspw. Deine PV-Module mittels Klemm-Technik, bestenfalls unterlegt mit alten Fahrrad-Schläuchen (wetterfest und fast unverwüstlich), und nicht durch Bohrungen und Dübel (es sei denn, es ist Dir ausdrücklich erlaubt, so vorzugehen). Ich habe meine PV-Module auch so montiert, dass ich sie bei meinem Auszug irgendwann in jedem Fall ohne jede Spur an Fassade oder Balkon wieder werde mitnehmen können. Spätestens mit der Anerkennung von „steckerfertigen Solaranlagen“ als „privilegierte Maßnahme“ kann Dir im Prinzip aber wirklich niemand mehr die Installation eines Balkonkraftwerks verwehren! ([3]), und die Chance, dass Balkon-PV in diesen Katalog aufgenommen wird, ist sehr groß.

Mein Vermieter/meine Wohnungseigentümergeinschaft/mein Verwalter ist rückständig, was tun?

Es gibt immer „sunne und solche“, hieß es in meiner norddeutschen Heimat immer. Ja, heutzutage jemandem die Nutzung eines Balkonkraftwerks aus Pseudo-Gründen wie „Das sieht doch nicht aus!“ zu untersagen ist ungefähr so, als verbiete man derselben Person die Nutzung der Mikrowelle daheim wegen Störungen bei der Sonnenfleck-Aktivität. Vermutlich ist diese verzweifelte Gegenwehr tatsächlich von Menschen begründet, die nie ganz aus dem letzten Jahrtausend herausgekommen sind – vermutlich so ähnlich wie damals bei der Einführung des Telefons, da gab es sicherlich ähnliche Widersacher ;) Viele Fassaden werden durch das Anbringen von PV-Modulen optisch sogar aufgewertet, das nur nebenbei.

Wie an anderer Stelle schon geschrieben: Ich selber bin kein Jurist, aber ich kenne genügend solche. Ich biete Dir hier einfach mal ein paar Punkte als Argumentationshilfen, die Dir eventuell helfen können, Dein Dir zustehendes Balkonkraftwerk eben doch betreiben zu können (ohne Gewähr freilich, dass sie allein oder auch in Kombination wirken werden in Deiner speziellen Miet-/WEG-Konstellation). Ich werde diese Liste gerne auch mit Deinen Vorschlägen ergänzen, vor allem, wenn diese ein Umdenken der anderen Partei bewirkt haben:

- Bis 2030 will Deutschland die dreifache Menge an regenerativer Energie-Erzeugung. (Klimaforscher Niklas Höhne, Welt-Klima-Konferenz Dubai 2023)
- Das Verhindern oder gar Untersagen eines eigenen Beitrags zur Erzeugung regenerativer Energie ist in der heutigen Situation schon zumindest grob fahrlässig. Eine Hausverwaltung/ein Vermieter/eine WEG sollte vielmehr jede(n) zum Mitmachen animieren, denn diese Energie wird dringend gebraucht!

- Die Erzeugung regenerativer Energie ist juristisch im "überragenden öffentlichen Interesse".
- Eine Aussage wie "Das sieht doch nicht aus!" ist kein triftiger Grund für eine Verweigerung zur Erlaubnis des Betriebs einer Balkon-Solaranlage.
- Unnötige Auflagen (wie der Zwang der Montage durch eine Fachfirma, Zwang zum Einbau einer Energiesteckdose, Nachweis der Verträglichkeit für das häusliche Stromnetz) werden von Gerichten kassiert (exemplarisch: Kiel) → BKW müssen von Laien zu errichten sein!
- In Ermangelung einer Steckdose auf dem Balkon kann man Fensterdurchführungen nutzen, dann ist gar keine Montage einer Steckdose durch Fachleuten notwendig!
- Das dezentrale Erzeugen von Energie stabilisiert die Versorgung, denn in Richtung Wohnung/ zum Haus muss nicht mehr so viel Energie fließen. Das stützt auch künftige Entwicklungen wie das Laden der E-PKW in der Nachbarschaft ohne großen Ausbau der Infrastruktur!
- Das Balkonkraftwerk wird so montiert, dass es völlig spurlos entfernt werden kann, daher ist "bauliche Veränderung" in dem Sinn auch aus meiner Sicht nicht erfüllt, es ist eine völlig zulässige Nutzung des Balkons (des Gartens etc.).
- Die Erzeugung eigener Energie hätte einen Spar-Effekt von 200-250 Euro (selber mit dem HTW-Rechner durchsimulieren, um brauchbare Zahlen für Deine Situation zu erhalten), wer zahlt mir den Ausfall dieser Einsparung (spannend wäre, es der Verwaltung/dem Vermieter/der WEG in Rechnung zu stellen :)).
- Einzige Sorge macht mir "Denkmalschutz" oder "Ensembleschutz" → Hier vielleicht direkt mit der unteren Denkmalschutzbehörde sprechen (nerven). Aber: Rückseite des Hauses sollte immer gehen! In Rheinland-Pfalz bspw. hast Du gute Chancen, dass ein Balkonkraftwerk den Denkmalschutz „aussticht“, dazu wurden 2023 Regelungen erlassen (juristische Rangfolge).
- Bei Sorge wegen "herabfallender Lasten" oder einem Stockwerk oberhalb vom vierten kann man auf flexible Module setzen, die wiegen ca. 3 kg das Stück und sind damit auch nicht schwerer als üblicher Balkon-Behang. Montage muss aber mit Edelstahl-Bindern o.ä. erfolgen, Sicherheit geht auch hier natürlich vor.
- Gleiches gilt für die vorgebliche Sorge um die Belastbarkeit von Balkongeländern. Balkongeländer "vertragen vorschriftsgemäß" eine senkrechte Belastung von 50 kg je laufenden Meter, also 100 kg auf zwei Meter. So ein übliches PV-Modul (auch bifacial) liegt mit den grob 22 kg weit weniger als das, ist weit entfernt von dieser Grenze (100 kg). Sollte sich ein Besitzer also wegen eines Balkonsolarmoduls Sorgen machen bei der Belastbarkeit des Geländers, würde ich mir als Mieter erst recht Sorgen machen um den Zustand der Bausubstanz und insbesondere des Geländers. Vermutlich würde ich fragen, ob ich nicht besser die Bauaufsicht oder den TÜV fragen sollte, ob das Gelände den Normen und geltenden Vorschriften entspricht ... und wieder an flexible Module denken, die wiegen grob 3 kg.
- Bei Sorgen wegen "Feueregefahr": Es ist noch kein Fall bekannt geworden, wo ein PV-Modul oder ein Mikro-Wechselrichter in einer Wohnung einen Brand verursacht haben soll. Gefahr geht eher von billigen Lithium-Ionen-Akkus aus, da müsste entsprechend hingeschaut werden. Das Laden von E-Bikes oder vieler kleiner Lithium-Akkus wird aber praktisch nie untersagt! Ein Mikrowechselrichter arbeitet meist bei 97 Prozent Effizienz unter Vollast (also bei 800 Watt Ausgangsleistung). Das entspricht dann grob 25 Watt, die als Wärme vom Wechselrichter maximal abgeführt werden müssen. Viele große Fernseher entwickeln mehr Wärme im Betrieb als das, auch deren Anschließen wird ja nicht untersagt.
- Bist Du selber Teil einer WEG, so arbeite darauf hin, dass Balkonkraftwerke am Haus ein einheitliches Bild abgeben (z.B. „full black frame“), da stimmen auch die skeptischen Menschen (die aus dem letzten Jahrtausend) eher mal zu und kommen mitunter selber noch auf die Idee, es mal auszuprobieren, wenn es beim Nachbarn schon so gut läuft.

Mein Balkon hat keine Außensteckdose, wie gehe ich jetzt vor?

Prinzipiell hast Du an der Stelle genau zwei Möglichkeiten:

Erstens: Du besorgst Dir eine Fenster-Durchführung, die als Verlängerung für Dein(e) PV-Modul(e) fungiert. Die Länge ist meist gering (30-40 cm), diese Art Kabel sind sehr flach, so dass man sie zwischen Fenster und Fensterrahmen legen kann und das Fenster dennoch dicht abschließt. Preislich liegen sie zwischen 20 und 40 Euro. So eine Spezial-Verlängerung sieht exemplarisch so aus (ca. 1 mm „dick“):



Zweitens: Als Mieterin oder Mieter solltest Du auch da Deinen Vermieter/Deine Vermieterin fragen, ob a) eine Außensteckdose komplett durch einen Elektro-Installationsbetrieb montiert werden soll (auf Kosten der Vermietungspartei, ggfs. unter Deiner Beteiligung oder Du übernimmst die Kosten vollständig) oder ob b) Du selber ein Loch durch die Wand bohren darfst. Nachteil dabei: Wenn Du rechtlich auf der korrekten Seite bleiben möchtest, müsstest Du das Loch so groß machen, dass ein Schuko-Stecker hindurchpasst, denn als Laie darfst Du einen solchen ja nicht montieren oder demontieren. Rechtlich sicher für Dich ist dann praktisch nur das Bohren als solches. Hinweis: Bohrungen durch die Außenwand sollten stets leicht aufwärts zeigen (von außen nach innen), damit Wasser, das ggfs. mal an der Außenwand herunterkommt, nicht in die Wohnung oder zwischen zwei Mauern dringen kann.

Wohnst Du in Eigentum, so wirst Du vermutlich Deine WEG (Wohnungseigentümergeinschaft) fragen müssen, ob Du eine Außensteckdose montieren lassen darfst oder auch nur durch die Außenwand bohren darfst, denn bei vielen Teilungserklärungen gehört der Außenbereich in den meisten Fällen zum Gemeinschafts-Eigentum. Seit 2020 gilt hier aber der einfache Mehrheitsentscheid für die Zustimmung, wenn es um ein Balkonkraftwerk geht, das dürfte sich dann auch auf die Außensteckdose beziehen.

Beim Anbringen (Bohren) an der Hausfassade gilt das mit Vermietenden bzw. WEG natürlich analog zum Bohren durch die Wand zum Balkon. Hier sind dicke Dämmungen an Wänden eher schwierig für die Montage, hierzu muss ich noch Informationen einsammeln ob und wie es dann sinnvoll ist, PV-Module zu befestigen, das folgt sicher in einer späteren Ausgabe der FAQ.

Ich wohne in einem denkmalgeschützten Gebäude, darf ich dann trotzdem ein Balkonkraftwerk haben?

Dem schicke ich voraus: Ich bin kein Jurist, und in diesem Leben werde ich auch keiner mehr, mir fehlt vielleicht ein Gen, wer weiß ;)

Aber ernsthaft: Es gibt meines Wissens eine Art Patt, was „Klimaschutz“ versus „Denkmalschutz“ angeht, beides steht in der Gesetzgebung als rechtliches Gut. Aus meiner Sicht und nach dem, was mir bislang zugetragen wurde, hat man recht gute Chancen, wenn der Montage-Ort der PV-Module nicht oder kaum öffentlich einsehbar ist. Wichtig ist in jedem Fall, dass die Bausubstanz nicht beschädigt wird. Es steigert also auch die Chancen, wenn die Art der Montage sicherstellt, dass man alles wieder ohne jede Spur entfernen kann, wenn es erforderlich wird.

Die Rechtssprechungen sind wohl, da hier die „unteren Denkmalschutzbehörden“ zuständig sind, also die auf kommunaler Ebene, extrem unterschiedlich. Es besteht aber Hoffnung, dass die Zeichen der Zeit und die Notlage sogar bei diesen Behörden langsam in das Bewußtsein sickert, denn was nützt den Leuten ein schönes Gebäude, wenn man keinen Strom mehr für einen Kühlschrank hat (ist plakativ formuliert, aber im Prinzip ist es so, mal von „oben“ betrachtet)?

Mein Tip: Versuche es, gib nicht nach, suche auch nach vergleichbaren Situationen in Deiner Nähe, wo die Leute mit der kleinen PV-Anlage „durchgekommen“ sind.

Hoffnungsschimmer hier in Rheinland-Pfalz aus dem März 2023: Eine Gesetzesnovelle hat dafür gesorgt, dass das Recht auf PV-Anlagen dem Denkmalschutz überzuordnen ist, es sei denn, es sprechen „harte Gründe“ dagegen (ich muss vermuten, dass es um potentielle Beschädigung des denkmalgeschützten Gebäudes dabei geht, was ein „harter Grund“ wäre).

Schaue auch gerne nach alternativen Montage-Methoden, also eventuell hinter der Balkon-Brüstung, wenn es davor nicht erlaubt ist, denn in aller Regel sollte es Dir freigestellt sein, was Du auf Deinen Balkon stellst, solange es nicht explizit (wie Wäscheständer manchmal bei übereifrigen Vermietern) ausgeschlossen ist.

Ich habe schon eine PV-Anlage auf dem Dach, kann ich auch einfach ein Balkonkraftwerk anmelden?

Ja :) Vor dem „Solarpaket I“, das Ende April 2024 beschlossen worden war, gab es keine einfache Antwort auf diese Frage. Hier war es davon abhängig, ob das Balkonkraftwerk an denselben Zähler angeschlossen werden soll, an dem auch schon die „große“ Anlage hängt und ob die Anlage als „Eigenverbrauchs-“ oder „Einspeise-“Anlage ausgelegt war (also die Einspeise-Vergütung schlägt hier noch zu Buche).

Dennoch ist diese Antwort hier sozusagen noch „**under construction**“, denn die komplette rechtliche Auslegung, wie ein BKW als Zusatz zu einer bestehenden Anlage dann gewertet wird und was das für die Einspeise-Vergütung bedeutet, ist mir noch nicht ganz klar. Erwarte die ausgestaltete Antwort dann in einer folgenden Version der FAQ.

Vielleicht aber schon so viel:

Du möchtest Dein BKW über einen von der ursprünglichen PV-Anlage unabhängigen Stromzähler an das Netz anschließen, so dass die beiden Anlagen unabhängig voneinander in das öffentliche Netz einspeisen werden? Dann dürftest Du in jedem Fall genau so behandelt werden wie jemand, der keine bestehende PV-Anlage hat. Dein neues BKW fällt also wieder unter die so genannte „Bagatellgrenze“, es ist keine Einrichtung einer Fern-Abschaltung notwendig, Du kannst alles selber anschließen und vereinfacht anmelden (Marktstammdatenregister).

Wovon ich aus technischer Sicht aber in jedem Fall dringend abraten möchte ist, lediglich zwei zusätzliche PV-Module an eine bestehende Anlage (Wechselrichter) mit anzuschließen, denn das kann ohne Durchrechnen und Prüfen eines Elektro-Installationsbetriebs richtig „ins Auge“ gehen.

Was im Zweifel immer helfen wird: Ein Blick in den §9 des EEG, „Technische Vorgaben“ [18].

Kann ich mit mehreren Balkonkraftwerken vielleicht eine größere PV-Anlage machen?

Naja, das ist schon tief in der Grauzone bzw. auch schon jenseits davon. In Anbetracht der sehr schwierigen Lage um die Fachkräfte, welche eine PV-Anlage größerer Art errichten können, ist der Gedanke tatsächlich naheliegend und sehr verlockend. Bis zu einer Anlagengröße von 30 kWp gilt ja seit Beginn 2023 die Befreiung von der Mehrwertsteuer, das also ergäbe keinen Unterschied. Allerdings ist die Summe der Leistung der Wechselrichter nicht mehr unterhalb der Bagatellgrenze von 800 Watt, und Deine Anlage kann nicht vereinfacht wie ein BKW angemeldet werden. Spätestens an der Stelle wird es ohne Hilfe von außen scheitern, denn der Netzbetreiber behält sich bei Erzeugungsanlagen oberhalb der Bagatell-Grenze vor, die Erzeugung von außen bei Bedarf abschalten zu können, um Netz-Überlastungen zu vermeiden. Wenn Du allerdings drei Stromzähler in Deinem Haus hast, kannst Du an jeden davon eine steckerfertige Anlage mit bis zu 800 Watt „hängen“, das wäre kein Problem.

Aber stellen wir uns mal technisch vor, wie das Ganze (an einem Zähler) gehen könnte: Sagen wir, Du möchtest 20 Module und 5 steckerfertige Wechselrichter á 800 Watt (In Summe: 4.000 Watt!) betreiben, also gewissermaßen 5 „vollständige“ Balkonkraftwerke. Diese Module montierst Du auf dem Dach. Dann wären unter diesem Dach die 5 Wechselrichter anzuschließen, aber wo? Wenn Du auf dem Dachboden mehr als einen Stromkreis hast, wäre das schon etwas Besonderes. Bei so viel Einspeisung würde ich versuchen, diese Energie-Einspeisung auf alle drei Außenleiter (Phasen) zu verteilen, also etwa 2 Wechselrichter auf „L1“, weitere 2 auf „L2“ und den übrigen auf „L3“.

Und da wird es schon „kitzlig“, denn ich weiß nicht, ob und wie sich die Wechselrichter auf einem Außenleiter (Phase) abstimmen könnten, ob es nicht zu einer Art „Aufschaukel“-Effekt kommt, denn jeder einzelne davon versucht ja die Spannung soweit zu erhöhen, dass er die Energie aus den jeweils beiden PV-Modulen möglichst gut ans Netz abgeben, also einspeisen kann. Das versucht der an derselben Leitung angeschlossene Wechselrichter aber auch ... Du siehst: Das wäre schon ein sehr experimenteller Aufbau, und vor einer festen Installation würde ich als Ingenieur erst einmal herausfinden wollen, wie die Geräte reagieren, denn so haben die Hersteller der Wechselrichter das Ganze sicherlich nicht gedacht :)

Es gäbe für dieses Dilemma noch einen Ausweg: Es gibt Wechselrichter, die mehr als zwei Module, bspw. 4 PV-Module, direkt „verkräften“ und auf einem Außenleiter (Phase) einspeisen. Wenn man davon drei nähme, hätte man einen Wechselrichter je Außenleiter, das ist technisch unproblematisch, da die drei sich nicht untereinander „abstimmen“ müssen, wer wie hoch die Spannung erhöht, um die Energie einzuspeisen. So wären bei einem PV-Modul-Typ mit 450 Wp immerhin knapp 5,5 kWp (12 Module) möglich mit drei Wechselrichtern á ca. 1.600 Watt Ausgangsleistung. Dennoch: Es scheitert an der nicht-vereinfachten Anmeldung für Dich als Laie und wohl auch an der Nicht-Ab-schaltbarkeit seitens des Netzbetreibers (denn für Abschaltungen von außen sind die Mikrowechselrichter nicht ausgelegt), entsprechend wird sich vermutlich auch kein Elektro-Installateur finden, der so eine Anlage abnimmt, von der Anmeldung ganz abgesehen. Aber: Du kannst Deine Dir bekannte Elektro-Fachkraft natürlich fragen, ob sie oder er Dir dabei hilft.

Einzige Möglichkeit für so eine Anlage aus meiner Sicht: Kein Kontakt zum öffentlichen Netz, also als reine Insel-Lösung. Nur: Dann brauchst Du ganz andere Wechselrichter („inselfähig“) und auch einen passenden Speicher, oder Du steckst Deine Verbraucher vom Insel-Stromkreis in den von außen versorgten, wenn die PV-Versorgung nachlässt ... es ist beliebig komplex und aufwendig, und die Kosten werden mit Sicherheit weit vierstellig sein für so etwas.

Kann ich zwei Module auch unterschiedlich ausrichten, zum Beispiel West+Ost statt Süd+Süd?

Natürlich geht das. Nur: Bei dem Wechselrichter muss für eine unterschiedliche Ausrichtung jedes der Module an einen eigenen Eingang oder aber die beiden Module parallel an einen Eingang (siehe Frage nach parallelem Anschließen auf Seite 9) angeschlossen werden. Der Wechselrichter (mit 800 Watt Ausgangsleistung) hat üblicherweise zwei unabhängige so genannte MPPT (Multi-Maximum Power Point Tracker), eben einen pro Eingang. Würdest Du zwei Module „in Reihe“, also hintereinander anschließen, hättest Du zum einen eine zu hohe Eingangsspannung für Deinen Wechselrichter (siehe Kennzahlen Deines Moduls: Die übliche Ausgangsspannung liegt, wenn man sie verdoppelt, eher weit über dem zulässigen Maximum Deines Wechselrichters) und zum anderen greift dann der so genannte „Gartenschlauch-Effekt“, der so (beide PV-Module werden in Serie an einem Anschluss am Wechselrichter betrieben) besonders zutage träte: Das am wenigsten beleuchtete Modul würde hier den Stromfluss bestimmen, der durch beide Module fließen kann

➔ Bei unterschiedlichen Ausrichtungen hätte man also immer die Schattenseite als die bestimmende Seite. Bei den Wechselrichtern mit zwei unabhängigen MPPT und einem Modul je Eingang oder eben zwei parallel(!) an einem Eingang angeschlossen Modulen liefert dann jedes PV-Modul unabhängig von dem anderen seine Energie an den Wechselrichter ab, also egal, ob das andere Modul sonnen-abgewandt ausgerichtet ist oder gerade (partiell) einen Schatten abbekommt.

Ausrichtung oder Verschattung, was ist eher ausschlaggebend für die Energiegewinnung/-einbußen?

Ganz klar die Verschattung! Wenn Du zwei Module auch perfekt zur Sonne ausrichtest, dann aber durch einen benachbarten Ast oder einen Laternenpfahl quer über beide Module ein Schlagschatten liegt, so wirst Du enorme Einbußen verzeichnen in der Energiegewinnung (in diesem Beispiel auch mal >90 Prozent weniger Ertrag!). Sehr viel wichtiger als die Ausrichtung der PV-Module ist also, dass Du möglichst niemals einen (harten) Schatten darauf siehst. So gut wie jedes PV-Modul hat „in Serie geschaltete“ PV-Zellen, also wie an einer Leine aufgehängte einzelne kleine Energiequellen. Wenn eine davon komplett verschattet ist, bestimmt der geringe Strom, der dort hindurchfließen kann, den Gesamtstrom durch das gesamte Modul => große Einbußen wären die Folge.

Nochmal zusammengefasst: Bitte keinen Schattenwurf, danach kannst Du Dir Gedanken über die Ausrichtung machen.

Die heutigen PV-Module haben meist zwei so genannte Bypass-Dioden, die helfen, partielle Eng-

pässe auf einem Modul (eben z.B. durch Teil-Verschattung) zu umgehen, so dass der Verlust nicht mehr so riesig ist (eben nur 33% Einbuße, wenn eine PV-Zelle verschattet wird). Sie agieren als Umleitung, wenn durch eine PV-Zelle weniger Strom fließen kann. Ferner gibt es fast nur noch so genannte „Halbzellen-Module“. Dabei wird das ganze PV-Modul schließlich in sechs Sektoren aufgeteilt statt in drei, was das Verschattungsverhalten weiter verbessert und die Ausbeute durch geringere Innenwiderstände der einzelnen Zellen erhöht (wird hier eine PV-Zelle verschattet, kommen dann rechnerisch knapp 17 Prozent Einbußen zustande). Wie aber bei allen vorgefertigten Lösungen: Das wird nicht bei jeder Art Verschattung helfen, aber eine kleine Hilfe wird das in vielen Fällen sicherlich sein. Achte dennoch möglichst darauf, dass kein großer Schatten längere Zeit auf Deine Module trifft.

April 2023: Schüler:innen aus Baden-Württemberg haben eine Schaltung und Programmierung entwickelt, die dem Teil-Verschattungsproblem entgegenwirken kann, das könnte in der Tat sehr helfen, wenn es in die PV-Module als Standard-Schaltung einfließen sollte [19]. Dabei „pumpen“ sie in verschattete Teile, also in einzelne Solarzellen, Stromimpulse, so dass diese Zellen durchlässig bleiben und die Gesamtleistung des Modules nur wenig absinkt. Bis zur Marktreife dieser sehr guten Idee dürfte allerdings noch einige Zeit vergehen.

Wie lange „leben“ meine PV-Module und mein Wechselrichter?

Sofern Du pfleglich mit den Modulen umgehst, sie also nicht mit scharfen Mitteln reinigst (bestenfalls reinigst Du sie überhaupt nicht) sondern höchstens mal mit einem feuchten Mikrofasertuch drübergehst, wirst Du sehr viele Jahre (einige Hersteller geben auch über 30 Jahre Lebensdauer sowie 25 Jahre Leistungsgarantie mit >85% des Ursprungsertrages an!) mit den Modulen Deine Freude haben. Zwar nimmt der Ertrag physikalisch bedingt stets ein bißchen ab, aber nach zehn oder zwanzig Jahren liefern diese Module immer noch sehr viel elektrische Energie (daher die nach so vielen Jahren noch garantierte Leistung). Details findest Du auch vor dem Kauf im Datenblatt. Die Wechselrichter sind intern in aller Regel „vergossen“, sind staub- & wasserdicht (IP67 [20]) und wartungsfrei. Auch diese werden Dir gar nicht auffallen im Betrieb, solange sie nicht überhitzen und dadurch ggfs. zwischendurch abschalten. Da sie üblicherweise ja hinter den PV-Modulen im Schatten (davor wäre wieder das Thema „Verschattung“ ;)) montiert werden, sind sie auch nicht der prallen Sonne ausgesetzt. Der Betriebstemperatur-Bereich ist bei diesen Geräten meist enorm groß und reicht von vielen Minus-Graden bis weit über das menschlich erträgliches Maß an Hitze. Oft schon habe ich Hersteller-Garantien von 10-15 Jahren gesehen, an der Stelle bin ich zum Beispiel völlig sorgenfrei (mein Wechselrichter z.B. ist seit Monaten ununterbrochen fehlerfrei in Betrieb).

Über Laufzeiten brauchst Du Dir also bei den heutigen Geräten/Modulen keine Gedanken machen.

Kann ich auch gebrauchte PV-Module einsetzen?

Selbstverständlich geht auch das, warum auch nicht? Auch frühere Module sind auf lange Lebenszeit ausgelegt, und letztlich sind sie ziemlich robust, solange man es bei der Reinigung nicht überreibt ;) Schau ruhig mal in Kleinanzeigen oder anderen Portalen. Etwas Mißtrauen ist sicherlich nicht schlecht, im Prinzip wie bei allen Gebraucht-Käufen. Ich würde vermutlich einen Mikrowechselrichter mitnehmen und den Kauf tagsüber abwickeln, so dass das Modul oder die Module getestet werden können. Denke daran, dass alte Module möglicherweise ganz andere Anschlüsse haben (MC3 statt MC4, dann brauchst Du einen Adapter). Auch die anderen Eckdaten (maximale Spannungen und Ströme) werden sich unterscheiden. Auch ein Unterschied kann sein, dass ältere Module ggfs. auch Vollzellenmodule sind, also auf Verschattungen anders reagieren. Erkundige Dich vorher, kläre alles ab, nimm Dir auch eine Person zur Hilfe mit, denn auch ältere Module sind nicht viel leichter als aktuelle.

Da die aktuellen Preise für neue PV-Module im Keller sind, solltest Du für ein gebrauchtest Modul aber schon deutlich weniger bezahlen als für ein solches Neues, damit sich die Anschaffung lohnt.

Wie reinige ich meine PV-Module?

Wie im Absatz davor schon erwähnt: Am besten überhaupt nicht, die Oberflächen-Beschichtungen sind so gut, dass „Dreck“ praktisch nicht haftet und mit dem nächsten kleinen Regenguss weggespült wird. Falls überhaupt, so nimm bitte einen feuchten Lappen (Mikrofasertuch) und wisch' ein-

mal vorsichtig über die Oberfläche, Scheuermittel oder schärfere Reinigungsmittel sind sehr ungünstig. Auf gar keinen Fall solltest Du so etwas wie einen Hochdruckreiniger einsetzen!

Kann ich beim Anschließen von PV-Modulen oder Wechselrichter etwas falsch machen?

Nein, das halte ich für so gut wie unmöglich. Die Stecker und Buchsen sind so ausgelegt, dass man sowohl die Kabel (2 Stück) von einem PV-Modul zum Wechselrichter (MC4-Stecker/-Buchse) wie auch das Kabel vom Wechselrichter zur Schuko-Steckdose nicht „falsch“ einstecken kann.

Beachte: Die Stecker zwischen PV-Modul und Wechselrichter (ob mit oder ohne Verlängerung) sind so gebaut, dass sie wirklich einrasten müssen („Klick“), damit sie auch wasserdicht sind. Mit trockenen und fettfreien Händen aber sollte es kein Problem darstellen, diese Verbindungen auch wirklich bis zum hör- bzw. spürbaren Einrasten der Stecker und Buchsen zusammenzuschieben.

Ähnliches gilt für den Anschluss von Wechselrichter und Anschlusskabel mit Schuko-Stecker. Die Wechselrichter haben meist einen proprietären Stecker (soll heißen: „Kommt kaum an anderer Stelle vor“), und die einzige Buchse, die hier hineinpasst, ist die vom Anschlusskabel, das Du bestenfalls mit Deinem Wechselrichter mitbestellst hast/hattest. Auch diese passende Buchse muss mit dem Stecker des Wechselrichters bis zu einem leise hörbaren „Klick“ zusammengeschoben werden, dann ist auch diese Verbindung fest und wasserdicht.

Anmerkung: Auch, wenn es hier „wasserdicht“ heißt, würde ich dennoch schonend mit den Leitungen umgehen, denn auch diesen wird es nicht gut tun, wenn sie „unter Wasser“ sind oder sie jede Woche mit einer anderen spannenden Flüssigkeit übergossen werden :)

Gibt es besondere Montage-Hinweise in Bezug auf den Wechselrichter, wo soll der hin?

Im Prinzip gibt es da nur einen ganz wichtigen Punkt: Der Wechselrichter sollte „Luft“ kriegen. Nein, er muss nicht atmen (hoffe ich ;)), er muss „hinterlüftet“ sein. Grob 25 Watt an Verlustwärme, die bei etwa 97 Prozent Effizienz und 800 Watt Leistung auftreten können, müssen irgendwie abgeführt werden. Wenn Du Deinen Wechselrichter in einer Kiste betreibst und darüber liegen Deine Winterpullover, ist das sicherlich eine nicht ganz so gute Idee.

Dann ist da noch ein zweiter Punkt, der sich aber eher auf den Ertrag Deiner Anlage bezieht: Die Ströme vom PV-Modul zum Wechselrichter sind höher als die vom Wechselrichter zur Steckdose. Die Leistung vom Modul wird ja mit sehr viel geringerer Spannung übertragen (in aller Regel grob um 40 Volt), und auf der anderen Seite liefert der Wechselrichter mit etwa 230 Volt die Leistung an die Steckdose ab. Da Leistung das Produkt aus Strom und Spannung ist, ist eben zwischen PV-Modul und Wechselrichter der Strom stärker (sehr grob in der Größenordnung von 10 Ampere). Folglich ist es besser, die Leitungen mit dem höheren Strom kurz zu halten, damit die Verluste dort geringer sind. Die Netzleitung mit den 230 Volt kann dann ruhig ein paar Meter länger sein.

Das ist im Übrigen auch der Grund, warum die Hochspannungsleitungen eben Hochspannungsleitungen sind, denn hier kann man die Übertragungsstrecke zwar nicht verkürzen, aber hier erhöht man die Spannung so sehr, dass nur geringe Ströme fließen, daraus folgen geringere Verluste (nur so am Rande erwähnt :)).

Fazit: Wechselrichter gut hinterlüftet, möglichst in der Nähe der PV-Module, ansonsten eben „dicke-re“ Kabel vom PV-Modul zum Wechselrichter, um die Verluste auf die Weise klein zu halten.

Welche Hilfsmittel kann ich nutzen, um meine PV-Module zu montieren/montieren zu lassen?

Für eine feste Montage empfiehlt es sich, geeignete und nicht-rosten-de Materialien zu verwenden, bestenfalls in einem Klemm-Montage-Prinzip. Als Montage-Profil wird sehr gerne so etwas genutzt wie nebenstehend gezeigt. Diese Hutschienen erlauben eine flexible Handhabung, da viele Bohrungen vermieden werden können. Dieses Beispiel habe ich bei „greenakku.de“ gefunden [21], es gibt aber unzählige Anbieter und auch unterschiedliche Versionen dieser Profilart.



Aber im Prinzip bist Du da freigestellt, solange jedes PV-Modul fest in Klemm-Montage (an vier Punkten) oder an den üblichen vier

Schraubpunkten fixiert ist. **Bitte bohre unter gar keinen Umständen zusätzliche Löcher in die Modul-Rahmen, die Garantie wird in demselben Augenblick erlöschen!** Denke daran, dass (auch in Deinem Wohnort, jawohl :) der Wind am Balkon stark auffrischen kann, und jedes PV-Modul bietet knapp zwei Quadratmeter Angriffsfläche (quasi ein Segel). Wenn der Wind dort einmal dahintergreift, Dein PV-Modul aber nicht stabil genug fixiert ist, kann es sich auch aus der Verankerung lösen und seinen eigenen Weg „gehen“, das wird freilich niemand ernsthaft wollen. Es ist also neben der guten und gewissenhaften Montage mehr als sinnvoll, die PV-Module explizit mit in die private Haftpflicht- oder Hausratversicherung aufzunehmen/aufnehmen zu lassen, manche Vermieter bestehen sogar darauf.

Um oben erwähnte Montageprofile am Balkon zu befestigen, können sich auch bewährte Elemente aus der Bühnentechnik eignen, hierzu ebenfalls mal ein Beispiel: https://www.thomann.de/de/rohrklemmen_clamps_coupler_etc.html [22]. Diese so genannten „Coupler“ oder „Half-Coupler“ sind oft TÜV-geprüft, extrem tragfähig und in den meisten Fällen korrosionsbeständig. Dazu sind sie in aller Regel auch noch günstiger zu bekommen als offizielles PV-Equipment.

Wenn es erstmal nicht auf Ästhetik ankommt, und Du einfach mal probieren möchtest, was aus Deinem PV-Modul so herauskommt, kannst Du es so machen wie ich zu Beginn und für einen Probelauf die PV-Module an die Wand lehnen und mit einem Seil sichern. Auch um herauszufinden, wo eventuell Schatten entlanglaufen über den Tag, kann das ein guter Test sein. Freilich ist das keine Dauerlösung, der nächste zu frische Wind kann schon morgen da sein :)

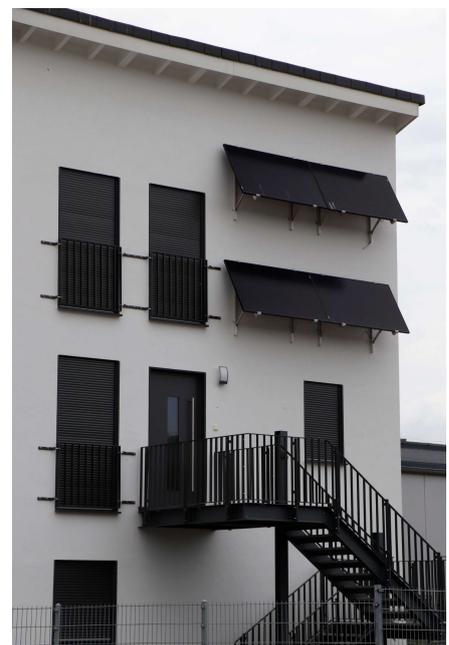
Eine Montage ist im Übrigen auch mit Materialien aus dem Baumarkt machbar. Solange die Stabilität auch bei starkem Wind gewährleistet ist und Deine Module dann nicht ungewollt „Flugstunden“ nehmen, wenn's draußen mal „braust“, ist dagegen nichts einzuwenden. Merke: Bei 100 km/h Windgeschwindigkeit können auf so einem Modul umgerechnet ca. 90 kg „Gewicht“ als Winddruck (Staudruck) lasten (ca. 900 N), das ist mehr als das Vierfache des Eigengewichts eines solchen Moduls. Sicher, so ein heftiger Wind weht nicht oft, aber selbst hier auf meinem Balkon hatte ich schon Böen mit grob 80 km/h, da weiß ich nicht, ob ein „schwaches Konstrukt“ meine Module hätte halten können. Inzwischen ist meine Konstruktion im wahrsten Sinne sturmerprobt, es gab schon viele Situationen, wo eine schlechte Montage sich schmerzlich zu erkennen gegeben hätte. Ab und an schadet übrigens das Kontrollieren des Sitzes der Schrauben nicht, nach zahlreichen unterschiedlichen Wind-Einflüssen kann sich auch mal eine Schraube etwas lockern. Auch die Verwendung von witterungsfesten Materialien kann ich nur wärmstens ans Herz legen, nicht, dass einmal die „Abwanderung“ Deiner Module durch eine marode Befestigung verursacht wird ... Ich persönlich mag mir nicht ausmalen, was eine 20 Kilogramm schwere Platte aus einer Fallhöhe von 15 Metern oder mehr bei anderen Gegenständen oder Lebewesen anrichten könnte.

Wie sieht eine Wandmontage aus, hast Du da ein gutes Beispiel?

Aber sicher. Gar nicht weit weg von meinem Wohnort fand ich diese Anlage, die – leicht angeschrägt, mit Aufständering – an einer Wand (Südostseite) gut montiert wurde. Und dabei fällt durch die Farbgebung noch nicht einmal groß auf, dass hier Energie erzeugt wird:

Hast Du ein Beispiel, wie auch eine individuelle Befestigung von PV-Modulen aussehen kann?

Natürlich, denn auch mein Balkonkraftwerk hat natürlich das Stadium des Provisoriums verlassen, zumindest, wenn ich von der Verkabelung absehe, die hat allerdings seit Schießen des Fotos schon einen schöneren „Anstrich“ bekommen :). Hier habe ich mal zwei Bilder, die einen Eindruck verschaffen können, was ich und wie ich es verbaut habe. Die Materialien sind Edelstahl, Aluminium und zwei Taue aus dem maritimen Bereich mit mehreren Tonnen Tragkraft. Wie oben schon empfohlen, habe ich zur Vermeidung jeglicher Beschädigungen an der Balkon-



brüstung alte Fahrradschläuche zwischen den Befestigungsschellen und dem Balkongeländer gewickelt. Sie sind witterungsbeständig und quasi „unkaputtbar“. Im Bild rechts ist das gut zu erkennen, Details dazu im Folgenden:



Man kann sehen, dass das Modul oben (natürlich nicht direkt, da ich ja den Rahmen des Moduls nicht angebohrt habe) an einem Tau befestigt ist. Durch ein zweites Tau (nicht im Bild) wird damit der Winkel des Moduls verstellbar. Das Tau oben am Modul trägt bis zu 4,6 Tonnen, das sollte genügend Sicherheit bieten, habe ich mal plump als Ingenieur überschlagen.

Die Alu-Winkelprofile stammen aus dem Baumarkt, sie sind handvermessen, -gesägt und -gebohrt. Um an den Haltepunkten oben die notwendige Stabilität in die senkrecht verlaufenden Alu-Winkel hineinzubringen, sind zwei 5-mm-Stahlwinkel mit verschraubt. Ohne diese wären die Kräfte auf dem oben gelegenen Profil aus Aluminium bei starkem Wind ungünstig. Unten, etwa auf Höhe der Brüstung, sind die beiden Alu-Winkelprofile auf einer 12-mm-Stahlachse drehbar gelagert. Gehalten wird diese Stahlachse schließlich von am Balkongeländer montierten Alu-Winkelprofilen. Alle Stahlteile sind nicht-rostend, Aluminium oxidiert materialbedingt nur oberflächlich.

Die Befestigung der Winkel am Geländer habe ich als Mieter freilich so gelöst, dass keinerlei Beschädigung auftreten kann. Ich holte mir – wie oben schon angedeutet – alte Fahrrad-Schläuche, die zusammen mit Rohrschellen für Vierkantrohre und passenden Gegenplatten einen extrem guten Halt am Geländer bieten. Ob das als Vorbild dienen kann, ist schwer zu sagen, hier steckt schon einiges an Handwerk drin. Aber ich wollte nicht mit den Modulen vor den Balkon gehen, da dort eher Schatten auftritt durch das zu nah und zu hoch gebaute Nachbarhaus (und ich brauchte ohnehin zwingend einen Sichtschutz zum Nachbarn, da ich sonst auf meinem Sofa oder dem Balkon immer wie auf dem Präsentier-Teller sitze ;)).

Wie viel Ersparnis kann ich erhoffen, wenn die PV-Anlage an einem sonnigen Tag läuft?

Das ist nicht pauschal zu beantworten. Dein Energie-Ertrag ist temperaturabhängig und wird sich in aller Regel über den Tag in mehrere Abschnitte gliedern: Es wird Zeiten geben, zu denen Du Strom von Deinem Stromerzeuger beziehst, da Deine PV-Anlage in dem Augenblick weniger liefert als Du verbrauchst. Genauso wird es Abschnitte geben, in denen Du mehr Energie aus der Sonne erzeugst als Du selber gerade im Haushalt verbrauchst (in diesen Momenten speist Du elektrische Energie in das öffentliche Netz ein). Es gibt auch kleine Zeiträume, in denen Dein Verbrauch mehr oder weniger mit dem Ertrag aus der Sonne übereinstimmt, das sind aber eher „Momente“ als Zeiträume.

Daraus allein kann man schon folgern: Je besser Dein Verbrauch an der Erzeugung aus der PV-Anlage orientiert ist, desto mehr sparst Du mit Deinem Balkonkraftwerk ein.

Kann ich mehr sparen, wenn ich meinen Verbrauch bewusster steuere?

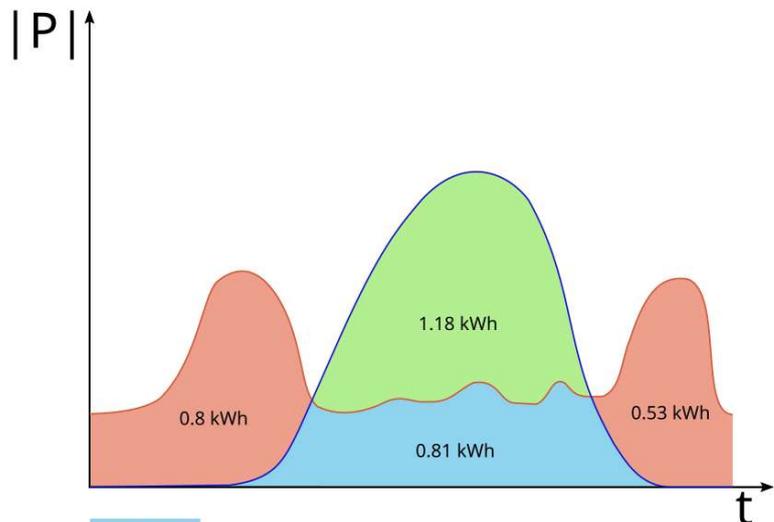
Definitiv! Wie sieht das anschaulich aus? Dazu habe ich mal drei fiktive Ertrags- und Verbrauchskurven konstruiert, mir dann anschließend durch die freie Software „Inkscape“ die Flächen berechnen lassen und auf zwei Kommastellen genau zum Vergleich hinterlegt. Die Erzeugungs-Kurve ist dabei immer exakt gleich (die „Glockenkurve“ in der Mitte). Als erstes haben wir nebenstehend ein Beispiel mit stärkerem Verbrauch in den Morgen- wie auch Abendstunden:

Hier ist ein Gesamtverbrauch von insgesamt 2,14 kWh über den Tag dargestellt. Bei der Erzeugung, wie sie die Kurve in der Mitte darstellt (Einsparung: blau, Einspeisung ins öffentliche Netz: grün), würde hier grob ein Drittel des gesamten Verbrauchs durch die PV-Anlage abgedeckt werden (blau). Aber mehr als die Hälfte des erzeugten Stroms (grün) würde ins öffentliche Netz gespeist werden (wofür auch nichts bezahlt wird. Zwar hat die „Rhein Hessische“ sich gemeldet bei mir und wollte die Höhe meiner Einspeisung erfahren, aber die Abrechnung zeigt in vielen Details unter dem Strich: 0,00 Euro).

Man kann sehen, dass es eher ungünstig ist, an einem solchen Tag den Hauptverbrauch abends und/oder morgens zu haben, während über die Tagesmitte quasi nur der Grundverbrauch in der Wohnung weiterläuft. Die Verbrauchsspitzen, welche eben vermutlich durch Spülmaschine/ Trockner/ Kochen/ Fernsehen am Abend (nur Beispiele) am Tagesrand auftauchen, werden dabei nicht durch die Erzeugung aus Sonnenenergie abgedeckt.

In einem zweiten Beispiel ist zumindest ein Teil des Verbrauchs in die Mittagsstunden verlegt (der blaue „Huckel“), der Effekt für die Ersparnis wird allein optisch schon schnell deutlich:

Hier wurde durch ein leichtes Verlagern des Stromverbrauchs erreicht, dass nunmehr die Hälfte davon (der auch noch leicht höher liegt im Vergleich zur Graphik oben) eingespart werden konnte, es wird also weniger selbst erzeugte Energie ins Netz „verschenkt“. Natürlich sind diese Beispiele fiktiv, aber dennoch zeigen sie schon einen klaren Trend auf, wie man durch das leichte Steuern des eigenen Verbrauchs (z.B. auch durch Zeitvorwahl an Geräten wie Waschmaschine, Trockner(!), Brotbackautomat usw.) die erzeugte PV-Leistung in den Zeiten mit starker Sonnenein-



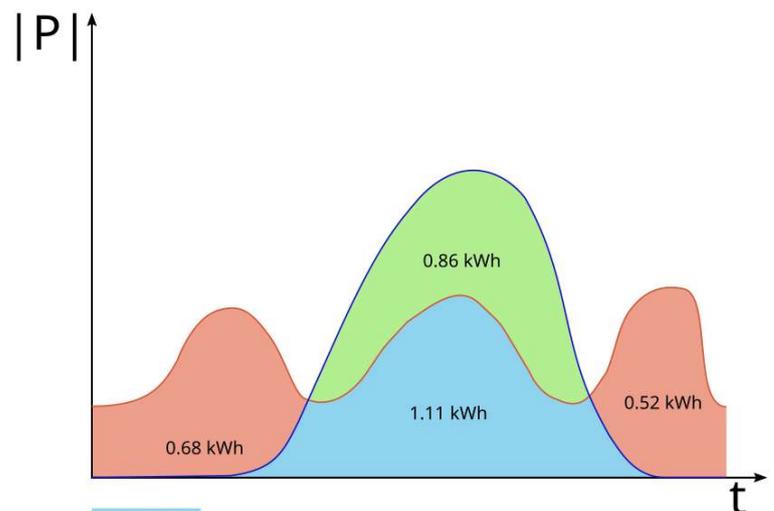
0,81 kWh

1,33 kWh

1,18 kWh

versus 2,14 kWh

→ gut 1/3 gespart



1,11 kWh

1,20 kWh

0,86 kWh

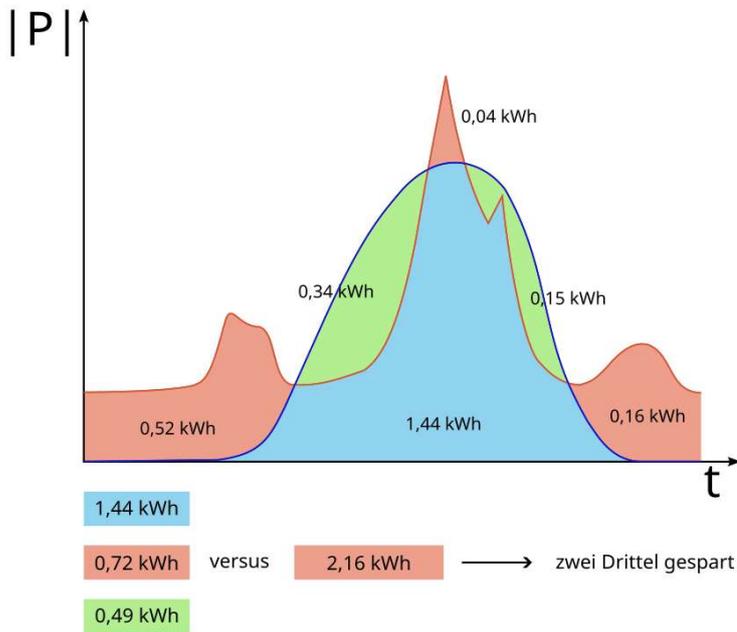
versus 2,32 kWh

→ etwa Hälfte gespart

strahlung besser für sich nutzen kann und so weniger des teuren Stroms vom Anbieter „draußen“ beziehen muss.

Ein drittes Beispiel ist noch etwas extremer gezeichnet, hier wurde wirklich der Betrieb eines oder mehrerer starker Verbraucher in die Mittagsstunden verlegt, so dass in der Zeit der Spitzenlast temporär sogar mehr verbraucht als erzeugt wird (die herausragende rote Spitze in der Graphik). Dennoch ist die blaue Fläche (die Ersparnis) im Verhältnis größer. Auf diese Weise konnte in dem Beispiel hier eine Ersparnis (für den Tag) von zwei Dritteln gegenüber der Situation ohne PV-Anlage erreicht werden.

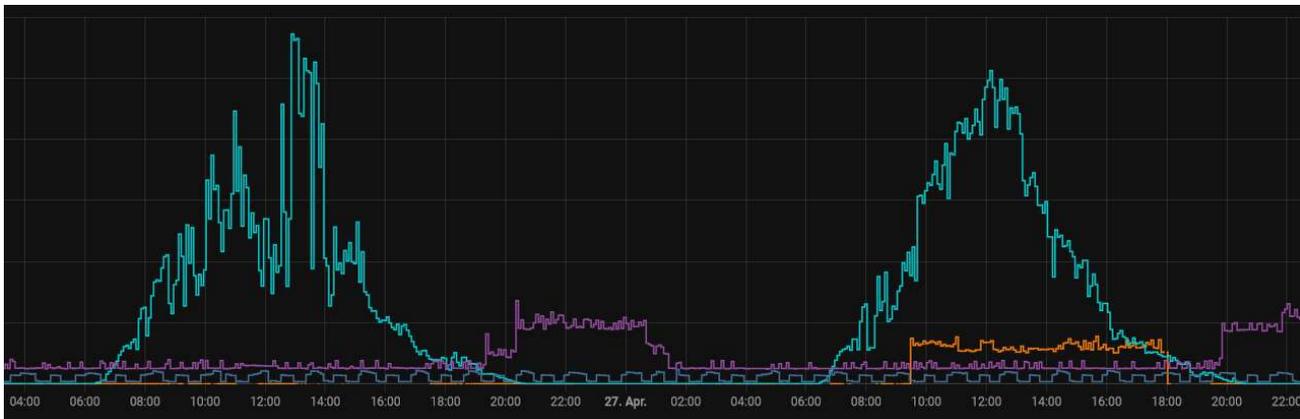
Fazit: Wenn Du's in Deinem Haushalt schaffst, etwas sensibler mit den verbrauchenden Geräten umzugehen und den Betrieb der verbrauchsstarken Geräte zeitlich eher in die sonnenreichen Stunden zu verlegen, kannst Du das Maximum an Ersparnis für Dich herausholen.



Natürlich ergibt es wenig Sinn, dann alle Geräte gleichzeitig anzuschalten zur Mittagszeit. Besser ist es, wenn eines nach dem anderen läuft, Du also die Waschmaschine erst startest, wenn die Spülmaschine „durch“ ist. „Spiele“ ruhig einmal einige Zeit mit dem zeitversetzten Betrieb der Geräte, Du wirst sehen, wie groß der Effekt ist. Wenn Du es bequemer haben willst, könntest Du durch Hausautomation so Deine Geräte steuern (lassen), dass mit dem Anschalten gewartet wird, bis eine gewisse Leistung vom Wechselrichter kommt (sofern das geschaltete Gerät nach Einschalten der Betriebsspannung automatisch startet, das machen viele leider nicht mehr wie früher mal üblich). Über Steckdosen-Messeinrichtungen wie bspw. dem schon erwähnten Shelly-Plug-S kannst Du Dir aber auch schon den Verlauf des Verbrauchs angeschlossener Geräte auf dem Handy ansehen, dann wird schnell deutlich, welches Gerät wann wie viel verbraucht.

Hast Du auch konkrete, echte Beispiele für den Ertrag und den Verbrauch?

Ja, damit kann ich auch dienen. Hier sind etwa 1,5 Tage aus dem April 2023, zweimal kam die Sonne gut durch, die Temperaturen waren gemäßigt. Man kann die typische Erzeugungskurve (türkis) sehen, während protokollierte Hauptverbraucher in Küche, Wohnzimmer und Büro die für mich typische Verläufe zeigen:



Nicht eingeflossen sind Verbraucher, die kurzfristig aktiv sind (Herd/Mikrowelle/Wasserkocher), aber die werde ich auch noch mit in die Erfassung nehmen. Beim Blick auf die Verbräuche wird

schnell klar, dass ich natürlich über eine Speicherung nachdenke, denn die Erzeugungsspitzen könnten genügen, die Küche (blau) wie auch das Wohnzimmer (violett) an guten Tagen auch über die Nacht hinweg zu versorgen. Dazu mehr in einer späteren Frage weiter unten.

2024 war ich dann schon etwas fortgeschrittener. Zwar stammt die Graphik oben auch schon vom Home-Assistent, der „PV“, „Küche“, „Wohnzimmer“ und „Arbeitszimmer“ aufgenommen hat, aber ich habe nun noch weitere Verbraucher mit aufgenommen und eine Summen- und Bilanzbildung eingebaut, da wird Vieles sehr viel deutlicher:



Hier siehst Du einen Ausschnitt vom 18.06.2024 mit nur noch drei Kurven: Der „Erzeugung“ (nach unten, also negativ abgetragen), des „Verbrauchs“ (fast alle Geräte erfasst) und eben der „Bilanz“, die mir immer aufweist, ob ich gerade Energie ins Netz spende oder von meinem Energieversorger beziehe. Der Nutzen eines Balkonkraftwerks wird auch ohne maximale Einspeisung sehr(!) deutlich, denn die blaue Kurve (Bilanz) liegt kaum noch oberhalb der Null-Linie, während der reine Verbrauch eben deutlich darüber gewesen wäre. Hier sehe ich unmittelbar die Einsparung.

Kann ich noch mehr machen, um meinen Verbrauch zu optimieren?

Ja, aber das könnte – wenn Du über die „normalen Einsparungen“ hinausgehst – auch ein wenig ins Geld gehen. Mit „normal“ meine ich Dinge wie: „Steckernetzteile abziehen/ausschalten, wenn sie nicht gebraucht werden“, „Deckel möglichst auf dem Topf lassen beim Kochen“, „Kühlschrank- oder Tiefkühlschranktür nicht unnötig lang offen stehen lassen“, „Licht nicht dort ewig brennen lassen, wo niemand ist“, Hocheffizienz-Umwälzpumpe für den Heizkreislauf einsetzen, LED-Leuchtmittel statt Glühfadenlampen oder auch statt alter Energiesparlampen usw.)

Ein Beispiel für das darüber Hinausgehende: Übliche Wasserkocher haben oft eine Leistungsaufnahme von bis zu 2 Kilowatt (2.000 Watt) oder sogar mehr. Dein Wechselrichter leistet bei optimalem Sonnenstand allerdings 800 Watt. Daraus folgt: Selbst, wenn dieser Wasserkocher das einzige gerade betriebene Gerät in Deinem Haushalt ist, und der Wechselrichter 800 Watt (das Maximum) in Dein Hausnetz einspeist, musst Du dennoch 1,2 kW (1.200 Watt von den 2.000 Watt des Wasserkochers) von Deinem Stromanbieter beziehen. Beim Wasserkocher ist das noch nicht so „wild“, denn der läuft ja im Prinzip nur ein, zwei Minuten. Bei etwa einem Brotbackautomaten sieht das schon etwas anders aus.

Solche Dinge kann man tatsächlich optimieren: Es gibt Wasserkocher für kleinere Wassermengen, die selber nur etwa 600 Watt benötigen (meist „Reisewasserkocher“). Sie brauchen dann zwar länger, um dieselbe Menge Flüssigkeit zum Sieden zu bringen, aber der komplette Verbrauch könnte unter optimalen Bedingungen durch die eigene Balkon-PV-Anlage erzeugt werden, die Ersparnis wäre in dem Fall bei 100% (ja, das ist auch ein Extrem-Beispiel, aber es gibt bei manchen Geräten tatsächlich solche leistungsreduzierten Versionen).

2023 habe ich auch mal nach Heizlüftern geschaut, die mir an sonnigen Wintertagen einen Wärme-gewinn im Innern erlauben und dennoch unter 800 Watt verbrauchen: Es gibt sie!

Bei vielen Geräten hast Du diese Tausch-Möglichkeit allerdings nicht, hierzu zählen Spülmaschine, Wäschetrockner, Waschmaschine und auch andere Geräte, bei denen es keinen Niedrig-Energie-Ersatz gibt. Allerdings kannst Du überlegen, ob es bei der Spülmaschine jedesmal der 70°C-Spülgang sein muss oder ob es nicht auch der mit 55°C tut. Das ist aber ein anderes Thema, das ich hier nicht vertiefen möchte.

Ich kann mir vorstellen, dass Hersteller bspw. von Waschmaschinen bald extra Programme oder Konfigurationsmöglichkeiten anbieten, in denen der Heizstab zum Aufheizen des Waschwassers auf 600-800 Watt gedrosselt ist, um genau den Menschen mit einem Balkonkraftwerk die Ersparnis zu maximieren (oder Du schreibst den Hersteller Deines Vertrauens mal mit dieser Idee an, wie wär's?).

März 2023: Den Hersteller meiner Waschmaschine hatte ich mal angeschrieben, dass so eine 600-Watt-Sparstufe doch sehr sinnvoll wäre, es kam wörtlich genau diese Antwort:

„wir bedanken uns für Ihr Angebot und bedauern, Ihnen nach ausführlicher Überprüfung mitteilen zu müssen, dass wir mit Ihnen keine Zusammenarbeit eingehen können.“

Dieser Ansatz wird von uns bereits verfolgt.

Mit freundlichen Grüßen“

Ich fand's lustig :)

Das war im Übrigen die Patent-Abteilung der Firma ... und ich habe mitnichten um eine Zusammenarbeit gebeten, sondern nur gefragt, wie es mit der Idee aussieht. Aber: Es zeigt mir, dass die Hersteller durchaus auf dem Schirm haben, dass eine Leistungs-Abregelung auf das Niveau einer Balkon-Solaranlage Sinn ergibt, immerhin. Vermutlich werden wir bald schon die ersten Werbe-Slogans hören, die mit einer „Balkonkraftwerk-Kompatibilität“ um Aufmerksamkeit buhlen.

Was geschieht, wenn ich in einem Stromkreis einspeise, aber in einem anderen Strom verbräuche?

Das muss Dir keine Sorgen bereiten. Die Stromzähler „saldieren“ über alle drei so genannten „Außenleiter“ (kannte man früher auch als „Phasen“). Angenommen, zu einem Zeitpunkt erzeugst Du auf einer der Leitungen (drei davon hast Du ja in aller Regel, also drei „Phasen“, und alle laufen über einen einzigen Stromzähler) besagte 800 Watt, auf einer anderen Leitung (z.B. im Bad) lässt Du einen Fön mit 1.500 Watt laufen. Dann ist es nicht so, dass Du die erzeugte Leistung ins Netz verschenkst und die vollen 1.500 Watt vom Stromversorger beziehen müsstest: In dem Moment „zählt“ der Stromzähler nur die Differenz in Höhe von 700 Watt (1.500 Watt – 800 Watt), die Du vom Netzbetreiber beziehst.

Einfacher ausgedrückt: Dein Stromzähler summiert die Verbräuche auf allen drei Leitungen in jedem Augenblick, zieht also die Erzeugungsleistung der PV-Anlage vom Komplettverbrauch ab (das eben auch in jedem Moment). So kommt Deine momentan erzeugte oder verbrauchte Leistung als Differenz aus Verbrauch und Erzeugung zustande. Um im Beispiel oben zu bleiben: Würde dieser Fön eine komplette Stunde betrieben, würden 1,5 kWh verbraucht werden (1.500 Watt „mal“ eine Stunde). Würden in demselben Zeitraum auch über die gesamte Stunde 800 Watt durch den Wechselrichter geliefert werden, also 0,8 kWh in Summe, so käme effektiv für den Stromzähler nur eine Verbrauchsleistung von 700 Watt während dieser Stunde zustande, Du bezögest also 0,7 kWh statt 1,5 kWh vom Stromanbieter, eine ordentliche Ersparnis.

Mein Stromzähler dreht sich rückwärts, muss ich da was tun?

Falls Du Dein Balkonkraftwerk noch nicht beim Marktstammdaten-Register angemeldet hast, solltest Du unter den aktuell noch geltenden Regelungen zügig den Stecker vom Wechselrichter ziehen und eben diese Anmeldung beim Marktstammdaten-Register nachholen! Bis die Anmeldung abgeschlossen ist, darfst Du nach aktueller Rechtsprechung den Wechselrichter nicht einstecken, wenn Du gesetzestreu bleiben möchtest. Durch das Inkrafttreten des „Solarpakets I“ ist ein vorübergehend rückwärtsdrehender Stromzähler geduldet, sofern die Anlage gemeldet ist. [4].

Ab dem Zeitpunkt der Anmeldung ist dann Dein Netzbetreiber (eigentlich Messstellen-Betreiber) in der Pflicht, den Zähler gegen einen so genannten „Zweirichtungszähler“ oder einen mit Rücklauf-

sperre auszutauschen. Und ebenfalls ab dem Zeitpunkt (der Anmeldung) darf sich Dein Zähler auch mal rückwärts drehen (keine Sorge, der Austausch des Zählers wird dann vermutlich früher oder später schon vonstatten gehen :)). Das ist dann schlicht nicht mehr Dein Problem, denn mit der Anmeldung (bzw. aktuell noch mit den zwei Anmeldungen) ist Deine Pflicht erfüllt.

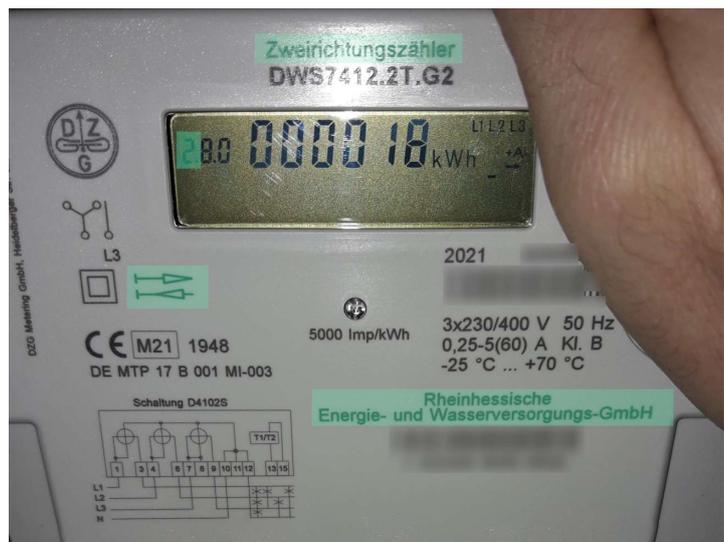
Übrigens: Günstiger als mit einem rückwärtsdrehenden Zähler wirst Du es nie wieder bekommen, denn: Deine erzeugte PV-Energie wird zu genau dem kWh-Preis vergütet, den Du sonst Deinem Energieversorger bezahlen müsstest. An der Stelle ist dann monetär „Eigenverbrauch = Einspeisung“, es ist also in dem Fall keine „Verschwendung“, wenn Du Energie einspeist, sollte sich der Zähler rückwärts drehen!

Kann ich erkennen, ob ich einen modernen Stromzähler habe, also „Zweirichtungszähler“?

Ja, das ist simpel. In aller Regel steht es auf dem Gerät als Text wie auch durch ein klares Symbol abgedruckt. Hier ist als Beispiel mein Zähler, der Mitte 2021 für meine Wohnung ohne mein Zutun oder einen Antrag eingebaut worden ist:

Oben, mittig im Bild, sieht man schon den un-misverständlichen Schriftzug „Zweirichtungszähler“, links, etwa auf halber Höhe, ist die Entsprechung als Symbol, das sind die beiden Pfeile, die nach rechts und links weisen. Weiter unten erkennt man auch den für mich zuständigen Netzbetreiber (der eben diesen Zähler „gesetzt“ hat) klar, das ist die „Rheinhessische“ (verkürzt).

Ebenfalls interessant ist die „2“ in der Anzeige bei „2.8.0“, welche ich auch eingefärbt habe im Bild. Mit diesen kleinen Ziffern wird bei diesen aktuellen Zählern angezeigt, welcher Wert in größeren Ziffern rechts abzulesen ist. In diesem Fall steht hier die „2.8.0“, das ist die von mir in das öffentliche Netz gespeiste Energie bis zu diesem Zeitpunkt. Das waren seinerzeit (irgendwann im Herbst 2022) 18 kWh. Auf der anderen Seite erfreue ich mich natürlich sehr daran, dass die Werte unter „1.8.0“ (mein Energie-Bezug vom Energieversorger) weniger schnell steigen als vorher, denn das ist meine Ersparnis. Der Vollständigkeit halber: Es gibt auch „1.8.1“ und „1.8.2“, das ist dann auch „Energie-Bezug vom Energieversorger“, allerdings beim Bezug mit zwei unterschiedlichen Tarifen (Haupttarif/Nebentarif), wobei das Gerät mit der „1.8.1“ den Zählerstand des Haupttarifs wiedergibt, mit der „1.8.2“ denjenigen des Nebentarifs. Menschen mit Nachtspeicheröfen kennen das).



Wer ist überhaupt mein Netzbetreiber, wohin also muss ich meine Anmeldung senden?

Ich wurde schon etwas gefragt wie „Ich bin auf der Seite von XY gewesen, da finde ich aber kein Formular zur Anmeldung, können Sie mir helfen?“. Da ist mir aufgegangen, dass „XY“ der Stromanbieter dieses Menschen war. Der aber hat nur mittelbar etwas mit Deinem Netzbetreiber zu tun, Deinen Stromanbieter kannst Du frei wählen (idealerweise hast Du einen aus „Bürgerhand“ gewählt mit 100% regenerativer Versorgung :)). Deinen Netzbetreiber kannst Du nicht wählen, aber immerhin den Messstellenbetreiber. Das ist genau das Unternehmen, welches Deinen Stromzähler „gesetzt“ hat oder dessen Nachfolge angetreten hat (oft IST das auch Dein Netzbetreiber). Entsprechend findest Du den Namen Deines Netzbetreibers bzw. Messstellenbetreibers, indem Du einen Blick auf Deinen Stromzähler wirfst (wie ich in der Frage mit dem „Zweirichtungszähler“ auf Seite 30 anhand meines eigenen Zählers gezeigt habe). Dort wird er namentlich abzulesen sein, die passende Seite im Internet wirst Du sicherlich dann auch schnell finden. Ist es bei Dir der Netzbetreiber, wird es einer von knapp 900 „Anschlussnetzbetreibern“ in Deutschland sein (hier April 2023):

Öffentliche Marktakteursübersicht

In dieser Übersicht werden alle Marktakteure gezeigt, die im MaStR registriert sind.

+ Neuer Filter Filter leeren

Markttrollen entspricht Anschlussnetzbetreiber - Stromnetzbetreiber Tätigkeitsstatus entspricht aktiv

Einträge 1 - 10 von 887

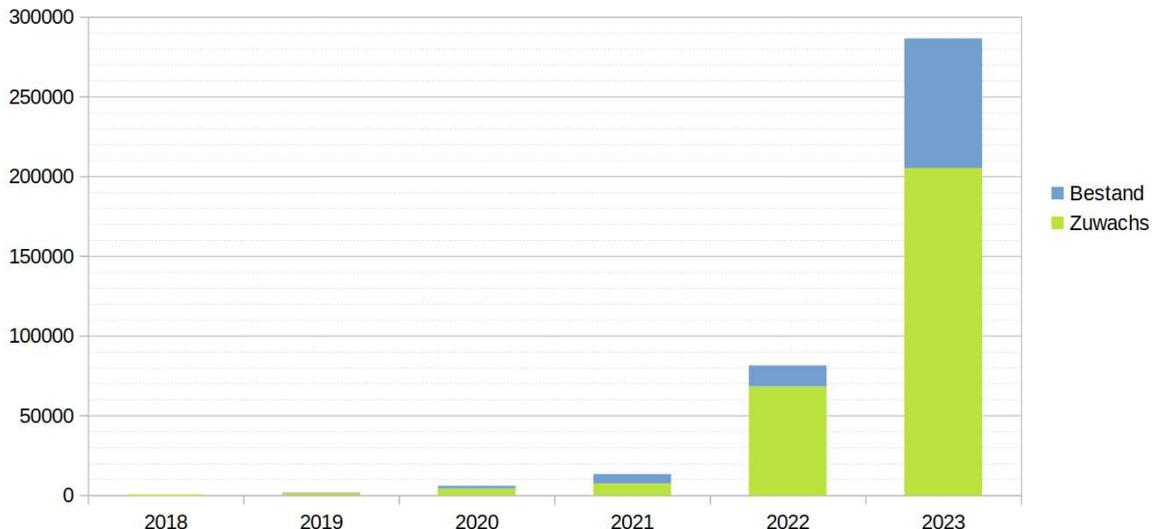
burg	Werkstraße	2
t	Schillerstraße	3

Bitte Vorsicht: Gib/Sende niemals ein Foto Deines Stromzählers an Dritte! Warum? Mit Ihrer Adresse und der Zählernummer kann jede beliebige andere Person Deinen Stromvertrag kündigen und willkürlich einen anderen abschließen. Das möchtest Du nicht, nehme ich an. Dieses ist aber so schon vorgekommen und einige Stromkunden/-kundinnen hatten dabei ein böses Erwachen.

Wie entwickeln sich denn die steckerfertigen Solaranlagen, wie ist der Trend?

Inbetriebnahme PV-Anlagen < 1.000 VA (netto)

Jahr 2023 (Daten: Marktstammdatenregister vom Feb. 2024)



Dazu und mit der Illustration oben kann ich nur sagen: Der Trend ist endlich deutlich und stark. Aus dem Marktstammdatenregister habe ich die Zahlen der Inbetriebnahmen von 2018 bis 2023 einmal herausgesucht, ich glaube, Du bist in guter Gesellschaft, wenn auch Du die Anmeldung schon durchgeführt hast oder sie bald durchführen wirst. Die Anzahl der Ende 2022 schon bestehenden Balkonkraftwerke von grob 80.000 wurde im Jahr 2023 mehr als verdreifacht! Ende 2023 gab es bereits knapp 290.000 Balkonkraftwerke – und das sind auch nur die, welche angemeldet wurden (es gibt nach wie vor eine ordentliche Dunkelziffer).

Natürlich ist es noch ein weiter Weg bis zu den potentiell möglichen ca. 15 Millionen Balkonkraftwerken in Deutschland, aber es ist endlich eine sehr gute Entwicklung zu sehen.

Die Werte unter „2.8.0“ am Stromzähler, also meine Einspeisung ins Netz, was bringen die?

Monetär? Gar nichts (in aller Regel). Wie oben erwähnt hat sich mein Netzbetreiber im Dezember gemeldet und wollte eben diesen Wert von mir (Zählerstand Einspeisung) erfahren, damit er die „Abrechnung“ machen könne, doch zu erwarten hatte ich nichts. Bitter daran: Die dort auftauchenden Werte, in meinem Fall zum Ableszeitpunkt 18 Kilowattstunden, wird mein Netzbetreiber mit Freude für gutes Geld (35-40 Eurocent vielleicht) an andere Kunden verkaufen. An sich ist das nicht fair, doch es hat wohl noch nicht der oder die Richtige dagegen geklagt bislang, hättest Du nicht Lust dazu?

Schon im Januar 2023 kam mit der Abrechnung die böse Wahrheit: Was ich nicht selber verbraucht habe, bekomme ich auch nicht bezahlt, und wer am Ende dafür Geld bekommt, wird nicht sichtbar:

Abrechnungszeitraum: .2022 - .2022
Lieferstelle:

Sehr geehrter Herr Hahn,

nachfolgend erhalten Sie die Abrechnung. Die detaillierte Berechnung finden Sie auf den folgenden Seiten.

	Letzte Abrechnung	(Tage)	Aktuelle Abrechnung	(Tage)	Netto EUR	USt %	USt EUR	Brutto EUR
Einsp. Entgelt	0	(0)	kWh	()	0,00		0,00	0,00
Gesamtbetrag					0,00		0,00	0,00
Forderung								<u>0,00</u>

Doch auf der anderen Seite – und das finde ich persönlich immer wieder einen schönen Gedanken: Diese 18 kWh (inzwischen einige hundert kWh) sind echte „grüne Energie“, stehen anderen Menschen zur Verfügung und müssen niemals durch Umformung von Kohle, Gas, Öl oder Uranatomkernen gewonnen werden, ein wahrhafter Beitrag zur dringend notwendigen Energie-Revolution [23].

Kann ich am Stromzähler auch mehr ablesen, z.B. die aktuell verbrauchte Leistung?

Ja, das geht. In aller Regel (so kenne ich es) brauchst Du allerdings für Deinen Zähler einen Zahlencode (bei mir vierstellig), mit dem Du sozusagen diese Zusatzanzeigen „freischalten“ kannst am Stromzähler. Dann werden Dir auch Werte wie die oben genannte momentane Leistung (oder auch Einspeisung), Stromstärke und andere Dinge präsentiert. Wie die Eingabe des Codes erfolgt, hängt von Deinem Zähler-Modell ab, manche haben eine Taste (so wie bei meinem Zähler eine kleine quadratische blaue, etwa 1 Quadratzentimeter große), die man betätigen kann, andere reagieren nur auf Licht-Impulse. In dem Fall ist es dann mit etwas mehr Geschick verbunden, um den Code (z.B. mit einer Taschenlampe) einzugeben, ich wünsche Dir viel Geduld und Glück dabei.

Nicht jeder Netzbetreiber wird Dir diesen Code freiwillig herausgeben. Meiner, die „Rheinhessische“, hat es allerdings gemacht, ein Anruf hatte genügt. Daher mein Tip: Probiere es auch mal mit einem guten, alten Telefonanruf, das kann funktionieren.

Da die Anzahl an Fehlversuchen der Eingabe des Codes am Stromzähler in der Regel nicht begrenzt ist, könntest Du mit reichlich Geduld auch versuchen, durch Probieren an den Code zu kommen, auch das wurde so schon erfolgreich durchgeführt (dann aber teil-automatisiert).

Kosten mich die Anmeldungen beim Netzbetreiber oder bei der Bundesnetzagentur Geld?

Nein. Ich kann natürlich nicht bei der Vielzahl an Netzbetreibern (knapp 900 in Deutschland, siehe weiter oben) für alle sprechen, aber bislang ist mir noch keinerlei Anmeldegebühr bekannt. Und durch den Wegfall der Anmeldung beim Netzbetreiber („Solarpaket I“) ist dieser Zweifel über eventuell anfallende Gebühren auch weggefallen, denn die Anmeldung bei der Bundesnetzagentur ist kostenlos und wie an anderer Stelle erwähnt: bequem online durchzuführen (ist auch meine Empfehlung).

Wenn ich für ein paar Tage den Wechselrichter vom Netz nehme, muss ich die Anlage dann abmelden?

Nein, eine Abmeldung ist erst nötig, wenn Du die Anlage dauerhaft stilllegst/abbaut.

Ich möchte umziehen, was mache ich dann mit meinem Balkonkraftwerk?

Wie so oft ist die Antwort darauf „it depends“ (es kommt darauf an) ... ob Du an Deinem neuen Wohnort wieder die Erlaubnis vom Vermieter/der Verwaltungsgesellschaft hast, das Balkonkraftwerk auch am neuen Wohnort zu betreiben. Im Positiv-Fall kannst Du natürlich Deine Anlage ab- und am neuen Wohnort aufbauen. Nur: Anschließen darfst Du es nur nach der Ummeldung im Marktstammdaten-Register (Bundesnetzagentur). Nach Ummeldung im Marktstammdaten-Register kannst Du Deinen Wechselrichter wieder einstecken und weiter elektrische Energie von der Sonne

beziehen.

Wechselst Du in Eigentum, ist eventuell nur die Erlaubnis der Verwaltungsgesellschaft bzw. der Wohnungseigentümergeinschaft (WEG) einzuholen. Eine WEG muss aktuell noch mit einfacher Mehrheit zustimmen, ab einem herbeigesehnten Zeitpunkt im Jahr 2024 (Stichwort „privilegierte Maßnahme“) ist hoffentlich selbst diese Zustimmung nicht mehr erforderlich.

Wenn ich eine Shelly-Steckdose (Shelly Plug-S) habe und sie konfigurieren will, wie gehe ich dann vor?

Hierzu könnte ich tatsächlich nicht viel mehr schreiben und sagen als es dieser Anwender schon getan hat: <https://youtu.be/9pUcHrySydo>. Vielleicht ist es noch wichtig zu erwähnen, dass man die rudimentären Funktionen auch ohne App schon hat, also vom eigenen Laptop aus oder PC oder vom Tablet-PC.

Das „Geheimnis“ ist, dass diese Shelly-Steckdose im Neu-Zustand ein eigenes kleines WLAN bereitstellt, wenn sie eingesteckt wird. Wenn ich mich recht erinnere, kannst Du das WLAN dann finden, Dein(en) Handy/Rechner damit verbinden, und hast unter der Adresse <http://192.168.33.1> die Verwaltungsseite der Shelly-Steckdose im Browser zur Verfügung. Auch dieser Anwender hat sich die Mühe eines eigenen Videos gemacht: <https://youtu.be/FYOweXTVmBI>. Gerade dieses Video finde ich recht gut, und es zeigt mehr, als ich hier in wenigen Worten erklären könnte. Was mich daran noch erfreut hat, ist, dass hier gezeigt wird, wie man ohne eine fremde „Cloud“ mit dem Protokoll „MQTT“ auf eine eigene private „Cloud“ (einen eigenen Server) gehen kann, aber das ist auch schon für Fortgeschrittene und das werde ich hier auch nicht weiter vertiefen.

Kann so eine Shelly-Steckdose auch mehr als nur die momentane Leistung zeigen und „On/Off“?

Ja, das kann sie schon, allerdings nicht mit dem seitens des Herstellers ausgelieferten „Betriebssystem“. Das schreibe ich in Anführungszeichen, denn im Herz des Shelly-Plus-S steckt ein Microcontroller, der in dem Sinne des Wortes kein solches Betriebssystem hat. Aber: Er kann mit einem Programm bestückt („geflasht“) werden, das dann mehr kann, als bekanntes Beispiel sei hier „tasmota“ genannt. Meine Shelly-Steckdosen habe ich – bis auf eine aktuell – komplett auf Tasmota umgestellt, seither sehe ich die Momentanwerte für Strom, Spannung, Leistung, Scheinleistung, Blindleistung, Energie heute, Energie gestern, Energie gesamt ... Und: Mit dieser Software konnte ich diese Energie-Steckdosen auch selber kalibrieren, so dass die Messung brauchbar genau wird. Hier rechts im Bild ist die Tasmota-Oberfläche, wie sie mir vom Shelly-Stecker im Browser dargestellt wird.

Shelly Plug S		
T-07-Kueche		
Temperature	22.1	°C
Voltage	236.9	V
Current	0.209	A
Active Power	33.8	W
Apparent Power	49.5	VA
Reactive Power	36.2	VAr
Power Factor	0.68	
Energy Today	0.009	kWh
Energy Yesterday	0.712	kWh
Energy Total	232.225	kWh

ON

Aber: Ist das was für eine Person, die einfach nur ein funktionierendes Gerät einstecken möchte? Da muss ich klar sagen: Nein. Wenn ich dazu komme, werde ich mal ein Video anfertigen, das zeigt, wie ich von einem fabrikneuen Shelly-Stecker hin zu einem mit Tasmota-Software komme, dann kannst Du selber entscheiden, ob Du es mit Deinem Gerät machen möchtest oder nicht.

Wo kann ich eine solche Shelly-Steckdose kaufen?

Im Prinzip kannst Du da zum „Händler Deines Vertrauens“ gehen, ich selber kaufe oft bei Voelkner oder Reichelt, zuweilen auch Conrad Elektronik oder Pollin. Hier wäre als Beispiel ein Link bei Voelkner (ausdrücklich nur als Exempel, also keine Werbung, kauf' einfach, wo Du magst). Derweil – mein Absatz hier ist ja schon anderthalb Jahre alt – gibt es nur noch den Nachfolger „Shelly Plus Plug S“ zu kaufen:

<https://www.voelkner.de/products/6730053/Shelly-Plus-Plug-S-Zwischensteckdose-Wi-Fi-Bluetooth.html>

Lohnt sich unter dem Strich so ein Balkonkraftwerk überhaupt?

Nun, das kann ich in jeder Hinsicht mit einem „Ja“ beantworten :) Ich mache mal eine Rechnung mit meiner Anlage auf. Sie lag bei mir (mit Shelly-Stecker und eben auch noch mit einer Mehrwertsteuer von 19%) bei grob 900 Euro, damit war sie nicht besonders günstig, aber noch im Rahmen. Die Monate Oktober 2022 bis April 2023 (mal auf das Jahr hochgerechnet) haben mir gezeigt, wohin die Reise geht: Ich kann ohne große Umstellungen meines Verhaltens mehr als die Hälfte meines teuren Energie-Bezugs von „außen“ einsparen. Dadurch wird sich allein schon monetär (ohne die monatliche Grundgebür, denn die bleibt ja) meine Anlage in ca. 4 bis 5 Jahren komplett amortisiert haben, ggfs. auch früher. Durch die aus verschiedenen Gründen stark gefallen Preise im Jahr 2023 (für kleine PV-Anlagen und Privatanwender:innen) verkürzen sich die Amortisations-Zeiten noch einmal deutlich. Stand März 2023 kommt man zwischen 450 und 700 Euro schon an die Geräte, 2024 waren es teils schon Preise ab 300 Euro, die Befestigungen kommen hinzu.

Mal mit aktuellen Preisen rechnen? Gern: 2 gute Module + Wechselrichter liegen bei grob 400 Euro (Juni 2024, bei einer Sammelbestellung oder einem Angebot kann das auch auf 350 Euro runtergehen), in Mainz kommst Du auf grob 500-600 kWh an Ertrag bei Süd-Ausrichtung. Schaffst Du es, die Hälfte davon für Dich zu verwenden, ist die Ersparnis bei einem Arbeitspreis von 30 Eurocent schon bei 75-90 Euro. Ergo: In wenigen Jahren hat sich Deine Anschaffung amortisiert, ab dem Zeitpunkt bist Du sogar stetig in Einsparungen, also im Plus(!).

Als eine wirklich gute Möglichkeit für die Berechnung, ob sich Deine PV-Anlage lohnt, sehe ich den online verfügbaren Rechner der HTW Berlin aus der Gruppe um Prof. Dr. Quaschnig [24].

Dazu kommt noch der ideelle Wert (den Du möglicherweise nicht 1:1 nachvollziehen kannst, den ich weiter oben aber schon erwähnt habe): Die Energie, welche ich nicht selber verbrauche und damit in das Netz einspeise, wird in jedem Fall irgendwo anders wieder ge- bzw. verbraucht (oberste Regel in einem Energie-Netzverbund: Die Mengen an erzeugter und die verbrauchter Energie sind stets im Gleichgewicht). Das heißt auch, dass die von mir erzeugte Energie nicht „verpufft“ sondern eben nie mehr durch Gas, Öl, Kohle oder Kernspaltung mit allen jeweiligen Nebenwirkungen und Risiken erzeugt werden muss. Und genau das gibt mir ein richtig gutes Gefühl, aktiv ein Stück weit das Klima für uns Menschen zu bewahren, auch wenn ich diese Kilowattstunden (monetär) regelrecht verschenken muss (es gibt löbliche Ausnahmen wie die Stadtwerke Mainz, die freiwillig eine Einspeise-Vergütung auch bei Balkonkraftwerken zahlen).

Gibt es bei YouTube nützliche Anleitungen oder Informationen zum Thema Balkonkraftwerk?

Jede Menge :) Angefangen beim Vortrag von vor zwei Jahren des Ihnen schon bekannten Prof. Dr. Stolz, den Du akustisch und mit den „Folien“ von damals hier finden kannst:

<https://www.youtube.com/watch?v=2LWsGRNGLc4> [25]

Natürlich kann ich für keine Inhalte der hier aufgeführten Videos Verantwortung oder gar eine Haftung übernehmen, aber ich dachte, ich sammle hier einfach ein paar Anregungen. Hier ist eine sehr kleine Auswahl von Videos ohne Anspruch auf Vollständigkeit, in denen auch Wechselrichter oder eine mögliche PV-Montage erläutert werden. Auch die Ausrichtung der Module spielt eine Rolle sowie das Für und Wider des Schuko-Steckers: <https://youtu.be/wyTOCW8KpxY> [26]

Für die Tiefe und eine ruhige Minute ist hier eine Erklärung der Funktionsweise von Wechselrichtern allgemein: <https://www.youtube.com/watch?v=VB0BMLuyWZQ> [27]

Hier ein Beitrag zum Thema „600 Watt“, die Du genau so auch analog auf „800 Watt“ anwenden kannst: <https://www.youtube.com/watch?v=Ewr2VtgGCMl> [28] (Bitte dran denken: Diese erwähnte „Überlast“ ist bei Weitem nicht so dramatisch wie im Video dargestellt, es handelt sich hier um den oben schon genannten konstruierten Vorwand, der in leicht abgewandelter Form auch wieder vom VDE gegen die 2.000 Watt peak aus dem „Solarpaket I“ ins Rennen geführt wird).

Dann noch etwas zu Steckdosen-Messeinrichtungen, wobei ich einwerfen muss, dass die Aussage zu dem Shelly-Stecker, dass er nicht nach einem Stromausfall wieder anschalte, so nicht haltbar ist, das kann man konfigurieren: <https://www.youtube.com/watch?v=SVjn6uKHCU0> [29]

Dann ist hier noch ein Beitrag zu Wechselrichter und verschiedenen Ausrichtungen von PV-Modulen: <https://youtu.be/WL9e9Jau3Hk> [30]

Sollte ich noch einen Speicher/eine Batterie mit einbauen lassen?

Das ist etwas, was man wirklich sehr gut durchrechnen sollte. Meines Wissens gibt es zwar schon mindestens zwei „steckerfertige Speicherlösungen“ für den Haushalt wie es analog dazu eine „steckerfertige 800-Watt-PV-Anlage“ gibt. Allerdings bewegen sich die Anschaffungskosten mit dem Speicher dann schon wieder sehr deutlich im vierstelligen Euro-Bereich. Das bedeutet: So einen Speicher könnte man zwar anschaffen, aber mit üblicher Lithium-Ionen-Technik wird sich das monetär im Prinzip nicht rechnen, die Amortisationszeiten sind in Dimensionen von 10-15 Jahren. Dazu kommt, dass günstige Akkus auf dieser Grundlage, gerade bei verlockenden Angeboten aus dem „Reich der Mitte“, nicht selten zu geringe oder keine Schutzvorrichtungen haben, und das kann dann tatsächlich mal einen Wohnungs- oder Hausbrand verursachen, das ist es dann wirklich nicht wert.

Die aktuellen Kosten für so eine Installation, also mit Notstromversorgung für die ganze Wohnung, gehen dann auch wie gesagt weit in die vierstelligen Summen. Es ist eine ganz andere Dimension als die Anschaffung von zwei PV-Modulen und einem Wechselrichter, was aktuell ja immer noch deutlich dreistellig bleibt und seit Beginn 2023 noch einmal günstiger wurde, und die Gefahr (s.o.) ist bei den Akkus eben oft dabei.

Sollten beizeiten günstigere und sicherere Akkumulatoren auf den Markt kommen (auf Graphen-Basis, mit Natrium-Ionen oder vergleichbaren Technologien, das wäre wirklich gut), kann ich diesen Absatz gerne noch einmal überarbeiten. Graphen wird „grafeen“ gesprochen, eine extrem dünne Kohlenstoff-Schicht, Marktreife steht bevor. Natrium-Ionen-Akkus sind schon heute auf dem Markt und dem Vormarsch, sie versprechen mehr Temperatur-Stabilität, ein Vielfaches(!) an Ladezyklen und sehr viel niedrigere Anschaffungskosten, das lässt mich hoffen. Ein erstes Beispiel habe ich mir jüngst erst angesehen, da könnte ich mir einer 12,4-Volt-Batterie mit 220 Amperestunden Kapazität (grob gerechnet etwas über 2,5 kWh) als vier Einzelzellen á 3,1 Volt bestellen und läge bei unter 400 Euro – das lässt hoffen, dass durch diese Technik bald nahezu jeder stationäre Speicher kostengünstig und sicher wird. Ein vergleichbar großer Speicher auf Lithium-Basis liegt bei deutlich über 1.500 Euro. Und von dem problematischen Abbau von Lithium habe ich dabei noch gar nicht gesprochen.

Wäre ich mit einem Speicher autark, wäre also gegen einen Stromausfall eine Zeit lang geschützt?

Das kommt darauf an, wie am Ende die Anlage zusammenarbeitet, welche Geräte eingesetzt werden. Die Wechselrichter, welche hier in den FAQ behandelt werden, die also als Grundlage für eine „steckerfertige 800-Watt-PV-Anlage“ gelten, schalten sich beim Ausfall des Stromes ab, nur deshalb gelten sie ja auch als sicher (es ist, als würdest Du den Stecker des Wechselrichters ziehen, dann liegt nach gerade einmal einer Zehntelsekunde keine gefährliche Spannung mehr an dem Stecker an – ein Staubsauger kann noch länger nach Ziehen des Steckers im Betrieb gefährliche Spannungen am Stecker aufweisen). Dieses automatische Abschalten der Wechselrichter ist die Hauptbedingung dafür, dass sie als „steckerfertig“ in den Handel kommen konnten, und es ist gleichzeitig der Grund, warum Deye als Hersteller im Sommer 2023 so viel Ärger bekam.

Für eine Autarkie, also eine Unabhängigkeit vom von außen zugeführten Strom, wäre es erforderlich, dass Du neben den PV-Modulen noch ganz andere Geräte montieren lässt: Ein Ladegerät (ggfs. mit „Load-Balancer“ beim Einsatz mehrerer Akkus), einen Wechselrichter, der „inselfähig“ arbeitet, also ohne Netzspannung von außen selbstständig 230 Volt oder gar 3*230 Volt bereitstellen kann (ist ggfs. mit dem Ladegerät als ein Kombi-Gerät erhältlich) sowie natürlich einen oder mehrere Akkus mit hoher „Zyklusfestigkeit“, die sich also sehr oft laden und entladen lassen (bestenfalls basierend auf Natrium oder Kalium, da Lithium und andere Materialien wie Kobalt doch teils sehr problematisch in der Beschaffung sind). Da noch 2024 verschiedene Firmen einen ganz neuen Typus von Batterien auf dem Markt bringen (Graphen-Batterien, gesprochen „grafeen“ [31], aber eben auch Natrium-Ionen-Akkus sowie Feststoff-Akkus), kann es wirklich lohnen sich noch etwas in Geduld zu üben, denn mit den dann erhältlichen Akkus sind bislang ungeahnte Energiedichten möglich (Graphen) und/oder die Sicherheit (nicht brennbar) wie auch Zyklusfestigkeit (Natrium-Ionen) werden auch gesteigert werden.

Aber zurück zur Anlage mit der Möglichkeit, autark zu sein: Die Verschaltung in so einem Fall ist etwas anders als bei der steckerfertigen Anlage: Die Photovoltaik-Module sowie auch die Akkus werden an das Gerät angeschlossen, das als Ladegerät & Wechselrichter arbeitet, ferner wird das Gerät auch mit Netzspannung versorgt. Je nach Ladezustand der Batterien, der PV-Ausbeute und dem aktuellen Verbrauch wird dann entweder Energie aus den Batterien über den Wechselrichter abgegeben oder werden die Akkus durch die aktuelle PV-Leistung geladen oder es wird eben Energie aus dem Netz bezogen.

Fällt dann die Versorgung über das Netz aus, und es ist noch genügend Energie in den Akkus, so schaltet so ein Gerät nicht ab, sondern versorgt bis zu einer Minimal-Spannung der Akkus (Schutz vor Tief-Entladung) eben daraus die dort angeschlossenen Verbraucher. So könnte man die wichtigen Geräte (Heizungssteuerung/ Kühlschrank/ Telefon/ Netzwerk als Beispiele) eine ganze Weile weiter betreiben und hat damit eine gewisse Autarkie und Sicherheit.

Auch ich habe mal darüber nachgedacht, ob es sich lohnt und ob es mir das wert ist, so viel Geld auszugeben, um im Notfall einen oder vielleicht zwei Tage mit der nötigsten elektrischen Energie versorgt zu sein (also in dem Fall, dass geladene USB-Powerbanks und Laptop-Akkus nicht mehr reichen). Doch ich kam zu dem Schluss, dass die zu erwartenden Ausfälle durch Teil-Abschaltungen im öffentlichen Stromnetz eher im Stundenbereich liegen dürften, und so lange wird bspw. der Tiefkühl-Bereich meines Kühlschranks eine akzeptabel niedrige Temperatur halten können. Tatsächlich dauert es einige Stunden, bis die Tiefkühltemperatur dort so hoch steigt, dass die so genannte „Kühlkette“ unterbrochen wäre und mir Speisen verdürben. Für einen sehr unwahrscheinlichen Fall eines Ausfalls für einen oder mehrere Tage dann viele tausend Euro auszugeben, erschien mir nicht angemessen. Aber das ist eines jeden Menschen eigene Entscheidung, die kann ich Dir nicht abnehmen :)

Nebenan in Budenheim ist gerade vor Veröffentlichung dieser Version im Juni 2024 für einen Tag das Netz dort lokal ausgefallen. Grund war eine „Verpuffung“ in einem Verteilergebäude, näheres war bis eben nicht bekannt, ich reiche es in der kommenden Ausgabe der FAQ nach. Aber wie gesagt: So etwas ist sehr(!) selten, und ob Du bereit bist, dafür so viel Geld auszugeben, muss ich Dir überlassen.

Gibt es denn neben der (teuren) autarken Versorgung eine günstige Möglichkeit zur Pufferung?

Ja, die gibt es. Wenn es nicht erwünscht ist, zu viel elektrische Energie zurück in das öffentliche Netz zu speisen und es kein Problem darstellt, wenn mal das eine oder andere Gerät „umgesteckt“ wird, so könnte man einen oder zwei Akkus kaufen, vielleicht einen „dicken“ mit 200 Ah (Ampere-stunden) bei 12 Volt Nennspannung, das wären umgerechnet ca. 2,4 kWh, die theoretisch gespeichert werden könnten. Dazu ein Kombi-Gerät aus Sinus-Wechselrichter und Ladegerät, so etwas habe ich schon für 400 Euro gesehen. An so einem Gerät kann dann umgeschaltet werden zwischen „Laden“, dann würde Energie aus dem gewöhnlichen Stromnetz im Haushalt zum Laden der Akkus verwendet werden (zum Beispiel in der Mittagszeit, wenn sonst kaum Verbraucher aktiv sind aber viel Energie durch die PV-Module erzeugt wird). Abends dann, wenn diese Energie gebraucht wird, steckt man dann eben den Fernseher/Kühlschrank oder was auch immer in Deinem Alltag abends die Energie braucht, an den anderen Wechselrichter, schaltet auf „Entladen“ (sinngemäß) und der Wechselrichter „holt“ sich die Energie aus dem Akku statt aus dem Stromnetz, und Du verbrauchst so die Energie, welche in den Mittagsstunden sonst ins öffentliche Netz gespeist worden wäre. Der große Kostenfaktor ist aber auch hier: Der Akku.

Solche Akkus (12,8 Volt, 200 Ah, AGM-Technologie, also Blei, kein Lithium) liegen im Augenblick (März. 2024) bei ca. 350-400 Euro. Wenn also der o.a. Weg nicht zu umständlich erscheint, kann man mit ca. 700-1.000 Euro tatsächlich eine Art „kleine Autarkie“ erreichen (eben mit manuellem Einsatz oder mit einer geschickten Schaltung, die ich mir schon ausgedacht habe). Meine bisherigen Tests mit einem 200-Amperestunden-Akku (AGM, also blei-basiert) verlaufen bislang sehr gut, auch, wenn ich aktuell noch die Verdrahtung zwischen Ladegerät und Wechselrichter manuell umlegen muss, da ich mit meiner Relais-Schaltung noch nicht komplett bin.

Als Zwischenergebnis kann ich schon jetzt festhalten, dass ich bei konsequentem Einsatz meines Akkus den Eigenverbrauch meiner erzeugten Energie von grob 50 Prozent auf etwa 70 Prozent anheben konnte. Sobald die Ergebnisse verlässlicher sind, lasse ich sie hier einfließen.

Wie beim Absatz weiter oben aber gilt: Die derzeit erhältlichen Lithium-Akkumulatoren, gerade aus Fernost, sind mit Vorsicht zu genießen. Wenn Du einen Standort im Hause hast, wo der Brand eines Akkus nicht übergreifen kann, dann wäre das eine Option. Ansonsten: Besser warten auf eine weniger gefährliche Technologie, aus dieser Richtung erwarte ich noch in diesem Jahr (2024) sehr große Fortschritte. Lithium-Eisenphosphat-Akkus sind schon etwas ungefährlicher, überzeugen mich aber auch noch nicht (Preis wie auch Beschaffungsproblematik).

Kann ich mir einen Speicher mit einer Batterie selber zusammenbauen?

Prinzipiell ginge das, solange Du nicht mit 230-Volt-Leitungen hantierst, genau darum geht ja mein aktuelles Projekt, wo ich eine Umschaltung komplett ohne gefährliche Spannungen durchführen möchte. Dennoch möchte ich Dir eine Warnung mit auf dem Weg geben: Die Spannungen sind zwar bei Batterien mit 12 bzw. 24 Volt gering und als solches nicht gefährlich, doch Du wirst ja dann mit Batterien umgehen, die eine hohe Leistung abgeben können. Als Beispiel sei mein Akku genannt: Er kann einen Kurzschlussstrom von 300 Ampere liefern, das sind rechnerisch grob 3.600 Watt, die „mal eben“ abgegeben werden können. Nun stelle Dir einmal vor, Du lässt aus Versehen einen Schraubenschlüssel fallen, und der überbrückt dummerweise die beiden blanken Kontakte der Batterie. Kannst Du Dir in etwa vorstellen, was dann geschieht? In kürzester Zeit geht ein extrem starker Strom durch eben diesen Schraubenschlüssel, so dass der augenblicklich zu flüssigem Metall wird und quasi „explodiert“. Wenn Du dort in der Nähe bist, kann es zu schwersten Verletzungen kommen. Du siehst: Auch 12 Volt können bei der richtigen Stromstärke gefährlich werden (Anmerkung: 300 Ampere sind mehr als die meisten Schweißgeräte liefern, um Metalle miteinander zu verschmelzen ...). Bitte sei also auch bei Akkus stets um- und vorsichtig.

Dann gerne noch ein Punkt: Verschiedene Akkumulator-Typen haben auch unterschiedliche Eigenschaften in Bezug auf Ladeströme, Tief-Entladung, Ladekurven, um nur ein paar zu nennen. Das Ladegerät muss also zum Akku passen, ferner gibt es Akkus, die sozusagen bis zur „Erschöpfung“ entladen werden dürfen, für andere bedeutete das einen irreparablen Schaden. Bitte schau' also vorher, welches Ladegerät mit Deinem Akku umgehen kann und triff Vorsorge, dass eine möglicherweise schädliche Tief-Entladung nicht auftreten kann. Vielleicht auch hier als Beispiel: Ich experimentiere gerade mit einem AGM-Akku (also auf Blei-Basis), der darf nicht tiefentladen werden. Daher habe ich am Ausgang meines Insel-Wechselrichters wiederum zwei Energiemesser, über die ich prüfen kann, wie viel Energie ich heraushole. Als letzte Kontroll-Instanz selber dient aber auch schon der Wechselrichter selbst, denn der warnt sehr eindringlich, wenn die Akku-Spannung unter einen kritischen Wert fällt und schaltet dann ab. Inzwischen habe ich es aber auch mit den Messeinrichtungen gut im Gefühl. Ich werde es auf die Weise vermeiden, den AGM-Akku zu sehr zu entladen, es wäre extrem schade drum.

Im Juli bei bestem Sonnenschein habe ich am Tag weniger Erzeugung als im Mai, wie kann das sein?

Nun, das ist wieder einmal die unerbittliche Physik :) An diesem besagten Juli-Tag hattest Du vielleicht 35° Celsius Außentemperatur und Windstille, während im Mai eine frische Brise wehte und die Außentemperatur sich bei 20 Grad eingependelt hatte (nehmen wir mal als Beispiel-Werte, durchaus aber realistisch).

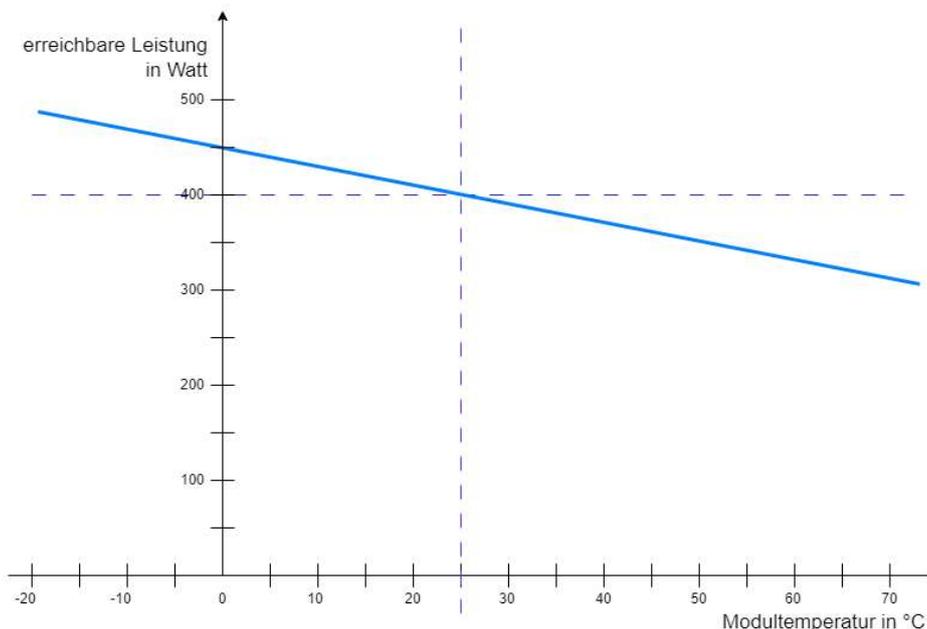
Die Leistungswerte der PV-Module werden stets für 25°C Modul-Temperatur(!) angegeben. Mit jedem Grad mehr auf den Modulen sinkt die Ausbeute um etwa 0,4 Prozent. Umgekehrt steigt die Ausbeute unterhalb von 25 Grad ebenfalls mit jedem sinkenden Grad, dem die photoelektrischen Zellen ausgesetzt sind (beachte immer: Modul-Temperatur). Vernachlässigen wir mal die möglichen unterschiedlichen Einstrahl-Winkel zwischen Mai und Juli, so werden bei 10°C mehr (gegenüber den 25) im Juli 4 Prozent weniger Leistung möglich sein als für das Modul angegeben, wohingegen im Mai 2 Prozent mehr Leistung möglich ist gegenüber den Herstellerangaben. Bei einem Wert von 400 Watt (Angabe für 25°C) käme man so auf 384 Watt bei 35°C und 408 Watt bei 20°C. Durch die Windstille an diesem fiktiven Juli-Tag wird es sogar so sein, dass Dein Modul noch viel stärker aufheizt, sagen wir auf 60 Grad, dann wären nur noch maximal 344 Watt Ertrag möglich. Heizt Dein

Modul (PV-Module sind ja dunkel, oft sogar schwarz), unterstützt durch die Windstille, noch weiter auf, beispielsweise auf 85°C, wären die Leistungseinbußen in dem Moment schon bei 24 Prozent. So wird es deutlich, warum an heißen Tagen die Ausbeute schlicht geringer ist als bei Sonnenschein in kühlem Wetter.

Begründet liegt das vereinfacht am stärkeren Innenwiderstand in den wärmeren PV-Zellen bei höheren Temperaturen (trifft es nicht ganz, aber die Effekte in den Kristallgittern der Halbleiter zu erklären, sprengt hier doch etwas das Format, daher diese Ersatz-Erklärung). Wärme ist „Bewegungsenergie auf atomarer/molekularer Ebene“, und diese „Unruhe“ erhöht den Widerstand. Dieser höhere Widerstand wiederum vermindert den Stromfluss durch das PV-Modul, damit sinkt unweigerlich die abgegebene Leistung („da machste nix“, würde mein lieber Studienkollege mit Spitznamen „Möhre“ aus der Elektrotechnik jetzt sagen ;)).

Freue Dich also insbesondere über klirrend kalte Tage mit klarem Himmel und entsprechend guter Sonneneinstrahlung, da werden Deine PV-Module erst so richtig leistungsfähig (wenn sie nicht gerade verschattet sind ;)). Das war zu viel Text und zu wenig Bild? Dann ist die Gerade der Temperatur-Abhängigkeit hier einmal für Dich visualisiert:

Temperatur-Abhängigkeit am Beispiel eines Solarmoduls mit 400 Wp

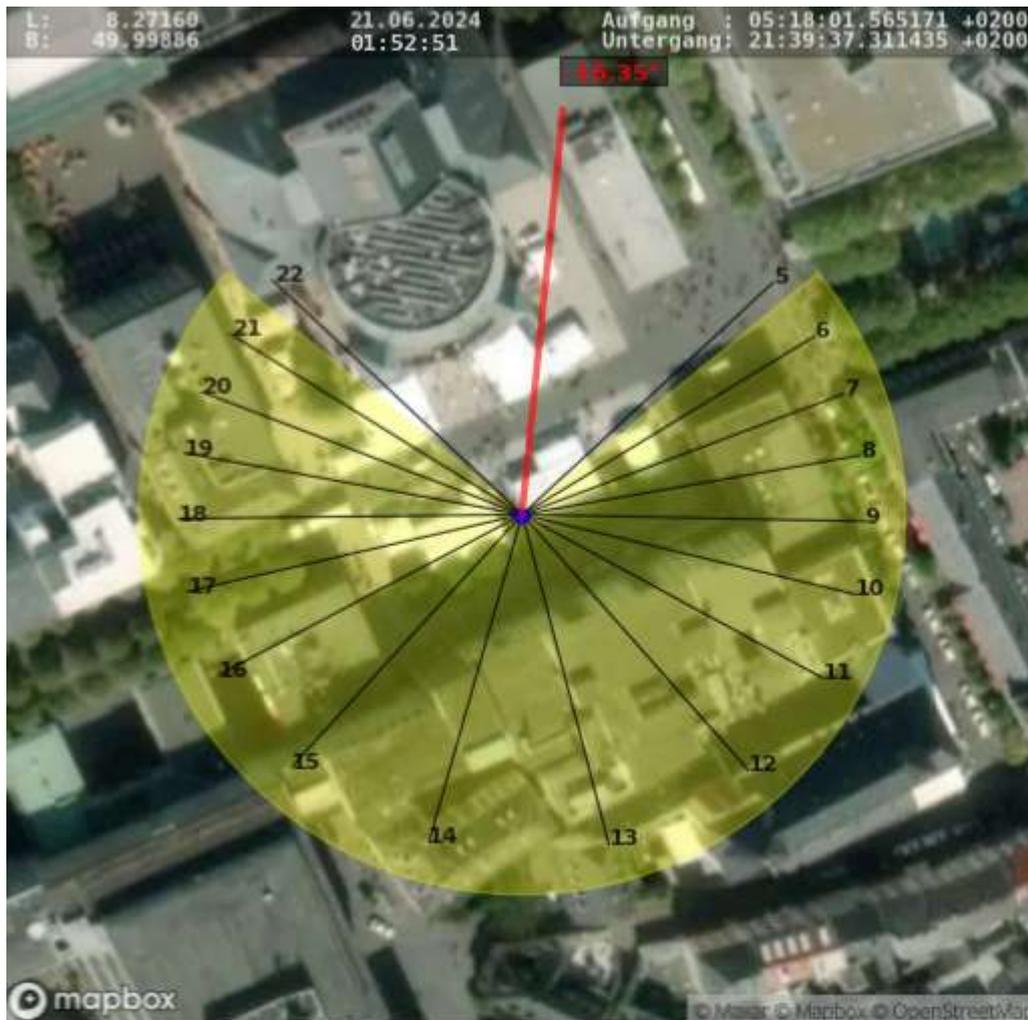


Kann es sich lohnen, die PV-Module der Sonne nachzuführen?

Das habe ich mich in der Tat auch schon gefragt, konnte es bislang selber noch nicht nachstellen. Wenn es zu aufwendig wird, was den monetären Einsatz angeht, wird es sich ganz schnell nicht mehr „lohnen“, zumindest, was die Einsparungen an elektrischer Energie im Haushalt angeht. Wenn Du die Möglichkeit hast, kann es sich lohnen, die Neigung der PV-Module ein paar Mal im Jahr anzupassen. Dann hast Du auch im Winter noch einen guten Ertrag, wenn die Sonne flacher „reinkommt“ (Module sind dann steil gestellt). Weiter kannst Du die Neigung dann verringern (Null Grad heißt „flach“, also „horizontal ausgerichtet“) für die Einstrahlwinkel in Frühjahr/Herbst und Sommer, um auch da die besseren Erträge ernten zu können. Eine maschinelle Nachführung ist eher etwas für Leute mit einer Ader für's Basteln (also für mich ;)) und mit viel Zeit (Düdümm ...). Wenn Du Dir vorstellst, dass auch die sich dann bewegende Konstruktion genauso wind- und wetterfest sein muss mit allen auftretenden Windlasten und Regen-Einflüssen sowie Minus-Temperaturen, wird auch klar, dass so eine Konstruktion schnell auch die Anschaffungskosten stark in die Höhe treiben kann. An der Stelle kann es eher Sinn ergeben (wenn Du den Platz hast), ein weiteres PV-Modul parallel zu einem anderen zu schalten mit einer anderen Ausrichtung, dann muss sich kein Modul bewegen, und Du hast trotzdem die Nutzung des Lichteinfalls aus verschiedenen Rich-

tungen. Vielleicht weist ein PV-Modul direkt nach Süden, ein parallel-geschaltetes nach Westen am selben Balkongeländer, dann hast Du eben auch bis in den Abend noch genügend Energie aus diesem PV-Modul-Päärchen. Denke daran, dass Du bei einer Parallelschaltung Sperrdioden einsetzen musst, damit kein Strom durch das weniger aktive PV-Modul fließen kann und dieses dann möglicherweise schädigt. Diese sind für Stückpreise unter 10 Euro in verschiedenen Stromstärken und Spannungsfestigkeiten erhältlich.

Immerhin: Für bspw. die Programmiersprache Python gibt es eine sehr nützliche Bibliothek, die es Dir ermöglicht, für spezielle geographische Koordinaten und einen Zeitpunkt die genaue Position der Sonne zu ermitteln in Azimut und Elevation (also in welcher Richtung sie zu finden ist und wie hoch sie sich über den Horizont erhebt). Hier ist ein Beispiel, wie so etwas zu nutzen ist am Beispiel einer zentralen Stelle in Mainz (na gut, hier habe ich nachts am Dokument gearbeitet):



Welche Software hast Du verwendet, um die FAQ zu erstellen?

Das beantworte ich wirklich auch noch gerne. Basis für dieses Dokument ist LibreOffice ([32]), einige Graphiken sind entstanden mit draw.io (diagrams.net [33]), andere mit GIMP ([34]), wieder andere (wie die mit den Flächen-Berechnungen) mit inkscape ([35]). Die Skizzen für die Balkonbefestigung habe ich mit freeCAD ([36]) gemacht (sie fließen noch in eine spätere Version der FAQ ein). Meine Simulationen (wie warm welche Leitung unter welchen Faktoren wird) habe ich mit Python3 ([37]) (mit Hilfe von math/numpy/matplotlib.pyplot/astral) erstellt. Das „Sonnenstandsbild“ aus der Frage konnte ich gewinnen aus „Mapbox.com“ ([38]). Ich denke, dass ich keine weiteren Werkzeuge benötigen werde, um auch künftige Versionen meiner FAQ zu erstellen. Falls doch, werden sie natürlich auch erwähnt.

Kann ich den Urheber dieser FAQ mal erreichen, wenn noch Fragen offen sind?

Selbstverständlich, ich antworte gern, wenn es meine Zeit erlaubt. Bitte sei aber auch geduldig, denn auch ich mache alles hier ehrenamtlich und „nebenbei“, die FAQ sind nach Feierabend und mit viel persönlichem Einsatz entstanden. Leider habe ich auch noch keinen Sponsor gefunden, um meine Ambitionen Richtung „laientauglicher Speicher“ zu erforschen, obwohl der Schaltplan und die Geräteauswahl schon stehen.

Du kannst mich am besten per E-Mail erreichen: hahn-sol-o@posteo.de (ich habe die Adresse als Graphik eingefügt, da ich sonst mit viel „Spam“ rechnen muss durch automatisierte Skripte (alias „Bots“). Alternativ kannst Du meine Adresse nebenstehend auch Scannen und somit nutzen.



Herzliche Grüße, viel Freude beim Erzeugen echten grünen Stroms!

Dein Martin Hahn

Linkliste - Für die Inhalte der betreffenden Seiten übernehme ich keinerlei Verantwortung/Haftung:

- [1] <https://mainz.scientists4future.org>
- [2] <https://mainz.scientists4future.org/spenden>
- [3] https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- [4] <https://www.vde.com/de/presse/pressemitteilungen/2023-01-11-mini-pv>
- [5] <https://www.akkudoktor.net/mikrowechselrichter-datenbank/>
- [6] https://epetitionen.bundestag.de/content/petitionen/_2023/_02/_17/Petition_146290.html
- [7] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/solarpaket-im-ueberblick.pdf>
- [8] <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/steckersolar-solarstrom-vom-balkon-direkt-in-die-steckdose-44715>
- [9] <https://www.deutschlandfunk.de/ostdeutsche-solarbranche-wagt-den-neuanfang-dlf-f9159b86-100.html>
- [10] <https://github.com/tbnobody/OpenDTU>
- [11] <https://github.com/grindyLOW/ahoy>
- [12] https://de.wikipedia.org/wiki/Maximum_Power_Point_Tracking
- [13] <https://www.marktstammdatenregister.de>
- [14] <https://www.gesetze-im-internet.de/messbg/>
- [15] <https://rechneronline.de/material/spezifischer-widerstand.php>
- [16] <https://rechtstipp24.de/2023/03/09/mieter-haben-anspruch-auf-zustimmung-zu-balkonkraftwerk-ag-stuttgart-urt-v-30-03-2021-37-c-2283-20/>
- [17] <https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/deutsche-umwelthilfe-unterstuetzt-erstmalig-klage-von-mietern-gegen-verbot-von-balkonkraftwerken/>
- [18] https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/_9.html
- [19] <https://www.youtube.com/watch?v=xkl3PWLbziY>
- [20] <https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzart>
- [21] https://greenakku.de/Montage/Komponenten/Montageprofil:::5_35_37.html
- [22] https://www.thomann.de/de/rohrklemmen_clamps_coupler_etc.html
- [23] <https://www.volker-quaschnig.de/publis/energierevolution/index.php>
- [24] <https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>
- [25] <https://www.youtube.com/watch?v=2LWsGRNGLc4>
- [26] <https://youtu.be/wyTOCW8KpxY>
- [27] <https://www.youtube.com/watch?v=VB0BMLuyWZQ>
- [28] <https://www.youtube.com/watch?v=Ewr2VtgGCMl>
- [29] <https://www.youtube.com/watch?v=SVjn6uKHCU0>
- [30] <https://youtu.be/WL9e9Jau3Hk>
- [31] <https://energyload.eu/stromspeicher/graphen-batterie/nanotech-energy/>
- [32] <https://www.libreoffice.org/>
- [33] <https://www.diagrams.net/>
- [34] <https://www.gimp.org/>
- [35] <https://inkscape.org>
- [36] <https://www.freecad.org/>
- [37] <https://www.python.org/>
- [38] <https://www.mapbox.com>